UNIVERSIDADE ANHANGUERA DE SÃO PAULO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

ROGÉRIO DA SILVA IGNÁCIO

CRIAÇÃO DE CAPÍTULO DE LIVRO DIDÁTICO DIGITAL NO ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO: UMA ANÁLISE DA DOCUMENTAÇÃO NA FORMAÇÃO INICIAL DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA

SÃO PAULO

2018

ROGÉRIO DA SILVA IGNÁCIO

CRIAÇÃO DE CAPÍTULO DE LIVRO DIDÁTICO DIGITAL NO ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO: UMA ANÁLISE DA DOCUMENTAÇÃO NA FORMAÇÃO INICIAL DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação Matemática da Universidade Anhanguera de São Paulo como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Educação Matemática.

Orientadora: Profª. Drª Rosana Nogueira de Lima.

Co-Orientadora: Profª. Drª Verônica Gitirana Gomes Ferreira.

SÃO PAULO

2018

Ficha Catalográfica elaborada por:
Bibliotecária Roselaine R. de Bastos Novato CRB/8 9676

I27c Ignácio, Rogério da Silva

Criação de capitulo de livro didático digital no estágio curricular supervisionado. / Rogério da Silva Ignácio. – São Paulo, 2018.
171 f.: il.; 30 cm

Tese (Programa de Pós-graduação em Educação Matemática) – Coordenadoria de Pós-graduação - Universidade Anhanguera de São Paulo, 2018.

Orientadora: Profa. Dra. Rosana Nogueira de Lima

1. Gênese documental. 2. Livros didáticos digitais. 3. Funções. 4. Avaliação. 5. Formação inicial. I. Título. II. Universidade Anhanguera de São Paulo.

CDD 372.7

ROGÉRIO DA SILVA IGNÁCIO

CRIAÇÃO DE CAPÍTULO DE LIVRO DIDÁTICO DIGITAL NO ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO: UMA ANÁLISE DA DOCUMENTAÇÃO NA FORMAÇÃO INICIAL DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA

Comissão Examinadora

_____

Profª. Drª. ROSANA NOGUEIRA DE LIMA
(Orientadora/Presidente)

_____

Profª. Drª. VERÔNICA GITIRANA GOMES FERREIRA
(Examinadora externa)

_____

Profª. Drª. TÂNIA MARIA MENDONÇA CAMPOS
(Examinadora externa)

_____

Profª. Drª. SIOBHAN VICTORIA HEALY (LULU HEALY)
(Examinadora externa)

_____

Profª. Drª. MARIA ELISA ESTEVES LOPES GALVÃO
(Examinadora interna)

São Paulo, 26 de março de 2018.

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta Tese por processos de fotocopiadoras ou eletrônicos.

Assinatura: _____ Local e Data: _____

Agradecimentos

A defesa desta tese simboliza o final de um processo de desenvolvimento acadêmico, profissional e pessoal para o qual várias pessoas contribuíram. Deixo meus agradecimentos a todos os que me acompanharam nessa jornada.

Um profundo agradecimento: às orientadoras Professora Doutora Rosana Nogueira de Lima e à Professora Doutora Verônica Gitirana Gomes Ferreira pelo crédito de confiança, pelas incontáveis orientações e desafios apresentados que guiaram meu crescimento acadêmico, pelo apoio incondicional demonstrado desde o início e principalmente nos momentos de incertezas, pela amizade demonstrada; à professora Doutora Tânia Maria Mendonça Campos pela dedicação para que eu tivesse as melhores oportunidades acadêmicas; Ao professor Luc Trouche pelas sugestões indicadas e pela oportunidade de estudos acadêmicos na ENS-Lyon.

Apresento ainda meus agradecimentos: à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa do "Programa de Suporte à Pós-Graduação de Instituições de Ensino Particulares" (PROSUP) com a qual me beneficiei durante o curso; ao corpo docente do programa de Educação Matemática da UNIAN-SP pelas experiências acadêmicas proporcionadas; aos colegas desta instituição por servirem de referência e pelas amizades desenvolvidas, em especial aos colegas Rosivaldo e José Ivanildo pela acolhida e boas orientações para o início da vida acadêmica em São Paulo; aos colegas do programa de Educação Matemática Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica pela parceria frutífera e pelas valiosas sugestões.

Agradeço ainda: aos colegas professores de Matemática do CAp-UFPE pelo incentivo e pelo apoio enquanto me mantive afastado; ao sujeito da pesquisa e seus supervisores pela oportunidade de registrar e aprender com o desenvolvimento da notável experiência que desenvolveram, bem como à professora do sujeito que permitiu e apoiou a coleta de dados. Não menciono seus nomes pelo compromisso de mantê-los anônimos nessa pesquisa, mais saibam que ganharam notoriedade em minha vida acadêmica, profissional e pessoal.
Agradeço aos membros da banca pelo aceite em contribuir com esse importante momento de transição de minha vida acadêmica.

E, finalmente, um agradecimento aos meus irmãos pela camaradagem e pelo apoio incondicional e a minha esposa, Joana Paula, pedra angular de minhas ações, por suportar minhas ausências, ainda que fisicamente estivesse presente. Agradeço por estarem disponíveis nos momentos mais difíceis dessa jornada.

RESUMO

Esta pesquisa se insere no tema da formação inicial do professor de Matemática, com foco na etapa de prática do estágio curricular supervisionado de Matemática. Em tal momento da formação, espera-se que os conhecimentos teórico-práticos desenvolvidos pelos Licenciandos em disciplinas das diversas áreas sejam evocados como suportes ao planejamento e prática docente e a partir dela se desenvolvam continuamente na trajetória profissional dos mesmos. Nesse contexto, pretende-se com essa pesquisa analisar o processo de gênese documental de um aluno de Licenciatura em Matemática por meio da criação, experimentação e recriação de um capítulo de livro didático digital sobre o conteúdo de funções para o Ensino Fundamental. Utilizamos como aportes teóricos a Abordagem Documental do Didático, desenvolvida por Ghislaine Gueudet e Luc Trouche e que surge como prolongamento da abordagem Instrumental de Pierre Rabardel; e a Teoria da Orquestração Instrumental desenvolvida por Luc Trouche para lidarmos com o processo de desenvolvimento profissional/acadêmico com foco nos recursos desenvolvidos, mais especificamente o livro didático. Os conceitos de Formação Reflexiva de Donald Schön e de Esquemas segundo Vergnaud foram importantes para definir os aspectos da formação dos professores cuja evolução analisamos durante o processo de criação do livro didático digital. Utilizamos os princípios da metodologia reflexiva, que foi desenvolvida para a investigação da documentação. O trabalho de um licenciando durante duas disciplinas de Estágio supervisionado foi acompanhado por observações e entrevistas. Trabalhos anteriores foram resgatados por meio de seu mapa de recurso, entrevistas e coleta de documentos. Os dados foram analisados buscando traçar a evolução dos esquemas de uso dos recursos, evolução documental. Os resultados mostram uma evolução do estagiário no sentido de assumir parte da responsabilidade com o seu próprio percurso formativo, estruturando um sistema documental a partir dos recursos desenvolvidos anteriormente e integrados à sua proposta de capítulo de livro didático digital. Mostramos que o envolvimento do licenciando com a estruturação de recursos didáticos em um capítulo de livro didático digital serviu como elemento de desequilíbrio provocando uma demanda por novas formas de lidar com os recursos para ensino. Destacamos que a organização do sujeito para lidar com os desafios enfrentados permitiram o desenvolvimento de uma estrutura de documentação em torno do material de apoio (Livro didático) em termos de currículo, de organização de trabalho coletivo e de ressignificação de recursos para integração a uma proposta específica.

Palavras-chave: gênese documental, livros didáticos digitais, Funções, Avaliação, Formação Inicial.

Abstract

This research is inserted in the theme of the initial formation of the teacher of Mathematics, focusing on the stage of practice of supervised curriculum internship in Mathematics. At such a time of formation, it is expected that the theoretical-practical knowledge developed by the graduates in disciplines of the various areas will be evoked as supports to the planning and teaching practice and from there will be developed continuously in the professional trajectory of them. In this context, this research intends to analyze the process of documentary genesis of a student of Degree in Mathematics through the creation, experimentation and recreation of a digital textbook chapter on the content of functions for Elementary School. We use as theoretical contributions, the Didactic Documentary Approach, developed by Ghislaine Gueudet and Luc Trouche, which appears as an extension of Pierre Rabardel's Instrumental Approach; and the Theory of Instrumental Orchestration developed by Luc Trouche to deal with the process of professional / academic development focused on the resources developed, more specifically the textbook. The concepts of Donald Schön's Reflexive Formation and Schemas according to Vergnaud will be important to define the aspects of teacher education whose development we intend to analyze during the process of creating the digital textbook. The research was developed, following the principles of the reflexive methodology, specially developed for the investigation of the documentation. The work of a licenciando during two disciplines of supervised Stage was accompanied, by observations and interviews. Previous work has been rescued through its resource map, interviews and document collection. The data were analyzed in order to trace the evolution of the resource use patterns, document evolution. The results show an evolution of the trainee in order to take part of the responsibility with his own formative course, structuring a documentary system from the resources developed previously and integrated to his proposal of chapter of digital didactic book. We show that the subject's involvement with the structuring of didactic resources in a digital textbook chapter served as an element of imbalance, provoking a demand for new ways of dealing with teaching resources. We emphasize that the organization of the subject to deal with the challenges faced allowed the development of a documentation structure around the support material (textbook) in terms of curriculum, organization of collective work and redetermination of resources for integration with a proposal specific.

Key words: documentational genesis, digital textbooks, Functions, Evaluation, Initial formation.

RÉSUMÉ

Cette recherche s'insère dans le thème de la formatioon initiale du professeur des Mathématiques, en mettant l'accent sur l'étape pratique du stage obligatoire supervisé en Mathématiques. A ce moment de la formation, on espère que les connaissances théorico-pratiques développées par les étudiants praticiens des disciplines des différents domaines seront évoquées en tant que soutient au planning et à la pratique de l'enseignant et, à partir de là, elles pourront se développer de façon continuelle dans leur carrière professionnelle. Dans ce contexte, on prétend, avec cette recherche, analyser le processus de genèse documentaire d'un étudiant praticien de Mathématiques à travers la création, l'expérimentation et la reformulation d'un chapitre d'un manuel scolaire numérique sur le contenu de fonctions pour le collège. Nous avons utilisé comme apports théoriques l'Approche Documentaire du Didactique, développée par Ghislaine Gueudet et Luc Trouche, et qui apparaît comme étant une extension de l'Approche Instrumentale de Pierre Rabardel; et la Théorie de l'Orchestration Instrumentale développée par Luc Trouche pour nous aider à gérer le processus de développement professionnel/académique qui met l'accent sur les ressources développées, plus particulièrement le manuel scolaire. Les concepts de Pratique Réflexive, de Donald Schön, et de Schémas, selon Vergnaud, ont été très importants pour définir les aspects de la formation des professeurs dont l'évolution a été analysée pendant le processus de crétation du manuel numérique. Nous avons utilisé les príncipes de la méthodologie réflexive, qui a été développée pour l'étude de la documentation. Le travail d'un étudiant pendant la réalisation de deux disciplines de Stage Obligatoire Supervisé a été accompagné par des observations et des entretiens. Des travaux précédents ont été récupérés à travers de son plan de ressources, des entretiens et la collecte de documents. Les données ont été utilisées dans le but de tracer l'évolution des schémas d'utilisation des ressources, l'évolution documentaire. Les résultats montrent une évolution du stagiaire dans le sens de prendre en charge une partie de la responsabilité sur son propre parcours de formation, en structurant un système documentaire à partir des ressources développées préalablement et ajoutées à sa proposition de chapitre de manuel numérique. Nous avons montré que l'engagement de l'étudiant avec l'a structuration de ressources didactiques dans un chapitre de manuel numérique a servi comme élément de déséquilibre déclenchant une demande de nouvelles formes de gérer les ressources pour l'enseignement. Nous avons souligné que l'organisation du sujet pour faire face aux défis rencontrés ont permis le développement d'une structure de documentation autour du matériel de soutien (manuel scolaire) en termes de programme, d'organisation de travail collectif et de redéfinition de ressources pour les intégrer à une proposition spécifique.

Mots-clé : genèse documentaire, manuels scolaire numériques, Fonctions, Évaluation, Formation Initiale.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Diagrama esquema de uso 28
Figura 2: Esquema de ação instrumentada 29
Figura 3: Representação esquemática da gênese documental 38
Figura 4: Classificação de livros digitais 49
Figura 5: Tarefa 01 da função 1 - LDD do Estudo Piloto 73
Figura 6: Gráfico da tarefa 02 da função 1- LDD do Estudo Piloto 74
Figura 7: Gráfico da tarefa 03 da função 1 - LDD do Estudo Piloto 74
Figura 8: Percurso de coleta de dados da pesquisa 83
Figura 9: Mapa de recursos elaborado para apresentação de Relatório 86
Figura 10: Representação da trajetória documental entregue por Luís 87
Figura 11: Recursos mobilizados por Luís 89
Figura 12: Linha do tempo dos eventos citados no mapa reflexivo de Luís 93
Figura 13: Problematização do jogo 96
Figura 14: Visão geral da primeira página do livro coletivo 2015.2 99
Figura 15: Visão geral da primeira página do livro coletivo 2015.2 100
Figura 16: Página 4 do capítulo criado por Luís e seu grupo 2015.2 101
Figura 17: Página 5 contendo cópia de manuscrito 2015.2 101
Figura 18: Três primeiras páginas do capítulo criado. 2015.2 102
Figura 19: Definição de função quadrática segundo site de referência de Luís 103
Figura 20: Definição de função quadrática adotada por Luís 103
Figura 21: Apresentação do estudo das raízes no texto original 103
Figura 22: Estudo das raízes no capítulo de Luís 103
Figura 23: Aplicativo desenvolvido por Luís 104
Figura 24: imagem da tela da Apresentação de Luís 108
Figura 25: Diagrama dinâmico da versão 2016.2 do capítulo de LDD 122
Figura 26: Extrato de tela do mini aplicativo original, importado ao Livro por Luís 123
Figura 27: Extrato de tela do mini aplicativo adaptado por Luís 124
Figura 28: Gráfico relacionando altura de coluna de líquido em três recipientes 125
Figura 29: Gráfico relacionando altura de coluna de líquido em três recipientes 126
Figura 30: Gráfico relacionando altura de coluna de líquido em três recipientes 127
Figura 31: Atividade relacionado altitude e temperatura 128
Figura 32: Página introdutória da versão 2016.1 129
Figura 33: página introdutória da versão 2017.1 130
Figura 34: Item 5.1: versão adaptada por Luís e original 132
Figura 35: Mini aplicativo do Item 5.2 versão 2017.1 134
Figura 36: item 5.3 135
Figura 37: Visão geral das tarefas no *Geogebra Groups* 140
Figura 38 Foto de um dos conjuntos de anotações da fase “tempestade de ideias” 141
Figura 39: Atividade de livro impresso apresentada pelo professor Silva 143
Figura 40: primeira versão do item 1.3 apresentada por Luís 148
Figura 41: Item 1.3 149
Figura 42: Item 1.3 na versão 2017.1 151

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Esquema de preparação de oficina 98
Quadro 2: Esquema para preparação de uma aula sobre cônicas 106
Quadro 3: Esquema para preparação de oficina de ensino de funções 112
Quadro 4: Protocolos registrados em vídeo 120
Quadro 5: Orquestração de Luís e Pedro 154

SUMÁRIO

Sumário

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO 10
CAPÍTULO 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 16
2.1. Preâmbulo I - A noção de esquema segundo Gérard Vergnaud 16
2.2. Preâmbulo II - A noção de conhecimento segundo Vergnaud 22
2.3. Preâmbulo III - A Abordagem Instrumental segundo Pierre Rabardel 26
2.4. A Abordagem documental do didático (ADD) 31
2.5. Sobre o livro didático digital de Matemática 40
2.5.1. O livro didático como recurso do professor 41
2.5.2. A emergência dos livros didáticos digitais de Matemática 46
2.6. A reflexão no processo de formação inicial do professor de Matemática 51
2.7. A Formação do professor de Matemática no contexto brasileiro 54
CAPÍTULO 3 REVISÃO DA LITERATURA 58
CAPÍTULO 4 METODOLOGIA DA PESQUISA 64
4.1. Fundamentos da metodologia de investigação reflexiva 64
4.2. Estudo piloto 67
4.2.1 Procedimentos de coleta de dados do estudo piloto 68
4.2.2 Grupos focais 69
4.2.3 Análise da entrevista para o estudo piloto e indicações metodológicas para o estudo principal 71
4.3. Estudo Principal 79
CAPÍTULO 5. ANÁLISES 92
5.1. Análises de atividades correlatas ao estágio 92
5.1.1. Oficina de preparação de aulas (Oficina MEM2). 93
5.1.2. Oficina de uso do *Geogebra Book* (Oficina MEM 3) 99
5.1.3. Oficina de uso de recursos digitais (Oficina MEM4). 107
5.1.4. Oficina de exploração de livros didáticos digitais (Oficina ES2). 113
5.1.5. Oficinas abertas e palestras abertas 114
5.1.6. Oficina de *Geogebra Books* e *Geogebra Groups* 115
5.1.7. Reuniões de planejamento com o professor Gomes. (Sup. ES3) 117
5.2. Análises do desenvolvimento do capítulo de LDD 119
5.2.1. Descrição versão 2016.2 do capítulo do LDD 121
5.2.2. Descrição versão 2017.1 do capítulo do LDD 128
5.2.3. O *Geogebra Groups* 139
5.2.4. Análise das interações com os supervisores 141
5.2.5. Análise das regências 153
CONCLUSÕES 162
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 166

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

A presente tese tem como objetivo analisar o processo de gênese documental de um licenciando em Matemática por meio da criação, experimentação e recriação de um capítulo de Livro Didático Digital (LDD) de Matemática, traçando a evolução do seu sistema documental em uma formação reflexiva no Estágio Curricular Supervisionado de Matemática.

Na condição de professor de Matemática da Educação Básica há 20 anos despendi esforços contínuos para que minhas aulas ajudassem cada vez mais meus alunos a aprenderem e a gostarem de Matemática. Durante esses anos promovi iniciativas para melhorar minha prática de ensino por meio de formação continuada em centros acadêmicos ou pelo uso e adaptação de materiais didáticos. Reconheço nesse processo dois fatores imprescindíveis para definir a minha trajetória profissional: o prazer de lidar com recursos tecnológicos e as oportunidades oferecidas pelos espaços coletivos de professores de Matemática com os quais lidei.

Quanto ao meu interesse em tecnologias, sempre nutri a dúvida sobre como proceder para que os conhecimentos que desenvolvi sobre o uso das ferramentas digitais pudessem ser aproveitados para tornar minhas aulas melhores. Minha dissertação de Mestrado, sobre o emprego de simulações para o ensino de Trigonometria, reflete bem a busca por respostas para essa questão. Foi fundamental vivenciar a condição de pesquisador para exercer, de forma sistemática e estruturada, tarefas comuns da profissão (planejar, executar, avaliar e modificar o uso de recursos didáticos criados por mim), com o apoio das ferramentas do computador. A reflexão pessoal sobre os efeitos de tal experiência de autoria não está relatada na referida pesquisa, mas é algo relevante para as escolhas que fiz para o atual projeto.

Diante da evolução crescente de recursos digitais e da oferta de materiais digitais concebidos para o ensino de Matemática, a pergunta crucial, sobre como transformá-los e incluí-los em estratégias de ensino, ainda permanece em minhas reflexões. No entanto, as experiências relatadas me fizeram crer que, por meio da participação da autoria de seu próprio livro didático, o professor pode desenvolver e fazer evoluir de forma mais sistemática as suas próprias estratégias que o conduzam

a encontrar caminhos para tal finalidade. Essa noção influencia fortemente a concepção do presente projeto.

No tocante à convivência com outros professores de Matemática em espaços coletivos (salas de professores, sociedades acadêmicas, projetos de pesquisa, de extensão e de desenvolvimento etc.), experimentei a riqueza da diversidade de ideias diferentes que serviram de opções para definir minha trajetória profissional.

Trabalho em uma instituição de Educação Básica que tem como uma de suas vocações a de apoiar a prática do Estágio Supervisionado para professores em formação inicial. Além de participarmos de diversos colegiados em cursos de licenciatura, é comum a rotina de receber os estagiários e orientá-los em suas primeiras experiências de ensino desde o planejamento de projetos até a intervenção em sala de aula. Incluo, portanto, os estagiários como parte desse coletivo que tem afetado minhas decisões profissionais e vejo a presente pesquisa como uma oportunidade para aprofundar esse nível de relação que, embora comum em minha instituição, ainda não havia sido alvo de minhas atenções enquanto pesquisador.

Inicialmente, meu interesse de pesquisa estava voltado apenas para o desenvolvimento de livros didáticos digitais, compreendendo uma necessidade de mecanismos de apoio aos processos de ensino e de aprendizagem a partir de uso de novas tecnologias. No entanto, mais importante me pareceu analisar a conduta do professor em formação para selecionar, modificar, utilizar materiais digitais e, principalmente, em como ele pode sistematizar esse repertório de materiais e de ideias para utilizá-los.

O momento escolhido da formação do professor permite de um lado analisar o desenvolvimento de esquemas de concepções teóricas de ensino e de outro as eventuais articulações das mesmas nas primeiras atuações práticas dos futuros professores. Houve necessidade de uma proposta de criação de um cenário de desenvolvimento coletivo de um livro didático (mais especificamente um capítulo de livro) como central para os estudos, bem como a análise dos efeitos de tais ações sobre o desenvolvimento acadêmico e profissional de Licenciandos em Matemática apoiados por supervisores e orientadores de estágio, contando ainda com as

interações junto aos colegas de graduação e aos alunos do Ensino Fundamental e Médio das turmas de estágio.

Com tais inquietações, traçamos como hipótese central da pesquisa que um projeto de criação de LDD para as disciplinas de estágio curricular supervisionado serve como recurso para estimular reflexões que levem o futuro professor de Matemática a iniciar um processo de documentação (a ser explicitado no item 2.4). Tal hipótese se sustenta no pressuposto de que o livro didático é um recurso sobre o qual um autor projeta e desenvolve suas concepções de ensino e de aprendizagem e que, em sua versão digital, pode ser ampliada pela integração de novos materiais digitais.

O contexto da pesquisa que se insere em momento específico da formação acadêmica e profissional do licenciando, o Estágio Curricular Supervisionado, permite o envolvimento dos sujeitos, apoiados por um professor formado, em um cenário cujos desafios requerem tanto ações planejadas quanto desenvolvidas em ato, bem como replanejamento posterior. Ao analisarmos a dinâmica sistemática desenvolvida nesse processo, postulamos encontrar, envolvidos no processo de documentação e nas decisões em momentos de desempenho didático, elementos que reconhecemos como característicos de uma formação docente voltada para a prática de Ensino da Matemática. Para tal, partimos das hipóteses de que:

1) Um projeto de produção de material didático digital, em específico de um capítulo de Livro Didático Digital, se constitui em um desafio profissional que pode fazer emergir formas de organização do estagiário que já tenha desenvolvido para lidar com recursos, bem como para desenvolver novos esquemas.
2) O momento de formação inicial do professor de Matemática, em situação de Estágio Supervisionado, envolve um conjunto bastante diversificado de elementos que se articulam durante a prática e que requerem as seguintes reflexões:
    a) Sobre a necessidade de articular o conhecimento teórico que estudou recentemente com o seu primeiro exercício prático da atividade da profissão.
    b) Sobre a dualidade de papéis vivenciados pelos sujeitos. Ele atua em uma iniciação profissional, mas ainda está ligado à condição de estudante, o que

requer o acompanhamento sistemático dos estagiários por parte de supervisores e orientadores.

c) Sobre as diferentes interações que experimenta nessa fase e que geram diferentes papéis de atuação e diferentes níveis de produção. Sua atuação no Estágio Supervisionado é objeto de reflexão em diversos espaços coletivos diferentes (estagiário – professor supervisor; estagiário – professor orientador de estágio; estagiário – colegas da disciplina de estágio) aos quais responde com ações diferentes.

d) Sobre uma mudança de perspectiva de sua relação com livros didáticos. A mudança para o nível de autoria do recurso, ampliando as possibilidades de exploração permitem que o licenciando reflita sobre o que seleciona e modifica do livro impresso para fazer parte da sua própria proposta.

3) Um projeto de produção de LDD pode servir como elemento articulador de teoria e prática, passível de contínuas intervenções e servir de expressão dos diversos níveis de conhecimento do estagiário. Pode tanto ser um indicador de progresso quanto um meio para tal. Ao introduzirmos a proposta de criação de um livro didático, produzido ao longo das diversas disciplinas de Estágio Supervisionado, damos ao estagiário a oportunidade de assumir parte da responsabilidade com o seu próprio percurso formativo.

O embasamento teórico da pesquisa adotado com vistas a ter o suporte teórico necessário ao desenvolvimento da investigação foi baseado nos seguintes construtos teóricos para os quais dedicamos tópicos específicos:

1) Gênese documental – Apresentação da teoria que nos orienta nas análises do desenvolvimento profissional do professor de Matemática a partir de sua ação em espaços de produção e uso de recursos didático. Dado que se constituem em fundamentos importantes para o entendimento da noção de gênese documental, tornou-se necessário discutir a noção de esquemas segundo Gérard Vergnaud e a abordagem Instrumental de Pierre Rabardel.

2) Orquestração Instrumental – Apresentação da teoria sobre a qual apoiamos nossas análises das escolhas didáticas do sujeito nas fases de planejamento e prática de sala de aula.

3) Professor Reflexivo – Apresentação do conceito que norteia a observação e a análise dos momentos cruciais que influenciam os resultados e decisões adotadas nas fases de planejamento, prática e replanejamento. A noção de professor reflexivo será fundamental para caracterizar os sujeitos da pesquisa e precisar os aspectos de suas atuações que serão alvo de análise.

A partir do delineamento teórico da pesquisa, buscamos explicitar os objetivos específicos que nos permitiram alcançar o objetivo principal:

- Identificar as influências que o desenvolvimento de um projeto coletivo de construção e aperfeiçoamento de um LDD tem sobre a formação inicial de um professor de Matemática em formação inicial.

- Mapear os conhecimentos mobilizados e/ou desenvolvidos por um Licenciando em Matemática ao desenvolver um projeto de estágio curricular supervisionado de Matemática centrado na criação e experimentação de um capítulo de LDD.

- Identificar os esquemas desenvolvidos por um Licenciando diante da tarefa de negociar as exigências de um profissional mais experiente que o tutela na prática do estágio (o supervisor) e as potencialidades oferecidas por meio da oferta de recursos digitais para compor suas estratégias de ação para a prática.

- Traçar as gêneses documentais de um licenciando de Matemática durante uma experiência autoral de recursos didáticos em formato de livro digital, considerando etapas de planejamentos, utilizações em regências, reflexões, modificações.

- Traçar o desenvolvimento profissional experimentado por um licenciando de Matemática, tendo por foco sua lide com recursos didáticos digitais.

Para realização da pesquisa, estudantes de uma turma da disciplina de Estágio Curricular Supervisionado de Matemática 2 (semestre 2016.2) de uma Instituição de Ensino Superior foram convidados a participar enquanto sujeitos da pesquisa. O convite foi aceito por uma dupla de licenciandos que passaram a desenvolver um projeto de capítulo de livro didático digital de Matemática para ser utilizado com alunos do nono ano do Ensino Fundamental em regências de aulas

sobre funções. A coleta de dados se estendeu por dois semestres letivos (tanto na graduação quanto na escola campo de estágio) quando foram registradas atividades de planejamento, criação e utilização de duas versões de um capítulo de LDD sobre funções.

A tese foi organizada em 5 capítulos além das conclusões. Após essa introdução, que contextualiza o problema de pesquisa, situa o campo teórico que suportou a investigação, e discute como será investigado, segue-se: o segundo capítulo dedicado aos fundamentos teóricos que embasam a investigação, a saber: os conceitos de esquema (VERGNAUD, 2000), a abordagem Instrumental de Rabardel (1995), a Abordagem Documental do Didático (GUEUDEUT; TROUCHE, 2008), a Orquestração Instrumental (TROUCHE, 2005), a noção de Professor Reflexivo (SCHÖN, 2000), a noção de livro didático digital; no capítulo 3 situamos nossa temática nos cenários nacional e internacional de pesquisas acadêmicas; no capítulo 4 procedemos à apresentação de um estudo piloto que serviu para levantar elementos de reflexão e que resultaram na delimitação do tema e em escolhas metodológicas para o estudo principal. Em seguida discutimos os fundamentos metodológicos que suportaram o design de nosso estudo, a Metodologia Reflexiva (GUEUDET; TROUCHE, 2012), bem como apresentamos as justificativas das escolhas dos sujeitos da pesquisa e da dinâmica de coleta de dados; o capítulo 5 é composto pela análise dos dados, subdivido nas análises relativas às etapas de formação anteriores à disciplina de estágio curricular supervisionado de Matemática com vistas a criar um arcabouço do sistema documental, que antecedeu a etapa da pesquisa, (b) às influências da experiência no processo de formação profissional do sujeito da pesquisa; por fim, apresentamos nossas conclusões destacando os aspectos que consideramos emergentes de nossa pesquisa, bem como perspectivas futuras de investigações decorrentes.

CAPÍTULO 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, apresentamos o escopo teórico a partir do qual delimitamos, estruturamos e analisamos o objeto da pesquisa. Antes da apresentação da teoria que fundamenta nossa pesquisa, a Abordagem Documental do Didático (GUEUDET; TROUCHE, 2008), discorremos sobre os conceitos de esquema, segundo Vergnaud (2000) e de Gênese Instrumental, segundo Rabardel (1995). Em seguida, apresentamos noções da Abordagem Documental do Didático e da Orquestração Instrumental, compondo o arcabouço teórico com os qual abordamos os aspectos de desenvolvimento ligados à relação entre a atividade do professor mediada pelos recursos com os quais lida e o desenvolvimento profissional que experimenta. A partir de então, circunscrevemos a concepção do que consideramos como formação reflexiva do professor. Por fim, fazemos uma leitura, à luz de estudos apresentados, da noção de livro didático digital enquanto recurso mediador da atividade do professor.

2.1. Preâmbulo I - A noção de esquema segundo Gérard Vergnaud

O conceito de esquema tem um lugar de destaque nos estudos em psicologia cognitiva, sobretudo na França, sendo suporte de várias teorias cognitivistas como a Abordagem Documental do Didático (GUEUDET E TROUCHE 2009) que, por sua vez, é a matriz teórica principal de nossa pesquisa.

Vergnaud (2000) atribui a Kant as origens do conceito de esquema que, posteriormente, foi utilizado no campo da Psicologia por diversos autores, dentre os quais Piaget foi o que mais desenvolveu trabalhos a respeito.

A definição de esquema tem suas origens na Filosofia como um “procedimento geral da imaginação com função de dar a um conceito, a sua imagem” (KANT, p.162). Assim, a noção de esquema surge como recurso do pensamento para representar conceitos, estabelecendo um elo entre propriedades do objeto concreto que são perceptíveis ao sujeito e o raciocínio abstrato.

No entanto, Vergnaud (1975) apresenta o desafio metodológico de analisar as

representações que o sujeito faz dos conceitos considerando que:

> - As representações não são diretamente observáveis e são construções hipotéticas que devem ser inferidas dos comportamentos observáveis do sujeito.
> - A variedade de hipóteses que podem ser formadas nessas representações a partir de observações é muitas vezes muito grande e os meios faltam para testá-los de forma convincente. (VERGNAUD, 1975, p 378, tradução nossa[1])

Destacamos dessas considerações, o caráter operacional do que pode ser inferido sobre as representações que o sujeito desenvolve. Para o autor, é pelo ato de agir que o sujeito mobiliza e cria conhecimentos e é a partir de tal situação que se torna possível supor características da representação que o sujeito faz do real. Quanto ao conhecimento, o autor afirma que:

> O conhecimento é um processo adaptativo que resulta da necessidade de agir em nosso ambiente físico e social. E não podemos agir, a menos que tentemos prever, **antecipar**... Para agir e antecipar, precisamos de uma representação dos fenômenos e suas relações que possibilitem **inferir** os possíveis efeitos da ação e dos possíveis estados do mundo. Portanto, exige uma **representação calculável da realidade**. A ciência é uma representação; tende a se adaptar melhor e melhor aos fenômenos, de modo que nos permitem fazer previsões e **regular nossa ação** da maneira mais eficaz possível. (VERGNAUD, 1995, p. 7, tradução nossa[2], grifo nosso)

Portanto, Vergnaud compreende que as representações são mais que imagens sendo parte de uma dinâmica de raciocínio em termos de estabelecimento de relações que envolvem uma tomada de informações sobre a realidade e uma simulação sobre o comportamento do sistema no qual o sujeito encontra uma situação problemática. Dessa forma, a representação compreende a organização do

---

[1] "- les représentations ne sont pas directement observables et sont des constructions hypothétiques qu'on doit inférer à partir des conduites observables du sujet.
- La variété d'hypothèses qu'on peut former sur ces représenttations à partir des observations est souvent très grande et les moyens manquent pour les tester de façon convaincante. "(VERGNAUD, 1975)

[2] " La connaissance est un processus adaptatif qui résulte du besoin que nous avons d'agir sur notre environnement physique et social. Et lorsque nous ne pouvons pas agir, du moins essayons-nous de prévoir, d' anticiper : les saisons, les marées, le temps qu'il fera demain et après-demain, la réaction de l'organisme à telle infection ou à tel médicament, le désir et la réussite possibles d'un enfant pour tel apprentissage, la réaction d'un parent ou d'un ami à une mauvaise nouvelle. Pour agir et pour anticiper. il faut une représentation des phénomènes et de leurs relations qui permette d'inférer les effets possibles de l'action elles états possibles du monde. Cela demande donc une représentation calculable du réel. La science est une telle représentation : elle tend à s'ajuster de mieux en mieux aux phénomènes, de telle manière qu 'elle nous permette de faire des prédictions et de régler notre action de la manière la plus efficace possible." (VERGNAUD, 1995)

sujeito para lidar com as situações com as quais é confrontado.

Para tal entendimento sobre representação como parte do raciocínio do sujeito para agir Vergnaud (2000) compreende a representação para além de uma imagem estática, atribuindo-lhe, dentre outros sentidos:

> (...} como atividade e como conjunto de esquemas (...). De fato, a representação é um processo dinâmico, ou melhor ainda, um conjunto de processos dinâmicos. A funcionalidade da representação vem de duas razões complementares:
> • Ela permite a simulação do real, e portanto a antecipação.
> • Ela organiza a ação, a conduta e, de forma geral, a atividade, sendo ela mesma produto da ação e da atividade. (VERGNAUD, 2000, p.45, tradução nossa[3])

A representação é operatória, por fornecer regras de ação, e é calculável, por permitir deduções. Enquanto parte da representação, os esquemas são apresentados como forma de organização voltada para: a ação enquanto elemento transformador do ambiente; a conduta, enquanto sequência de ações observáveis, tomadas de informações e controles *"que permitem ao sujeito ter segurança de que ele fez o que pensava fazer e que ele continua no caminho escolhido"* (VERGNAUD, 2009, p.22); a atividade, que inclui processos subjacentes à conduta. Processos esses que permitem ao sujeito adaptar procedimentos já adquiridos a novas situações, bem como, estruturar novos procedimentos baseados nos anteriormente construídos.

Vergnaud (1993, p. 19) define esquema como uma "totalidade organizadora que permite gerar uma classe de comportamentos diferentes em função das características particulares de cada situação da classe a que se destina". Portanto, se é por meio da representação que simulamos as situações, é pelos esquemas (componente das representações) que se organizam as ações do sujeito. Não apenas para uma situação específica, mas para diversas situações cujos objetivos sejam alcançáveis mediante tal forma de organização. Perceba-se que o conceito se refere à forma de organização da ação e não à ação em si.

---

[3] " la représentation comme activité et comme ensemble de schèmes. ...la représentation est en effet un processus dynamique, ou mieux encore un ensemble de processus dynamiques. La fontionnalité de la représentation vient de deux raisons complémentaires : - elle permet la simulation du réel, et donc l'anticipation ; - elle organise l'action, la conduite, et plus généralement l'activité, tout en étant elle-même le produit de l'action et de l'activité." (VERGNAUD, 1995)

Outra forma, usada por Vergnaud para definir o esquema, é considerá-lo como “ uma forma de organização da atividade, destinada a uma classe de situações” (VERGNAUD, 2016, p.1). O esquema organiza a atividade do sujeito (conduta observável e pensamento subjacente) não apenas para uma situação particular, o faz para toda uma classe de situações, sendo, portanto, um elemento invariante, “*uma propriedade ou uma relação que é conservada sobre certo conjunto de transformações”* (VERGNAUD, 1986, p. 81).

Não faremos distinção entre tarefa prescrita (determinada por um prescriptor) e atividade (enquanto tarefa real posta em prática pelo sujeito). Isso por que nosso foco de pesquisa não é o de analisar o distanciamento da conduta do sujeito daquela exigida por alguma tarefa prescrita. Consideramos que o docente, ao estabelecer objetivos de aprendizagens para seus alunos e adotar princípios de como atuar para promover essa aprendizagem, age como prescriptor de suas próprias tarefas. No mais, concebemos que para analisar a atividade docente com recursos é requerido mais que estabelecer conclusões do tipo antes e depois. É necessária uma análise de evoluções no decurso do tempo de suas atividades. Isso nos leva à definição analítica de esquema, desenvolvida por Vergnaud que descreve como o indivíduo organiza, passo a passo, sua atividade frente à situação.

Inspirado pelo conceito de algoritmo, Vergnaud (1998) define ainda um esquema como constituído de quatro componentes, quais sejam:

- Um ou vários objetivos, (eventualmente diversos objetivos a cada vez)
- Regras e regulações, a maior parte implícitas, que geram o decurso temporal da atividade, ou seja, as ações simultâneas e sucessivas de tomada de informação e controles;
- Categorias de pensamento que permitem pesquisar e selecionar informação pertinente e concepções implícitas, adequadas ou errôneas, subjacentes à organização da atividade;

- Possibilidades de inferência em situação que são uma condição indispensável de adaptação a cada situação concreta. (VERGNAUD, 1998, p.32, tradução nossa[4])

O primeiro componente se refere ao campo de intenções do sujeito frente à situação e inclui os objetivos principais que são desmembrados (a partir das inferências) de forma hierárquica em sub-objetivos que geram as antecipações que o sujeito faz no decurso da ação.

Um professor, ao preparar sua aula sobre introdução ao conceito de dependência de variáveis em funções, por exemplo, pode ter como objetivo principal o ensino da noção de dependência entre variáveis. Diversos outros objetivos de abrangência mais limitada decorrem de suas escolhas sobre quais representações utilizar (gráficos, diagramas, tabelas) e em que ordem, sobre o momento de apresentar definições, sobre quais contextos pretende apresentar a relação de dependência entre variáveis, etc. Estes e outros objetivos podem ser estabelecidos para gerar, sequencialmente e de maneira hierárquica, os passos de apresentação das tarefas que ele proporá para problematizar; as perguntas que pretende fazer; a forma como pretende lidar com dúvidas previstas etc. Tais decisões, naturalmente, consideram antecipações que o professor faz sobre como a aula poderá se desenvolver para decidir o quanto o seu planejamento pode se tornar flexível para que conceitos correlatos sejam abordados em momento de aula, quando preciso. O professor simula o ambiente da sala, o desenvolvimento da aula no decurso do tempo e as possíveis respostas e conceitualizações que os alunos virão a fazer sobre a aula que planeja. Tal não é diferente quando põe em prática seu planejamento, pois o objetivo a que ele se propõe, guia suas decisões também em situação de ensino.

---

[4] "•le but (éventuellement plusieurs buts à la fois) ;
• les règles et régulations, pour la plupart implicites, qui engendrent le décours temporel de l'activité, c'est-à-dire les actions simultanées et successives, les prises d'information et les contrôles ;
• les catégories de pensée qui permettent de rechercher et de sélectionner l'information pertinente, et les conceptions implicites, justes ou erronnées, sous-jacentes à l'organisation de l'activité ;
• les possibilités d'inférence en situation qui sont une condition
sine qua non de l'adaptation à chaque situation concrète." (VERGNAUD, 1998)

O campo da intencionalidade é imprescindível para gerar um esquema como totalidade organizadora para uma classe de situações, pois "*não existe situação sem um sujeito munido de intencionalidade e inteligência, pois é justamente a conduta do sujeito que faz de um episódio uma situação para ele*" (VERGNAUD 1995, p.8, tradução nossa[5]).

É o sujeito em situação quem atribui os objetivos à sua atividade. Objetivos que o fazem se envolver em uma situação. Mas a atividade do sujeito não nasce apenas da intencionalidade, *"em uma situação dada, o sujeito dispõe de diversos tipos de conhecimentos para identificar os objetos e suas relações e se dar, a partir disso, objetivos e regras de conduta pertinentes".* (VERGNAUD, 2013, p.139, tradução nossa[6]). Isso nos leva ao terceiro componente de um esquema.

O terceiro componente compõe-se dos conhecimentos (conhecimentos em ação e teoremas-em-ação que detalharemos mais adiante) que fundamentam a ação do sujeito (em termos de regras de ação) para gerar sua atividade frente à situação com a qual lida. É a partir dos conhecimentos mobilizados que o indivíduo decide o que é relevante e o que não é em termos de regras de tomada de informações e de controle. Portanto, os conhecimentos fundamentam as regras (segundo componente) que o indivíduo utiliza para articular suas ações em situação para que o meio se comporte da forma mais próxima possível à simulação que sua representação mental detém. Assim, fundamentado nos conhecimentos do sujeito, o segundo componente (regras de ação, de tomada de informação e de controle) implica a geração da atividade em si, frente às contingências da situação que, por sua vez, impõe a contínua necessidade de inferências (o quarto componente), ou seja, a dinâmica de raciocínio que estabelece, mediante cálculo de causas e consequências, os objetivos, as regras e as antecipações (VERGNAUD, 2000 b, p.60).

O mesmo professor do exemplo anterior precisa decidir sobre quais ideias serão apresentadas primeiro (definições, situações-problema, representações) e

[5] " Il n'y a pas de situation sans un sujet, muni d'intentionnalité et d'intelligence, puisque c'est justement la conduite du sujet, qui fait d'un épisode une situation pour lui." (VERGNAUD, 1995)

[6] " Dans une situation donnée, le sujet dispose de plusieurs sortes de connaissances, pour identifier les objets et leurs relations et se donner à partir de là des buts et règles de conduite pertinents " (VERGNAUD, 2013)

suas decisões tomadas, dentre tantas outras que poderia adotar, não pode ser fruto de arbitrariedade, é fundamentada em regras que, por sua vez, se encontram alicerçadas nos conhecimentos que o professor tem sobre sua profissão e, especificamente, sobre como ensinar funções. A busca que faz sobre o que considera serem as mais pertinentes representações, as analogias que pretende utilizar, ou mesmo sobre as teorias de ensino que levará em consideração, se adequam no campo da tomada de informações que considera relevantes para adequar sua ação de planejar e reger suas aulas sobre funções. Por fim, dentre tantos conceitos correlatos ao ensino de funções (proporcionalidade, grandezas e medidas, equações algébricas, variáveis, dependência, monotonicidade, variação de sinais, etc) o decurso do planejamento, e principalmente o da regência, pode criar contingências de maneira que o tempo e o foco de esforços destinados a um ou outro conceito conduzam a atividade para o ensino de outro conteúdo. Ao adequar sua abordagem de maneira que seja mantido o curso das ações para atingir seus objetivos principais, o professor estabelece o controle das ações e isso é igualmente fundamentado nos conhecimentos profissionais que detém.

2.2. Preâmbulo II - A noção de conhecimento segundo Vergnaud

Vergnaud é enfático em afirmar que conhecimento é “um processo adaptativo que resulta do desejo que nós temos de agir sobre nosso ambiente físico e social. Quando não podemos agir, ao menos tentamos prever, antecipar...” (VERGNAUD, 1995, p.7, tradução nossa[7]). Portanto, se o par esquema-situação é indissociável, o mesmo se dá ao de conhecimento-atividade pelos quais o indivíduo se adapta às situações por meio dos esquemas e os conhecimentos fundamentam os passos que geram a atividade. Como os esquemas se dirigem a uma classe de situações, essa adaptação se dá mediante a uma condição invariante desses conhecimentos, que Vergnaud denomina Invariantes operatórios, conceitos-em-ação e teoremas-em-ação.

Importante frisar que, a despeito da terminologia utilizada (conceito e

[7] "La connaissance est un processus adaptatif, qui résulte du besoin que nous avons d'agir sur notre environnement physique et social. Et lorsque nous ne pouvons pas agir, du moins essayons-nous de prévoir, d'anticiper” (VERGNAUD, 1995)r

teorema), é necessário fazer uma distinção, pois:

> conceito-em-ação não é, absolutamente, um conceito, nem um teorema-em-ação é um teorema. Em ciência, conceitos e teoremas são explícitos, e podemos discutir sua pertinência e veracidade. O mesmo não se dá necessariamente para as invariantes operatórias. Conceitos e teoremas explícitos ão apenas a ponta visível do iceberg da conceitualização: sem a parte oculta, formada pelos invariantes operatórios, essa parte visível nada seria. Reciprocamente, só se pode falar em invariantes operatórios integrados aos esquemas com o auxílio de categorias do conhecimento explícito: proposições, funções proposicionais, objetos-argumentos. (VERGNAUD, 1993, p.8)

Portanto, embora explicitemos nossos conhecimentos mediante o uso de definições, a conceitualização, enquanto "identificação de objetos de diferentes níveis, diretamente acessíveis à percepção ou não, assim como suas propriedades e relações" (VERGNAUD, 2009, p.18) pertence à representação que o indivíduo faz dos objetos. Algo em parte inacessível à análise e que, por vezes, nem o sujeito é capaz de explicitar.

Considerando o conhecimento como adaptação, Vergnaud esclarece que é pelos esquemas que o sujeito se adapta em situação*, "O conceito de esquema permite compreender às vezes o familiar e o novo e fazer a ligação entre os dois"* (VERGNAUD 1998, p.35, tradução nossa[8]). Tal condição coaduna com a definição de esquema enquanto organização invariante para uma classe de situações, dado que é o elemento com o qual o sujeito lida com situações aparentemente distintas, empregando a mesma forma de organização de atividade. Ou seja, o sujeito se torna capaz de adaptar soluções específicas para contextos mais gerais graça aos conhecimentos que adquire e que fundamentam suas escolhas. Para Vergnaud (1993, p.4) *"designam-se pelas expressões 'conceito-em-ação' e 'teorema-em-ação' os conhecimentos contidos nos esquemas"* (VERGNAUD, 1993, p.4). Para Vergnaud (1987), na expressão "teorema-em-ação" deve utilizar o termo "teorema" devido à condição de que, quando nós podemos expressar tais conhecimentos, os fazemos em forma de expressões do tipo proposicional (se X então Y). Proposições estas tomadas como verdadeiras pelo sujeito frente à situação (VERGNAUD, 2002,

[8] " Le concept de schème permet de comprendre à la fois le familier et le nouveau et de faire le lien entre les deux. " (VERGNAUD, 1998)

p.89), mas que podem ser eventualmente constatadas como falsas. Complementa-se ainda com a expressão “em ação” por que, embora seja capaz de mobilizar conhecimentos em atividade, frequentemente o sujeito não é capaz de verbalizá-los. Dado que não podemos estabelecer proposições sem conceitos (explicitados frequentemente por definições), Vergnaud utiliza o termo conceito-em-ação para designar tais conhecimentos que o sujeito considera pertinentes para lidar com a situação constituir os teoremas-em ação com os quais fundamenta suas regras de ação, de tomada de informação e de controle.

Embora o conceito de esquema inicialmente tenha sido utilizado por Vergnaud para o estudo da atividade da criança e do adolescente, é reconhecido que a abrangência do conceito o credencia para servir de suporte teórico para o estudo de toda atividade humana, incluindo o desenvolvimento de competências para o exercício de uma profissão.

No campo do desenvolvimento de competências profissionais, Vergnaud (2002, p. 71) considera que o resultado da atividade profissional não é um critério seguro para análise do desenvolvimento profissional. Em sua concepção, a atividade em si (e não apenas o resultado) deve ser objeto dessa análise. Tanto a atividade (considerada no âmbito da verbalização, dos gestos, da adaptação etc.) quanto à forma como ela é organizada frente a situações familiares ou novas, ou seja, os esquemas, oferecem indicadores do que o autor chama de repertório de recursos alternativos os quais o profissional mais competente mobiliza para criar procedimentos diferentes e se adaptar às contingências com as quais se defronta na profissão (Ibid, p. 71, tradução nossa). Dessa forma, o conceito de esquema pode ser estabelecido no centro da análise do desenvolvimento de conhecimentos relacionados ao desenvolvimento profissional.

Em seus estudos, Vergnaud (2002) indica que há um distanciamento entre os conhecimentos que os profissionais operacionalizam em suas atividades práticas e aqueles que consegue explicitar. Os primeiros, denominados por forma operatória do conhecimento, incluem o saber fazer (à disposição para ser usado em situações que guardem semelhanças entre si) em profissão e os segundos, o saber exprimir. De maneira mais geral, “a teoria é a forma predicativa do conhecimento, por excelência, da mesma forma como o esquema é por excelência a forma operatória

do conhecimento" (VERGNAUD, 1996, p. 181, tradução nossa[9]). O autor pondera que, frequentemente, mesmo profissionais experientes, quando solicitados a descrever como lidar com os desafios de sua profissão, tendem a enunciar os passos de suas ações, sem incluir as regras que conduziram suas escolhas e menos ainda os conhecimentos que fundamentam as relações que estabelece entre os objetos de sua profissão, ou seja, como conceitualiza. Portanto, a forma operatória do conhecimento, que se dirige à situação, é anterior á forma predicativa, que por sua vez se reporta aos objetos, suas propriedades e suas relações (ibid, p.181)

Em nossa pesquisa, serão os invariantes operatórios (teoremas-em-ação e conceitos-em-ação) que estarão ao centro de nossas análises. Porém, não deixaremos de analisar como a atividade de documentação do estagiário contribui para o planejamento e para o controle de suas ações e às escolhas de invariantes pertinentes à situação de desenvolver um capítulo de LDD durante o estágio relativo à prática de ensino. A análise do decurso de aprendizagem profissional considerou indicativos de transformações de formas predicativas de conhecimentos (teorias de aprendizagem estudadas ao longo do curso, por exemplo) em argumentos para defesa de suas escolhas. Partimos, portanto, do pressuposto de que o desenvolvimento de esquemas é fator crucial no desenvolvimento de conhecimentos profissionais do professor e concordamos com Vergnaud (1996) que "a formação inicial e continuada tem justamente por objetivo ajudar a formar e transformar os esquemas que estruturam sua prática profissional e as representações sobre as quais ela repousa" (VERGNAUD, 1996, p.180).

Conforme detalharemos adiante, nosso aporte teórico considera a mediação da atividade pelo uso de recursos que se apoia fortemente sobre estudos oriundos da ergonomia cognitiva, sobretudo sobre a noção de gênese instrumental de Pierre Rabardel (1995). Portanto, necessitamos esclarecer alguns aspectos da teoria, o que fazemos no próximo tópico.

[9] " La théorie est la forme prédicative de la connaissance par excellence, comme le schème est par excellence la forme opératoire de la connaissance. " (VERGNAUD, 1996)

2.3. Preâmbulo III - A Abordagem Instrumental segundo Pierre Rabardel

Em seu trabalho “Les hommes et les technologies; approche cognitive des instruments contemporains”, Rabardel (1995) aponta a necessidade de um olhar mais descritivo sobre a ação do elemento humano na criação dos objetos que são produzidos a partir das tecnologias. O autor parte do pressuposto de que os homens são onipresentes nos ciclos de vida dos objetos, desde a concepção ao descarte, “*passando pelas fases essenciais de funcionamento e de utilização. É necessário, portanto, poder pensar, conceitualizar a associação homens e objetos, às vezes para compreender as características e propriedades, e para organizá-los a serviço dos homens*[10]”. (RABARDEL, 1995, p.2, tradução nossa).

Nessa perspectiva consideramos que uma análise da produção de objetos, materiais didáticos e, mais especificamente, livros didáticos digitais, requer um olhar mais centrado no sujeito que os produz e utiliza e em seus processos cognitivos, do que na tecnologia envolvida para a produção.

A construção da noção de artefato é um passo importante na teoria de Rabardel. Para o autor, o termo favorece que se pense as relações entre o sujeito e o objeto destacando que, tanto pode ser tomado no sentido material, quanto simbólico. Essa referência é bem explicitada em Rabardel e Bourmaud (2005), exemplificando que, para cumprir objetivos relacionados à segurança no manuseio de uma caixa de disjuntores podemos usar: um artefato material (ex. um cadeado); um artefato semiótico (ex: duas fitas adesivas em formato de cruz para indicar a restrição); um artefato simbólico (ex. uma regra de segurança) (RABARDEL; BOURMAUD, 2005)

Munido dessas concepções, Rabardel (1995) concebeu um construto teórico o qual denominou de instrumento. Para o autor, o termo expressa a indissociação entre o uso (e concepção) do artefato e a cognição do sujeito. Dessa forma, um instrumento é definido como uma entidade mista que compreende o artefato e um esquema de utilização.

---

[10] passant par les phases essentielles du fonctionnement et de l’utilisation. Il faut donc pouvoir penser, conceptualiser l’association des hommes et des objets, à la fois pour en comprendre les caractéristiques et les propriétés et, pour les organiser au service des hommes (RABARDEL, 1995)

Para compreender o que seja um esquema de utilização, segundo o autor, deve-se recorrer às definições de três tipos de esquemas peculiares os quais o autor denomina como componentes do esquema de utilização (a parte humana do instrumento), quais sejam: esquemas de uso; esquemas de ação instrumentada e, se o sujeito está inserido em atividades coletivas, um esquema de atividade coletiva instrumentada.

Em sua definição de esquema de uso, Rabardel o caracteriza pelos objetivos que necessariamente são:

> [...] relativos à "tarefas secundárias". Eles podem [...] se situar ao nível de esquemas elementares [...] O que os caracterizam são suas orientações dirigidas para tarefas secundárias correspondendo a ações e a atividades específicas diretamente ligadas ao artefato (RABARDEL, 1995, p. 91, tradução nossa)

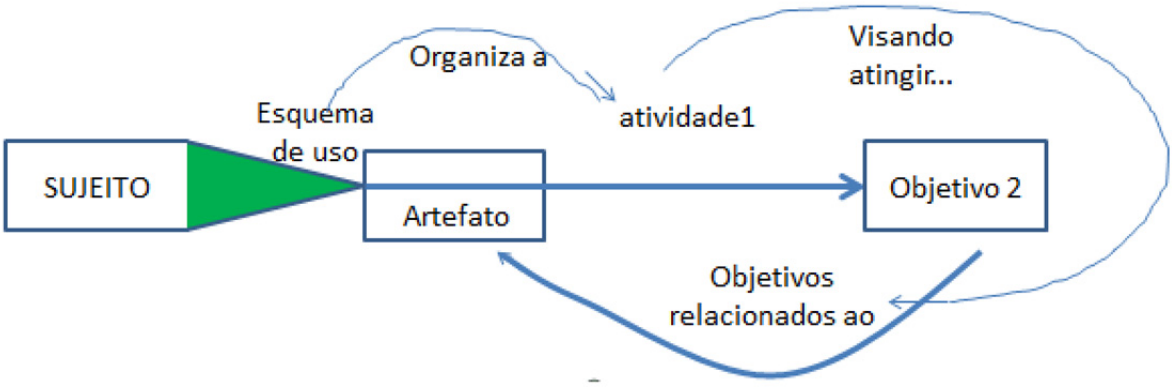
Quanto aos esquemas de ação instrumentada, Rabardel (1995) afirma que "consistem em totalidades às quais o significado é dado pelo ato global tendo por objetivo operar transformações sobre o objeto da atividade" (RABARDEL, 1995, p.91). Ele afirma, ainda, que o esquema de ação instrumentada é constitutivo do que Vigotski (2004) denominou de "ato instrumental". Relacionando comportamento do sujeito ao que lhe é externo...

> este último, o estímulo, pode em certos casos, desempenhar o papel de objeto para o qual se dirige o ato de comportamento para resolver algumas das tarefas a que o indivíduo se propõe (lembrar, comparar, escolher, valorar, ponderar etc.); em outros casos, pode desempenhar o papel de meio com a ajuda do qual dirigimos e executamos as operações psíquicas necessárias para resolver essas tarefas (lembrança, comparação, escolha etc.). A natureza psicológica da relação entre o ato de comportamento e o estímulo externo é essencialmente distinta nos dois casos: o estímulo determina, condiciona e organiza o comportamento de forma totalmente diferente e por meio de procedimentos absolutamente singulares. No primeiro caso, o correto seria denominar o estímulo de objeto e, no segundo, de ferramenta psicológica do ato instrumental. (VIGOTSKI, 2004, p.96)

Em nosso entendimento, ao utilizar um artefato como meio para atingir seu objetivo, o sujeito tem, em primeiro momento, que considerar a sub-objetivos relacionados à intervenção sobre o artefato em si. É necessário aprender a manuseá-lo, conhecer seus atributos e adaptá-los para a consecução de uma tarefa secundária (promover alguma mudança sobre o artefato ou com o artefato).

O seguinte diagrama representa tal dinâmica:

Figura 1: Diagrama esquema de uso



Fonte: o autor

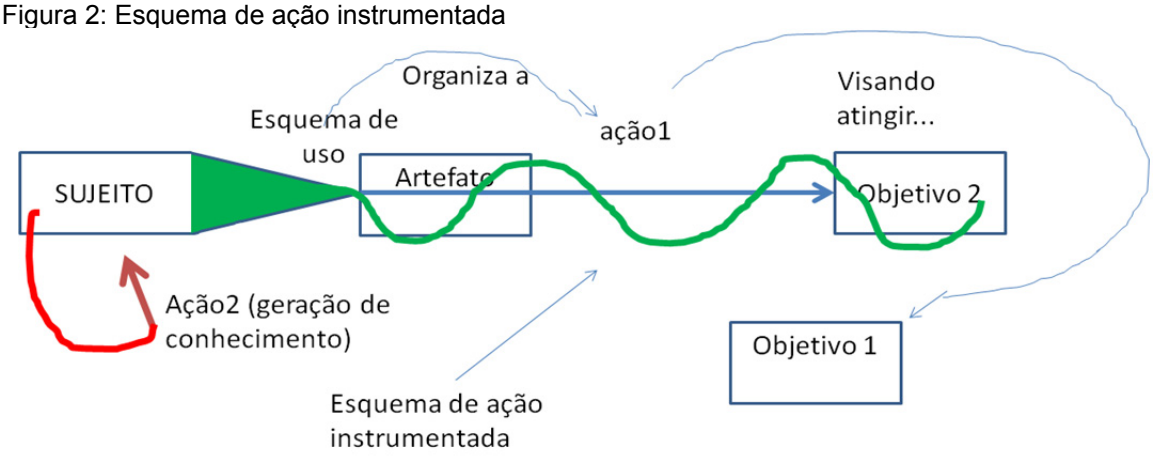
O sujeito necessita desenvolver/mobilizar um esquema que organize sua atividade voltada para situações relacionadas ao próprio artefato. Portanto, são secundárias em relação ao objetivo principal.

Exemplifiquemos com a hipótese de um professor manuseando um mini-aplicativo com uma simulação feita com base em funções Matemáticas elementares. Ele precisa desenvolver alguma destreza em manusear o software e, para isso, precisa organizar sua atividade, precisa desenvolver um esquema. De fato, há um objetivo de fazer com que o comportamento do software na tela corresponda à sua representação mental das relações entre os objetos que insere. Há uma recolha de informações e tomadas de decisões (modificações que faz, ajustes para verificar configurações prototípicas, tipos de visualização possíveis etc.) sobre as quais estabelece antecipações e inferências com base em conhecimentos (Matemática, Informática), que fundamentam e orientam o controle sobre o que precisa ou não de ajustes. Essa forma de organização gera uma atividade, de fato, voltada para o artefato, pois um esquema criado nessas circunstâncias se circunscreve a situações de exploração de softwares similares ao exemplificado.

O que haveria de diferente no diagrama se esse professor decidir utilizar essa experiência em uma exposição para alunos em uma situação de sala de aula? As ações (manipulações do software) poderiam ser as mesmas, mas a organização da atividade possui um objetivo diferente. Nesse ponto, a simulação computacional (e o cabedal cognitivo elaborado para seu uso) perde a característica de objeto e passa a ser utilizada como meio para um objetivo principal, que pode ser o de promover a

aprendizagem dos conceitos envolvidos no funcionamento do mini aplicativo. Há o desenvolvimento de um esquema, visto que somente por uma inferência é possível entender que a ação executada com o artefato conduz ao objetivo primário. Apenas fundamentado em conhecimentos (pedagógicos, por exemplo), o professor poderia estabelecer esse objetivo ligado a uma escolha de tal ferramenta. Apenas tomando por verdadeiras algumas suposições sobre antecipações elaboradas, seria possível organizar sua atividade utilizando sua experiência com o mini-aplicativo como meio. Portanto, sendo o esquema um atributo da mente do professor, podemos concluir que as ações foram dirigidas a ele, e não ao objeto. No diagrama a seguir representamos tal concepção.

Figura 2: Esquema de ação instrumentada



Fonte:o autor

Concluímos que, munido dessa entidade formada pelo artefato e pelo esquema de utilização (esquema de uso + esquema de ação instrumentada), o sujeito lida com toda uma classe de situações, adaptando sua conduta, conforme a contingência de cada situação encontrada.

Quanto às classes de situação, Rabardel e Bourmaud (2005) consideram que elas podem ser agrupadas em classes maiores denominadas famílias de atividade. Tais agrupamentos, “reagrupam e organizam o conjunto de classes de situações que correspondem a um mesmo tipo de finalidade geral de ação” (RABARDEL; BOURMAUD, 2005, p, 217, tradução nossa).

Ao processo em que o indivíduo desenvolve instrumentos, Rabardel nomeia de Gênese instrumental e que é composto por duas etapas:

- A instrumentalização, pela qual o sujeito coordena esquemas de uso com

objetivos direcionados ao funcionamento e à constituição do objeto.

- A Instrumentação, relacionada ao surgimento e desenvolvimento de esquemas de utilização.

> os processos de instrumentalização são direcionados ao artefato: seleção, reagrupamento, produção e instituição de funções, desvios, atribuição de propriedades, transformação do artefato, de sua estrutura, de seu funcionamento etc... até a produção total do artefato pelo sujeito;
> processos de instrumentação estão relacionados ao sujeito: à emergência e evolução de esquemas de uso e de ação instrumentada: sua constituição, sua evolução por acomodação, coordenação e assimilação mútua, assimilação de novos artefatos a esquemas já constituídos etc... (RABARDEL, 1995, p.5, tradução nossa[11])

Entendemos que o sujeito, ao instrumentalizar o artefato, promove adaptações necessárias para tal, recombinando esquemas de uso e desembocando em um processo de instrumentação do próprio indivíduo ao desenvolver esquemas de ação instrumentada. Dessa forma, a instrumentalização é complementada por ações voltadas para o indivíduo que estabelece novas relações cognitivas com o uso do artefato.

Considerando a dinâmica de contínuos processos de gêneses instrumentais e o fato de as classes de situação poderem ser agrupadas em famílias de atividade segundo critérios funcionais, chegamos à noção de sistema de instrumentos. Pensar as gêneses Instrumentais significa pensar em desenvolvimentos articulados entre si de maneira que *"as funções novas formem um sistema de conjunto com funções de instrumentos anteriormente desenvolvidos"* (RABARDEL, 2005, p. 265, tradução nossa[12]). Dessa forma, concebe-se uma dinâmica na relação entre os instrumentos desenvolvidos pelo que o autor afirma que *"os instrumentos não são isolados"* (ibib, p.264, tradução nossa). Em nossa leitura, tal sistema se estabelece pela ação dos

[11] 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 (RABARDEL, 1995)

[12] Les fonctions nouvelles forment un système d'ensemble avec les fonctions des instruments plus anciennement développés. RABARDEL, 2005

esquemas de utilização a eles associados (a parte humana). Observamos que subjacente a um sistema de instrumentos há o que Vergnaud (2013, p 56, tradução nossa) denomina de “sistema de esquemas e sub-esquemas hierarquicamente organizados” e que caracterizam a representação do sujeito sobre o objeto de sua atividade.

Há que se considerar que tal dinâmica de integração de novos instrumentos aos antigos em um sistema tende a provocar mudanças na forma como o sujeito se organiza para a atividade. De acordo com Folcher e Rabardel (2004):

> Os sistemas de instrumentos, como os instrumentos, se desenvolvem, evoluem e se diferenciam em relação com a experiência dos operadores. Nós fazemos a hipótese de que o desenvolvimento de sistemas, de instrumentos, e mais amplamente de recursos, pelos operadores tende a lhes tornar coextensivo ao conjunto de seus domínios de atividade. Sua evolução deverá, portanto, refletir as do campo da atividade em si. (FOLCHER; RABARDEL, 2004, p. 265, tradução nossa[13])

Portanto, podemos pensar na evolução profissional do sujeito mediante associações com a evolução de seu sistema de instrumentos tendo de um lado um sistema de recursos e, de forma integrada a este, um sistema de esquemas, parte cognitiva desse processo.

Apesar de termos utilizado alguns exemplos da atividade docente para ilustrar nossa leitura sobre conceitos ligados à gênese instrumental, é na Abordagem Documental do Didático (ADD) de Gueudet e Trouche (2009) que encontramos um suporte teórico que comporta a robustez das ideias indicadas com o foco sobre a atividade docente.

2.4. A Abordagem documental do didático (ADD)

A Abordagem Documental do Didático Gueudet e Trouche (2009) apresenta-se como um escopo teórico com objetivo de colaborar com as pesquisas que se debruçam sobre a atividade dos professores mediada por recursos, tendo como

[13] Les systèmes d’instruments comme les instruments se développent, évoluent et se différencient en relation avec l’expérience des opérateurs. Nous faisons l’hypothèse que le développement par les opérateurs des systèmes instruments et plus largement de ressources tend à les rendre coextensifs à l’ensemble de leurs domaines d’activité. Leur évolution devrait donc ainsi refléter celles du domaine d’activité lui-même. (FOLCHER; RABARDEL, 2004)

elemento crucial de estudo a relação entre essa atividade e o desenvolvimento profissional docente.

A abordagem se situa como um prolongamento da Abordagem Instrumental (Rabardel, 1995) diante da crescente diversidade de recursos, sobretudo digitais, disponíveis ao professor, e da necessidade de articular estudos centrados na atividade docente com esses recursos.

A Teoria da Orquestração Instrumental (TOI), desenvolvida anteriormente à ADD, "*marca o início de uma atenção centrada no professor e suas interações com os artefatos*[14]". A TOI foi desenvolvida como aporte teórico para estudos que visem compreender as escolhas dos professores sobre como utilizarem os recursos que dispõem em termos de artefatos, tempo, espaço físico e pessoas. É o que é levantado a partir da definição de orquestração instrumental:

> Uma orquestração instrumental é o arranjo sistemático e intencional dos elementos (artefatos e seres humanos) de um ambiente, realizado por um agente (professor) no intuito de efetivar uma situação dada e, em geral, guiar os aprendizes nas gêneses instrumentais e na evolução e equilíbrio dos seus sistemas de instrumentos. É sistemático porque como método, desenvolve-se numa ordem definida e com um foco determinado, podendo ser entendido com um arranjo integrado a um sistema; é intencional porque uma orquestração não descreve um arranjo existente (sempre existe um), mas aponta para a necessidade de um pensamento a priori desse arranjo (TROUCHE, 2005, p.126) (Tradução: Bellemain, F.)

A analogia utilizada para o professor como um regente de orquestra, um maestro, carrega o entendimento de que é necessário orientar os alunos em seus processos de gênese instrumental quanto aos instrumentos utilizados em sala de aula.

Em palestra, o autor afirmou que:

---

[14] http://educmath.ens-lyon.fr/Educmath/recherche/approche_documentaire/genese, acesso em 21/01/2018

> se conseguirmos articular os instrumentos, isso contribuirá para que os alunos articulem, dentro de seu sistema cognitivo, os diversos instrumentos que ele considerou ao construir sua própria prática Matemática... vínculo entre o que acontece na sala de aula, onde se articulam socialmente os artefatos, se permite que o aluno promova as articulações em seu próprio sistema (TROUCHE, 2015[15])

Há, portanto, a necessidade de o professor, ao articular e incitar o uso dos instrumentos, "tirar proveito de reflexões e papéis diferentes que todos terão para concorrer para a construção dessas orquestrações" (TROUCHE, 2015). Trata-se, de acordo com o autor, de promover ações para que as interferências do ambiente sejam mais voltadas para ajudar do que criar obstáculos à aprendizagem.

Em uma Orquestração Instrumental, o professor organiza e implementa **configurações didáticas**, entendidas como a disposição dos alunos e dos artefatos bem como dos vínculos a serem estabelecidos entre ambos e com a situação matemática escolhida. O docente adota ainda um **modo de operação**, entendido como as decisões didáticas para explorar o ambiente e estabelecer as relações necessárias para alcançar os fins didáticos planejados. Como em uma aula, é possível se estabelecer diversos objetivos, é possível que se intercale o uso de várias configurações didáticas e para cada uma delas, se atribua um ou mais modos de operação. Por exemplo, uma configuração didática, em que o professor esteja ao quadro projetando uma tarefa na tela e os alunos sentados em fileira, admite como modo de operação uma exposição em monólogo do professor ou uma resolução compartilhada com a coleta de opiniões dos alunos, ou ainda uma exposição intercalada com perguntas feitas para determinados alunos, etc. A informação de que a configuração didática pode ser desenvolvida quando o professor configura um software, pois se pressupõe escolhas sobre as ações dos alunos (TROUCHE, 2015), é especialmente relevante para nossa pesquisa, pois todo o aporte teórico pode ser aportado para o desenvolvimento do LDD, e assim articulado ao uso que fazemos da Abordagem Documental.

Uma terceira característica de uma Orquestração Instrumental, a **performance didática**, abrange as decisões em tempo real de sala de aula**.** O termo performance, que não deve ser entendido como êxito e sim como

[15] Palestra proferida em 2015 com tradução simultânea .

desempenho, é a maneira pela qual professor adapta e lida com o imprevisto que abre espaço para ajustes nas orquestrações. Esse aspecto da abordagem lida com as decisões do professor frente às possibilidades de inovações promovidas pela ação junto ao aluno, pois, em resposta às intervenções em sala de aula o professor aprimora seus recursos e documenta, participando, ele próprio de um processo de aprimoramento profissional.

Outra associação que fazemos para ampliar nosso entendimento sobre a Orquestração Instrumental se refere ao conceito de *performance didática*, cuja leitura fazemos à luz do conceito de reflexão-na-ação de Schön (2000) descrito em seção específica.

No âmbito da ADD a terminologia artefatos cede lugar à de recursos, mais ampla, apoiando-se nos estudos de Adler (2000). Esta autora concebe um recurso tanto como um substantivo (incluindo imateriais como o tempo), quanto como um verbo (*Re-sourcing*).

> É possível entender recurso como verbo re-source, para trazer da fonte novamente ou de forma diferente [...] Eu uso recurso tanto como substantivo e quanto como verbo. (ADLER, 2000, p. 207, tradução nossa[16])

No que concerne ao entendimento como verbo, algumas considerações precisam ser feitas para uma melhor compreensão de como isso é tratado na ADD.

Não temos um equivalente na língua portuguesa para o verbo *resource* que, tanto no idioma inglês quanto Francês,[17] provém do Latim *surgere* (renascer). Portanto, pela origem do termo, *re-sourcer* pode ser compreendido como nascer novamente, ou um verbo para expressar, de maneira conotativa, a ação de irromper novamente da fonte[18]. Entendemos que a autora utiliza o sentido figurado de "irromper novamente da fonte" para expressar a sua compreensão de recurso do professor de Matemática como verbo. A autora exemplifica com resultados de uma pesquisa onde se estudou a atividade de um professor que mudou sua perspectiva

[16] It is possible to think about resource as the verb *re-source*, to source again or differently. [...] I use resource as both noun and verb (ADLER, 2000)

[17] Ver https://www.grand-dictionnaire-latin.com/dictionnaire-latin-francais.php?lemma=SURGO100 , acesso 19/10/2017

[18] http://www.cnrtl.fr/definition/ressourcer, acesso 19/10/2017

de aula de centrada nele para uma perspectiva centrada no aluno. Constatou-se que o docente mudou o uso que fazia do quadro negro, que passou a lhe servir de outra forma como suporte para sua nova postura. O quadro negro passou a ser usado para anotar respostas certas e/ou erradas de alunos para alimentar uma discussão partindo do erro dos alunos. A esse novo uso do objeto, a autora atribui o termo *re-sourcing*. Tudo o que puder *"re-sourcer"* a atividade do professor de Matemática, sendo ressignificado em novos tipos de uso para apoiá-lo em suas eventuais novas concepções de prática, é um recurso.

A autora defende uma atenção à formação do professor de Matemática que fomente o reconhecimento de outros tipos de recursos na prática docente além de objetos materiais, passando a incluir reflexões sobre de recursos humanos e culturais. Se de um lado a noção de recurso deve ser ampliada, de outro, "*a atenção sobre as atividades de desenvolvimento profissional precisa passar da ampliação da identificação do que esses recursos são para a forma como esses recursos funcionam como uma extensão do professor de matemática no processo de ensino e aprendizagem"* (ADLER, 2000, p. 2017, tradução nossa[19]). Seu argumento é o de que tal "*atenção bidimensional oferece uma perspectiva sobre os recursos para a formação de professores de Matemática que poderia facilitar a ação dos professores e a reflexão-na-ação*" (Ibid, p 221, tradução nossa). Mais adiante, detalhamos o conceito de reflexão e reflexão-na-ação que serão necessários para nossas análises, mas adiantamos que a autora identifica os recursos utilizados pelo professor, como um elemento chave para a formação docente.

Tal conceitualização assumida para a noção de recurso é fundamental em nossa pesquisa que é inserida no contexto de formação inicial do professor de Matemática. No mais, recursos desenvolvidos por docentes têm papel central para análises de uma proposta de formação centrada na produção de recursos pelo futuro professor de Matemática. Nesse sentido, concordamos com Adler (2000) ao afirmar que:

> [...] a formação de professores de Matemática precisa atender a

[19] …attention in professional development activities needs to shift from broadening a view of *what* such resources are to *how* resources function as an extension of the mathematics teacher in the teaching-learning process. (ADLER, 2000)

> recursos na e para a prática de Matemática escolar, e que essa atenção é bidimensional. Em primeiro lugar, os programas de formação de professores de Matemática precisam trabalhar com professores para estender as noções de senso comum de recursos além dos objetos materiais e incluir recursos humanos e culturais, como a linguagem e o tempo, como ponto central na prática matemática da escola. Em segundo lugar, a atenção nas atividades de desenvolvimento profissional precisa mudar de uma visão de "como esses recursos são" para "como os recursos funcionam como uma extensão do professor de Matemática no processo de ensino-aprendizagem". (Adler, 2000, p 207, tradução nossa[20])

Gueudet e Trouche (2008) retomam a concepção de Recurso desenvolvida por Adler para apoiar um arcabouço teórico que considera a habitual atividade do professor em procurá-los, selecioná-los, utilizá-los em aulas, modificá-los, criá-los e (re)criá-los.

Os autores reconheceram a necessidade de uma nova abordagem ao compreenderem que, na atualidade, há uma gama bastante diversificada de variedades de recursos que são mobilizados de forma conjunta gerando diferentes influências sobre a atividade docente.

Essa concepção se torna evidente no esforço acadêmico relatado em Bellemain e Trouche (2016) para dar uma maior precisão ao conceito de recurso:

> Diferentes trabalhos tentam precisar esta noção ampla. Na França, o programa nacional de pesquisa ReVEA (anr-revea.fr) propõe distinguir diferentes níveis de recurso: os recursos "conteúdo" (livros escolares, banco de exercícios, etc.); os metarrecursos facilitando o acesso ao primeiro nível de recursos (catálogos, índices, sites de busca, etc.); finalmente os recursos para trabalhar com o conteúdo (editores de texto, software de geometria, de simulação, etc.).(BELLEMAIN; TROUCHE, 2016, p.9)

A natureza computacional de alguns recursos os apresenta como portadores

---

[20] that mathematics teacher education needs to attend to resources in and for school mathematics practice, and that such attention is two-dimensional. First, mathematics teacher education programmes need to work with teachers to extend common-sense notions of resources beyond material objects and include human and cultural resources such as language and time as pivotal in school mathematical practice. Second, attention in professional development activities needs to shift from broadening a view of *what* such resources are to *how* resources function as an extension of the mathematics teacher in the teaching-learning process. (ADLER, 2000)

de mais que potencialidades limitações e affordances[21], que são características de um artefato segundo Bellemain e Trouche (2016). O aspecto computacional dessas novas ferramentas confere aspectos orientadores da atividade. Portanto, tais recursos têm atributos considerados "*longe de um só artefato, ou de um conjunto limitado de artefatos para apoiar a atividade do professor"* (BELLEMAIN; TROUCHE, 2016, p.10).

Apoiados em Vergnaud (1996), os autores reconhecem que a atividade do professor com seus recursos é organizada por esquemas, mais especificamente esquemas de utilização, na acepção de Rabardel, e que resultam numa conceitualização ao longo do tempo. Analogamente à gênese instrumental (RABARDEL, 1995), os autores (GUEUDET; TROUCHE, 2008) cunharam a expressão "gênese documental", para sinalizar um processo de desenvolvimento de uma entidade denominada documento, que é constituído pelos recursos do professor e pelos esquemas de utilização. Ao focar nos recursos digitais, embora não desconsidere outros tipos, o desenvolvimento da Abordagem Documental abrange uma temática atual sobre como os recursos disponibilizados, e abundantes, são adaptados pelo professor para fazerem parte de seu desenvolvimento profissional. No mais, amplia-se a compreensão sobre pesquisas relacionadas à atividade do professor com recursos, reconhecendo o valor da conduta exercida para além do espaço de sala de aula.

Considera-se que qualquer que seja o recurso usado pelo professor ele sempre está ligado a uma rede de recursos disponíveis, ou seja, não deve ser considerado de forma isolada, e a documentação, entendida tanto como o trabalho do professor quanto como o produto desse trabalho (GUEUDET; TROUCHE, 2008, p.8) está diretamente relacionada ao desenvolvimento de conhecimentos profissionais do professor. Os autores defendem que "*o trabalho de documentação do professor é fortemente ligado ao seu desenvolvimento profissional; portanto, ambas as questões devem ser estudadas juntas"* (GUEUDET; TROUCHE, 2009, p. 209[22]).

---

[21] Um atributo da ferramenta que torna sugestivo o seu manuseio dispensando orientações de terceiros.

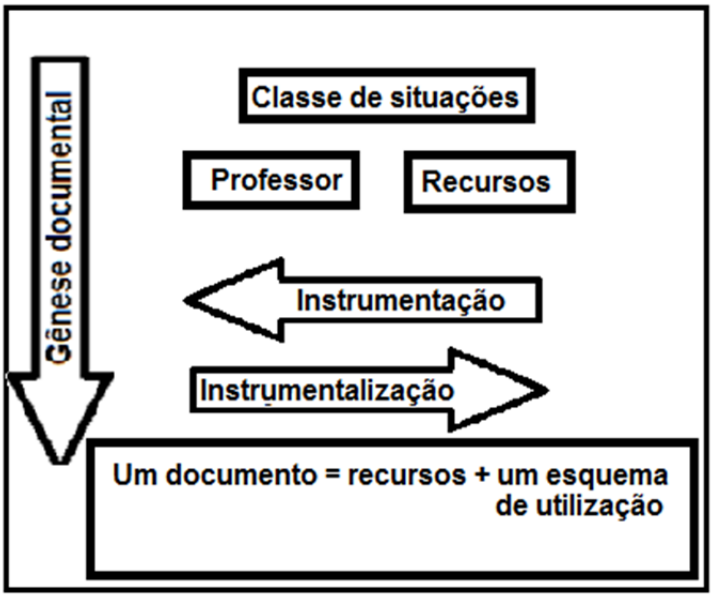
[22] What we want to emphasize here is that the teacher's documentation work is strongly linked

O processo de Gênese documental se insere como elemento desse processo de desenvolvimento profissional considerando a lide do professor com os recursos. Um documento pode ser definido pelo resultado do uso dos invariantes operatórios presentes nos esquemas desenvolvidos pelo professor com os recursos que tem a sua disposição. De forma resumida, essa relação é apresentada como:

Documento = Recursos + esquema de utilização

Como pode ser percebido no esquema da Figura 3, a concepção da noção de gênese documental se vale igualmente dos conceitos de instrumentação e instrumentalização de Pierre Rabardel. Porém, considera-se sua aplicação aos recursos do professor.

Figura 3: Representação esquemática da gênese documental



Fonte: Adaptado de BELLEMAIN, TROUCHE (2017, p.11), tradução nossa.

É importante destacar que os esquemas de utilização dos recursos são dirigidos, antes de tudo, para uma classe de situações (e não somente a uma situação específica).

> Uma gênese documental faz referência à uma classe de situações (por exemplo: introduzir a área de um círculo, § 4.3). Ela não trata da preparação de uma única aula que será implementada uma vez, mas de um ciclo de preparação/implementação de uma aula sobre um dado tema que deverá repetir-se em contextos diferentes (em várias

---

with her professional development; therefore both issues must be studied together. (GUEUDET; TROUCHE, 2009)

> classes do mesmo ano, em seguida, reproduzida no ano seguinte, etc.). Portanto, as gêneses documentais são processos contínuos. (BELLEMAIN, TROUCHE, 2017, p.11)

Esse processo contínuo não considera um recurso como elemento isolado, ao contrário compreende um conjunto de recursos articulados. Igualmente não cria documentos que são isolados entre si, mas dispostos de forma articulada na atividade do professor. Para Trouche (2016), um sistema de recursos pode ser definido como:

> O conjunto de recursos que o professor se apropria no contexto de sua atividade finalizada. Esses recursos são altamente estruturados: por nível de classe, por tipo de atividade, por antiguidade ou familiaridade, por domínio matemático... Essa estrutura é explícita (por pastas, em computadores; em prateleiras, em uma biblioteca,...) ou implícita, na consciência do professor. (TROUCHE, 2016, p15)

Compreendemos que o professor desenvolve suas Gêneses Documentais com base em sua experiência de ensino por meio das intervenções que promove sobre os recursos em atividade de ensino. Essa experiência desenvolvida no decurso do tempo em situações de ensino é responsável pela formação de um sistema documental que se estabelece em ligação com o conjunto de famílias de atividade do professor. Tal sistema comporta tanto os recursos integrados, quanto os conhecimentos profissionais do professor.

Gueudeut e Trouche (2009) consideram a possibilidade de distinguir três famílias de atividade;

> - organizar seu próprio ensino: adaptar as organizações matemáticas, conceber organizações didáticas, avaliar e revisar o ensino;
> - participar da organização de ensino por meio de instituições comuns às diferentes disciplinas escolares: elaborar relatórios, participar de conselhos de classe, participar de reuniões com os pais de alunos...;
> - desenvolver uma reflexão sobre sua própria prática (Vasquez-Bronfman 2000): se formar, questionar-se, cultivar-se, inserir um software ou um site, (GUEUDET; TROUCHE, 2009, p.11)

Parte dessas situações, sobretudo as de cunho institucionais, não se aplicam à atuação de um estágio curricular supervisionado devido à brevidade da atuação do sujeito no campo de estágio. Portanto, em nossa pesquisa, as classes de situação de planejamento de aulas (incluindo a preparação de recursos) e de regência são

consideradas como pertencentes a uma mesma família de atividade de organização para o ensino. No mais, as reflexões com o supervisor para ajustar o planejamento no decurso das regências e as reflexões feitas em apresentações acadêmicas, foram consideradas como pertencentes à família de atividade de desenvolvimento de reflexão sobre a prática. Portanto, nossa pesquisa se deteve a esses dois ramos da atividade do sujeito da pesquisa.

Ao inferirmos o sistema documental do sujeito, levamos em conta que a ADD preconiza que "a análise das evoluções do sistema documental do professor fundamenta a análise das gêneses documentais, e mais amplamente, o desenvolvimento profissional do professor" (GUEUDET; TROUCHE, 2009, p.14). Com efeito, a partir da constatação de integração de recursos no sistema de recursos do sujeito, podemos inferir que seu sistema documental sofre igual efeito. Portanto, uma modelização que indique que o sujeito desenvolve gêneses documentais, nos autoriza a considerar que há desenvolvimento de conhecimentos profissionais mediados pelo recurso integrado.

Nossa pesquisa se inscreve na linha teórica capitaneada pela ADD uma vez que analisamos a atividade docente mediada pela utilização de recursos. As classes de situação que analisamos são concernentes a escolhas didáticas assumidas pelo sujeito (ensino de funções, uso de teorias de aprendizagem, etc.) e uma que foi sugerida, qual seja a elaboração de um capítulo de livro didático digital. As exigências de atuação na profissão requeridas para o estágio curricular supervisionado de Matemática ajudaram a definir classes de situações às quais o sujeito se engajou em atividade. A escolha de uma ferramenta de elaboração de livro didático digital ajudou a criar um cenário rico em recursos de diversos matizes, tal qual preconiza a ADD. Em nossas análises apresentamos alguns aspectos de como o sujeito estrutura seu sistema documental em torno dessas escolhas.

2.5. Sobre o livro didático digital de Matemática

Ao decidirmos desenvolver essa pesquisa sobre a formação utilizando a Abordagem Documental do Didático, optamos fazer um recorte no sistema documental do professor para analisar suas atividades relacionadas ao desenvolvimento de um capítulo de livro didático digital. Apresentamos a seguir nosso entendimento do livro

didático como recurso do professor e, especificamente, a introdução do livro didático digital no cenário de ensino de Matemática.

2.5.1. O livro didático como recurso do professor

Um dos recursos mais disponíveis ao professor sem dúvidas é o Livro didático. Uma maneira de constatar isso é observar os números relacionados à aquisição de obras didáticas pelo governo brasileiro. Por meio do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) a rede pública de ensino do Brasil (responsável por 77%[23] das matrículas da Educação Básica), adquiriu e distribuiu mais de 430 milhões de exemplares de livros didáticos entre os anos de 2015 e 2017 envolvendo um montante de cerca de quatro bilhões de reais[24].

Tal demanda por livros didáticos é antiga no contexto brasileiro. Os estudos de Freitag (1987), por exemplo, mostram que há 30 anos o governo adquiriu cerca de 50 milhões de livros didáticos para distribuição em escolas públicas, sendo sequência de políticas ainda mais antigas. Tais políticas remontam ao Decreto-Lei nº 1.006, de 30 de Dezembro de 1938 que estabeleceu as condições de produção, importação e utilização do livro didático no Brasil.

Dada tamanha presença e longevidade nas escolas, brasileiras e do restante do mundo (GUEUDET et al., 2016), o Livro didático aparece como um recurso tão consolidado no meio escolar que se dedicar à procura de uma definição para o mesmo pode parecer contraproducente. No entanto, pretendemos esboçar um entendimento dos papéis atribuídos ao recurso enquanto auxiliar do professor, em específico o de Matemática, para que possamos destacar as mudanças conceituais que enxergamos na transição entre o uso de livros didáticos impressos para os livros didáticos digitais.

Apesar de o livro didático ser um objeto facilmente identificável no ambiente escolar, sua conceituação é de difícil delimitação conforme atestam autores que se

[23] Dados consultados em http://inep.gov.br/sinopses-estatisticas-da-educacao-basica, acesso em 20/01/2018

[24] Dados consultados em http://www.fnde.gov.br/programas/programas-do-livro/livro-didatico/dados-estatisticos, acesso em 20/01/2018

debruçaram a respeito (CHOPPIN, 1980, p.3; OLIVEIRA, 1986, p13). Seja com relação ao conteúdo veiculado (ex.: tábua de logaritmos, coletânea de definições e fórmulas, catálogo de imagens etc.) ou ao suporte de utilizado (livro impresso, áudio-livro, vídeo-livro, livro digital etc.), o termo livro abrange uma gama extremamente variada de objetos, muitos deles utilizados para o ensino de Matemática. Em nosso trabalho relacionamos o conceito de livro didático, sobretudo, em relação ao processo de criação do mesmo como fruto de um processo de documentação do autor.

Antes, esboçamos um breve histórico da evolução do uso do termo livro para identificarmos o que entendemos como livro didático digital de Matemática.

Dos tabletes usados para a escrita em pedra ao *volumen* (rolo de papiro) para a escrita em papiros até o *códex* (formato de encadernação) para a escrita em pergaminhos e finalmente aos livros impressos, a história do livro como conhecemos hoje está ligada ao desenvolvimento da escrita e esta última, fortemente ligada ao registro da memória (QUEIROZ, 2005, p. 8).

O próprio uso da escrita como recurso didático, que hoje é imprescindível para a aprendizagem já foi, outrora, objeto de reflexões e críticas. O mito de Thoth, da obra Fredo, de Platão (1994, pp.120-130) apresenta alguns elementos para uma reflexão sobre o abandono do discurso oral enquanto único recurso de ensino para a introdução do registro escrito (elemento crucial dos livros). Na obra, a criação da escrita (atribuída na lenda ao deus Thoth) não foi bem recebida pelos homens de saber elevado, representados por um rei, no conto do autor. A “invenção” é criticada imediatamente pelo fato de que o registro escrito, ao contrário do discurso oral, não estimularia a memória dos aprendizes além de ser, enquanto ente inanimado, incapaz de esboçar contra-argumentos. No mais, as palavras escritas por um autor de textos seriam dirigidas a um aprendiz genérico e seriam incapazes de apoiá-lo a promover reflexões mais profundas. Nesses termos, a escrita recebe as seguintes críticas:

> ... não inventaste um remédio para a memória, mas sim para a rememoração. Quanto à transmissão do ensino, transmites aos teus alunos, não a sabedoria, pois passarão a receber uma grande soma de informações sem a respectiva educação! Hão de parecer homens de saber, embora não passem de ignorantes em muitas matérias e

> tornar-se-ão, por conseqüência, sábios imaginários, em vez de sábios verdadeiros.... O maior inconveniente da escrita parece-se, caro Fedro, se bem julgo, com a pintura. As figuras pintadas têm atitudes de seres vivos, mas, se alguém as interrogar, manter-se-ão silenciosas, o mesmo acontecendo com os discursos: **falam das coisas como se estas estivessem vivas, mas, se alguém as interroga, no intuito de obter um esclarecimento, limitam-se a repetir sempre a mesma coisa**. Mais: uma vez escrito, um discurso chega a toda a parte, tanto aos que o entendem como aos que não podem compreendê-lo e, assim, nunca se chega a saber a quem serve e a quem não serve. Quando é menoscabado, ou justamente censurado, **tem sempre necessidade da ajuda do seu autor**, pois não é capaz de se defender nem de se proteger a si mesmo. (Platão 1994, p 122, grifo nosso)

As limitações apontadas em contraponto ao discurso oral, podem ser estendidas hoje a diversos outros registros que não o escrito (ex. gravações de áudio e gravações de vídeo). A primeira seria a de que para cada consulta ao texto encontra-se o mesmo registro repetidas vezes, ainda que as dúvidas e questionamentos provocados sejam plantadas na mente do leitor. Tem-se ainda que o uso de livro seria dependente da presença do autor para que seja útil para o aprendizado. No mais, mostra o quão antigas são as reflexões sobre mudanças nos recursos para o ensino, em especial, o livro.

A primazia da oratória, aliada à memória, prevaleceu por muito tempo sobre os textos escritos como recurso de ensino de Matemática e, de acordo com Schubring (2003), manteve-se até recentes gerações. O autor apresenta dois modelos (Francês e Prussiano) de desenvolvimento inicial dos livros didáticos (*textbooks*[25]): Para o modelo Francês do século 17 adotou-se a estratégia de busca por uma uniformidade de textos para uso no ensino, o que conduziu ao surgimento de obras largamente adotadas como manuais nas escolas europeias importados para o Brasil até a década de 1930; O modelo Prussiano, que privilegiou a oratória do professor ao conferir ao mesmo um papel de intelectual com independência de escolha de metodologias e de livros didáticos que favoreceu o surgimento de uma variedade maior de obras didáticas que a experiência Francesa. Esse episódio mostra que, mesmo consolidado o uso do registro escrito, o poder da oratória enquanto recurso didático ainda permanece influente na atividade de ensino de

[25] O autor declara em suas notas que o termo textbook não tem um equivalente em língua portuguesa pois remete a um conceito que abrange tanto os livros textos usados nos centros universitários quanto aos livros didáticos utilizados na educação básica.

Matemática.

No caso da Geometria, a obra de Euclides (Os Elementos) teve o mérito de, além de registrar, sistematizar o conhecimento sobre geometria até então esparso. Por meio de sua estrutura organizacional, durante séculos, estudantes se apropriaram de conhecimentos sobre Geometria. A ausência do autor não impediu, por exemplo, que as geometrias não euclidianas fossem desenvolvidas a partir de dúvidas lançadas sobre o texto. Portanto, não há como negar que seja possível criar o novo a partir de memórias encontradas e o que se destaca aqui é a função do livro como meio para sistematizar o registro com finalidade de divulgar conhecimentos.

Embora textos antigos, como os Elementos, tenham sido utilizados para fins didáticos, a noção de texto Matemático voltado para o ensino contendo elementos básicos do saber científico apresentados em uma ou outra ordem considerada mais apropriada não se aplica às obras atuais. A noção contemporânea parece estar mais ligada à intenção explícita na obra de que ela seja endereçada a um público alvo específico (os alunos e professores) durante a etapa de escolarização (GÉRARD e ROEGIERS, 1998; OLIVEIRA, 1986) respondendo a um currículo oficial pré-estabelecido. Embora essa caracterização ainda se dirija a um aprendiz genérico, ela se insere na estrutura escolar de modo que passa a se reportar a um público alvo específico em termos de idade e nível de escolarização por meio da adoção de um currículo pré-estabelecido como base para uma proposta de ensino. Uma tentativa de definição segundo a qual *"os livros didáticos são materiais escritos em forma impressa, concebidos para ajudar na implementação de um currículo pretendido"*[26] (USISKIN, 2013, tradução nossa) conduz a outro nível de especificidade do livro didático, pois, a fragmentação dos conhecimentos em disciplinas requer especificidades curriculares a serem atendidas nos recursos.

No contexto brasileiro, a União, enquanto maior compradora de livros didáticos, define por meio de documentos oficiais o que espera do recurso, tanto no que diz respeito a aspectos gerais, válidos para todas as obras, quanto específicos de cada campo do saber à que se destina. A seguinte caracterização, extraída do

[26] textbooks are written materials in printed form designed to help in implementing the intended curriculum. (USISKIN, 2013)

mais recente edital de convocação de inscrição de livros didáticos[27], reflete o que se almeja com as aquisições:

> Espera-se, sobretudo, que o livro didático viabilize o acesso de professores, alunos e famílias a fatos, conceitos, saberes, práticas, valores e possibilidades de compreender, transformar e ampliar o modo de ver e fazer a ciência, a sociedade e a educação. Assim, iniciativas editoriais que associem correção conceitual, adequação de atividades e procedimentos, atualização pedagógica e reflexão sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade constituem importantes instrumentos de apoio e qualificação do ensino. (BRASIL, 2015, p. 15)

Destacamos nesse trecho a preocupação com a atualização pedagógica, pois insere um elemento importante para nossa caracterização de livro didático, o autor. Responsável pela proposta apresentada no livro, ele direciona uma proposta de curso que envolve, além da questão curricular e do público alvo específico (alunos e professores), uma sugestão de estratégia de ensino. Com efeito, os textos oficiais do PNLD reconhecem a participação da autoria do livro didático como elemento de comunicação entre autores e usuários finais:

> O livro didático traz para o processo de ensino e aprendizagem mais um elemento, o seu autor, que passa a dialogar com o professor e com o estudante. Nesse diálogo, o livro é portador de escolhas sobre: o saber a ser estudado (a Matemática); os métodos adotados para que os estudantes consigam aprendê-lo mais eficazmente; a organização curricular ao longo dos anos de escolaridade. (BRASIL, 2017, P.18)

Os autores de livros didáticos, de acordo com Gérard e Roegiers (1998, p. 22), são "*os que concebem e redigem o manuscrito, mobilizando para isso o saber e o saber-fazer que adquiriram com o decorrer dos anos"*. Esse saber-fazer, que envolve experiência do autor com o ensino do conteúdo, é expresso na obra pelas escolhas já mencionadas e isso faz parte da distinção desse tipo de livro para os

[27] Instrumento legal do governo federal brasileiro mediante o qual se convocam editores interessados em inscrever obras didáticas para serem adquiridas, caso estejam de acordo com as exigências contidas no próprio documento. Disponível em http://www.fnde.gov.br/arquivos/category/165-editais?download=9907:pnld-2018-edital-alteracao-de-junho-de-2016, acesso em 01/06/2017

demais.

Portanto, para além de registros de memórias discursivas, ou de organização de fundamentos em formato de compêndio, os livros didáticos tem sido um veículo para que propostas pedagógicas organizadas por um ou mais autores sejam experimentadas e adaptadas por professores e alunos com vistas aos aprendizados de um conteúdo curricular proposto.

Se de um lado, a noção do que seja um livro didático quanto ao seu uso e propósito está ligada aos atores do meio escolar (autores, professores, alunos) e à organização da proposta de ensino de um conteúdo curricular, sua característica física, enquanto meio material impresso é comum aos demais livros e, portanto, não o distingue. No entanto, seria inviável a produção da quantidade de livros didáticos que temos hoje sem uma evolução dos suportes de registro dos tabletes de pedra à criação da imprensa e do papel. Tais suportes, não conduziram a alguma mudança na característica essencial do livro enquanto registro de memórias, mas ampliou seu alcance popularizando o uso. O livro didático herda essa evolução, mas hoje, temos a emergência de um objeto criado em suporte novo, o meio digital, que permite ampliar não apenas a gama de usuários, mas de flexibilização nas relações de autoria e nos processos de distribuição.

2.5.2. A emergência dos livros didáticos digitais de Matemática

Convém destacar que as novas tecnologias digitais disponíveis na Internet ampliaram de forma significativa as possibilidades de integração do livro didático a outros recursos, como áudios, vídeos e simulações, potencializando sua utilização como veículo para inovações pedagógicas. De fato, nos dias atuais, diversas iniciativas distintas como os manuais do *Sésamath*[28], do *C-book*[29] e do *GeoGebra* book[30] permitem que professores se engajem em processos individuais ou colaborativos para a produção de seus próprios livros didáticos. Tais mudanças provocam, decerto, a necessidade de uma nova conceituação da ferramenta e a

[28] Desenvolvido pelo grupo Francês Sesamath (http://manuel.sesamath.net/)
[29] Desenvolvido no âmbito do projeto europeu MC2 (http://www.mc2-project.eu/index.php/technology)
[30] Desenvolvido na plataforma on line do software *GeoGebra*. (http://www.geogebra.org)

delimitação que adotamos no âmbito desta pesquisa.

Por ser uma temática recente, a noção de LDD carece de uma definição consolidada no meio acadêmico. Autores como Pepin et al (2015) esboçam estudos recentes considerando o livro didático digital como *"um conjunto estruturado de recursos digitais, dedicado ao ensino, inicialmente projetado por diferentes tipos de autores, mas aberto para re-design por professores, individual e coletivamente".* (PEPIN et al., 2015, p.644)

Embora não enfatize a natureza curricular característica do livro didáticos, essa definição tem o mérito de identificar três principais elementos importantes: o suporte, o propósito e a autoria.

Quanto ao suporte digital conceitualizamos o LDD com potencial de ser mais que um agregador de diversos tipos de recursos (texto, áudio, vídeo, simulações, mini-aplicativos, etc.). Preferimos adotar uma definição compatível com a de um web documento como sendo "algo concebido para ser interativo - combinando texto, fotos, vídeos, sons e animações - e produzido para ser difundido na web [...] incorporando o ponto de vista de um autor". (BELLEMAIN e TROUCHE, 2016, p.14)

Apesar de que um LDD também pode ser difundido em outros meios que não a Internet (*tablet*, por exemplo) a atual forma que assume é tal que permite navegação não linear tal qual a encontrada na web. Tal compatibilidade com o conceito de um *web* documento nos permite apontar a possibilidade de um LDD possuir a característica que os autores denominam por computacional, ou seja, que seu feedback seja Dinâmico (sua construção depende da ação do usuário) e ativo (se comporta como um software).

Portanto, o suporte permite que o LDD seja mais que um livro digital, mas um recurso computacional com capacidade de responder às ações do usuário como um software, herdando desse todas as potencialidades de desenvolvimento. No mais, a potencialidade de ser um recurso dinâmico confere ao LDD o status de um recurso flexível o suficiente para evoluir em conjunto com a evolução do sistema documental do professor. Os recursos agregados ao LDD podem ir além daqueles que o conceptor previu, tais como, por exemplo, os registros das respostas dos alunos. A intencionalidade do autor pode ser expressa em algo mais indefinido que imagens e

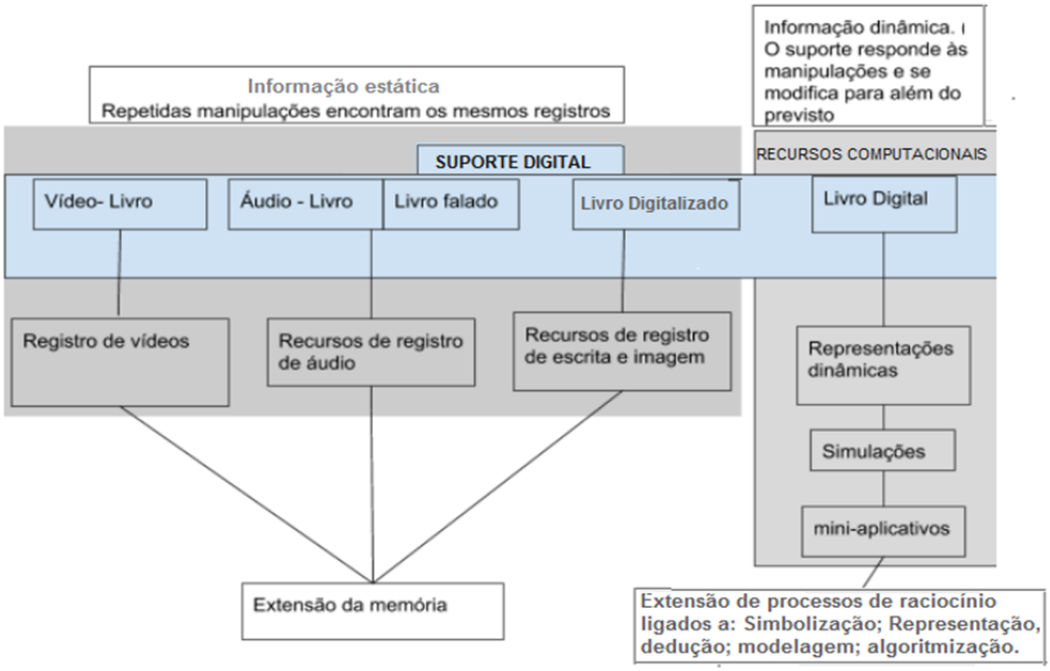
vídeos. Um gráfico dinâmico pode ser alterado de diversas e imprevisíveis maneiras pelos alunos, mas a intencionalidade do autor faz do recurso parte de sua estratégia didática, tanto quanto qualquer outro recurso agregado.

Tal característica de ser digital, e sobretudo computacional, modifica o status do livro enquanto recurso de registro da memória de um conceptor. A possibilidade de o LDD processar informações em uma simulação, por exemplo, confere a potencialidade de exercer um papel de auxiliar do professor e do aluno em outros processos de raciocínio.

Em recente palestra, USISKIN (2016) elencou o que chamou de cinco maiores aspectos da Matemática (simbolização, representação, dedução, modelagem, algoritmo) em sua explanação sobre como os Livros didáticos têm lidado com eles. Trata-se de um campo aberto para pesquisas acadêmicas e para o desenvolvimento de materiais, mas cuja existência revela que os educadores Matemáticos têm se debruçado sobre a temática atualmente.

Essa mudança de perspectiva é crucial, pois há diversos matizes de materiais que se utilizam do suporte digital, tal como: vídeo-livros (livros baseados em vídeos); áudio-livros falados ou narrados, a depender da escolha de haver ou não entonação de voz e consequente interpretação; livros digitalizados de material impresso, etc. Reconhecemos que, mesmo esses, representam algum diferencial de uso em relação ao que se utiliza em suporte de papel ou de outras mídias físicas. Um livro digitalizado, permite, por exemplo, uma leitura feita a partir de buscas de palavras-chave à escolha do leitor no lugar de índices remissivos estáticos. Um livro que seja, ao mesmo tempo digital e computacional, tal como um web-documento, tem potencial para exercer influência sobre a atividade do professor outros níveis de raciocínio que não a memória. Na ilustração a seguir (Figura 4) resumimos nossa concepção sobre diferentes concepções de livros que se utilizam de suporte digital.

Figura 4: Classificação de livros digitais



Fonte: O autor

No tocante ao propósito de ensino, que confere ao livro a dimensão didática, preferimos delimitá-lo como um material voltado para o uso por professores e alunos no âmbito escolar com vistas ao estudo de um componente curricular, o que coaduna com a definição de livro didático de Usiskin (2013) já apresentada. Dessa forma, aproximamos do caráter usual de um livro didático tal qual o conhecemos em sua versão impressa, cuja narrativa permite ser um apoio para o professor, e para o aluno enquanto portador de uma estratégia didática.

No que se concerne a autoria, consideramos que o LDD pode ser aberto para o re-design, mas não afastamos a possibilidade de que um material que não possua esse requisito venha a ser considerado como LDD. O caráter digital do LDD confere uma ampliação de potencialidades em termos de autoria e não uma restrição.

No entanto, centramos nossa atenção nos perfis de livros didáticos abertos ao re-design por permitirem um espectro maior de ações do professor em termos de organização de suas atividades para o ensino. Chazan e Yerushalmy (2014) argumentam que se hoje os professores se pautam nos livros didáticos como guias sobre o que ensinar, como e em que sequência, novas tecnologias que afetam os meios de produção e distribuição de livros didáticos podem vir a mudar o papel do

professor no processo de desenvolvimento curricular.

Como afirmamos antes, o LDD tem o potencial de se integrar ao sistema documental do professor e, consequentemente, ao seu processo de desenvolvimento profissional. Isso se torna evidente com a possibilidade de o professor construir e partilhar livros didáticos por meio de plataformas abertas de elaboração de livros digitais disponíveis na Internet.

Se o suporte de papel, e os recursos da industrialização facilitaram a reprodução dos livros ampliando sua disponibilidade, os recursos digitais, incluindo as plataformas de criação de livros didáticos permitem ampliar o espectro de autoria e distribuição mediante o uso da Internet.

Valemo-nos da noção de viveiro de recursos (GUEUDET; TROUCHE, 2008) para definir esse modelo de livro didático que emerge, mesmo que como um auxiliar secundário dos modelos tradicionalmente apoiados em um processo de autoração restrito. Segundo os autores, um viveiro de recursos pode ser definido como:

> um conjunto de recursos materiais partilhados por uma comunidade de professores. O termo viveiro define bem o caráter evolutivo deste conjunto, em vários sentidos: para alcançar um determinado objetivo (realizar um curso, ou um dever comum,...), os membros da comunidade irão propor recursos pessoais que irão (se eles são reconhecidos como relevantes pela comunidade) avultar o viveiro comum; os membros da comunidade vão recorrer a esse viveiro, os recursos do viveiro serão trabalhados, revisados; Finalmente, eles permitirão o desenvolvimento de documentos que dêem substância a outros recursos que irão alimentar e participar da reorganização do viveiro; (GUEUDET; TROUCHE, 2008, p.20, tradução nossa[31])

Um exemplo de tal recurso (viveiro de recursos) é o portal do Geogebra[32], por meio do qual, não apenas professores, mas pesquisadores, entusiastas do meio tecnológico e experts em softwares disponibilizam materiais que vão desde mini

[31] l'ensemble des ressources matérielles mises en partage par une communauté d'enseignants. Le terme vivier signifie bien le caractère évolutif de cet ensemble, à plusieurs sens : pour atteindre un objectif donné (réaliser un cours, ou un devoir commun, ou…), les membres de la communauté vont proposer des ressources personnelles qui vont (si elles sont reconnues pertinentes par la communauté) abonder le vivier commun ; les membres de la communauté vont puiser dans ce vivier, les ressources du vivier vont ainsi être travaillées, révisées ; enfin elles vont permettre le développement de documents qui donneront matière à d'autres ressources qui alimenteront et participeront à la recomposition du vivier (GUEUDET; TROUCHE, 2008)

[32] https://www.geogebra.org/, acesso em 10/01/2018

aplicativos isolados ou integrados em fichas de atividades, a livros digitais, estes organizados em capítulos e subcapítulos. A partir desse tipo de recurso, os professores têm a oportunidade de acessar conteúdos conectados por hiperlinks ou agregados a um livro texto, visando enriquecer ou exemplificar um texto núcleo que, em sua estrutura, se assemelha a uma versão de livros didáticos impressos. No entanto, todo material publicado (mini aplicativos, folhas de atividades e livros digitais) pode ser copiado e servir de base para construção de uma nova versão, seja por tradução, seja por modificações, dando um caráter evolutivo de permanente desenvolvimento dos recursos de forma individual ou coletiva.

Portanto, não se trata de um substituto para o livro didático que o professor conhece, mas uma maneira de aperfeiçoar seu já existente processo de documentação por meio de recursos tecnológicos que não são apenas digitais, mas sobretudo, computacionais. Ao longo de sua carreira o professor pode se defrontar com contingências diversas de ter que se adequar à adoção prévia (pela direção da escola, pela gerência de uma rede, etc.) de um livro didático. No entanto, pensamos que sua eventual autoria sobre um livro didático cuja evolução seja contínua ao longo de sua carreira pode suscitar elementos invariantes de seu próprio desenvolvimento profissional factível de ser analisado por meio de tal recurso integrado a seu sistema documental. Em nossa pesquisa analisamos tal aspecto na etapa de formação inicial do professor de Matemática.

2.6. A reflexão no processo de formação inicial do professor de Matemática

Schön (2000) descreve os desafios da prática profissional como essenciais no desenvolvimento profissional por requererer do profissional o envolvimento em zonas indeterminadas de incerteza, singularidade e o conflito de valores. Para tais desafios, o autor destaca que um modelo de ação baseado na racionalidade técnica, pelo qual se supõe haver respostas imediatas dentro da formação acadêmica oferecida, tende a ser falho. Sua descrição do momento da prática, em que o indivíduo promove reflexões capazes de reorientar suas ações para atender a situações de incerteza, resulta no conceito de reflexão-na-ação em torno do qual aponta possibilidades para uma formação reflexiva dos profissionais.

> Se nos concentrarmos nos tipos de reflexão-na-ação através dos quais os profissionais às vezes adquirem novas compreensões de situações incertas, únicas e conflituosas da prática, então iremos supor que o conhecimento profissional não resolve todas as situações e nem todo o problema tem uma resposta correta. Consideraremos que os estudantes devem aprender um tipo de reflexão-na-ação que vai além das regras que podem explicitar – não apenas por enxergar novos métodos de raciocínio, como acima, mas também por construir e testar novas categorias de compreensão, estratégias de ação e formas de conceber problemas. Os instrutores enfatizarão zonas indeterminadas de prática e conversações reflexivas com os materiais da situação. (SCHÖN, 2000, p.41)

O termo reflexão, utilizado por Schön (2000) foi objeto de estudos anteriormente por John Dewey (1979) que delimitou o que chamou de pensamento reflexivo, considerando-o como "a melhor maneira de pensar" (DEWEY, 1979, p.13) e devendo por si, se constituir um fim educacional. Dada a abrangência com a qual o autor tratou o tema, fazemos um recorte de elementos que caracterizam tal nível de pensamento e que são úteis aos passos da presente pesquisa.

Um pensamento reflexivo, segundo Dewey (1979), pressupõe "*unidades definidas, ligadas entre si de tal arte que o resultado é um movimento continuado para um fim comum"* (DEWEY, 1979, p.14). Portanto, a mera divagação sobre um fenômeno (que pode ser referente à ação prática de aula) não sugere que exista uma organização sistemática das ideias. Para o autor, isso deve ser obtido quando se aspira a chegar a uma conclusão, que é uma segunda característica do pensamento reflexivo. Para haver, de fato, um pensamento reflexivo, é necessário que exista *"um alvo a ser atingido, que determina uma tarefa controladora da sequência de ideias"* (DEWEY, 1979, p.16). Portanto, para caracterizarmos um pensamento como reflexivo, há a necessidade prévia de uma situação problemática e da ação do sujeito para estabelecer um objetivo frente a ela e de organizar seu cabedal de recursos a fim de atingir esses objetivos. Isso nos leva a uma terceira característica, qual seja, a de que "*o pensamento reflexivo impele à inquirição"* (DEWEY, 1979, p.17) pela qual o indivíduo investiga os fenômenos questionando suas ideias pré-concebidas sobre ele.

Ao estabelecerem o conceito de reflexão-na-ação no âmbito do desenvolvimento profissional, os estudos de Schön (2000) lançam luz sobre o momento crucial em que o estudante lida com os primeiros desafios da profissão

que postula exercer. A dinâmica de uma aula envolve elementos imprevisíveis de dúvidas, questionamentos e possíveis dificuldades de aceitação dos alunos ao que lhes é proposto. As variáveis envolvidas numa ação didática não se restringem ao que possa ser estudado em manuais ou previstos em teorias de aprendizagem, embora esses sirvam de orientação para as ações docentes. Sempre há espaço para decisões imediatas e reorientações de estratégias. Tais ideias ampliam a noção de pensamento reflexivo de Dewey para comportar, sob as mesmas características que já destacamos, aqueles exercidos na ação. Para analisar o comportamento do profissional frente a esse cenário, Schön (2000) parte de dois questionamentos que são centrais em seus estudos:

> 1. Quando o profissional leva a sério a singularidade da situação em questão, de que forma ele utiliza a experiência que acumulou até então em sua prática? Quando ele não pode aplicar categorias da teoria e da técnica que lhe são familiares, como ele aplica o conhecimento anterior à invenção de novas concepções, teorias ou estratégias de ação?
> 2. Reflexão-na-ação é um tipo de experimentação. Porém, as situações práticas são notoriamente resistentes a experimentos controlados. Como o profissional escapa dos limites práticos do experimento controlado, ou os compensa? Em que sentido há rigor, se é que há algum, em sua experimentação? (SCHÖN, 2000, p. 61)

Entendemos que, no que concerne ao profissional docente, parte dos primeiros questionamentos do autor dizem respeito aos recursos que o profissional mobiliza para lidar com os desafios de sua profissão. Identificamos tal conjunto de recursos com um sistema de recursos (TROUCHE, 2016), conforme já descrevemos. Tal dinâmica oferece potencial para que tanto o profissional experiente, quanto o em formação, a partir dos desafios encontrados na profissão, utilize seus recursos, identifique e desenvolva novos.

Do segundo conjunto de questionamentos, selecionamos a indagação sobre a existência de rigor na experimentação. Entendemos que a necessidade de o professor estabelecer meios sistemáticos, mediante planejamento, para lidar com as atividades de sala de aula abre espaço para que o rigor do pensamento reflexivo. Este, em nossa concepção, oferece os elementos para que o professor aprimore seu sistema documental e promova aperfeiçoamento de sua atividade profissional. Portanto, considerar o pensamento reflexivo como parte da formação do professor passa a ser elemento para promover o desenvolvimento profissional do mesmo.

Dessa forma, concordamos com Infante et al (1996) que defendem o desenvolvimento do pensamento reflexivo enquanto uma estratégia de formação para o docente:

> a reflexão sobre a prática emerge como uma estratégia possível para a aquisição do saber profissional. Esta abordagem permite uma integração entre teoria e prática e desafia a reconsideração dos saberes científicos com vista à apresentação pedagógica Alarcão (INFANTE et al; 1996, p.154)

Tomamos, portanto, a reflexão, na acepção de Schön (2000) como elemento sistematizador e formativo do processo de documentação do professor. O livro didático, enquanto instrumento de ação, pode servir de motor para o professor elicitar junto à prática situações desafiadoras e que movimentam o contínuo processo de Gênese Documental.

A compreensão que fazemos do livro didático como instrumento de ação não se distancia da que fazemos enquanto instrumento de reflexão. Com efeito, assumimos que há uma estreita relação entre o refletir e o agir quando o professor é o mentor dos recursos que utiliza, uma vez que depende da experimentação em sala para rever seus esquemas de ação instrumentada e evoluir seu sistema documental.

2.7. A Formação do professor de Matemática no contexto brasileiro

Por esta se tratar de uma pesquisa com foco no desenvolvimento acadêmico de futuros professores, reconhecemos a necessidade de pontuar os aspectos relativos ao perfil esperado da formação acadêmica e profissional do sujeito da pesquisa.

Para compreender o que se espera de um professor de Matemática em Formação, consultamos os documentos relacionados à legislação pertinente sobre a Formação docente e, especificamente, sobre a formação do professor de Matemática. Buscamos com essa consulta, identificar se há aspectos legais que se coadunem com as posturas desenvolvidas no meio acadêmico que relacionamos. Entendemos que a legislação é um referencial importante por definir as diretrizes às desejadas pela sociedade e referenciadas institucionalmente por seus atores políticos e acadêmicos.

Inicialmente destacamos na resolução CNE/CP 1, de 18/02/2002, em seu

artigo segundo, que a formação do docente deve seguir orientações, dentre outras medidas, o preparo para: o *"uso competente das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para o aprimoramento da prática pedagógica e a ampliação da formação cultural dos(das) professores(as) e estudantes"* (BRASIL, 2015, p.6).

Tais exigências coadunam com o aspecto inovador do uso de tecnologias e que reside justamente em transpor os limites da relação entre professor e alunos com os livros didáticos, por exemplo. Considerar a existência de projetos de desenvolvimento de recursos nos permite encontrar elementos de análise sobre o desenvolvimento dos conhecimentos profissionais do licenciando, principalmente se vivenciados em experiência prática pela qual poderá desenvolver Gênese Documental.

No tocante à dimensão prática na formação do professor de Matemática, a legislação preconiza que:

> No que se refere às competências e habilidades próprias do educador matemático, o licenciado em Matemática deverá ter as capacidades de:
> a) elaborar propostas de ensino-aprendizagem de Matemática para a educação básica;
> b) analisar, selecionar e produzir materiais didáticos;
> c) analisar criticamente propostas curriculares de Matemática para a educação básica;
> d) desenvolver estratégias de ensino que favoreçam a criatividade, a autonomia e a flexibilidade do pensamento matemático dos educandos, buscando trabalhar com mais ênfase nos conceitos do que nas técnicas, fórmulas e algoritmos;
> e) **perceber a prática docente de Matemática como um processo dinâmico, carregado de incertezas e conflitos, um espaço de criação e reflexão, onde novos conhecimentos são gerados e modificados continuamente;**
> f) contribuir para a realização de projetos coletivos dentro da escola básica. (BRASIL 2001, p.4, grifo nosso)

Da leitura desse artigo reconhecemos na legislação que a prática de ensino de Matemática (incluindo a exercida no estágio Curricular supervisionado) compreende desenvolvimento do pensamento reflexivo. Sob esse aspecto, os estudos de Schön (2000) sobre a formação do profissional reflexivo tem sua utilidade para a análise do desenvolvimento acadêmico profissional do Licenciando durante essa etapa de sua formação. Um novo cenário que é preconizado na normatização é a de um ambiente enriquecido de recursos para o qual a Teoria da

Orquestração Instrumental oferece um suporte teórico apropriado para analisar as escolhas do professor e suas reflexões sobre decisões de planejamento e de execução de atividades em sala de aula.

Ao sugestionar para a formação do professor de Matemática, o desenvolvimento das competências para analisar, selecionar e produzir materiais didáticos, além de contribuir para a realização de projetos dentro da escola, o legislador abre espaço para que seja fomentada uma formação que, além reflexiva, seja orientada para a Gênese Documental do professor mediante projetos de criação de materiais didáticos, como o livro didáticos, por exemplo. Em tal cenário, considerando que os livros didáticos digitais se apresentam como uma nova fronteira de esforços para a melhoria do ensino de Matemática, cogitamos o presente projeto que visa analisar um processo de criação e experimentação de um capítulo de livro digital como parte da formação reflexiva de professores em formação inicial. Trata-se, antes de tudo de um processo de documentação que se inicia na formação do educando e que carece de estudos acadêmicos.

Ao consultarmos o parecer CNE/CES 1.302 de 2001, encontramos, enquanto componentes de um perfil desejado para os docentes de Matemática, que comporta além daquelas características elencadas na resolução CNE/CP 1, de 18/02/2002, o reconhecimento incisivo da atividade prática enquanto força motriz para geração de conhecimentos profissionais, conforme podemos conferir no extrato a seguir:

> No caso da licenciatura, o educador matemático deve ser capaz de tomar decisões, refletir sobre sua prática e ser criativo na ação pedagógica, reconhecendo a realidade em que se insere. Mais do que isto, ele deve avançar para uma visão de que a ação prática é geradora de conhecimentos. Nessa linha de abordagem, o estágio é essencial nos cursos de formação de professores, possibilitando desenvolver:
> a) uma seqüência de ações onde o aprendiz vai se tornando responsável por tarefas em ordem crescente de complexidade, tomando ciência dos processos formadores;
> b) uma aprendizagem guiada por profissionais de competência reconhecida. (BRASIL, 2001, pp. 6-7.)

Consolida-se, portanto, a necessidade de uma formação de professores de Matemática que privilegie a geração de conhecimentos na (e para a) atividade prática, considerando a importância de formar um profissional reflexivo. Destaca-se, ainda, a prática de estágio curricular supervisionado, e nela, a importância do

acompanhamento do aprendiz de professor por profissionais experimentados.

CAPÍTULO 3 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo apresentamos uma revisão de literatura concernente à temática central desta pesquisa buscando situar a mesma no debate acadêmico atual sobre os seguintes elementos de pesquisa:

- Desenvolvimento de livro didático digital no Estágio Curricular Supervisionado de Matemática como estratégia para estruturação de um sistema documental;
- Desenvolvimento de conhecimentos profissionais docentes de Licenciandos de Matemática em Gêneses documentais.

Os estudos de doutorado que encontramos sobre o desenvolvimento profissional do professor de Matemática e que se apoiam na Abordagem documental (ALDON, 2011; SABRA, 2011; BESNIER, 2016; TUFFÉRY-ROCHDI, 2016) consideram o contexto de ensino na França e abordam a atividade do professor em serviço, ou seja, do profissional formado. Em nossa pesquisa contamos com um perfil de sujeito que, dada sua etapa de formação, desenvolve os primeiros elementos de seu sistema documental e, consequentemente, os esquemas e conhecimentos associados. Nosso perfil de sujeito se diferencia ainda no que tange à presença e ação de supervisores de estágio que, a partir de suas experiências, seus conhecimentos e esquemas consolidados, assessoram e orientam a atuação do estagiário.

Quanto às mediações exercidas, considerando recursos e pessoas, encontramos os estudos em desenvolvimento sobre as atividades de estagiários de Matemática no Senegal por Sokna e Trouche (2015) que se apoiam na Abordagem documental. Embora os sujeitos do estudo sejam nomeados de estagiários e possuam uma relação de formação com um professor mais experiente, um tutor, o contexto do estudo senegalês é de formação continuada à distância. O estudo se centra na atividade de formação de professores que foram contratados sem exigência de formação profissional para atuação como docentes de Matemática. Em nossa pesquisa, parte dos esquemas desenvolvidos pelo sujeito tem suporte em estudos acadêmicos, o que diferencia a matriz do sistema documental de ambos. O próprio contexto da formação inicial é elemento crucial para caracterizar o recorte

que fazemos da formação profissional, pois pressupõe um menor contato com a prática de ensino comparado aos estudos acadêmicos. A relação de colaboração com o professor supervisor é algo que analisamos considerando reflexões que se desenvolveram antes, durante e depois de cada regência de aula por parte do sujeito de pesquisa e de forma presencial.

Portanto, o conjunto de temáticas abordadas em nossa pesquisa, sob o enfoque da abordagem documental, não encontra atualmente referências correlatas sobre as quais se possam estabelecer fundamentos em estudos anteriores. Não obstante tal constatação, procedemos a uma busca de pesquisas sobre a atuação do docente de Matemática mediada por recursos, sobretudo com livros didáticos digitais de Matemática.

Ao utilizar a expressão “livro didático digital” e “livros didáticos digitais” como palavras-chave, não encontramos qualquer pesquisa em nível de doutorado no banco de teses do portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES[33]. Com efeito, a busca retornou doze trabalhos de mestrado, dos quais apenas um (MELO, 2014) se circunscreve ao campo da Educação Matemática. Este último, embora tenha abordado a temática de conhecimentos docentes na produção de livros didáticos por professores, concentrou-se no aspecto da formação continuada, focando sobre os diferentes papéis dos professores (Educação Básica e Ensino Superior) quanto ao conteúdo presente no planejamento e elaboração das ferramentas. O autor chegou à conclusão que houve uma estratificação das tarefas sendo que aos professores universitários couberam ações voltadas para o domínio de conteúdo e aos professores de Educação Básica os de domínio Pedagógico. Para o autor, tal configuração foi assumida pelos atores em um nível de consenso que facilita a execução das tarefas, mas que dificulta o surgimento de inovações.

Não obstante a dificuldade de estabelecer um quadro representativo das pesquisas acadêmicas envolvendo os temas aqui propostos, relatamos dois projetos (um na França e outro em Israel) que foram acompanhados por

[33] http://bancodeteses.capes.gov.br/banco-teses, acesso em 30/03/2017

pesquisadores e que puderam colaborar para evidenciar aspectos relativos ao nosso trabalho.

Autores (SABRA, 2011, ROCHA; TROUCHE, 2016) apresentam estudos sobre a associação francesa de professores de Matemática nomeada de Sésamath. Trata-se de um grupo estruturado para a produção e distribuição de materiais didáticos, dentre eles livros didáticos digitais de Matemática. Tal processo de produção recebe a colaboração de diversos professores convidados e que fazem uso dos recursos que são distribuídos gratuitamente nas versões não impressas. Os autores (ROCHA; TROUCHE, 2016) mencionam que a própria instituição tem evoluído em termos de composição editorial, distribuição de tarefas e conhecimentos técnicos necessários para a produção dos materiais.

Embora seja uma associação independente, sua produção reflete as propostas curriculares oficiais da França e, não há sugestões por parte do grupo sobre o modo como os professores podem explorar os recursos oferecidos. Tal condição não se traduz em rigidez na produção dos livros didáticos que passam por um contínuo processo de aperfeiçoamento pelos membros do grupo responsáveis pelo design e produção do mesmo. O formato final tanto pode ser um material em pdf para ser impresso quanto um LDD *online* contendo ferramentas interativas, como o uso de geometria dinâmica, por exemplo.

O estudo acompanhou os trabalhos de uma professora de Matemática a fim de analisar os usos feitos do livro didático do Sésamath. Os resultados obtidos apontam para um uso menos frequente dos materiais do livro em detrimento de outros, obtidos em diversas fontes, que a professora selecionou para integrar seu repertório ao longo de sua carreira. Do exposto, a professora compreendia o LDD como um repertório de exercícios, algo bastante presente nos manuais do Sésamath.

A partir do uso da Metodologia de investigação reflexiva (GUEUDET; TROUCHE, 2010), os autores identificaram que durante a carreira da professora, diversos eventos ligados à sua participação em grupos de estudos coletivos influenciaram sua lide com uma diversidade significativa de recursos, dos quais os manuais do Sésamath são apenas uma parte. Atualmente, os pesquisadores se

debruçam a investigar o processo de desenvolvimento profissional da docente, considerando seu uso de um conjunto de recursos iniciais, até o que ela utiliza atualmente.

Entendemos que se o professor amplia seu sistema de recursos para além do livro didático, o faz desenvolvendo mecanismos de seleção de recursos em diversos espaços (podendo incluir diversas plataformas *on line*) segundo diretrizes próprias que originam um conjunto único de recursos. Concluímos que uma etapa importante de uma pesquisa sobre a relação do professor com seus recursos (incluindo o Livro didático digital) é a análise de como ele seleciona seus recursos. Ponderamos que uma maneira que esse professor dispõe de sistematizar esses recursos poderia ser o de desenvolver seu próprio livro digital ao longo de sua experiência docente.

Sob o aspecto de seleção de recursos, a oferta de repositórios de objetos digitais na Internet pode ser considerada como parte significativa do processo de documentação (GUEUDET; TROUCHE, 2009, pp. 9-10) do professor de Matemática. Pesquisadores (TRGALOVÁ; JAHN, 2013) constatam que a aquisição de habilidades de análise de recursos é uma das chaves para o desenvolvimento profissional dos professores que, por vezes, encontram dificuldades para selecionar os recursos de um repositório que sejam adequados às suas necessidades.

A diversidade crescente de materiais disponíveis para o professor, que os incorpora ao exercício de sua prática docente, faz surgir demandas por pesquisas acadêmicas voltadas para o estudo dos efeitos dessas inovações no desenvolvimento profissional do professor de Matemática. A comunidade acadêmica vem respondendo com a convergência de três grandes linhas de pesquisa: *“o campo de pesquisa sobre tecnologia em educação matemática, o campo de pesquisa em livros didáticos e o campo dos recursos curriculares”* (TROUCHE; FAN, 2018, p. xvi). Essa convergência origina um novo campo de pesquisas sobre a atuação do professor de Matemática com foco em sua lide com um conjunto multifacetado de componentes que *“incluem diferentes ferramentas de hardware e software, mas também novos cenários de problemas, tarefas matemáticas, animações, simulações e formas de verificar a compreensão, para citar apenas alguns. A palavra mais usada para nomear este conjunto híbrido de componentes, importados do universo*

da Internet, são recursos." (TROUCHE; FAN, 2018, p.16, tradução nossa[34]).

A conferência Internacional sobre pesquisa e desenvolvimento de livros didáticos de Matemática (ICMT-2014) foi oportunidade para que pesquisas sobre livros didáticos digitais fossem divulgadas e, dentre elas, destacamos o simpósio 1 (Professores Editando Livros Didáticos). Os dois trabalhos que são apresentados nos anais do Evento (EVEN; AYALON, 2014; OLSHER; EVEN, 2014) centraram os estudos nos processos de design de livros didáticos digitais no âmbito de um projeto Israelense voltado para incluir o professor no processo de concepção de livros didáticos digitais a serem destinados a uma ampla divulgação. Esse aspecto difere do escopo de nosso trabalho, dado que nos interessamos pela produção que o professor faz individualmente de um livro didático personalizado, fruto de suas experiências com recursos digitais. No entanto, seguimos a literatura e, por meio de busca bibliográfica, chegamos a um texto de Even e Olsher (2012) que relata aspectos da experiência israelense que nos interessam observar para fins de nossa pesquisa.

Even e Olsher (2012) relatam um projeto chamado wiki-book de Matemática integrada desenvolvido em 150 escolas de Israel, pelo qual professores de Matemática são convidados a editar e adaptar os livros didáticos que utilizam em sala de aula, produzindo uma versão digital do mesmo, baseada no formato wiki. A temática curricular é bastante evocada no ensaio de forma que o enfoque central da proposta gira em torno da participação mais ativa do docente como profissional definidor de orientações curriculares e não apenas seguidor do mesmo. O projeto agrega especialistas em desenvolvimento curricular e professores da rede de ensino atuando sobre a edição de uma versão experimental adotada por centenas de docentes. Os autores observaram que uma parte dos professores promove ações diretas no livro para adaptá-lo enquanto outros preferiam apenas sugerir alterações para apreciação dos especialistas.

Outro achado dos pesquisadores se refere ao fato de que os professores de

[34] include different hardware and software tools, but also new problem scenarios, mathematical tasks, animations, simulations, and ways of checking one's understanding, to name but a few. The word most often used for naming this hybrid set of components, imported from the Internet universe, is resources. (TROUCHE; FAN, 2018)

uma mesma série e de várias localidades, ao se agruparem em torno da produção de um único livro, tiveram dificuldades para adequar o material a cada especificidade. É emblemático o episódio relatado de um professor que lecionava unicamente em turma de sétimo ano cujos alunos tinham histórico de baixo rendimento e que sugeria diversas mudanças no livro base para adequá-lo ao uso com o perfil de suas turmas, tendo grande parte delas sido rejeitada. Outro professor obteve mais êxito para adequar o material ao perfil institucional de sua escola que, ao contrário da grande maioria das representadas por seus colegas, possuía um computador para cada aluno. Fatos como este, em que os autores nomearam de "tensão entre a produção de livros genéricos e de livros pessoais" mostram que a profundidade da produção coletiva tem um limite, sejam eles de adequação a um perfil institucional ou de público alvo. Mesmo os produtos de uma iniciativa de matiz essencialmente colaborativa como o Sésamath, já descrito, sofre a ação de modificação pelos professores para se adequar às suas respectivas práticas. Autores (GUEUDET et al., 2016 ; ROCHA; TROUCHE, 2016) relatam casos de professores que não utilizam os livros didáticos do Sésamath como guia e sim como fonte de recursos para serem adaptados. No contexto de nossa pesquisa, temos um estudante de Licenciatura em Matemática na posição de autoria de seu capítulo de livro didático e um professor supervisor de estágio curricular supervisionado na posição de especialista, embora seja professor da Educação Básica. Acreditamos que a proximidade de ambos com o currículo da instituição e com o público alvo específico tenha colaborado, para minimizar os efeitos desse aspecto de tensão relatado pelos autores em sua experiência em Israel.

Portanto, nossa pesquisa pode preencher uma lacuna na literatura acadêmica concernente a dois temas emergentes na área de pesquisa em Educação Matemática: a análise, sob a ótica da Abordagem Documental do Didático, do desenvolvimento profissional do professor de Matemática em formação inicial e os processos de autoria de livro didático digital como parte do processo de documentação do professor de Matemática. Tal análise requereu o uso de instrumentos metodológicos específicos sobre os quais discorremos no capítulo seguinte.

CAPÍTULO 4 METODOLOGIA DA PESQUISA

Nossa pesquisa tem como principal fundamento teórico a Abordagem Documental do Didático (ADD) (GUEUDET e TROUCHE, 2008) e optamos por seguir os princípios da Metodologia de Investigação Reflexiva (Ibid), desenvolvida pelos autores para dar suporte às pesquisas da ADD.

Neste capítulo descrevemos os métodos adotados, bem como os princípios metodológicos que os fundamentam, justificando os procedimentos desenvolvidos durante a pesquisa. Esta unidade é dividida em três tópicos. No primeiro, apresentamos os fundamentos teóricos da Investigação reflexiva; no segundo, apresentamos um desenho das fases do estudo junto à descrição dos sujeitos; e por fim, os procedimentos de coleta dos dados associados aos procedimentos de análises de dados são discutidos.

4.1. Fundamentos da metodologia de investigação reflexiva

A Metodologia de Investigação Reflexiva (MIR) nasce do entendimento de que uma pesquisa sobre o trabalho docente com seus recursos, sob uma visão sistêmica, deve incluir a análise de um período significativo de tempo de produção de recursos. Produção essa, observada onde quer que ela ocorra (tanto nos diversos ambientes de trabalho como fora dele). Entendido o conceito de recursos de forma ampla na ADD, impõe-se ainda a necessidade de recolher uma grande e variada gama de dados sobre a atividade do professor com seus recursos, incluindo dados produzidos a partir de reflexões feitas pelo próprio e estimuladas pelo pesquisador. Esses requisitos são sintetizados em quatro princípios:

> - Um princípio de acompanhamento em longo prazo. Gêneses são processos em curso e esquemas desenvolvem-se ao curso de longos períodos de tempo. Isso indica a necessidade de observação de longo prazo, dentro de restrições práticas.
> - Um princípio de acompanhamento dentro e fora da classe. A sala de aula é um lugar importante onde o ensino elaborado é implementado....
> No entanto, uma parte importante do trabalho dos professores ocorre além da presença dos alunos - na escola, em casa, nos programas de desenvolvimento de professores, etc. Prestamos atenção a todos esses locais diferentes.
> - Um princípio de ampla coleta dos recursos materiais utilizados e produzidos no trabalho de documentação, ao longo do acompanhamento.
> - Um princípio de acompanhamento reflexivo do trabalho de documentação. Envolvemos intimamente o professor na coleta de dados, com o objetivo pragmático de ampla coleta e acompanhamento in-class e out-of-class previamente discutido. O envolvimento ativo do professor gera uma postura reflexiva. (GUEUDET; TROUCHE, 2012, pp.27-28, tradução nossa[35])

Percebe-se, portanto, que a Metodologia permite analisar a documentação tanto como um produto quanto como um processo. Além de valorizar-se a coleta da produção docente, põe-se em igual relevo o acompanhamento dos processos de produção. Abandona-se necessariamente qualquer perspectiva meramente comparativa entre etapas anterior e posterior à pesquisa. Não se trata, ainda, de perceber as variáveis de pesquisa como uma sucessão de etapas dessa natureza e, sim, como processos de adaptação do sujeito aos desafios encontrados na profissão.

Nossa compreensão sobre cada princípio da Metodologia implicou um conjunto de decisões metodológicas adotadas em nossa pesquisa e que descreveremos mais adiante.

---

[35] **–** A principle of *in- and out-of-class follow-up.* The classroom is an important place where the teaching elaborated is implemented. As mentioned above, these direct interactions with students are crucial resources for the teacher. They bring adaptations, revisions and improvisations, as Drijvers (Chapter 14) emphasises, distinguishing between an exploitation mode of a didactical configuration, planned by the teacher, and the didactical performance she realises in class. However, an important part of teachers' work takes place beyond the students' presence – at school, at home, in teacher development programs, etc. We pay attention to all these different locations.
– A principle of broad collection of the material resources used and produced in the documentation work, throughout the follow-up.
– A principle of reflective follow-up of the documentation work. We closely involve the teacher in the collection of data, with the pragmatic aim of broad collection and in-class and out-of-class follow-up previously discussed. The active involvement of the teacher yields a reflective stance. (GUEUDET; TROUCHE, 2012

Adicionalmente, utilizamos uma ferramenta metodológica denominada trajetória documental, que se encontra em desenvolvimento por Rocha e Trouche (2017) e se situa como prolongamento da Metodologia Reflexiva. Os autores apresentam o construto como um meio para modelar possíveis associações entre o desenvolvimento conjunto do sistema de recursos de um professor e seu conhecimento profissional a partir de seu histórico profissional. Para tal, definem a noção de evento como *"algo que acontece na vida profissional de um professor e que ele ou ela lembrou como importante em relação ao trabalho de documentação"* (ROCHA; TROUCHE, 2017, p. 2, tradução nossa). Tais eventos são considerados característicos das integrações de novos documentos ao sistema documental do professor e, consequentemente, da evolução de seu desenvolvimento profissional.

Dada a noção de recursos adotada na Abordagem Documental do Didático, a trajetória documental do professor é definida pelos autores como a *"mutação ao longo do tempo do trabalho documental do professor por meio desses eventos"* (ROCHA, 2016, p.2, tradução nossa[36]), ou, mais atualmente, como "*a interação, ao longo do tempo, entre eventos e recursos, esta interação sendo socialmente situada, porque acontece em escolas ou coletivos, ou porque os eventos ou os próprios recursos são produtos sociais."* (ROCHA; TROUCHE, 2017, p.2, tradução nossa[37]).

Tal ferramenta foi útil em nossa pesquisa, pois, parte dos esquemas mobilizados pelo sujeito de nossa pesquisa para constituir seu sistema documental é oriundo de momentos anteriores de sua formação acadêmica. O uso da trajetória documental nos favoreceu a estabelecer, a partir das reflexões do licenciando sobre seu percurso formativo, bases para nossas análises do seu sistema documental dado que se trata, sobretudo, de *"uma maneira de analisar quando, onde, por que, como e quais recursos são criados"*. (IBID, p.2, tradução nossa).

Estabelecidos os princípios metodológicos adotados em nossa pesquisa, apresentaremos os resultados do estudo piloto que desenvolvemos. Em seguida

[36] *We will name documentational trajectory this mutation along the time of teacher's documentation work through these events, a definition to be refined* (ROCHA, 2016)

[37] We define the teacher's documentational trajectory (Rocha, 2016) as the interplay, over the time, between events and resources, this interplay being socially situated, because it happens in schools or collectives, or because the events or the resources themselves are social products.

detalharemos o estudo principal que desenvolvemos posteriormente, descrevendo os sujeitos envolvidos e aprofundando as discussões sobre as escolhas metodológicas adotadas para este trabalho.

4.2. Estudo piloto

Conforme anotamos na revisão de literatura, as pesquisas atuais desenvolvidas com o suporte da Abordagem documental não apresentam resultados sobre a formação inicial do professor de Matemática. Esses estudos seguem o modelo de escolha de sujeitos adotado nas primeiras publicações sobre a abordagem - "*professores que não sejam nem iniciantes, nem em fim de carreira"* (GUEUDET; TROUCHE, 2008, p.10, tradução nossa[38]) e que tem por objetivo permitir uma análise longitudinal (perspectiva e prospectiva) da atividade do professor com recursos ao longo do tempo além de tornar possível ressaltar aspectos de *"responsabilidades institucionais (por exemplo, a implicação na formação continuada) e o grau de implicação em um coletivo de professores..."* (ibid, p.10, tradução nossa[39]).

Autores (ASSIS, 2016; ASSIS, GITIRANA; TROUCHE, 2017) mantém em desenvolvimento estudos para ampliar o quadro teórico da Abordagem Documental do Didático a fim de lançar luz à atuação do licenciando de Matemática com recursos em seu processo de formação profissional docente.

Ao propormos o uso da teoria com um perfil de sujeito diferente, um licenciando de Matemática, consideramos que durante a etapa de disciplinas de estágio supervisionado havia condições de estabelecer alguma visão perspectiva da atuação do sujeito com recursos em sua formação acadêmica e interligá-la a uma visão prospectiva de sua formação a partir da integração de esquemas de produção e uso de recursos em formato de livro didático digital. No mais, o aspecto formativo que estabelece responsabilidades institucionais é consolidado pelo vínculo do sujeito com o campo de estágio. Por fim, o aspecto coletivo pode ser visto presente no fato

[38] Nous avons choisi des professeurs qui ne sont ni débutants, ni en fin de carrière (GUEUDET; TROUCHE, 2008)

[39] les responsabilités institutionnelles (par exemple l'implication dans la formation continue) et le degré d'implication dans un collectif de professeurs (Ibid)

de que suas atuações são acompanhadas por professores supervisores já integrados à dinâmica local.

Dada a carência de estudos sobre gêneses documentais na formação inicial do professor de Matemática, procedemos a um estudo piloto com vistas à elicitar possíveis caminhos de pesquisa bem como antecipar dificuldades a serem encontradas no estudo principal.

4.2.1 Procedimentos de coleta de dados do estudo piloto

O estudo piloto foi desenvolvido com um grupo de três estudantes da licenciatura em Matemática que concluíram a disciplina de Estágio Curricular Supervisionado de Matemática II no segundo semestre de 2015. Tal disciplina é ofertada uma vez por ano e, portanto, os elementos da entrevista serviram para o estudo principal, iniciado no segundo semestre de 2016, com novos sujeitos.

Conduzimos a entrevista com os sujeitos seguindo protocolos para que se configurassem como entrevista de grupo focal, técnica de detalhamos a seguir, gravando a mesma em vídeo. Os sujeitos foram indicados pela professora de Estágio devido à experiência dos mesmos em elaborarem um capítulo de livro digital, usando o *GeoGebra Book*, e utilizaram o produto com uma turma de nono ano de ensino fundamental de uma escola pública onde se vincularam como estagiários.

O *GeoGebra Book* é uma plataforma online que permite aos usuários integrarem mini aplicativos contendo arquivos do *GeoGebra*, vídeos, formulários de perguntas e respostas, textos, imagens, arquivos em Formato Portátil de Documento (PDF) e hiperlinks. O usuário pode criar conteúdos, organizá-los em modelos de páginas navegáveis por menus e distribuir para uso via web ou por meio de dispositivos de armazenamento móveis. Um desenvolvimento integrado e posterior à aplicação do projeto piloto, o *Geogebra groups*, incluiu a possibilidade de se criarem turmas de alunos geridas por um professor, criação de formulários de perguntas (respostas abertas ou múltipla escolha comentada), gravação das respostas dos alunos (inclusive as construções nos mini aplicativos) e possibilidade de o professor comentar respostas individuais dentro do ambiente iniciando diálogos pontuais. No mais ainda foi implementada a possibilidade de o professor liberar apenas uma parte

do livro, de acordo com o andamento da aula, estipulando na ferramenta um prazo (minutos ou dias) para a conclusão das tarefas propostas. Apesar da diversidade de materiais disponíveis, os estagiários limitaram os recursos utilizados a texto e arquivos do *Geogebra* para compor o capítulo do livro.

Uma vez que não acompanhamos as diversas etapas da criação e utilização dos recursos, nos concentramos em resgatar as memórias dos licenciandos sobre a experiência que passaram. Considerando ainda que as atividades foram desempenhadas coletivamente, entendemos que seria proveitoso utilizarmos uma entrevista de grupo focal como instrumento para obtermos os dados necessários dos depoimentos dos indivíduos.

4.2.2 Grupos focais

Em uma definição sucinta, Dimitriadis e Kamberelis (2005) caracterizam grupos focais como grupos coletivos de conversações ou entrevistas de grupos. Não obstante essa primeira definição geral de grupos focais, os autores, ao se debruçarem sobre os tipos de uso como ferramenta de interação, revelam outros aspectos que caracterizam a ferramenta como o de permitir a produção e a análise de narrativas descentralizadas e não lineares. Destacam ainda três diferentes usos da ferramenta, a saber: articulação pedagógica (exemplificada com a Pedagogia do Oprimido de Paulo Freire); política (exemplificada com práticas de conscientização em grupos feministas) e de prática de pesquisa qualitativa, a qual nós utilizamos nesse estudo.

Dimitriadis e Kamberelis (2014) separam duas noções (foco e grupo) para descrever seus significados dentro da Metodologia. Em primeiro lugar, é preciso delimitar que o pesquisador determina o foco da temática da entrevista. No entanto, admite-se que a entrevista assuma um formato em que esse direcionamento é negociado entre entrevistador e entrevistados. De toda forma, a entrevista se caracteriza por uma intervenção menor do entrevistador do que em um formato de perguntas e respostas, deixando espaço para que os entrevistados introduzam tópicos na conversação e, dessa forma, parte do foco seja construída nas discussões firmadas. De outro lado, a noção de grupo tem sido modificada desde os primeiros usos da metodologia no campo da propaganda até o da alfabetização de

adultos por Paulo Freire, no Brasil. Se antes se esperava obter dados relevantes do grupo selecionado, hoje se admite que seja “tratado não como um "mercado-alvo", mas como um coletivo com suas próprias autonomias e potenciais dinâmicos” (DIMITRIADIS; KAMBERELIS, 2014, p. 318). Portanto, pensar um grupo focal, é pensar em um coletivo que constrói, no ato da entrevista, parte da trajetória da mesma em termos de foco e de construção de uma identidade de grupo.

Os primeiros estudos de pesquisa utilizando Grupos focais remetem aos pesquisadores Paul Lazarsfeld e Robert Merton (1943), explicitado enquanto metodologia em Merton e Kendall (1946), e foram desenvolvidos para servir de apoio a pesquisas quantitativas. Nesse sentido, os pesquisadores primeiramente obtinham respostas do tipo sim ou não em entrevistas de rádio sobre propaganda militar e posteriormente faziam uso de grupos focais com vistas a promover uma análise qualitativa dos dados quantitativos obtidos da audiência. O objetivo seria o de levantar hipóteses e padrões nas respostas dos indivíduos.

Ao contrário das entrevistas individuais, ou mesmo de aplicação de questionários a grupos, o uso de grupos focais como instrumento de pesquisa qualitativa pressupõe menos a intervenção do entrevistador em perguntas individuais e mais da promoção de diálogos entre os participantes sobre o tema pesquisado, cabendo ao entrevistador o papel de moderador do debate. Dessa forma, torna-se possível explorar aspectos dos discursos dos entrevistados que dificilmente iriam emergir fora da dinâmica provocada pelo diálogo. Para Dimitriarlis e Kamberelis (2005), o uso de grupos focais em pesquisa se constitui em um recurso bastante apropriado para:

> facilitar a exploração de memórias coletivas e acervos compartilhados de conhecimento que possam parecer triviais e sem importância para os indivíduos, mas que vêm à tona como crucial quando grupos de opiniões semelhantes começam a revelar no cotidiano (tradução nossa) (DIMITRIARLIS; KAMBERELIS, 2005, p. 903, tradução nossa[40]).

No âmbito de nossa entrevista para o estudo piloto, o aspecto coletivo da

[40] Focus groups also facilitate the exploration of collective memories and shared stocks of knowledge that may seem trivial and unim- portant to individuals but come to the fore as crucial when like-minded groups begin to revel in the everyday (DIMITRIARLIS; KAMBERELIS, 2005)

atividade de elaboração do livro didático requer justamente um instrumento de coleta de dados e análise que permita reconhecer as práticas comuns e a dimensão crítica das interações entre os indivíduos ao estabelecerem as suas escolhas de materiais para compor os recursos a serem utilizados. Tal complexidade de relações entre sujeitos e objeto de pesquisa requer justamente uma ferramenta que, antes de iluminar aspectos individuais, apresente em relevo e elucide categorias pesquisáveis e úteis para nos debruçarmos. Portanto, o uso de grupos focais tende a ser bastante útil como ferramenta de pesquisa com fins de aprimorar o entendimento sobre a dinâmica que envolve a criação coletiva de livros didáticos e o estabelecimento de categorias provisórias para análise.

4.2.3 Análise da entrevista para o estudo piloto e indicações metodológicas para o estudo principal

O uso de grupos focais nessa fase da pesquisa teve por objetivo elicitar informações sobre uma experiência prévia de criação de LDD enquanto projeto de estágio curricular supervisionado. Tal medida se fez necessária diante da pouca bibliografia correlata até então (dezembro de 2015) e da necessidade de delimitar o tema da pesquisa.

A entrevista foi conduzida com um grupo de três estudantes de Licenciatura em Matemática que haviam concluído a disciplina de Estágio Curricular Supervisionado de Matemática 2, para a qual conceberam e utilizaram um material didático em formato de livro digital.

A entrevista teve duração de 50 minutos e foi gravada em vídeo, tendo o pesquisador assumido o papel de moderador das conversas. As intervenções promovidas pelo moderador durante a entrevista visaram resgatar das memórias dos entrevistados os elementos que utilizaram no planejamento das tarefas e dos recursos, as potencialidades do ambiente de desenvolvimento do livro, as potencialidades de uso do livro criado por eles, as dificuldades que encontraram em campo, como as contornaram, quais os requisitos que possuíam e os que desenvolveram durante a experiência. Em geral os entrevistados falavam livremente sendo pouco necessário intervir. Quando necessário, solicitou-se para exprimirem opiniões ou manifestarem concordância ou discordância dos colegas.

Embora o debate promovido na entrevista tenha sido centralizado por um dos licenciandos, em muitas ocasiões os demais participantes intercederam para complementar as memórias das ações que conduziram o grupo à consecução da tarefa assumida para a disciplina. O grupo escolheu desenvolver o livro com o tema "introdução ao estudo das funções" devido o acerto com a professora regente da turma em que o estágio ocorreu (supervisora do estágio curricular supervisionado), um nono ano do ensino fundamental. A supervisora solicitou que desenvolvessem o estágio sobre um conteúdo ainda não estudado pelos alunos, e funções era um deles. Os próprios alunos solicitaram aos licenciandos que criassem algo para o estudo de funções, o que determinou a escolha. A partir de consultas a pesquisas acadêmicas, optaram por introduzir funções a partir da noção de co-variação, adaptando alguns recursos encontrados para o *GeoGebra* Book. Decidiram utilizar no livro digital menos recursos do que o que foi oferecido na plataforma, limitando-o a textos e arquivos do *GeoGebra*. Dado que se apoiaram em um material consolidado em pesquisas, não houve maiores dificuldades na escolha de estratégias e de recursos a serem oferecidos pois já encontraram descrições detalhadas de uso dos materiais.

O grupo relatou que parte significativa dos planejamentos foi voltada à decisão sobre quais modelos de funções seriam explorados, tentando selecionar as famílias de funções que consideravam adequadas ao nível de escolaridade dos alunos**.** Daí se percebe uma preocupação em obedecer ao currículo oficial, embora estivessem livres para experimentar quaisquer modelos de função via *GeoGebra*. No entanto, o fato de terem adotado (dentre as sete funções estudadas) o uso de um modelo periódico e o de uma função recíproca, que não são estudadas nesse nível, reflete o exercício de autonomia para inovar. Nos relatos das entrevistas, os estagiários enfatizaram muito o fato de que os recursos dinâmicos permitiram um nível de discussão mais avançado com os alunos que aquele que poderiam promover com o apoio apenas de um livro impresso.

Para cada função abordada, foram criadas três tarefas (figuras 5, 6 e 7) sendo a primeira uma adaptação de uma tarefa que consta nos anexos do material de referência (uma tese de doutorado) e que consistia em manipular um ponto em uma reta e observar os efeitos provocados em outro ponto se movendo em uma reta paralela. Na segunda, apresenta-se um gráfico cartesiano dinâmico pelo qual o

usuário manipula um ponto sobre o eixo horizontal enquanto outro ponto sobre o eixo vertical se move de acordo com os valores (ocultos) da variável independente, sem exibir a curva da função, e que também consta no material citado. A terceira tarefa difere da segunda pela construção automática da curva correspondente ao gráfico da função:

Figura 5: Tarefa 01 da função 1 - LDD do Estudo Piloto

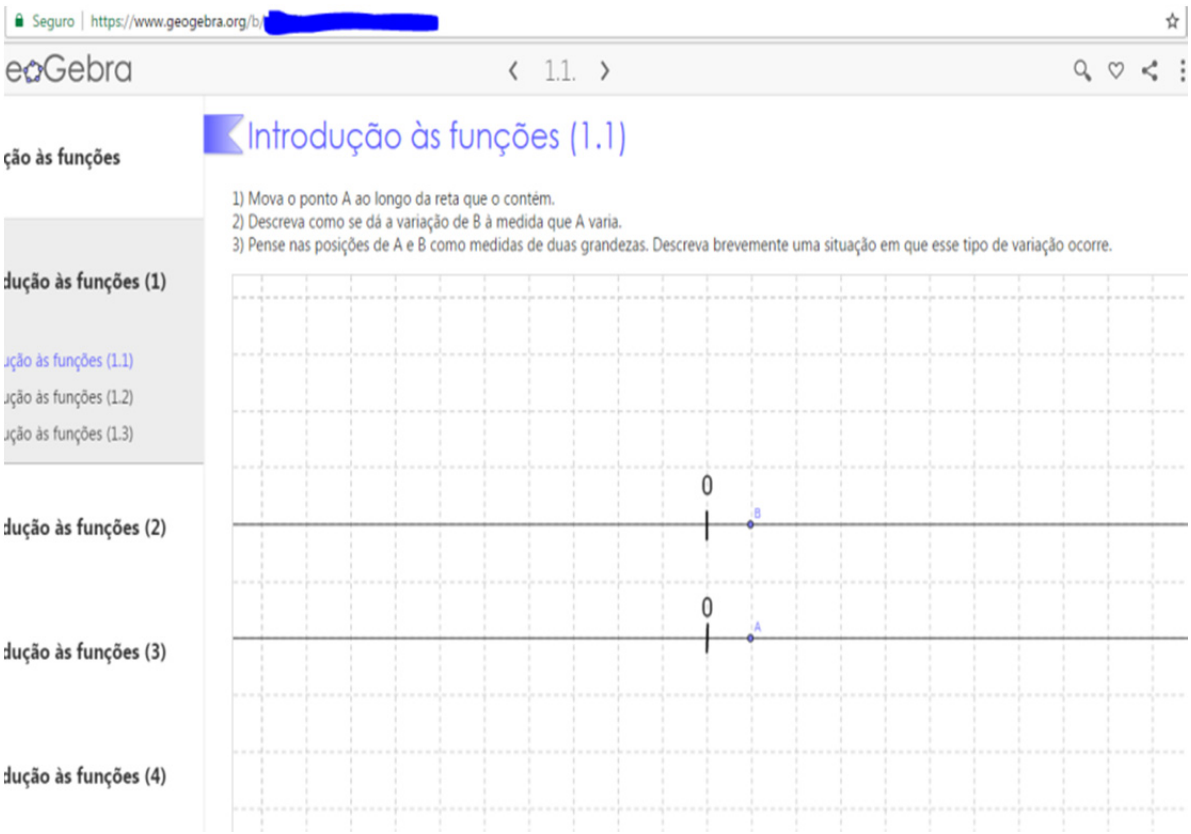


Figura 6: Gráfico da tarefa 02 da função 1- LDD do Estudo Piloto

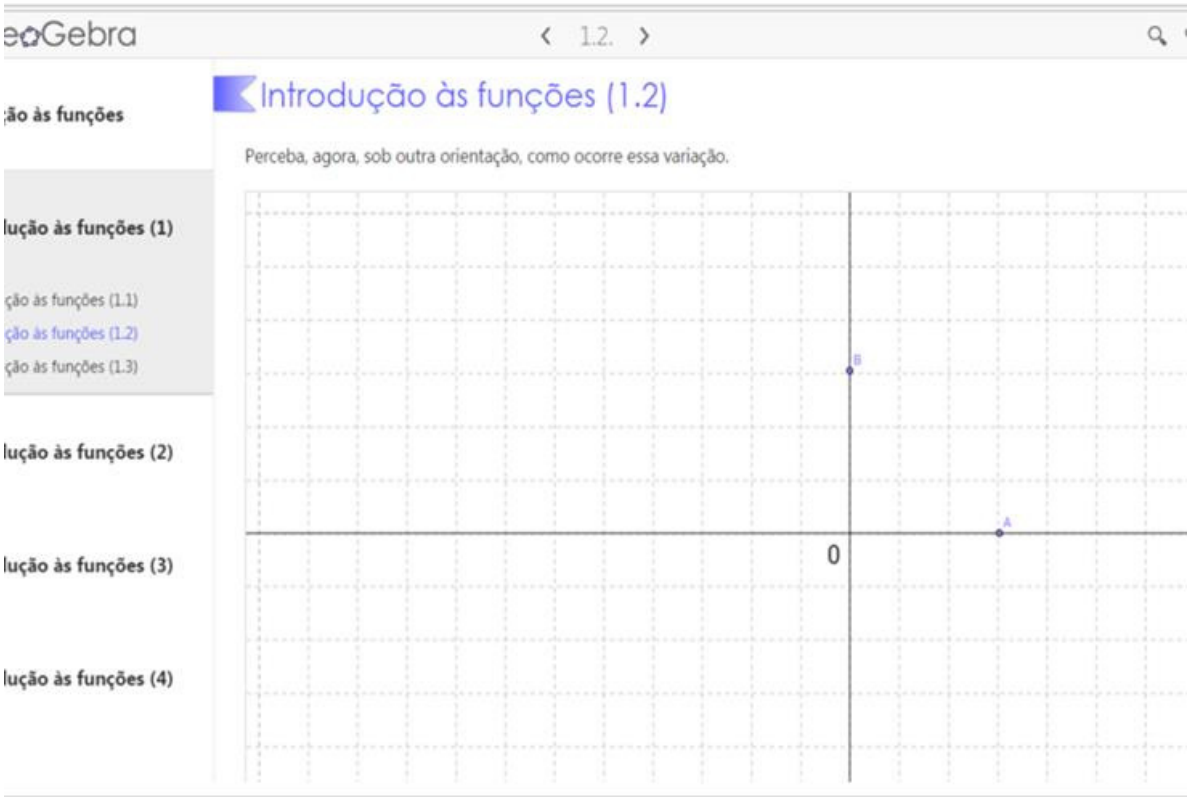
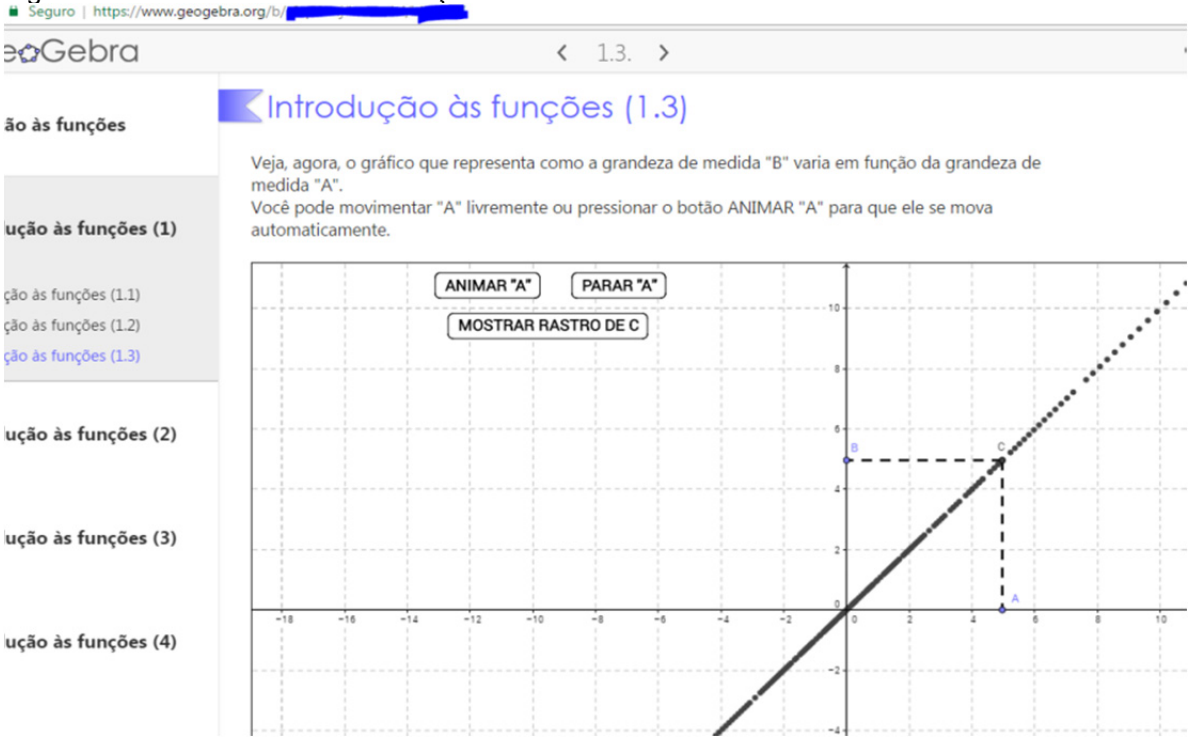


Figura 7: Gráfico da tarefa 03 da função 1 - LDD do Estudo Piloto



Antes de ingressarem na disciplina do curso, nenhum dos componentes conhecia o *GeoGebra* Book, mas eles conheciam as ferramentas básicas necessárias para a criação do material que compôs o livro (*GeoGebra* e uso de hipertexto). O primeiro contato dos estudantes com o *GeoGebra* se deu em uma disciplina anterior no curso e foi mais explorado por um dos membros que estava mais bem instrumentalizado que os demais. Observa-se, portanto, que o conhecimento da ferramenta, obtido na formação acadêmica, foi relevante para o desenvolvimento da proposta.

Houve concordância entre os entrevistados de que, ao optarem por deixar o mini aplicativo do *GeoGebra* com menos recursos de manipulação, associado apenas a textos, não houve dificuldades de implementar a atividade adaptada para o livro digital. Ressaltamos que em 2015, quando criaram as tarefas, o *GeoGebra book* contava com menos recursos que hoje, mas já era possível a utilização de vídeos e imagens associados a textos e ao mini aplicativo. Portanto, percebemos que a utilização do recurso reflete uma visão de livro didático como recurso para desenvolvimento de tarefas, sobretudo de visualização. O roteiro da aula não é de todo perceptível pelo material criado.

Os licenciandos mencionaram que sentiram falta de alguma ferramenta que permitisse registrar e acompanhar as respostas dos alunos, algo que atualmente (2018) é possível de ser criado com a plataforma. De fato, o *Geogebra Book* permitia a inserção de questões e de atividades, mas não há opção de guarda de registro de uso pelos usuários. Portanto, percebeu-se a necessidade de extrapolar os recursos oferecidos para adequar a propósitos específicos de sala de aula. Neste caso, o de avaliação da aprendizagem dos alunos a partir de registros, para o qual a ferramenta não servia.

Para conceber o material digital, os licenciandos elegeram como recursos iniciais, além de textos acadêmicos, livros de formação de professores (apresentaram um durante a sessão de entrevista) e o livro didático dos alunos. Dada a pobreza de variedade de recursos do material elaborado, entendemos que tais recursos serviram para inspirar a criação das tarefas e não para portar elementos diretamente a elas. Após a aplicação do recurso em sala de aula, os licenciandos reconheceram que, para uma eventual reutilização do capítulo de livro

didático digital que criaram, há necessidade de ajustes para adequar a proposta ao tempo de sala de aula (um total de 7 horas aula), considerado por eles como curto para o que se propôs. Percebemos que os estagiários fizeram uma reflexão com capacidade de prospecção de desenvolvimento da ferramenta para uma nova utilização, ou seja, destaca-se um aspecto evolutivo da documentação dos estagiários apresentado a partir de suas reflexões sobre o tempo planejado, sobre as tarefas desenvolvidas e sobre o tempo de fato utilizado na experiência. Outra observação pertinente é a de que, mesmo com uma variedade pequena de recursos inseridos no livro, os estagiários encontraram/desenvolveram elementos de discussão suficientes para todas as sessões de aula, considerando ainda o tempo curto. Isso sugere que os recursos utilizados pelos estagiários e que não foram portados diretamente para as tarefas (como os estudos sobre erros frequentes de alunos quando estudam funções presente no livro de formação de professores que apresentaram), tomaram parte de maneira significativa na estratégia de ensino adotada. Para as análises do estudo principal tivemos atenção para esses recursos que influenciam a ação do professor em sala de aula.

Durante a discussão, surgiu a informação de que algumas das aulas ministradas pelos licenciandos foram apoiadas no uso de um arquivo de apresentação, contendo vídeos e imagens usadas para explicar relações entre grandezas e as variáveis manipuláveis. Tal opção foi intrigante, pois havia opção de inserir os recursos no próprio *GeoGebra Book*. Os licenciandos explicaram que a separação fez parte da estratégia de aula. Alguns aspectos presentes no arquivo não incluído na plataforma somente foram apresentados depois de haver garantia de que houve reflexões prévias promovidas pelos alunos com o material do livro digital. Tratava-se de um recurso projetado para uma configuração didática (e um modo de operação) diferente daquele que conduziam com o livro digital. Tal situação nos conduziu a analisar no estudo principal as relações entre as Orquestrações planejadas e as atividades projetadas.

Mesmo considerando que o estágio atual (2018) de desenvolvimento da plataforma já permite o controle do professor sobre o acesso a recursos pelos alunos, esse relato dos estagiários mostra que o LDD deve ser encarado como parte e não como repositório de todos os recursos de aula que o professor dispõe. Portanto, não consideramos o LDD nesta pesquisa como a valise documental em si,

mas como um elemento importante na criação dela. Entendemos na decisão dos estagiários de não incluir tudo o que precisam no LDD como indício de que ele deve fazer parte de suas estratégias de ensino, mas mantendo-se espaço para que outros recursos possam ser utilizados em aula de acordo com suas escolhas.

O relato do grupo dá conta de que os alunos exploraram o livro digital de maneira não linear, acessando recursos de etapas posteriores àquelas previstas para servirem às primeiras discussões. Esse aspecto foi considerado inadequado, pois os alunos acessaram a curva do gráfico da função antes de elaborarem alguma conjectura a respeito. Esse imprevisto gerou necessidade de reorganizar em tempo real a estrutura prevista para a aula, antecipando discussões e criando acordos para que os alunos evitassem ver as soluções antes de elaborarem suas conjecturas. Para todas as etapas do estudo principal, pretendeu-se identificar imprevistos durante as aulas e como os estagiários negociam soluções. Esperávamos que isso revelasse parte de seu desenvolvimento acadêmico e profissional.

O aspecto de diferencial para o livro impresso se apresenta com bastante ênfase no discurso dos entrevistados. Para o tópico abordado, introdução ao estudo das funções pela noção de co-variação, se não houvesse acesso à ferramenta adotada haveria dificuldades de explicar dinamismos e vínculos entre múltiplas representações das funções. Concorda-se, portanto, que houve uma criação distinta da habitual e que não seria viável com a concepção de livro impresso. Para cumprir esse diferencial os entrevistados mencionam que há a necessidade de ideias criativas para serem implementadas. Esse ponto é de fundamental importância, pois sugere que a incompletude do livro impresso somente foi sentida pelos licenciandos devido à natureza da atividade, que requer um dinamismo impossível de se obter com o material convencional. No mais, ressalta a importância de o desenvolvimento do livro estar atrelado ao desenvolvimento dos conhecimentos docentes e estes ao desenvolvimento de desenvolvimento de recursos. Portanto, o processo de criação da ferramenta digital proporcionou aos estudantes a oportunidade de fazer algo diferente do convencional, algo que remete ao exercício da autonomia na profissão. Ainda no campo da autonomia, houve uma notável ausência de referências à professora supervisora, algo que nos remete a dúvidas sobre como se processou a relação entre os estagiários e a professora regente da turma. Mais ainda, sobre quais elementos da experiência da docente foram utilizados pelos licenciandos para

comporem sua orquestração instrumental e influenciaram as escolhas para o processo de documentação que iniciaram.

Um fator técnico que foi considerado relevante para o sucesso da atividade foi o de ser permitido o acesso off-line ao livro digital. Dada a dificuldade de acesso à Internet na escola onde se desenvolveu o estágio, os licenciandos fizeram o download do livro e instalaram em cada máquina, permitindo que os alunos tivessem acesso local ao material quando houve dificuldades de conexão. Do que se percebe que a instrumentalização é parte importante para o sucesso de projetos dessa natureza, pois elementos imprevistos, na acepção de Schön (2000), não surgem apenas do ponto de vista didático e requerem respostas dos professores em formação.

Um elemento característico de reflexão-na-ação, que foi relatado pelos licenciandos, remete-se a uma situação contornada pelos mesmos em que uma limitação da ferramenta de plotagem gráfica permitia a interpretação de que um valor que não pertencia ao domínio tinha imagem anotada na tela. A instrumentação dos estagiários com a ferramenta aliada ao conhecimento que estagiários tinham sobre o conteúdo de funções foram úteis aos mesmos para que fossem capazes de conduzir a discussão travada com os alunos sobre as discrepâncias anotadas.

Os licenciandos ponderaram ainda que essa primeira versão do livro tem um caráter apenas de investigação e desenvolveram poucos aspectos voltados para a institucionalização. Dessa forma, há menos itens de conclusões e mais de provocações para reflexões e trocas de ideias, ficando a institucionalização dos conceitos a cargo das discussões promovidas.

Pouco foi introduzido no livro para permitir avaliar as ações das aulas sobre os alunos e foi complementado com uso do papel e lápis. Por fim, atribuem o sucesso da atividade à natureza discursiva da mesma.

As informações obtidas da entrevista favoreceram a construção de alguns elementos de partida para os momentos de ação junto ao estudo principal:

1. A escolha do conteúdo de funções pelos estagiários permitiu aos mesmos a oportunidade de concatenar resultados de estudos acadêmicos, aprendizagens de uso de softwares que tiveram em disciplinas anteriores e compreensões de leituras de livros voltados à formação de professores com abordagem específica sobre desafios de ensinar tal conteúdo. É, portanto, um cenário rico de recursos que favoreceu ao desenvolvimento de uma Orquestração Instrumental. Esperávamos que tal cenário se repetisse no estudo principal a partir de qualquer escolha de conteúdos para que pudéssemos analisar o processo de documentação a ser desenvolvido pelos sujeitos.

2. Embora os licenciandos tenham relatado falta de alguns recursos na ferramenta utilizada para criação do livro didático, o *GeoGebra book*, ela atendeu a requisitos de flexibilidade, além de ser um recurso de constante desenvolvimento. Trata-se, portanto, de um elemento importante para observar a autonomia dos estagiários no processo de instrumentalização e instrumentação necessários para desenvolverem a gênese documental que desejamos analisar. Sugerimos, portanto, o uso da plataforma aos estagiários do estudo principal dada a viabilidade de uso para consecução da proposta.

3. Diante dos relatos dos licenciandos sobre decisões não previstas que foram tomadas diante situações inesperadas para a prática, prevemos para o estudo principal a necessidade de uma ênfase na análise do desempenho didático (Drijvers et al., 2012) dos estagiários durante a ação da prática do estágio. Compreendemos que nesses momentos, em que ocorre uma verdadeira reflexão-na-ação, na acepção de Schön (2000), pela qual pretendemos identificar os recursos mobilizados pelos estagiários para a solução das situações e confrontarmos com suas reflexões posteriores à ação da prática.

4.3. Estudo Principal

A pesquisa foi desenvolvida em uma Universidade Pública de Recife, escolhida devido à prévia aceitação da professora da disciplina de Estágio Curricular Supervisionado de Matemática 2 (ES2) em permitir a coleta de dados. Outro fator preponderante foi o fato de que, conforme consta no projeto político pedagógico do

curso, os licenciandos em Matemática da instituição são incentivados a produzirem materiais didáticos durante sua trajetória acadêmica. Isso favoreceu a interpretação dos dados obtidos no estudo principal a partir da trajetória acadêmica do estagiário, visto que pudemos relacionar suas ações registradas durante a pesquisa com suas produções anteriores desenvolvidas ao longo do curso. Após a análise do estudo piloto, aguardamos a oferta de nova turma de ES2 para que pudéssemos escolher os sujeitos, o que ocorreu no segundo semestre de 2016. Um semestre atípico para o curso, visto que houve reformulação no credenciamento das escolas para campo de estágio, o que somente foi resolvido em definitivo no mês de outubro.

Procedemos dois encontros junto à turma, em horário de aula e sob a supervisão da professora da disciplina. Nosso objetivo foi o de apresentar a pesquisa e encontrar voluntários para participar dela enquanto sujeitos.

Foi explicado que a participação como sujeito implicaria em incluir a produção utilização e aperfeiçoamento de um capítulo de livro didático digital com parte do desenvolvimento das atividades práticas nas disciplinas de estágio curricular supervisionado. Foi apresentado, ainda, o termo de consentimento livre e esclarecido no qual indicamos o acompanhamento das atividades do estágio e os procedimentos de coleta de dados.

Como forma de fundamentar os estudantes para uma eventual aceitação, apresentamos dois modelos de livro didático digital (Sesamath[41] e Visualmath[42]) e um construtor de livros didáticos, o Cbook[43]. Os encontros ocorreram em um laboratório de Informática e os estudantes foram convidados a explorarem os materiais e opinarem sobre as potencialidades de uso e desenvolvimento de recursos em sala de aula. Em disciplina anterior, o grupo de estudantes já havia utilizado o *Geogebra Book* para elaboração coletiva de sessões de um capítulo de cônicas de um livro-texto de geometria analítica, portanto, alguma noção sobre livros didáticos digitais foi possível ser resgatada durante as discussões.

Ao fim dos encontros, uma dupla se voluntariou a participar como sujeitos de

[41] http://manuel.sesamath.net/
[42] http://visualmath.haifa.ac.il/
[43] http://mc2dme.appspot.com/mcs/index.html

nossa pesquisa. No entanto, um dos estagiários, nomeado ficticiamente de Pedro, participou de toda a primeira etapa da pesquisa (um semestre) (até o mês de março de 2017), mas não efetuou matrícula para o semestre seguinte. Portanto, o estudo se concentrou sobre a trajetória do outro estagiário, ficticiamente nomeado Luís, durante dois semestres letivos (2016.2 e 2017.1).

Pedro tem 21 anos e iniciou no curso de Licenciatura em Matemática no ano de 2014 junto com outra graduação (em Logística) em outra instituição.

Luís tem 31 anos de idade e já possui uma graduação em Engenharia de Produção (Obtida em 2010) na mesma universidade onde estava cursando a graduação de licenciatura em Matemática (iniciada em 2014). Atualmente, divide o tempo de estudos com o trabalho de Instrutor e operador de Torre de controle de tráfego aéreo em aeroporto. Antes da disciplina de estágio curricular supervisionado, Luís fora bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência PIBID, tendo participado de oficinas curtas de aplicação de jogos educativos (ex.: torre de Hanói) e de sessões de resolução de exercícios com a turma. Acompanhado de um professor regente, sua experiência docente se limitou a acompanhar as atividades e esclarecer dúvidas pontuais dos alunos. Percebemos que sua trajetória acadêmica, que será mais bem descrita em nossas análises, não reflete um perfil comum de aluno da graduação.

A escola de campo de estágio foi escolhida pelos licenciandos seguindo critério de proximidade da Faculdade, de acordo com os mesmos. Trata-se de uma instituição federal com turmas de Ensino Fundamental II e de Ensino Médio. Conta com turmas de 30 alunos e todas as salas são equipadas com um projetor multimídia. A escola possui um laboratório de Física, local onde o estagiário desenvolveu suas regências, com 15 computadores funcionando e com acesso à internet de alta velocidade.

O conteúdo curricular constante no material digital produzido, introdução ao estudo de funções, foi escolhido pelos estagiários dentre duas opções apresentadas pelo pesquisador. Havia as opções de escolha por funções ou estatística por serem conteúdos passíveis de serem desenvolvidos em regências durante todas as disciplinas de Estágio Curricular Supervisionado tanto do Ensino Fundamental,

quanto do Ensino Médio. No entanto, devido a limitações de tempo para conclusão da pesquisa, não acompanhamos o estágio curricular supervisionado 4 (que inclui o ensino médio). Além disso, tradicionalmente os conteúdos de funções e estatística são abordados no fim do ano letivo, o que tornou possível a intervenção dos estagiários a tempo de entregarem seus relatórios à professora orientadora durante o Estágio curricular supervisionado 2. A escolha por funções se revelou acertada devido ao fato de que era o único conteúdo que restava ser abordado no campo de estágio devido às proximidades do fim do ano letivo e planejamento do supervisor.

O supervisor do Estágio curricular supervisionado de Matemática 2, nomeado ficticiamente de Silva, tem 50 anos de idade e é formado há 23 anos em Licenciatura plena em Matemática. Possui Mestrado em Educação Matemática e atualmente cursa o doutorado na mesma área. Tem experiência em elaboração de itens para avaliação em larga escala e em programas de avaliação de livros didáticos do governo. Lecionava, no ano letivo de 2016, a turma de nono ano do Ensino Fundamental que foi escolhida por Luís para desenvolver a primeira etapa de sua regência em seu estágio curricular supervisionado.

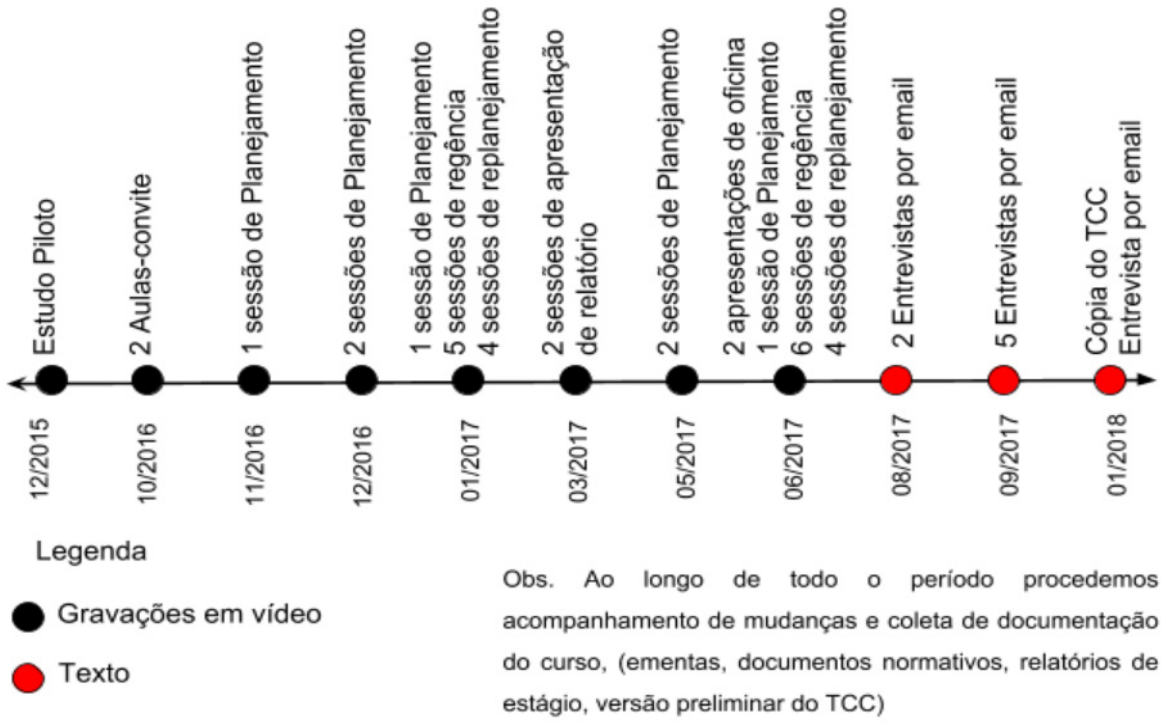
O supervisor do Estágio curricular supervisionado de Matemática 3, nomeado ficticiamente de Gomes, tem 63 anos de idade e é formado há 34 anos em Licenciatura plena em Matemática. Possui Mestrado em Educação Matemática e doutorado na mesma área. Tem experiência em elaboração de itens para avaliação em larga escala e em programas de avaliação de livros didáticos do governo. Lecionava, no ano letivo de 2017, a turma de nono ano do Ensino Fundamental que foi escolhida por Luís para desenvolver a segunda etapa de sua regência em seu estágio curricular supervisionado.

A coleta de dados foi efetuada de acordo com os princípios da Metodologia de Investigação Reflexiva. Conforme já mencionamos, atentamos para os quatro princípios da metodologia para orientar nossos procedimentos.

Com vistas a atender ao princípio de acompanhamento em longo prazo da metodologia, consideramos o tempo de dois semestres letivos (Figura 8) para analisarmos a evolução do processo de documentação dos licenciandos. Dado que as regências ocorreram em turmas distintas, tivemos a oportunidade de considerar a

produção do capítulo do LDD como indicador de continuidade nas situações vivenciadas pelo sujeito. Tal feito foi importante, na medida em que possibilitou o estabelecimento de classes de situação para as quais o sujeito se mobilizou em ações distintas, ou seja, apresentou seus conhecimentos de forma operacional. Não obstante a referência aos semestres letivos, a coleta de dados do estudo principal se estendeu de outubro de 2016 a dezembro de 2017 quando o licenciando apresentou a versão preliminar de seu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Um último protocolo coletado em 01/2018 fornece esclarecimentos adicionais necessários ao entendimento de questões que emergiram durante as análises.

Figura 8: Percurso de coleta de dados da pesquisa



Procuramos registrar as ações do estagiário voltadas para seu projeto de estágio supervisionado em todos os espaços possíveis. Recolhemos dados em eventos ocorridos em ambientes físicos como a sala de aula na Faculdade, apresentações em eventos acadêmicos, salas de reunião com o supervisor e sala de aula de regência. Acompanhamos ainda suas ações pela internet, mediante acesso às: comunicações com supervisores; pastas de arquivos relacionados ao estágio, esboços e versões de materiais digitais produzidos (tanto pelo estagiário quanto por seus alunos). Abdicamos de acompanhar as eventuais ações do estagiário em sua residência, devido ao fato de que, ao contrário das correntes pesquisas utilizando

ADD, não estudamos um profissional consolidado que possua uma rotina de ações de planejamento de aulas. Decerto que alguns momentos de produção podem ter ocorrido em sua casa, como podem ter ocorrido em intervalos de aula na graduação, ou mesmo em seu trabalho. O caráter esporádico desses momentos dificultaria segui-los em seus locais de ocorrência, portanto, nos limitamos aos que descrevemos.

No tocante ao princípio de ampla coleta, pelo qual se procura registrar a maior diversidade possível de eventos relacionados ao processo de documentação, , compreende-se que atividade de documentação se desenvolve em diversos ambientes onde o professor produz recursos. Em decorrência da longa duração e da diversidade de espaços destinados à coleta, pudemos estabelecer uma gama diversificada de dados obtidos a partir de:

- Coleta de documentação do curso, (ementas, documentos normativos, relatórios de estágio, versão preliminar do TCC);

- Gravação em vídeo de reuniões de planejamento (estagiários e supervisores);
    - Quatro no ES2, anteriores à etapa de Regência.
    - Quatro no ES2, durante a etapa de Regência.

- Acesso a históricos de documentos produzidos e compartilhados por meio do *Gdrive* e do *Geogebratube*;

- Gravação em vídeo das regências;
    - Quatro no ES2
    - Seis no ES3

- Gravação em vídeo de reuniões de replanejamento (estagiários e supervisores ao final de cada sessão de aula);
    - Três no ES3, anteriores à etapa de Regência.
    - Quatro no ES3, durante a etapa de Regência

- Coleta e produção em eventos acadêmicos (apresentação de minicursos, preparação de textos de relato de experiência, desenvolvimento do TCC) ;

- Gravação em vídeo de duas apresentações de relato de experiência do ES2

em seminário de aula na graduação;

- Gravação em vídeo de oficina de elaboração de Livro didático digital ministrada para professores durante o ES3;

- Produção de mapas conceituais pelo sujeito, com vistas a identificar elementos que foram importantes em sua trajetória acadêmica relacionada ao objeto da pesquisa.

Esse conjunto de dados foi ampliado durante as análises que indicaram a necessidade de incluir estudos sobre momentos da trajetória acadêmica do sujeito e que eram anteriores à pesquisa. Dessa forma foram resgatados materiais produzidos para disciplinas anteriores (páginas de internet, arquivos de apresentação e relatórios de apresentação de oficinas).

Em todas as filmagens procuramos manter o foco no sujeito ou em algum objeto de sua atenção. Portanto, com exceção das reuniões com os supervisores, parte das interações ao redor do Licenciando não foi captada e, devido ao seu contínuo deslocamento e distanciamento da câmera durante as filmagens das regências, parte da interação de Luís com outros atores também não pode ser registrada na filmadora. No entanto, complementamos as informações com notas de observação produzidas pelo pesquisador ao acompanhar o estagiário sempre que possível. Durante as sessões de replanejamento (entre uma sessão de regência e outra) foi adotada a condição de entrevista para esclarecer aspectos relevantes para a pesquisa.

Alguns recursos não puderam ser mapeados por conterem informações pessoais dos sujeitos, como a agenda eletrônica “*google calendar*” e o aplicativo de notas “*google keep*”, onde o sujeito misturava informações pessoais com aquelas pertinentes ao projeto. No entanto, o caráter reflexivo da Metodologia nos permitiu complementar esses dados para obter uma visão mais pessoal do sujeito sobre seu percurso formativo focando nos recursos que lidou.

No retorno às aulas do semestre 2017.1, a agora professora de Estágio curricular supervisionado 3 (ES3) solicitou a Luís que apresentasse sua experiência de estágio para os estudantes da turma de Estágio curricular supervisionado 1 (ES1)

e, em outra ocasião, para seus próprios colegas da disciplina ES3. Os dados dessas duas apresentações são considerados reflexões do próprio sujeito sobre sua experiência, incluindo planejamentos, atividades de aula, e mesmo antigas reflexões feitas em momentos diversos de sua trajetória acadêmica.

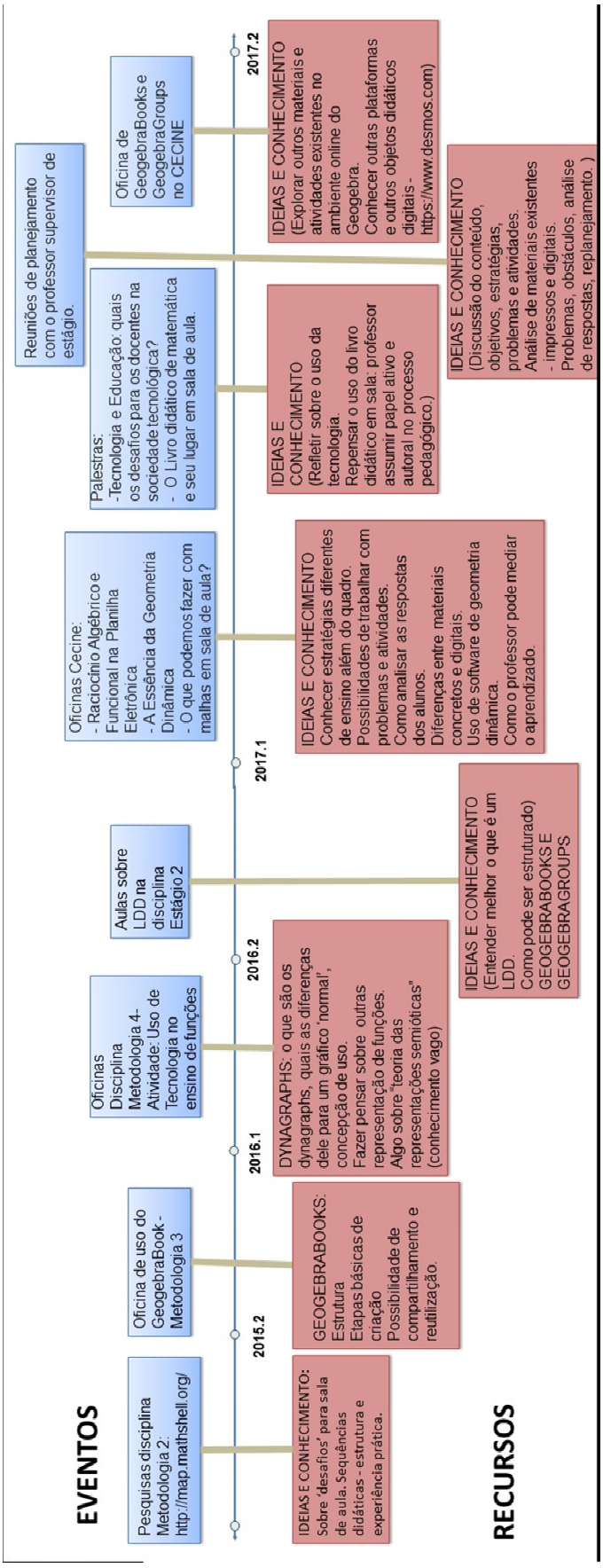
Em um dos itens da apresentação de Luís consta um mapa de recursos que considerou relevantes para a consecução de sua experiência de estágio.

Figura 9: Mapa de recursos elaborado para apresentação de Relatório

Fonte: arquivo pessoal de Luís

Dado que tal representação se restringiu ao aspecto de meio material dos recursos utilizados e não nos apresentou meios de relacioná-los com os conhecimentos mobilizados pelo sujeito, para a segunda etapa (ES3) esboçamos a representação da trajetória documental do sujeito. Orientando-nos por outros modelos de representação de trajetória documental (ROCHA, 2016), solicitamos ao estagiário que anotasse, em uma linha do tempo, os momentos de seu percurso acadêmico que influenciaram em suas escolhas para a consecução do projeto. E para cada momento, associar recursos utilizados e/ou desenvolvidos e os conhecimentos que adquiriu. Obtivemos o seguinte diagrama:

Figura 10: Representação da trajetória documental entregue por Luís



Tentamos obter de Luís uma representação pictórica da sua trajetória documental. Algo que Rocha e Trouche (2017, p. 3) denominam como mapa reflexivo da trajetória documental. É reflexivo por ter sido desenhado/redesenhado pelo próprio sujeito na medida em que analisa seu próprio histórico profissional.

Em termos de notação, é necessário esclarecer que, onde Luís anotou “Metodologia 2”, entenda-se que se trata da disciplina de Metodologia do Ensino da Matemática 2. O mesmo se refere, analogamente às anotações de “Metodologia 3” e “Metodologia 4”; CECINE é um setor da Universidade responsável por promover ações de extensão nas áreas de ensino de Ciências e Matemática.

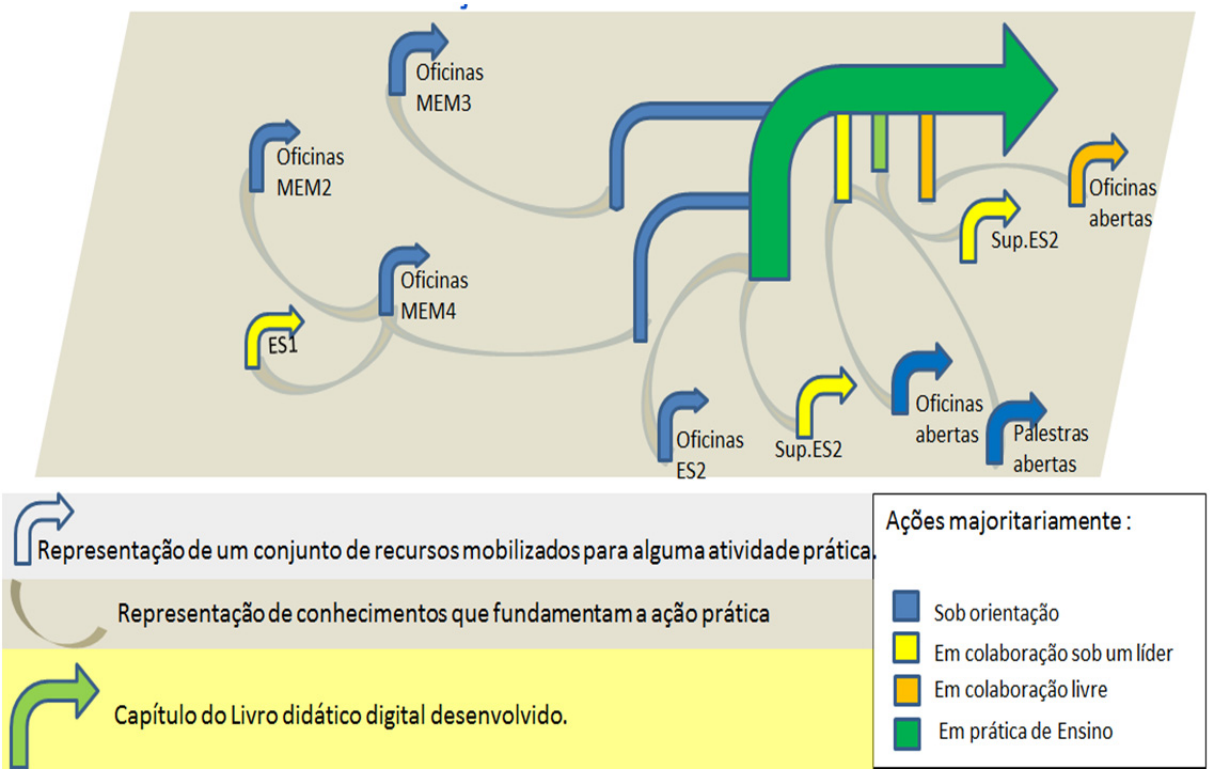
Havíamos entregado um modelo de linha do tempo (em arquivo de apresentação) indicando eventos e recursos para que o sujeito preenchesse e nos enviasse o resultado por *email*. Orientamos o sujeito para que indicasse as situações mais relevantes em que lidou com recursos, além de apresentar ao mesmo nosso entendimento do que sejam recursos.

Percebemos pelo diagrama que o sujeito optou por incluir um terceiro elemento, qual seja o campo de conhecimentos desenvolvidos. Tal modificação nos pareceu oportuna, pois entendemos que o modelo se tornou mais verossímil ao sistema documental pela inclusão de invariantes operacionais.

A partir do mapa reflexivo de Luís analisamos sua trajetória acadêmica anterior à pesquisa à luz de outros dados obtidos (gravações em vídeo, relatórios, materiais digitais produzidos etc.) e de entrevistas obtidas por *email*. Com isso buscamos identificar elementos que caracterizassem suas ações de planejamento, criação do material didático e regência em aula.

Tomando por base o conjunto de dados obtidos e, sobretudo, a gravação da apresentação de relatório que Luís fez em junho de 2017, tentamos criar uma versão modificada do mapa reflexivo que Rocha e Trouche (2017) denominam de mapa inferido por conter elementos incluídos pelo pesquisador. Dada a dificuldade de manter o design de linha do tempo para incluir a representação dos conhecimentos que Luís incluiu, optamos por elaborar um diagrama (Figura 11) contendo apenas os momentos da trajetória acadêmica de Luís que foram objeto de nossas análises.

Figura 11: Recursos mobilizados por Luís



Tal representação nos permite analisar o sistema documental considerando elos estabelecidos entre as ações desenvolvidas entre as etapas do desenvolvimento acadêmico do sujeito.

Devido à grande quantidade de dados em vídeo e ao interesse específico na pesquisa em momentos que indiquem o desenvolvimento profissional do sujeito, optamos por uma associação, proposta por Meira (1994), entre a análise microgenética e a Videografia dos dados. Segundo o autor, no campo da análise do desenvolvimento cognitivo do sujeito, Vygotsky (1987) considera que *"o domínio microgenético de desenvolvimento cognitivo está relacionado à formação de processos psicológicos no curso de alguns minutos ou segundos."* (MEIRA, 1994, p.60) e resume os procedimentos de análise em dois princípios:

> O primeiro recomenda que a análise de processos (e.g., de resolução de problemas) é sempre mais informativa que a descrição de produtos (e.g., estratégias de resolução). O segundo princípio complementa que a análise deve inspecionar ações detalhadamente, sem perder de vista o significado da atividade em que tais ações se inserem. (MEIRA, 1994, p.61)

A atenção no processo em detrimento do produto se adequa aos nossos

objetivos visto que estamos menos interessados nos produtos produzidos em si que nos processos que os geraram, mais especificamente os conhecimentos mobilizados nesses processos. A análise exaustiva de pequenas partes dos vídeos coaduna com a proposta de analisar os conhecimentos desenvolvidos pelo sujeito a partir de esquemas mobilizados em situações descritas como importantes em sua trajetória documental. Localizar momentos do vídeo que sejam representativos de rupturas no desenvolvimento profissional do Licenciando passa a ser o desafio metodológico que buscamos na videografia.

Quanto à videografia sob a perspectiva videográfica-microgenética Meira (1994) apresenta uma estratégia (utilizada em parte em nossa pesquisa) com vistas a garantir uma análise aprofundada dos processos investigados a partir da análise exaustiva de episódios pontuais. O autor indica seis passos como meio de organizar as análises sob tal perspectiva:

> (1) assistir por completo e sem interrupções tantos vídeos quanto possível, realizando anotações preliminares sobre eventos associados ao problema de pesquisa; esta tarefa permite uma familiarização com os dados e a elaboração de uma caracterização geral da atividade; (2) produzir um "índice de eventos", que pode ser elaborado paralelamente à atividade descrita no item 1; este índice permitirá ao investigador um acesso mais rápido a segmentos específicos dos vídeos, (3) através do índice, identificar os eventos relacionados ao problema de pesquisa; esta fase inicia o trabalho interpretativo mais rigoroso, cuja natureza será discutida a seguir; (4) transcrever literalmente os eventos selecionados, com o maior número possível de detalhes; a transcrição não deve substituir o vídeo, mas servirá como apoio à análise minuciosa do mesmo; (5) assistir persistente e repetidamente estes segmentos (ou episódios), apoiado pela análise exaustiva das transcrições, a fim de gerar interpretações plausíveis dos microprocessos envolvidos na atividade; é importante lembrar que não há limites para quanto tempo o investigador deve deter-se em episódios específicos, pois o objetivo é construir uma caracterização densa sobre a atividade investigada, (6) ao divulgar resultados, apresentar interpretações ilustradas por exemplo prototípicos colhidos diretamente dos vídeos e transcrições, permitindo que o leitor possa compreender os argumentos e princípios teóricos sugeridos pelo investigador e/ou construir interpretações alternativas. (MEIRA, 1994, p.62)

Reconhecemos que a presença do pesquisador, munido de uma câmera, pode provocar alterações no que seria a conduta natural dos sujeitos. No entanto, tanto os supervisores quanto os alunos videogravados já têm alguma vivência com tais cenários visto que se trata de uma escola bastante requisitada para pesquisas

educacionais. Além do aspecto intrusivo da presença da câmera procuramos mitigar a limitação tecnológica que não é capaz de registrar todos os aspectos que poderiam ser relevantes para a pesquisa:

1) Mantivemos a câmera fixa evitando que sua movimentação agravasse os aspectos intrusivos provocados pelo registro.
2) Mantivemos o foco em Luís, sempre que possível, como meio de obter dados sobre suas decisões em situação de aula ou seu discurso e ações durante as sessões de planejamento.
3) Durante a segunda etapa (ES3), em meio às regências, complementamos os vídeos com anotações feitas mediante acompanhamento junto aos estagiários em suas aproximações aos alunos. A sala escolhida era ampla e a movimentação do estagiário para atender aos alunos era intensa.

Escolhemos uma filmadora com capacidade de gravação de áudio em 5 canais pelo que pudemos isolar, durante as transcrições, aqueles que eram mais importantes serem ouvidos. A alta resolução da câmera aliada a uma capacidade de ampliação de imagem de 15x permitiu captar aspectos detalhados tanto de apresentações do estagiário no quadro quanto de telas de alunos enquanto resolviam suas tarefas.

Portanto, estabelecemos uma estratégia de estabelecer uma representação inicial da trajetória documental do licenciando e ampliá-la, na medida em que os dados obtidos em vídeo (complementados por dados de outras fontes) permitiam uma análise mais aprofundada das gêneses documentais que o estagiário vivenciou em seu projeto criação e uso de um capítulo de LDD em seu estágio curricular supervisionado. Os esquemas de utilização foram inferidos a partir das informações obtidas nos diversos registros e das diversas consultas ao estagiário para que justificasse ações que registramos e que consideramos relevantes.

CAPÍTULO 5. ANÁLISES

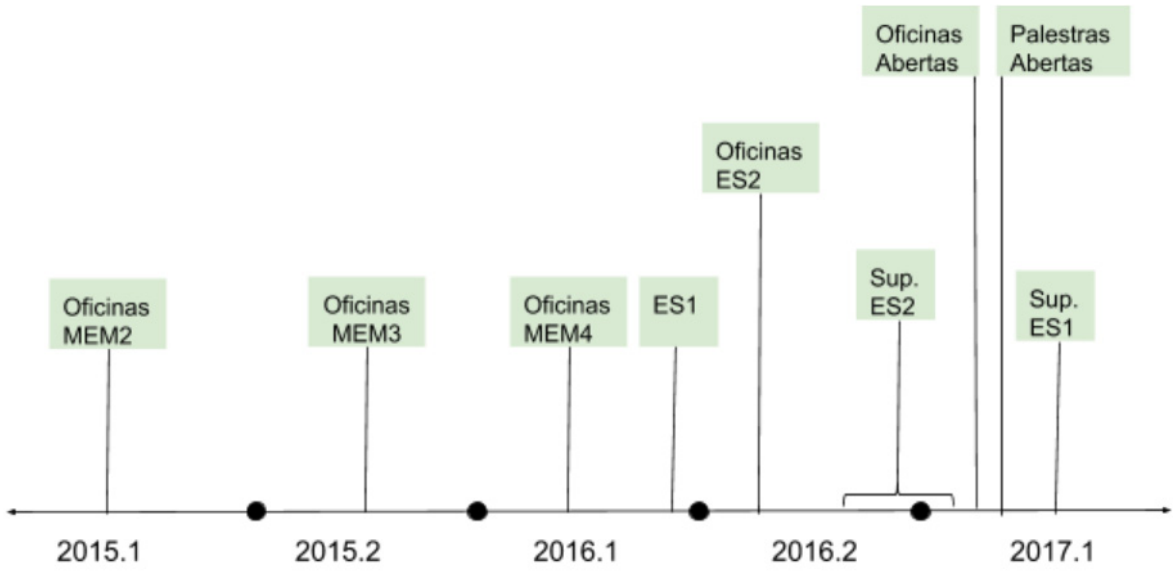
Nesse capítulo incluímos as análises do processo de documentação do estagiário durante dois semestres, acompanhando seu desenvolvimento nas disciplinas de stágio curricular supervisionado 1 e 2, com vistas à inferir esquemas de utilização que são característicos das gêneses documentais. Ao analisarmos os primeiros vídeos, percebemos que o estagiário fazia menção a diversos momentos de sua formação acadêmica (disciplinas da Licenciatura) anteriores à pesquisa pelo qual necessitamos resgatar registros e depoimentos de tais experiências com a finalidade de traçar uma evolução de eventuais esquemas de utilização que culminaram na produção, utilização e aperfeiçoamento do capítulo e livro didático digital de Matemática. Em seguida agrupamos as sessões de planejamento, criação e aperfeiçoamento do livro para serem analisadas sob a perspectiva da interação do estagiário com os supervisores. Por fim, analisamos as sessões de regências e as respectivas interações com os alunos em aula e com supervisores nas reflexões que sucediam cada encontro.

5.1. Análises de atividades correlatas ao estágio

Nesta unidade, apresentamos as análises das atividades do estagiário considerando os momentos de reflexão anteriores a sua apresentação no Campo de Estágio. Essa etapa da análise visa identificar formas predicativas de conhecimento explicitadas no discurso do estagiário.

Extraímos os eventos do diagrama que elaboramos a partir do mapa documental reflexivo de Luís e elaboramos uma linha do tempo com os momentos de sua formação que foram destacados para descrição e análise (Figura 12).

Figura 12: Linha do tempo dos eventos citados no mapa reflexivo de Luís



MEM(2,3,4)- disciplina de Metodologia do Ensino da Matemática (2;3,4) ;ES(1,2) - disciplina de Estágio curricular supervisionado de Matemática(1,2);

5.1.1. Oficina de preparação de aulas (Oficina MEM2).

Esta oficina ocorreu como parte das atividades desenvolvidas no semestre 2015.1 na disciplina Metodologia do Ensino da Matemática 2 (MEM2). Esses dados não apareceram durante qualquer filmagem ou documento anteriormente recolhido, mas, ainda assim, Luís o indicou como relevante em suas reflexões e exprimiu no diagrama. Em uma entrevista complementar, solicitamos ao estagiário alguns esclarecimentos sobre a oficina para compreendermos sua influência nas gêneses documentais que analisamos. Conforme pode ser observado no extrato de entrevista a seguir, suas escolhas foram inicialmente orientadas para atingir o objetivo proposto pela professora na disciplina que não incluíam uma proposta de atividades para serem usadas em um longo prazo.

> ***Entrevistado**r - Você indica no mapa que o site matshell foi importante para você. Como você não mencionou ele, e creio que não usou material de lá nas atividades da escola de regência, entendo que ele foi um pano de fundo para mudanças de entendimento sobre como se deve ensinar. Correto?*
> ***Luís** - Isso... os materiais trazem o que me parecem sequências didáticas bem estruturadas, construídas coletivamente e testadas... Embora no site, eles não usem os termos franceses, mas parecem seguir aquelas etapas de ação, formulação, validação, etc... Achei um repositório muito bom, que não vi paralelo em língua portuguesa, e que trazia propostas do que a gente só via na teoria ou que só via no mesmo exemplo (o jogo corrida ao 20).*
> ***Entrevistador** - Essa pesquisa pela qual você encontrou o site está relacionada à apresentação do Dynagraph ou faz parte de outra atividade que professora passou? Você tem a ementa dela?*
> ***Luís** - Tínhamos de construir ou pesquisar algum exemplo para apresentar. Como a gente não tinha condições de construir, a gente pesquisou e achou esse material[44] e apresentou.*

A professora havia exigido a apresentação de uma atividade, incluindo relato de experimentação com alunos da educação Básica, na qual os licenciandos deveriam indicar as características de uma situação didática (objeto de estudo da etapa da disciplina) de acordo com Brousseau (2008). O grupo, o qual o sujeito fez parte, escolheu traduzir (com pequenos ajustes) um material chamado "spinner bingo". No entanto, ele relata grande parte das atividades que mencionamos a seguir em primeira pessoa, o que nos sugere que tenha sido autor de muitas das ações executadas para o planejamento da atividade. Apesar de Luís ter nos apresentado dados de relatórios da experiência em sala de aula, nos abstemos de analisá-los em sua totalidade devido ao escopo dos dados fugirem à nossa perspectiva de analisar especificamente a atuação de Luís, bem como, por não constarem no rol de dados com autorização prévia de divulgação dos demais envolvidos. No entanto, uma de suas conclusões sobre a experiência pode ser destacada por conter elementos que permaneceram no discurso do sujeito e que fundamentaram parte de suas ações iniciais de planejamento do capítulo do LDD. Trata-se da percepção de Luís de que a experiência ”*Permitiu também observar que o ato de lecionar necessita de uma preparação, de uma cautela, que só é obtida a partir de um conhecimento metodológico e da experimentação*” (Luís, relatório de MEM2, p.16). Reconhecemos que o sujeito adquiriu um conhecimento de que a

[44] http://map.mathshell.org/tasks.php?unit=ME09&collection=9&redir=1

prática de ensino pode ser fundamentada em teorias de ensino (no caso específico, a teoria das situações didáticas).

Se, de um lado, Luís tinha a finalidade de atender aos propósitos da disciplina em curso, sua atividade de planejamento para o ensino revela que se estabeleceu um objetivo definido capaz de servir de referência às suas escolhas. Identificamos um processo de organização do sujeito para o planejamento de atividades de ensino com diversos sub-objetivos, dentre os quais a seleção de materiais adequados e tradução e adaptação de atividades.

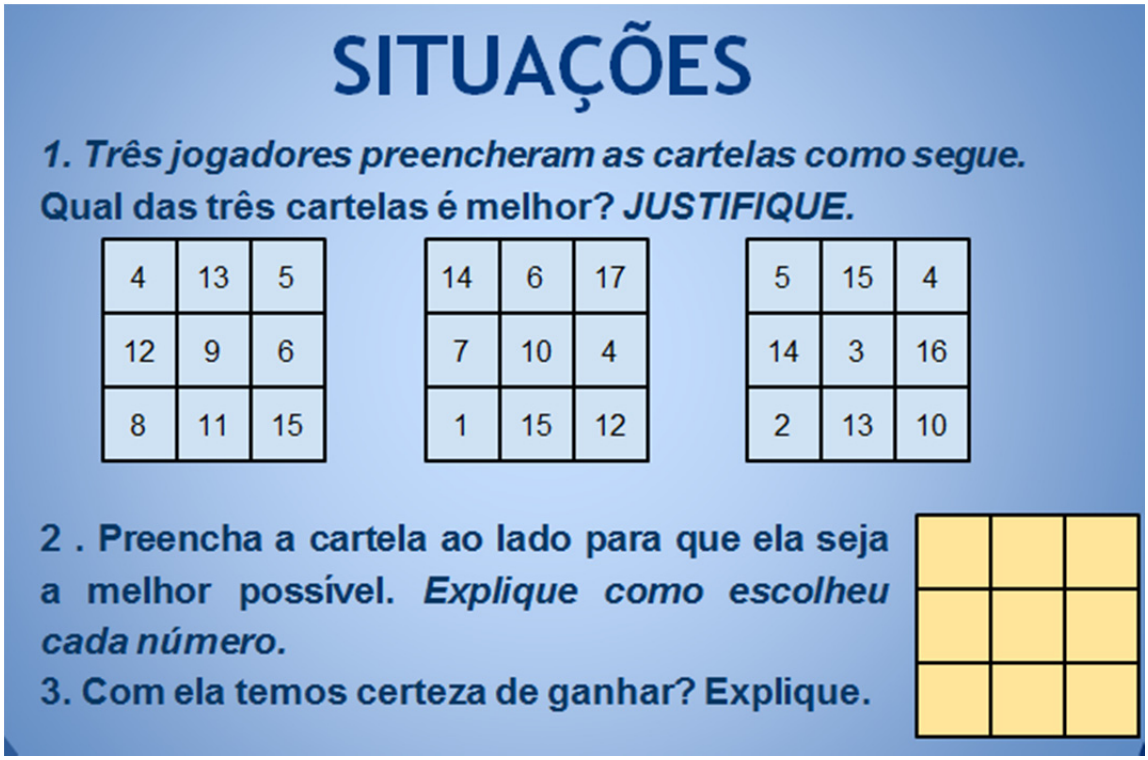
O material adaptado, nomeado Bingo giratório, é composto por duas roletas de papel em cores diferentes, com divisões numeradas de 1 a 8 e uma cartela quadriculada 3x3 com os números anotados para o sorteio.

As regras estabelecidas para o jogo foram:

> *1) Escreve-se 9 números diferentes na cartela; 2) A cada rodada, as duas roletas são giradas. 3) Os números sorteados são somados. 4) Se a soma estiver na cartela, marca-se um "x" no respectivo campo. 5) Ganha quem completar primeiro. Fonte (arquivo pessoal de Luís)*

A problematização da situação, integralmente traduzida do original, sugere que em três passos os alunos estabeleçam uma estratégia de vitória para o jogo.

Figura 13: Problematização do jogo



Fonte (arquivo pessoal de Luís)

Algo que não consta no original em inglês e que foi introduzido para o material criado, foi uma divisão de tempos:

1) Dez minutos para cada aluno explorar individualmente.
2) Dez minutos para que, em grupos, seja estabelecida uma estratégia.
3) Um tempo indeterminado de exposição de cada grupo para a turma.
4) Um tempo indeterminado de exposição, pelo estagiário, das respostas esperadas com argumentações matemáticas.

Essa organização foi observada nas etapas de regência que analisamos e mostram que se desenvolveu uma concepção de que deve haver uma gradação de níveis de discussão partindo de reflexões individuais para o coletivo e, por fim, o coletivo referenciado na explanação do professor. No entanto, veremos mais adiante que o sujeito adaptou essa forma de organização para dar conta de um planejamento de maior prazo, pois a tarefa do bingo giratório foi elaborada e executada como uma oficina de um encontro sem necessidade de articulação com a estratégia curricular em desenvolvimento com os alunos.

Com vistas a identificar possíveis regras de ação, insistimos, como mostra o

extrato do diálogo a seguir, obtido por correspondência eletrônica (e-mail) para que Luís explicitasse os passos de suas escolhas.

> ***Entrevistador*** *- 1) Como você chegou no site?*
> ***Luís*** *- Procurando no google por atividades de matemática. Eu decidi (como muitas vezes) procurar em inglês, pois, aparentemente, existem mais referências na internet ou, talvez, eles estejam mais acessíveis (organizados em algum site, fórum, etc). Não lembro qual termo usei na pesquisa do google...*
> ***Entrevistador*** *- 2) Chegando ao site, como você chegou no spinner bingo?*
> ***Luís*** *- Não lembro... eu sei que foi buscando alguma atividade que fosse também "lúdica" para chamar a atenção dos alunos, já que, como explico ao final, iríamos usá-la com alunos de uma escola.*
> ***Entrevistador*** *- 2a) O que você procurava? Houve alguma palavra-chave para buscar?*
> ***Luís*** *- Não lembro, mas quase certeza de que não era nada específico. Tínhamos de selecionar uma atividade dentro de uma sequência didática.*
> ***Entrevistador*** *- Entrei e explorei o site matshell, mas vi muita coisa e me perdi na quantidade e diversidade. Creio que, em geral, são pdfs e ppts com sugestões de aulas. O que te chamou atenção? A existência de um repositório de aulas ou há alguma parte do site com esses desafios que você menciona e eu, ainda, não encontrei?*
> ***Luís*** *- Realmente é muito extenso... eu também não consegui explorar nem 1%. Mas o que me chamou mais atenção foi o repositório e como ele é rico em orientações para o professor:*
> *Eles apresentam em geral:*
> *- a tarefa (Task) - que eh uma sequencia didática mais ou menos completa, e não uma simples lista de exercícios.*
> *- trazem a fundamentação para aquela tarefa em termos de objetivos de aprendizagem do "currículo nacional" daquele país (CCSS - Common Core State Standards Initiative),*
> *- traz uma proposta de avaliação (Scoring Rubric)*
> *- ainda traz exemplos de respostas reais de alunos com análises (Student Work Analyzed)*
> *- e gratuito (!!!)*

Observamos que a situação proposta pela professora de Luís foi enfrentada por ele de maneira a direcionar suas ações para objetivos outros que ele próprio definiu e que se reportavam a um objetivo principal de ensinar um conceito curricular específico (probabilidades no caso da tarefa escolhida). De fato, o sujeito organiza suas ações de maneira a seguir as seguintes regras para seleção de recursos a serem adaptados. Para o sujeito, a tarefa a ser apresentada ao aluno deve:

1) Ser lúdica. Manter a atenção dos alunos pela natureza da atividade é um preceito que o sujeito seguiu até o fim da segunda etapa da pesquisa, quando passou a dividir essa função com atuação do professor em sala.

2) Apresentar elementos antecipadores sobre a didática do conteúdo a ser trabalhado referenciado em depoimentos de uso em sala de aula. Durante as etapas do estágio curricular supervisionado, o desenvolvimento do aspecto de antecipação (das conceitualizações feitas pelos alunos) foi, de fato, um elemento importante para suas gêneses documentais, conforme trataremos adiante.

Não tendo experiência sobre a didática dos conteúdos curriculares, o licenciando tenta se apoiar na organização referenciada do material para estabelecer um objetivo de ensino. Seu domínio da língua inglesa o faz ter acesso a uma diversidade maior de recursos e procurar materiais nesse idioma para traduzir. Tal feito foi descrito por ele como uma boa estratégia para obter materiais que possuam uma proposta de ensino mais bem definida.

Compreendemos que esse conjunto de ações do licenciando em torno da adaptação do recurso compreendeu esquemas que o organizasse e estruturasse. Ao menos um esquema é bem identificável a partir dos dados que possuímos, um esquema de adaptação de recursos para oficina de aula.

Quadro 1: Esquema de preparação de oficina

Objetivo	Preparar uma oficina de aula sobre um conteúdo específico.
Regras de ação	Pesquisar em repositórios da internet no idioma inglês. Privilegiar atividades lúdicas. Privilegiar materiais com depoimento de uso em sala de aula. Traduzir o material adaptando para o tempo disponível. Traduzir o material adaptando para incluir tarefas individuais e coletivas.
Invariantes operatórios	As tarefas lúdicas favorecem a obtenção da atenção dos alunos e o engajamento dos mesmos às atividades. Adaptar tarefas com depoimentos de uso em sala de aula favorece antecipar dificuldades dos alunos com o conteúdo.
Possibilidade de inferências	A partir dos invariantes operatórios descritos, o sujeito restringe a tomada de informações necessárias para atingir o objetivo mediante a adaptação das regras adotadas para situações de mesma categoria.

O caráter adaptativo (em contraste ao que poderia ser uma repetição de ações) confere a existência de inferências durante essa forma de organização da ação. Conforme veremos adiante, Luís utilizou e adaptou esse esquema para criar o livro como um conjunto de pequenas oficinas, o que evoluiu para a criação de um

novo esquema quando inquirido a ajustar a proposta ao contexto curricular que os alunos são submetidos em longo prazo.

Concluímos que, embora as reflexões de Luís sobre a etapa sejam suficientes para delinear como se organizou para desenvolver suas ações de Planejamento e adaptação de materiais, há um aspecto que não foi possível a ele explicitar, os critérios para a busca pela tarefa a ser adaptada. Seja qual for o conhecimento operacionalizado nessa ação, o sujeito não conseguiu descrever. No entanto, a emergência do conhecimento de que o ato de planejar pode ser fundamentado em teorias de ensino foi apresentado pelo sujeito de forma a argumentar e a exemplificar a importância do estudo teórico para guiar suas escolhas didáticas.

5.1.2. Oficina de uso do *Geogebra Book* (Oficina MEM 3)

Esta oficina ocorreu como parte das atividades desenvolvidas no semestre 2015.2 na disciplina Metodologia do Ensino da Matemática 3 (MEM3). A tarefa consistia na criação de um livro coletivo em nove capítulos sobre o conteúdo de Cônicas (Figura 14 e 15) para o qual a turma foi dividida em nove grupos, cada qual responsável por uma unidade do livro. A plataforma utilizada para o desenvolvimento do material foi o *Geogebra Book*.

Figura 14: Visão geral da primeira página do livro coletivo 2015.2

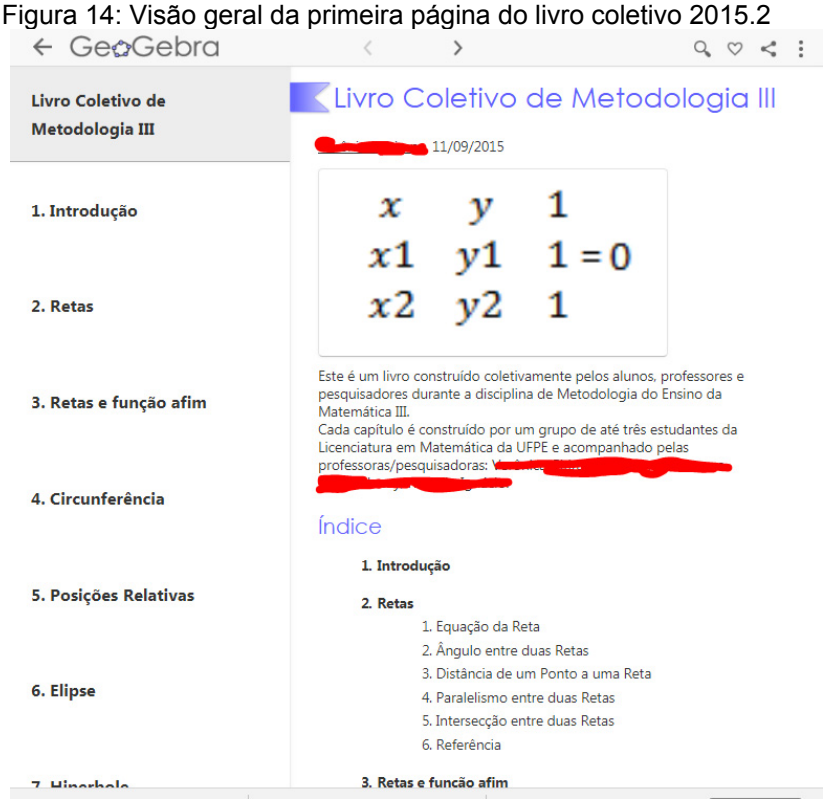
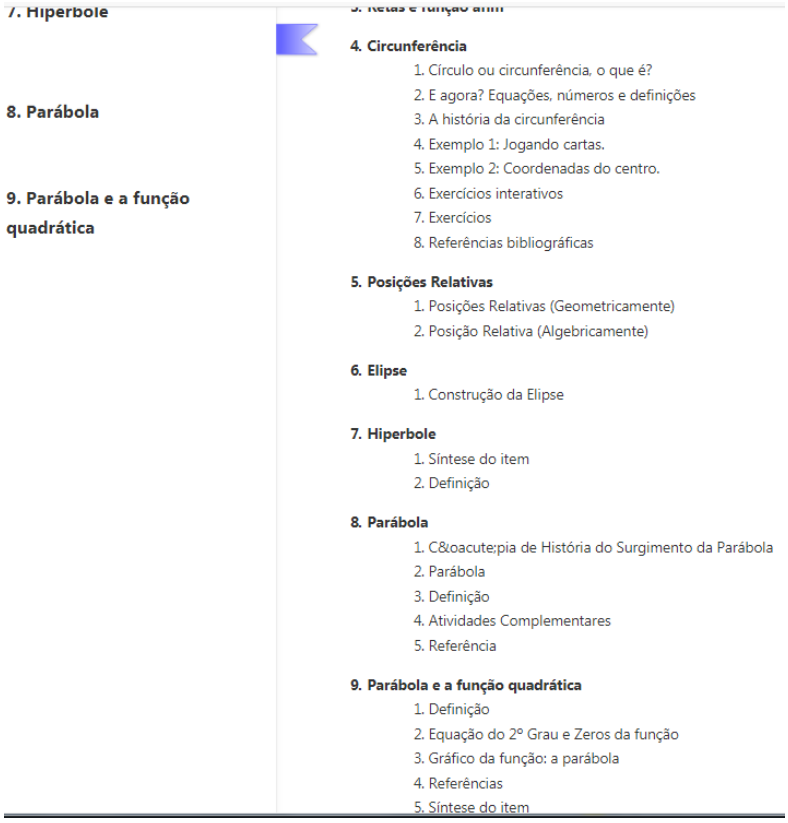


Figura 15: Visão geral da primeira página do livro coletivo 2015.2



Apesar de o grupo de Luís contar com três membros, a plataforma só apresenta registro de sua conta nas edições do conteúdo relativas a seu grupo.

O material produzido pelo grupo possui cinco páginas eletrônicas, das quais uma foi de referências (indicação de dois sites com resumos de conceitos e atividades sobre funções quadráticas) e outra (figura 16), de cópia digitalizada (incluída pela professora da disciplina) de manuscrito de caderno contendo: o nome dos integrantes do grupo, definições de parábola como lugar geométrico e um pequeno resumo sobre a forma algébrica da função quadrática e relação entre os coeficientes da equação $y=ax^2+bx+c$ e a concavidade da parábola do gráfico. Segundo a professora da disciplina, os estudantes foram solicitados a elaborar um planejamento, manuscrito da composição do capítulo, e postar no livro, deixando lá até o final da elaboração.

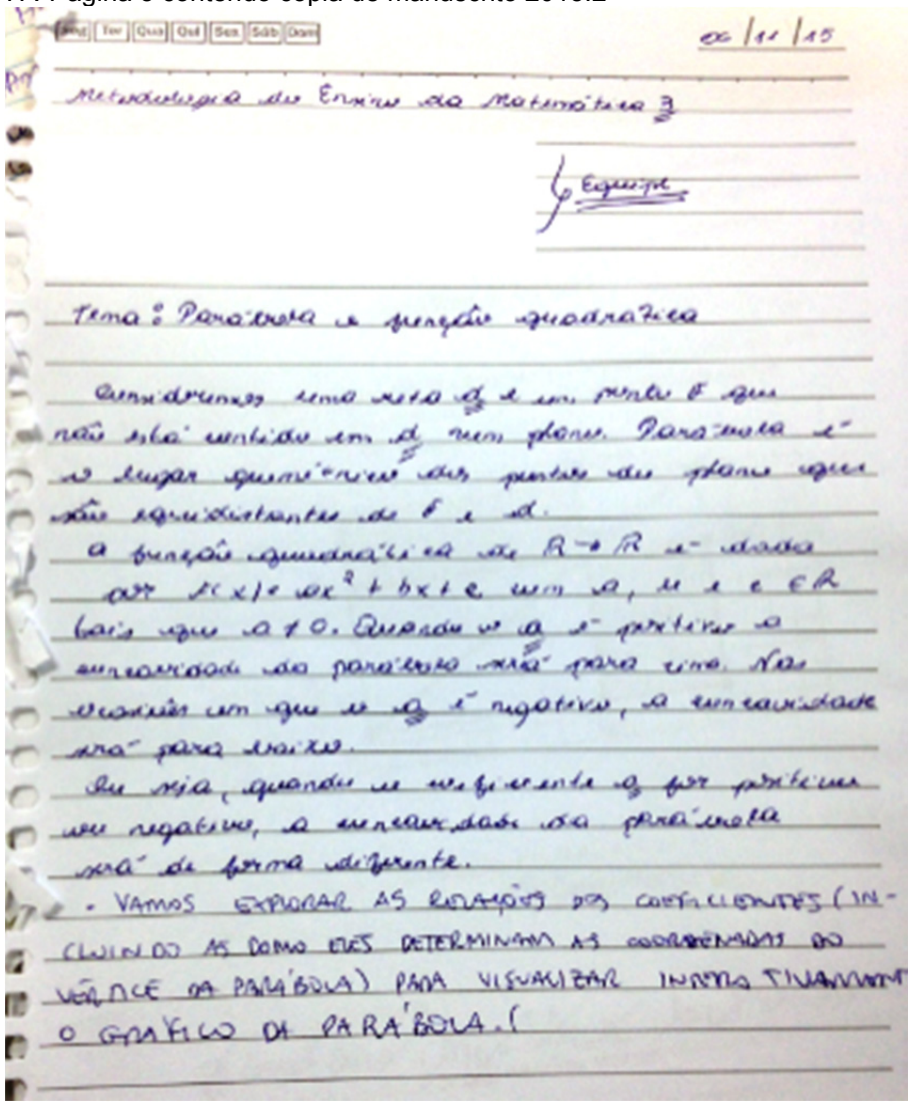
Figura 16: Página 4 do capítulo criado por Luís e seu grupo 2015.2

Definição

Chama-se função quadrática, ou função polinomial do 2º grau, qualquer função *f* de IR em IR dada por uma lei da forma $f(x) = ax^2 + bx + c$, onde a, b e c são números reais e $a \neq 0$.

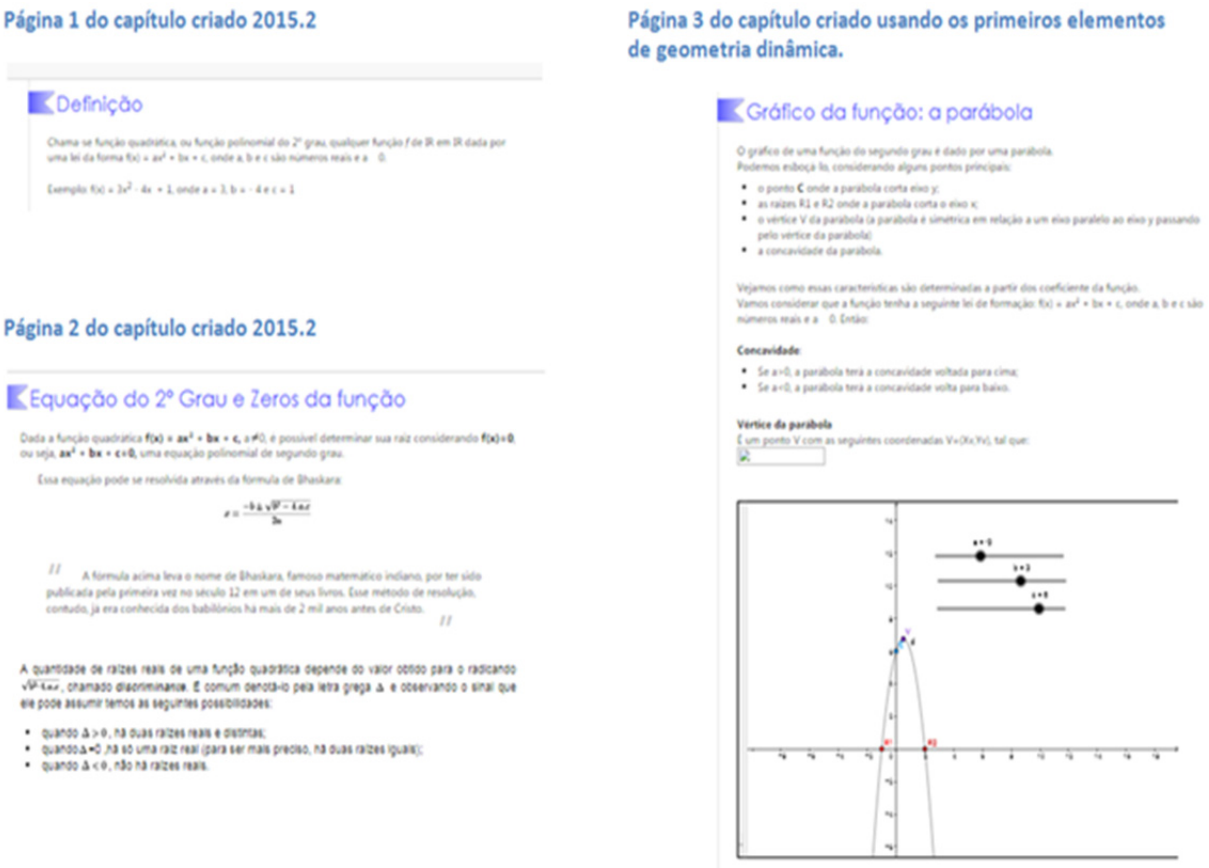
Exemplo: $f(x) = 3x^2 - 4x + 1$, onde a = 3, b = - 4 e c = 1

Figura 17: Página 5 contendo cópia de manuscrito 2015.2



As outras três páginas (Figura 18) continham: textos com definições curtas sobre elementos de gráficos de funções quadráticas; um applet Geogebra pelo qual é possível alterar uma parábola a partir da mudança dos valores dos coeficientes a, b e c em uma equação do tipo $f(x) = ax^2 + bx + c$; imagem com a fórmula da obtenção dos zeros de uma função quadrática.

Figura 18: Três primeiras páginas do capítulo criado. 2015.2

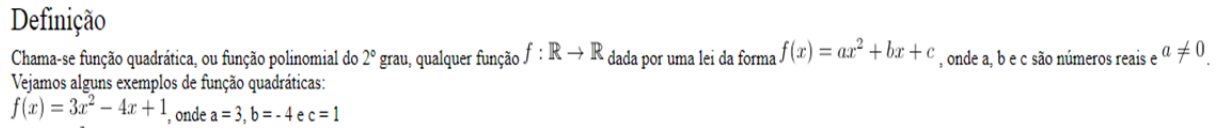


Reconhecemos, portanto, que se trata de um resumo de definições com uso de um elemento de geometria dinâmica para ilustração. Não há indícios de que tenha sido proposto para ser parte de uma estratégia de ensino, pelo que identificamos o material com um caderno de rascunhos onde se apresenta o conhecimento Matemático dos indivíduos para criar o material com o uso da tecnologia proposta.

Ao analisar o material desenvolvido e as referências utilizadas, percebe-se que a origem da quase totalidade dos textos é de páginas da própria Internet e de instituições acadêmicas (Universidade de Lavras e IMPA). Contudo, percebe-se que houve algumas adaptações sutis que mencionaremos adiante:

No campo da definição, não houve alteração e Luís apenas copiou o texto de um site conforme mostra a sequência de imagens a seguir (figuras 19 e 20):

Figura 19: Definição de função quadrática segundo site de referência de Luís

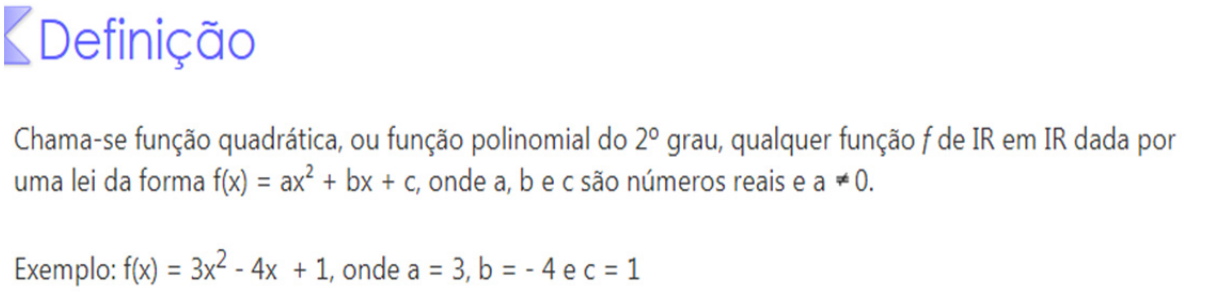


Definição

Chama-se função quadrática, ou função polinomial do 2º grau, qualquer função $f : \mathbb{R} \to \mathbb{R}$ dada por uma lei da forma $f(x) = ax^2 + bx + c$, onde a, b e c são números reais e $a \neq 0$.
Vejamos alguns exemplos de função quadráticas:
$f(x) = 3x^2 - 4x + 1$, onde a = 3, b = - 4 e c = 1

http://www.dex.ufla.br/old/Ivana/funcaoprimeiroesegundograus/funcao2grau.html

Figura 20: Definição de função quadrática adotada por Luís



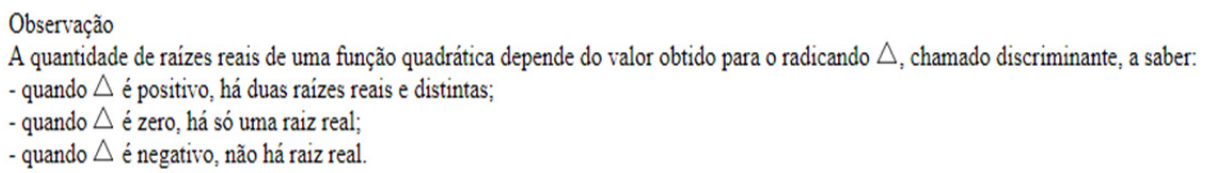
Definição

Chama-se função quadrática, ou função polinomial do 2º grau, qualquer função *f* de IR em IR dada por uma lei da forma $f(x) = ax^2 + bx + c$, onde a, b e c são números reais e $a \neq 0$.

Exemplo: $f(x) = 3x^2 - 4x + 1$, onde a = 3, b = - 4 e c = 1

Já nos extratos a seguir (figuras 21 e 22), Luís optou por não seguir o texto na íntegra, incluindo nele a definição de discriminante de uma função. Algo que não havia sido mencionado em seu material, mas que já era definido no texto de referência, onde se lê apenas o delta.

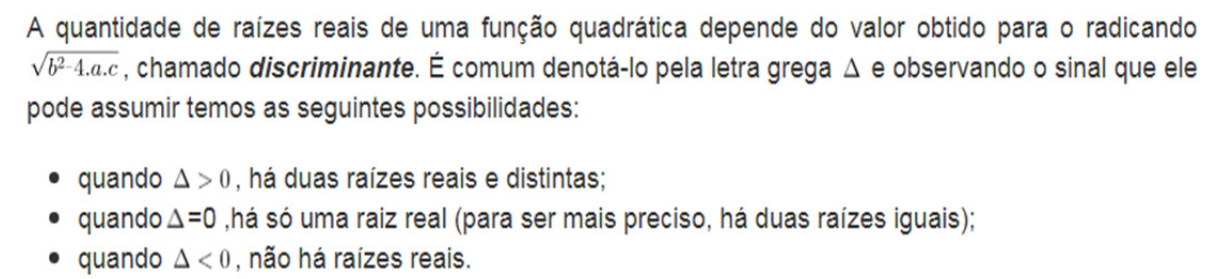
Figura 21: Apresentação do estudo das raízes no texto original



Observação
A quantidade de raízes reais de uma função quadrática depende do valor obtido para o radicando $\triangle$, chamado discriminante, a saber:
- quando $\triangle$ é positivo, há duas raízes reais e distintas;
- quando $\triangle$ é zero, há só uma raiz real;
- quando $\triangle$ é negativo, não há raiz real.

http://www.dex.ufla.br/old/Ivana/funcaoprimeiroesegundograus/funcao2grau.html

Figura 22: Estudo das raízes no capítulo de Luís



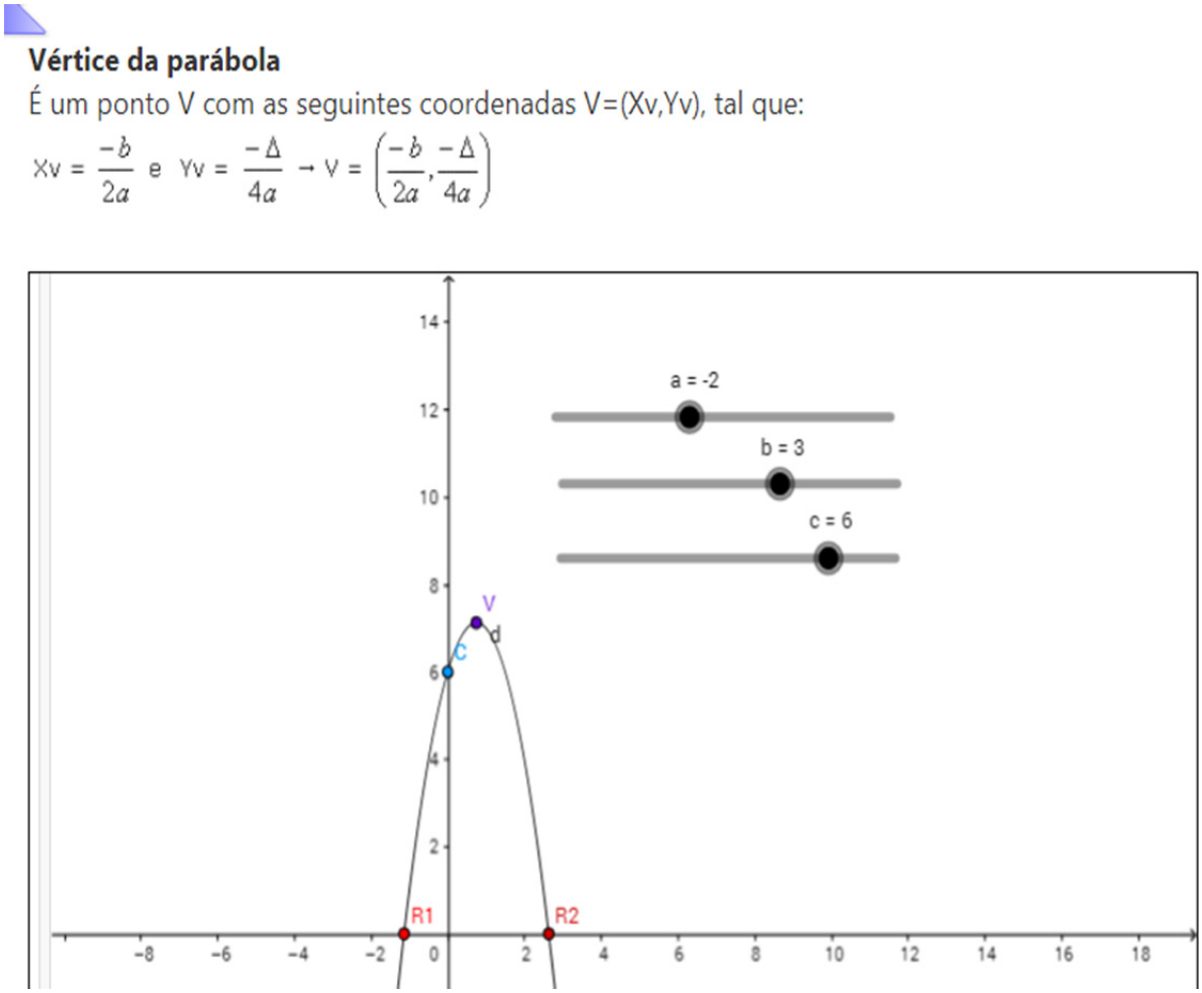
A quantidade de raízes reais de uma função quadrática depende do valor obtido para o radicando $\sqrt{b^2-4.a.c}$, chamado ***discriminante***. É comum denotá-lo pela letra grega Δ e observando o sinal que ele pode assumir temos as seguintes possibilidades:

- quando $\Delta > 0$, há duas raízes reais e distintas;
- quando $\Delta = 0$,há só uma raiz real (para ser mais preciso, há duas raízes iguais);
- quando $\Delta < 0$, não há raízes reais.

Houve, ainda, a inclusão de um mini aplicativo com um gráfico dinâmico (de

autoria de Luís) por meio do qual é possível verificar em um gráfico os efeitos de alterações de parâmetros da expressão algébrica usada na definição adotada para função quadrática.

Figura 23: Aplicativo desenvolvido por Luís



Percebe-se que, se tratando de um material não utilizado em sala de aula, as exigências de seleção de materiais não seguiram a mesma organização da experiência obtida em MEM2, não houve busca por uma proposta completa, referenciada em depoimentos de uso e criada em outro idioma para ser traduzida. Não houve procura pela didática do conteúdo. No entanto, o sujeito revela que a experiência foi importante para que ele aprendesse a usar uma plataforma para estruturar apresentação e criação de conteúdos.

Em seu depoimento aos licenciandos do ES2 de 2016.1 (durante a apresentação de seminário), Luís relativiza o papel do conteúdo e exalta a aprendizagem sobre novas tecnologias, conforme podemos constatar no extrato a

seguir:

> *“E o assunto era até cônicas e tal, hipérbole, parábola... Mas, enfim, a gente começou a ter contato com isso... com esses softwares de geometria dinâmica, e tal... Para que isso vai servir?... Não sei, só sei que a gente fez e ficou o conhecimento,... teve várias discussões mas a gente fica pensando... "Será que eu vou usar isso na prática, no dia a dia?" (Luís)*

Pelo depoimento do Licenciando, mesmo após o término da disciplina MEM3, permaneceram dúvidas sobre a utilidade dos recursos experimentados e produzidos para situações de prática de ensino. Portanto, o que ele denominou de conhecimento adquirido, de fato indica aproximação com tecnologias ligadas à aprendizagem da Matemática, não necessariamente vista como uma ferramenta de ensino. Mas, não podemos desprezar que, em sua cartografia reflexiva, menciona a relevância do caráter de estruturação que a ferramenta de elaboração de livros oferece. De fato, ao abandonar a busca por materiais prontos para ser confrontado com uma criação própria, fez uso do *Geogebra Book* como um guia de estilo (capítulos, tarefas, páginas) com limitação de recursos a serem inseridos e que, portanto, direciona q a organização dos recursos a serem selecionados.

Concluímos que o conhecimento de que poderia assumir o papel de autor mediante uso de plataformas digitais foi explicitado por Luís como tendo sua origem nessa etapa de formação. O reconhecimento de que há época (2016.1) havia dúvidas sobre a relevância da experiência para o cotidiano profissional do professor revela que tal conhecimento, embora operacionalizado, somente ganhou lugar no discurso do licenciando (passou à forma predicativa) após sua primeira experiência autoral e de Regência no ES2.

Embora não tenha se tratado, à época, de um material pensado para o ensino, o fato de ter sido utilizado posteriormente com objetivos didáticos nos dá a condição de analisá-lo como um recurso de formação que teve o seu papel na constituição de seu documento.

Para identificarmos um esquema associado a esse recurso, consideramos como situação a de ordenar conteúdos matemáticos em uma sequência de apresentação, por capítulos com objetivos distintos. Esse esquema foi resgatado na

primeira versão de seu capítulo de LDD e foi objeto de intensa discussão com o supervisor Silva, conforme detalharemos adiante.

Observamos no uso do mini-aplicativo uma relação com o material produzido em MEM2 devido ser um recurso de manipulação, mas por se tratar de materiais produzidos para fins distintos, torna-se difícil estabelecer que esquemas anteriores Luís utilizou/modificou para criar esse novo documento.

Enquanto recurso do documento criado, temos a ferramenta de criação de Livros digitais. Enquanto esquema de utilização, temos um esquema de ordenação de ferramentas (textos, imagens, mini aplicativos,...) que foi a forma de organização que pudemos observar.

Descrevemos esse esquema da seguinte forma:

Quadro 2: Esquema para preparação de uma aula sobre cônicas

Objetivo	Preparar um compêndio sobre um conteúdo específico que incorpore diferentes mídias como textos, equações, vídeos, simulações feitas com o *Geogebra*, dentre outras.
Regras de ação	Pesquisar textos de referência na Internet. Identificar definições a serem utilizadas Partir de definições e ordená-las adequando coerência de apresentação de conceitos. Utilizar um material dinâmico para ilustrar definições.
Invariantes operatórios	Os materiais de instituições acadêmicas apresentam correção conceitual. Ao ordenar definições de formas de representação, é preciso garantir coerência na apresentação dos conceitos.
Possibilidade de inferências	A utilização desses invariantes foi adaptada em ao menos três ocasiões, produzindo regras de ação distintas. Duas em reflexões com os supervisores Silva e Gomes e outra ao apresenta uma plataforma diferente (Desmos) no planejamento de uma oficina que ministrou. Portanto, o caráter adaptativo dessa forma de organização nos assegura que seus passos são raciocinados de maneira a ser regulada segundo contingências diferentes.

5.1.3. Oficina de uso de recursos digitais (Oficina MEM4).

Esta oficina ocorreu como parte das atividades desenvolvidas no semestre 2016.1 na disciplina Metodologia do Ensino da Matemática 4. A tarefa consistia em apresentar uma proposta de aula, usando novas tecnologias, para o ensino de Funções. Luís relata que ficou satisfeito com a atividade e apresenta sua escolha à época, que recaiu sobre o uso de representações dinâmicas usando o Dynagraph.

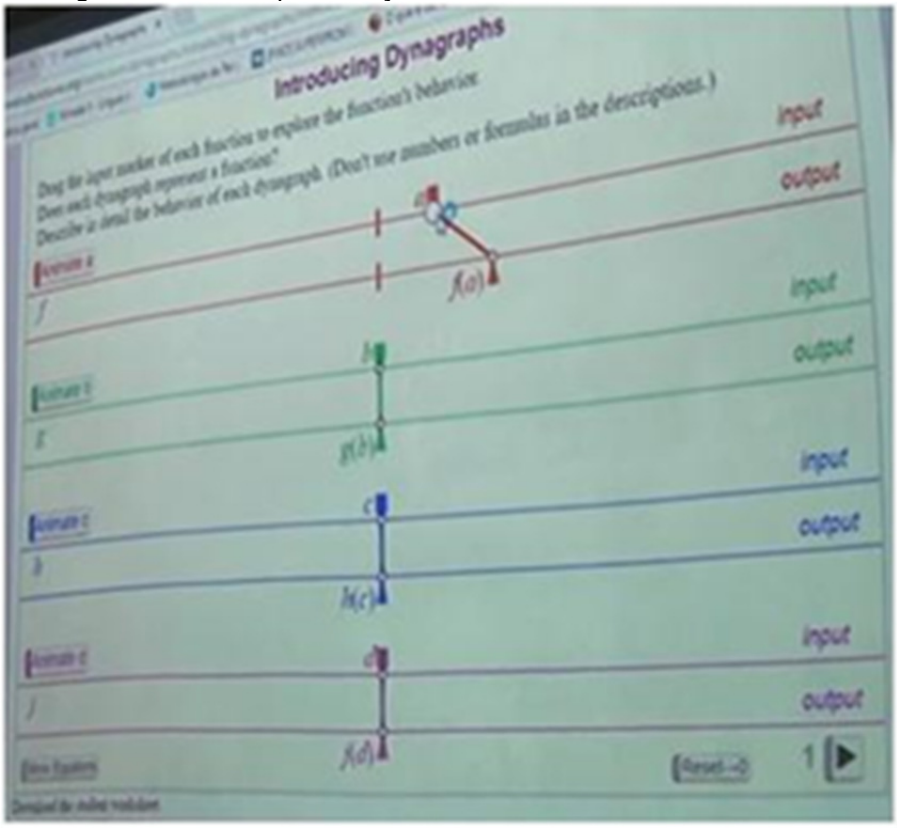
> *"Uma das atividades lá era pensar o uso de tecnologias. Que a gente fala muito, não é? Usar Tecnologia na sala... Então aí ela[1] deu um tema lá que era funções. E aí a gente teve que pensar o uso de tecnologias em funções. Teve muita coisa legal. Não sei se... estava lá. Houve até um grupo que trouxe um knect, pra usar com... Pra mexer com funções. Houve várias coisas. E então a gente também pensou em algum... em uma ferramenta. Na verdade é até um registro de representações para funções que a gente vai mostrar jájá. Isso em Metodologia 4" (Luís)*

O material utilizado por Luís (figura 23) não foi produzido, adaptado ou traduzido por ele. Trata-se de uma página da Internet com um mini aplicativo contendo quatro funções distintas (f(x)=2x, g(x)=x, h(x)=round (x), i(x) = x^2) e ocultas cujas respectivas representações das variáveis independentes são manipuláveis pela ação do usuário, inspirada no Dynagraph. Luís apresentou como sendo Dynagraphs[45]. De fato, os autores do mini aplicativo, assim como os do Dynagraph, criam ferramentas de visualização de representações de funções que dispõem recursos para manipular dinamicamente a variável do domínio e permitir ao sujeito visualizar em um eixo (ora paralelo, ora perpendicular) a variação da imagem (variável dependente). Em uma das ferramentas, o sujeito observa também o ponto (cartesiano) formado pela variável independente e a dependente. Luís fez questão de reproduzir com os voluntários um pouco do que foi a sua exposição para a disciplina, convidando um dos ouvintes para interagir com o recurso, o que provocou intervenções dos colegas com hipóteses de soluções sobre as estratégias de uso apresentadas..

[45] "a class of function-visualizing tools that have as their common features that 1) the domain variable is dynamically mouse-manipulated by the user and 2) the domain variable and its image are represented each in its own space."(GOLDENBERG; LEWIS; O'KEEFE, 1992, p. 244)

Após essa passagem, Luís ponderou sobre quais os caminhos que percorreu para utilizar a ferramenta e por que a etapa da disciplina foi importante para sua consecução da disciplina de Estágio Curricular da Matemática 2.

Figura 24: imagem da tela da Apresentação de Luís



> *A gente não estava nem pensando em estágio ainda. Foi uma das atividades que teve. E aí a gente lendo a gente viu que alguns autores já falam disso. Que às vezes a gente valoriza muito a questão matemática da formalização da algebrização, mas às vezes se esquece de que o conhecimento... Ele se mostra às vezes na conversa no diálogo na interação, como a gente fez com vocês que começaram a falar, a ajudar a ele ali. Então é importante a gente valorizar essas narrativas de aprendizagem. Escutar o aluno também. Às vezes quando a gente está apenas na sala... O professor centraliza tudo nele e esquece o aluno. E então? O aluno? Será que está construindo o conhecimento mesmo? Ele está aprendendo alguma coisa? E então, às vezes, para ajudar na produção dessas narrativas, nessa interação, às vezes um aluno conversando com outro... Ele entende melhor que quando o professor explicou. Por que será que eles falam isso? Por que às vezes ele tem uma linguagem mais próxima. A gente professor está tão distante. E às vezes um ambiente que seja propício para criar essas narrativas, essas interações para puxar dos alunos, ou para desenvolver são esses ambientes computacionais que a gente estava usando agora. Você vê que eles interagem... (Luís)*

Uma primeira observação sobre o depoimento de Luís é o de que suas escolhas e uso de um material que copiou da Internet, é apenas a parte visível de uma construção teórica e metodológica que foi desenvolvida ao redor da tarefa assumida (conceber e apresentar recursos para o ensino de um conteúdo específico), passando a criar seu sistema de recursos voltado para ensino.

Importante destacar que esse trecho, da apresentação de Luís, indica a adoção de algumas escolhas que são reforçadas por elementos presentes em outros espaços de nossa coleta de dados. Identificamos que ele usa com bastante frequência (tanto na apresentação do estágio quanto nas etapas anteriores de planejamento junto aos supervisores) a terminologia de "narrativas de aprendizagem" como a linha mestra de sua conduta frente à sala de aula (extrair dos alunos descrições que utilizem metáforas para o comportamento das variáveis da função). Tal terminologia provém de uma referência onipresente nas apresentações e documentos de relatórios apresentados por Luís, a dissertação de mestrado de SALES (2008). A autora da dissertação investigou a abordagem do ensino de funções com ênfase no desenvolvimento de narrativas, segundo Bruner (1997) e do uso de micromundos, segundo Hoyles (1993) e concluiu que estudantes apresentam, de maneira espontânea, elementos que caracterizam as funções estudadas por meio de representações dinâmicas. Além da experiência na disciplina MEM3, a leitura dessa pesquisa também influenciou Luís à adoção do *Dynagraph* como ferramenta principal de desenvolvimento das tarefas de seu capítulo de livro para o Estágio Curricular supervisionado de Matemática que acompanhamos. O estagiário revela verdadeiro fascínio sobre a ideia de iniciar o ensino de funções utilizando recursos diversos como pôde constatar a partir das apresentações que assistiu de seus colegas. Relata ainda que suas escolhas se deram a partir de diversas pesquisas (bibliografia da apresentação) para considerar os seguintes aspectos:

1. Livre exploração (pelos alunos) de elementos representativos de variáveis sem o uso de valores numéricos ou representação algébrica.
2. Descrição provisória (pelos alunos) para o comportamento da função estudada mediante uso de terminologias relacionadas a movimento (ex. velocidade).

3. Possibilidade de múltiplas interpretações gerarem ambiente propício para que os alunos argumentem entre si sobre suas narrativas para explicar o comportamento das variáveis.

Essa estrutura organizacional, possivelmente herdada de sua experiência em MEM2, foi evocada tanto para as fases de planejamento quanto para as de regência, constituindo em uma estratégia recorrente do sujeito para lidar com essas classes de situações. Percebe-se que, tal qual ocorreu em MEM3, há um forte envolvimento com recursos tecnológicos mediante a aplicação das representações utilizadas pelo *Dynagraphs* para lidar com o ensino do de funções. No entanto, a literatura acadêmica com a qual teve contato e os diálogos na disciplina, incluindo as apresentações da produção de materiais de seus colegas, exerceram um papel de convencimento sobre a existência de diferentes formas de ensinar um mesmo conteúdo, ou seja, que há diferentes escolhas didáticas a serem assumidas pelo professor. Isso está explícito em seu depoimento, que valoriza bastante a apresentação dos colegas com que ele não pensava existir formas de abordagem do conteúdo (ex, com o uso do Knect[46]).

Portanto, o conhecimento de que as tarefas de planejamento e de regência de aulas podem ser fundamentadas em pesquisas acadêmicas é explicitada e argumentada tanto nas reflexões em suas apresentações quanto na sua argumentação frente aos supervisores, conforme apresentaremos mais adiante.

Há, ainda, um fator relevante sobre as escolhas do sujeito e que permaneceram subjacentes à apresentação que fez aos alunos de ES2, mas que pode ser identificado em entrevistas e em momentos de planejamento junto ao supervisor. Trata-se de sua experiência no estágio curricular supervisionado de Matemática 1 (ES1), que foi anterior ao início desta pesquisa e que coincidiu com as atividades desenvolvidas nas oficinas da disciplina Metodologia 4.

[46] um sensor de movimentos desenvolvido para o Xbox 360 e Xbox One, junto com a empresa Prime Sense. O Kinect criou uma nova tecnologia capaz de permitir aos jogadores interagir com os jogos eletrônicos sem a necessidade de ter em mãos um controle/joystick, inovando no campo da jogabilidade, já bastante destacado pelas alterações trazidas pelo console Wii, da Nintendo e Move, da Sony. (https://pt.wikipedia.org/wiki/Kinect, acesso em 20/02/2018)

Essa etapa do estágio requer observação em sala de aula, pelo que o licenciando pôde acompanhar as atividades de uma professora de Matemática ensinando o conteúdo de conjuntos e relações binárias (para após ensinar funções) em uma sala de aula mista contendo alunos surdos e ouvintes. De acordo com seus relatos, a apresentação do conteúdo pela professora regente, usando figuras estáticas, seguia uma linha metodológica que não privilegiava a participação dos alunos (uma turma de nono ano), e por isso não os ajudou a superarem as suas dificuldades de aprendizado. Em sua primeira reunião de planejamento com o supervisor, ao final de 2016, destaca que:

> *"a experiência (de observação) que a gente teve, é sempre a mesma. O professor explica no quadro, o aluno copia, depois resolve exercícios." (Luís)*

Essa experiência é relatada, desde sua apresentação ao primeiro supervisor, como antítese de suas escolhas. Conjecturamos que Luís encontrou uma oportunidade de refletir sobre uma escolha didática que privilegiasse a participação do aluno como forma de garantir que, ainda que haja deficiência auditiva que dificulte o aprendiz a participar das discussões, promova-se efetiva oportunidade de aprendizado mediante a exploração dos conceitos usando *Dynagraphs*.

A forma de organização das ações de Luís que analisamos nos pareceu restrita a uma classe de situações menos abrangente que as anteriores. Se em MEM2 a classe de situações se circunscreveu a um domínio pedagógico e em MEM3 a um nível de uso de tecnologias digitais para organizar conteúdos, a experiência descrita em MEM4 remete à didática do ensino de Funções. Embora reconheçamos a generalidade do conhecimento emergente de que pesquisas acadêmicas podem orientar a atuação docente, suas ações consideraram estabelecer um objetivo específico para o ensino de um conteúdo específico. Ainda sob a forma de oficina, sua proposta se desenvolve com a concepção de que o aluno deve manipular objetos dinâmicos que representam variáveis e estabelecer um discurso provisório sobre o comportamento das funções utilizando metáforas (ex.: velocidade para taxa de variação) antes que se estabeleçam definições precisas, o que aparentemente contrasta com sua experiência em MEM3 (quando criou um material sobre funções quadráticas iniciando com definições). Essa nova concepção assumida por Luís nasce de uma classe de situações diferente. Trata-se

de utilizar ferramentas digitais para ensinar características relacionadas ao comportamento das variáveis de funções. No entanto, ao menos uma parte do antigo esquema pode ser identificada que é o apelo à manipulação de materiais dinâmicos. Agora não apenas para ilustrar, mas para desenvolver compreensões sobre o conceito.

Descrevemos esse esquema da seguinte forma:

Quadro 3: Esquema para preparação de oficina de ensino de funções

Objetivo	Preparar uma oficina de ensino de funções
Regras de ação	Pesquisar textos de referência na Internet. Utilizar um material dinâmico para ilustrar definições e desenvolver conceitualizações. Prever momentos de interpretações individuais e coletivas dos alunos sobre o comportamento dos recursos dinâmicos.
Invariantes operatórios	Utilizar materiais indicados em pesquisas acadêmicas favorece antecipar dificuldades de aprendizagem pelos alunos. O uso de ferramentas dinâmicas para representar funções favorece a compreensão do conceito de variáveis de funções. Prever uma fase de exploração e descrição do comportamento das funções favorece a compreensão das características delas em posteriores apresentações formais de definições.
Possibilidade de inferências	Essa forma de organização foi apresentada para elaboração das primeiras versões do capítulo do LDD que se compunha de materiais dinâmicos para manipulação sem uma problematização detalhada. Ou seja, Luís precisou adaptar esse esquema que foi amplamente utilizado durante seu estágio curricular supervisionado de Matemática.

Um destaque final se faz ao invariante operatório mobilizado como utilizar materiais indicados em pesquisas acadêmicas favorece antecipar dificuldades de aprendizagem pelos alunos. Tal conhecimento provém de escolhas próprias de Luís (a professora não indicou tais pesquisas ou teorias de ensino). Nossas conclusões são a de que esse conhecimento emerge dos resultados de suas ações anteriores na disciplina de MEM2 como resultado de suas inferências e em MEM4 como elemento orientador de ações.

5.1.4. Oficina de exploração de livros didáticos digitais (Oficina ES2).

Conforme já descrevemos em nossa metodologia, em outubro de 2016, solicitamos à professora da disciplina de ES2 da instituição de ensino superior escolhida para que cedesse duas aulas a fim de que o pesquisador apresentasse aos discentes alguns elementos sobre a emergência dos livros didáticos digitais tanto no cenário das salas de aula quanto no de pesquisa acadêmica. Durante os dois encontros, foi proposto aos estudantes a exploração de um modelo de livro didático digital Francês, o manual do Sésamath (França) e um de Israel, o Visualmath, ambos apresentados no trabalho de Pepin et al. (2015). Ao fim dos dois encontros, foram apresentados aos alunos os elementos da pesquisa em curso e solicitamos voluntários para o desenvolvimento de um projeto de elaboração de livro didático no decurso de suas cadeiras de estágio curricular supervisionado (ES2, ES3 e ES4). Luís relata que enxergou no convite uma oportunidade para continuar o desenvolvimento de elementos que já havia estudado nas disciplinas de Metodologia. O extrato a seguir reflete sua percepção ao conhecer a pesquisa:

> *Depois a gente teve essa oficina que a professora falou. Que é essa daqui.*
> *Na parte teórica que.... Vocês têm a carga teórica e a carga prática de estágio e a gente teve essa oficina que era para conhecer um pouco de livro didático digital... O que é um livro didático, o que é um livro didático digital... Como é que isso funciona. A gente viu alguns exemplos de uso na França, o outro eu acho que foi em Israel. Isso na parte teórica.... A gente está sendo meio que objeto de pesquisa. Mas está tendo a oportunidade de usar essas ferramentas. (Luís)*

Portanto, Luís reconheceu a viabilidade de desenvolver uma proposta diferente do que já havia experimentado. A possibilidade de elaborar seu próprio livro estruturado com recursos similares aos que verificou nos exemplos apresentados exerceu o papel de desafio que foi assumido pelo sujeito como oportunidade de crescimento profissional e, sobretudo, de criação de sentido prático para os conhecimentos que adquiriu nas disciplinas anteriores.

Um destaque importante a ser mencionado é que Luís apresenta o Geogebra Groups em sua cartografia. Trata-se de um recurso selecionado pelo próprio estagiário e que foi amplamente utilizado durante as regências. Percebe-se nessa escolha, e posterior defesa de utilização, que houve um crescente exercício de

autonomia de seleção e adaptação de recursos para o projeto do capítulo de livro.

O conhecimento de que recursos digitais podem ser articulados em uma proposta de longo prazo para o ensino usando plataformas de criação de LDD foi explicitada no discurso do sujeito e foi fundamental para que se engajasse à proposta e o guiou nas etapas de elaboração de materiais.

Não conseguimos destacar de forma analítica os esquemas desenvolvidos por Luís para essas situações ou para as palestras que descreveremos a seguir. No entanto, um documento não é composto, de forma biunívoca, por recursos e esquemas de utilização. Um documento pode demandar por vários recursos e tais atividades (procura e participação) foram executadas mediante um objetivo declarado de fundamentar suas decisões.

5.1.5. Oficinas abertas e palestras abertas

Luís relatou ter participado dos seguintes eventos acadêmicos (abertos ao público em geral) oferecidos por setores de ações de extensão da universidade:

> **Oficinas**: Raciocínio Algébrico e Funcional na Planilha Eletrônica; A Essência da Geometria Dinâmica; o que podemos fazer com malhas em sala de aula?
>
> **Palestras**:- Tecnologia e Educação: quais os desafios para os docentes na sociedade tecnológica?; O Livro didático de matemática e seu lugar em sala de aula.

O fato de serem escolhas espontâneas de Luís, aliado ao fato de que seu projeto de elaboração do livro já estava em curso, nos permite reconhecer tais participações como uma tomada de informações para organizar suas ações junto ao desafio de elaborar seu capítulo de livro didático. A essa etapa, Luís já possuía um objetivo, definido de aprimorar o capítulo em curso de elaboração e experimentação no primeiro semestre de 2017. Essa tomada de informações para lidar com um objetivo nos remete a compreender que a autonomia exercida pelo Licenciando de assumir seu percurso de formação, o auxiliou a estruturar seu sistema documental em torno da produção do capítulo do livro didático. São tentativas de estabelecer um

esquema estável para estruturar os documentos que dispõe e desenvolve.

Destaquemos do mapa de recursos (figura 10) as conclusões que Luís expressa sobre o que considerou relevante nessas oficinas e palestras:

> *Conhecer estratégias diferentes de ensino além do quadro.*
> *Possibilidades de trabalhar com problemas e atividades.*
> *Como analisar as respostas dos alunos.*
> *Diferenças entre materiais concretos e digitais.*
> *Uso de software de geometria dinâmica.*
> *Como o professor pode mediar o aprendizado.*
> *Refletir sobre o uso da tecnologia.*
> *Repensar o uso do livro didático em sala: professor assumir papel ativo e autoral no processo pedagógico. (Luís)*

A perspectiva de "assumir o papel ativo e autoral no processo pedagógico" destacada por Luís é o desafio que a pesquisa propôs. Os demais são entendidos pelo estagiário como ligados a sub-objetivos a serem atingidos para que promova o andamento de suas tarefas. Mas é no nível da Didática da Matemática que Luís sentiu maior dificuldade de estabelecer sub-objetivos, conforme veremos mais adiante.

5.1.6. Oficina de *Geogebra Books* e *Geogebra Groups*

Luís ministrou duas oficinas (4 h cada) no mesmo projeto de extensão em que foi ouvinte meses antes. Sua participação, junto ao pesquisador, foi a de ajudar a cada professor, pesquisador e colega da graduação que estavam matriculados, a criar uma primeira versão de livro e articular tais materiais no Geogebra Groups. Para tal, Luís preparou slides de apresentação e se envolveu numa dinâmica de exposição de suas ideias a um grupo heterogêneo e experiente, tendo oportunidade de ouvir e dialogar com os mesmos, o que se configurou em momento oportuno de de acompanhamento e análise de sua afinidade com o projeto de seu estágio curricular supervisionado. Embora o recurso do site *Desmos*[47] tenha sido indicado em seu mapa, ele não foi objeto de atividades na oficina. No entanto, a menção ao recurso indica a expansão dos sistema de recursos com os quais Luís lida ao redor de suas atividades. Trata-se de um repositório de atividades preparadas para a

[47] https://www.desmos.com/

calculadora *Desmos* (classe de situação com o *Geogebra*) e que, à semelhança do site *Geogebra*, possui uma plataforma de criação de atividades em salas virtuais. Se antes Luís procurava tarefas prontas em repositórios para serem aplicadas mediante pequenos ajustes, hoje ele tem adaptado essa estratégia para localizar recursos passíveis de serem integrados (e compartilhados) em uma plataforma de criação de atividades.

Apesar de os ouvintes conhecerem o Geogebra e o portal do Geogebra, nenhum possuía conhecimento do *Geogebra book* ou do *Geogebra groups*. Dessa forma a atuação de Luís foi direcionada a instrumentalizar os ouvintes a criarem seus materiais.

A estratégia adotada por Luís foi novamente a de garantir um momento de livre exploração das ferramentas pelos ouvintes, seguida de uma breve discussão sobre os recursos e uma apresentação na qual detalha cada ferramenta que utilizou exemplificando o uso com seu próprio capítulo de LDD. Como houve problemas de Internet na sala, Luís adaptou sua forma de apresentação para usar o conteúdo off line.

Ressaltamos que em uma repetição dessa oficina em um congresso, Luís foi defrontado com a situação de que nem Internet, nem computador para todos os participantes estavam disponíveis. Nesse cenário, conseguiu adaptar a apresentação para garantir alguma exploração (off line) das ferramentas pelos ouvintes com os poucos computadores que dispunha, e adaptou a oficina para explorar o Geogebra Groups em projeção (com um link de internet para celular).

Ao fim de cada apresentação, a avaliação positiva dos profissionais presentes serviu como indicativo de que os conhecimentos adquiridos por Luís e apresentados em ação (forma operativa), foram passíveis de serem apresentados (e validados) por professores e pesquisadores experientes. Percebe-se, portanto, indícios de que desenvolveu uma forma predicativa de seus conhecimentos que é eficiente para apresentar os elementos mais importantes para comunicar sua experiência.

5.1.7. Reuniões de planejamento com o professor Gomes. (Sup. ES3)

Embora a cartografia reflexiva elaborada por Luís inclua apenas as reuniões de planejamento com o professor Gomes, suas apresentações em seminários sugerem uma grande relevância de suas reuniões de planejamento com o professor Silva (Sup. ES2). A análise dessas reuniões, detalhada nesse capítulo, revela que o sujeito mobilizou todos os documentos que gerou em etapas anteriores e que foram utilizados para fazer frente às tarefas iniciais de estruturar uma proposta de ensino articulada a um currículo pré-estabelecido.

Uma primeira conclusão geral extraída das reflexões do sujeito foi capaz de explicitar os conhecimentos que operacionalizou durante o estágio, ao apresentar os passos de sua gênese documental, indicando as origens das ideias que pôs em prática para obter sucesso. No entanto, alguns conhecimentos foram apresentados de maneira pouco clara, como os que orientam sua busca de recursos, permanecendo subjetivos às ações que exerce.

Outra constatação que fazemos é a de que o desenvolvimento do capítulo de LDD provocou uma intensa articulação de recursos (e documentos associados), desenvolvidos em experiências anteriores da formação do Licenciando, com outros desenvolvidos durante a experiência de estágio Curricular. Portanto, a criação do capítulo de LDD no âmbito do ES2 e ES3 consistiu em uma tarefa diferente para o estagiário que passou a buscar esquemas antigos para lidar com tal situação nova. Vergnaud (2000) afirma que um esquema possui uma característica que denomina oportunista, já explicitada em nosso quadro teórico. Isto significa dizer que a busca que o sujeito fez sobre documentos anteriormente elaborados, visava estabelecer um novo esquema que organizasse suas ações para uma nova classe de situações, qual seja a de estruturar suas ações de ensino mediante a construção de seu próprio LDD. Essa visão nos trouxe algumas conclusões adicionais:

1) O sistema documental do professor possui unicidade, deve ser tratado no singular, pois além de os recursos estarem articulados entre si pelos esquemas desenvolvidos para sua utilização, seus objetivos gerais concorrem para o mesmo sentido, seja considerando o aspecto de atuação quanto de formação profissional.

2) O sistema de recursos, que o estagiário desenvolveu nas etapas que antecederam o projeto de estágio, estava articulado por esquemas relativamente estáveis, criados para intervenções de curta duração com características de oficinas e a nova proposta requereu tanto a mobilização desses recursos quanto dos esquemas a eles associados para fazer frente ao desafio novo de estruturá-los em uma proposta de ensino de natureza diferente.
3) A valorização de seu próprio sistema documental no projeto que assumiu permitiu que o processo de criação do capítulo do LDD servisse como uma oportunidade de reflexão sobre sua formação permitindo agregar sentido profissional até mesmo a situações em que o propósito não era diretamente relacionado ao ensino (como a oficina de MEM3).
4) A partir da insuficiência de seu sistema documental estabelecido para cumprir a totalidade do projeto em curso, Luís passou a assumir parte de seu curso formativo, exercendo autonomamente a procura por identificar novos recursos e novos conhecimentos em cursos e oficinas que selecionou participar. Esse movimento de busca de recursos difere por se dirigir a ambientes ainda não explorados, mas com critérios claros de seleção.

As alterações em esquemas que observamos se deram, sobretudo pelas regras de tomada de informação, dado que Luís adapta a forma como busca elementos para compor seus esquemas. Os primeiros esquemas foram notados em MEM2 ligados à busca de materiais prontos em repositórios e os últimos relacionados à identificação de recursos em espaços geralmente oferecidos para formação continuada de professores (oficinas de formação e palestras). Suas regras de ação foram adaptadas de *traduzir conteúdos de materiais* prontos para *reordenar de recursos que já produzidos* com o objetivo de compor uma proposta de ensino coerentemente articulada a um currículo pré-estabelecido.

Quanto aos conhecimentos que guiaram suas ações, estes foram mobilizados de forma cumulativa sendo que o produto de uma experiência é utilizado como princípio para o desenvolvimento da outra.

Após uma análise das ações do sujeito com esses recursos mobilizados, à luz de suas reflexões apresentadas em outras fontes (entrevistas, relatórios, TCC, correspondências de email) elaboramos uma versão simplificada da cartografia reflexiva de Luís (FIGURA 10) buscando ilustrar as relações estabelecidas entre as situações mediante a ligação por conhecimentos utilizados. Nesse modelo, a unicidade do sistema documental é retratada para afastar a percepção de uma sucessão de gêneses documentais dissociadas. Os conhecimentos operacionalizados pelo sujeito (ou descritos em suas reflexões) como resultado de suas gêneses documentais são representados como elemento de ligação entre os esquemas desenvolvidos pelo sujeito. Por se tratar de um sistema, seu objetivo é retratado por uma única direção apontada por cada ilustração de documentos. Em nosso contexto de pesquisa, consideramos que tal objetivo seja a promoção de situações de aprendizagem de funções para os alunos do nono ano. Os passos desse processo de profissionalização aparecem na autonomia exercida pelo sujeito em cada gênese documental, passando de uma relação de dependência de orientação como as experimentadas nas disciplinas de Metodologia, às colaborações típicas de um cotidiano exercício profissional.

Adiante, concentramos nossas análises no processo em si de criação e aperfeiçoamento do capítulo do LDD durante as etapas de ES2 e ES3.

5.2. Análises do desenvolvimento do capítulo de LDD

Neste tópico analisamos o desenvolvimento do sistema documental do sujeito durante as duas etapas de estágio curricular supervisionado de Matemática que acompanhamos (2016.2 e 2017.1). Correlacionamos, a partir dos esquemas desenvolvidos, o desenvolvimento do sistema documental analisado com a evolução do processo de formação acadêmico/profissional do sujeito.

Os registros audiovisuais do decurso de desenvolvimento do capítulo do LDD dão conta de 6 agrupamentos de interações divididos nas duas etapas do Estágio curricular supervisionado na escola que serviu de campo de Estágio. O quadro a seguir resume os protocolos registrados em vídeo.

Quadro 4: Protocolos registrados em vídeo

Etapa	Tipo de Interação	Quantidade de encontros	Tempo de vídeo registrado
Estágio curricular supervisionado 1	Planejamento prévio com Pedro e o supervisor Silva.	5[48]	5h 18 min
	Regências	5	6h 17 min
	Reflexões com Pedro e o supervisor Silva.	4	1h 41 min
Estágio curricular supervisionado 2	Planejamento prévio com o supervisor Gomes.	3	6h 10 min
	Regências	6	6h 50min
	Reflexões após cada regência.	4	5h 05min

A primeira versão do capítulo de LDD tem data de início de criação no dia 30/11/2016, e corresponde ao desenvolvimento de recursos de apoio à prática de Estágio curricular supervisionado de Matemática 2. A segunda versão tem data de 02/06/2017 e corresponde ao Estágio curricular supervisionado de Matemática 3. Embora o sujeito tenha criado um capítulo de LDD em 31/10/2017 para seu Estágio Curricular Supervisionado de Matemática 4 (para alunos do Ensino Médio), não acompanhamos sua construção e implementação por fugir do escopo de nosso recorte temporal da formação do sujeito. Há, ainda, uma versão de 19/06/2017, adaptada da versão de 30/11/2016 para o desenvolvimento das duas oficinas que ministrou com professores. O fato de as datas do calendário acadêmico estarem em aparente desacordo com o calendário civil se deve ao fato de que ocorreram diversas paralisações nas instituições (tanto da graduação quanto do campo de estágio) durante as duas etapas analisadas das disciplinas de estágio curricular supervisionado.

[48] Por causa de uma falha de manipulação da filmadora não conseguimos recuperar as filmagens do dia 11/01/2017 pelo que utilizamos os registros de áudio que fizemos com um gravador.

Antes de analisarmos o processo de gênese documental de Luís com o conjunto de recursos agregados ao seu capítulo de LDD, descreveremos as duas versões, a 2016.2, de 30/11/2016, e a 2017.1, de 02/06/2017. Tal visão geral dos recursos nos permite situar o papel do processo de criação de capítulo de LDD na formação do sujeito.

A primeira versão envolveu uma maior busca de materiais e um intenso debate sobre o que seria considerado relevante para ser incluído no capítulo de LDD e a segunda etapa envolveu uma exaustiva revisão conceitual e metodológica culminando em diversas alterações.

Ambas as versões foram desenvolvidas para turmas de nono ano do ensino Fundamental para o estudo de funções.

5.2.1. Descrição versão 2016.2 do capítulo do LDD

A versão 2016.2 consta de apenas um capítulo, nomeado “O que são funções?” que possui 10 subtópicos, cada qual contendo elementos textuais (ex. textos introdutórios, enunciados de questões) e não textuais, (ex. vídeo, imagem, mini aplicativo) :

1. Item 1.1, “Pensando o dia-a-dia” - Contém: um vídeo introdutório que Luís encontrou em um repositório na Internet[49] e incorporou (vinculou sem cópia do arquivo) à formatação do subtópico; Textos de autoria de Luís destacando elementos do vídeo que fazem referência a grandezas físicas; Imagens extraídas do vídeo destacando relações entre grandezas; uma tabela a ser preenchida pelos alunos, que deveriam indicar relações entre grandezas que reconheceram no vídeo e apresentarem uma descrição dessa relação.

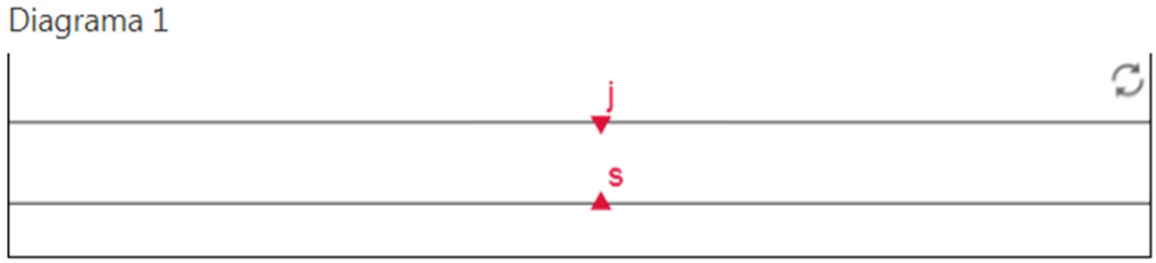
2. Item 1.2, “Breve comentário” - Um texto introdutório, de autoria de Luís, sobre as origens do conceito de função. O texto contém referência a dois endereços de internet que inspiraram Luís a redigir o texto. Nota-se que, em sua adaptação, foram eliminadas referências a conceitos mais complexos (como o de derivada) e usos de linguagem simbólica formal (conjuntos). O texto

[49] https://www.youtube.com/watch?v=3irPWVHKfT8

termina justificando a proposição das atividades seguintes como passos para o entendimento do conceito de funções.

3. Item 1.3, “Diagrama Dinâmico - Exercício 1” - O item apresenta quatro diagramas dinâmicos, cujas configurações iniciais coincidem com a que pode ser visualizada na figura 24.

Figura 25: Diagrama dinâmico da versão 2016.2 do capítulo de LDD



Cada diagrama se comporta de acordo com uma lei de formação diferente (j = s; j = -s; j = s+3; j = 1) e as problematizações incluíram itens de múltipla escolha e caixas de respostas abertas, num total de 13 itens. Em todos, solicitou-se dos alunos alguma descrição do comportamento das variáveis e de relações de dependência entre elas.

Os mini aplicativos que não foram concebidos por Luís, foram adaptados de material disponível no portal. Sendo assim a plataforma *Gegebra Book* inclui, ao fim da página, o nome e o link da página do autor da versão original. Na página (em inglês) de onde Luís extraiu o item, encontra-se apenas o mini aplicativo (sem questões problematizadoras) contendo indicação de vetor entre as variáveis que se deslocam em retas paralelas, um quadriculado ao fundo e um conjunto de sete linhas de elementos na janela de álgebra. No entanto, Luís promoveu diversas modificações (figura 26) no mini aplicativo original (figura 25): alterando funções; eliminando textos em inglês e; nomeando as variáveis. Pode-se perceber que a janela de álgebra da versão de Luís possui 22 linhas de elementos, das quais apenas 9 são necessárias. Esse resíduo sugere algo que o próprio Luís reconheceu em depoimento: que os processos de adaptar os recursos obtidos no site promoveu um aprendizado sobre as ferramentas disponíveis. Ou seja, o processo de instrumentação foi desenvolvido mediante a disponibilidade de um viveiro de recursos e de um projeto com objetivos definidos que foi a estruturação dos recursos

necessários para a regência em um formato de livro.

É importante observar que, ao contrário do que ocorreu na tradução de materiais para uso na disciplina de MEM2, a autoria do conjunto de atividades é de Luís e Pedro, sem apoio de depoimentos de prática de uso anterior com alunos. No mais, o próprio mini aplicativo sofreu uma quase completa descaracterização para ser adaptado ao capítulo do LDD. Isso pode ser constatado nos seguintes extratos de tela pela diferença entre a formatação algébrica de ambas as propostas:

Figura 26: Extrato de tela do mini aplicativo original, importado ao Livro por Luís

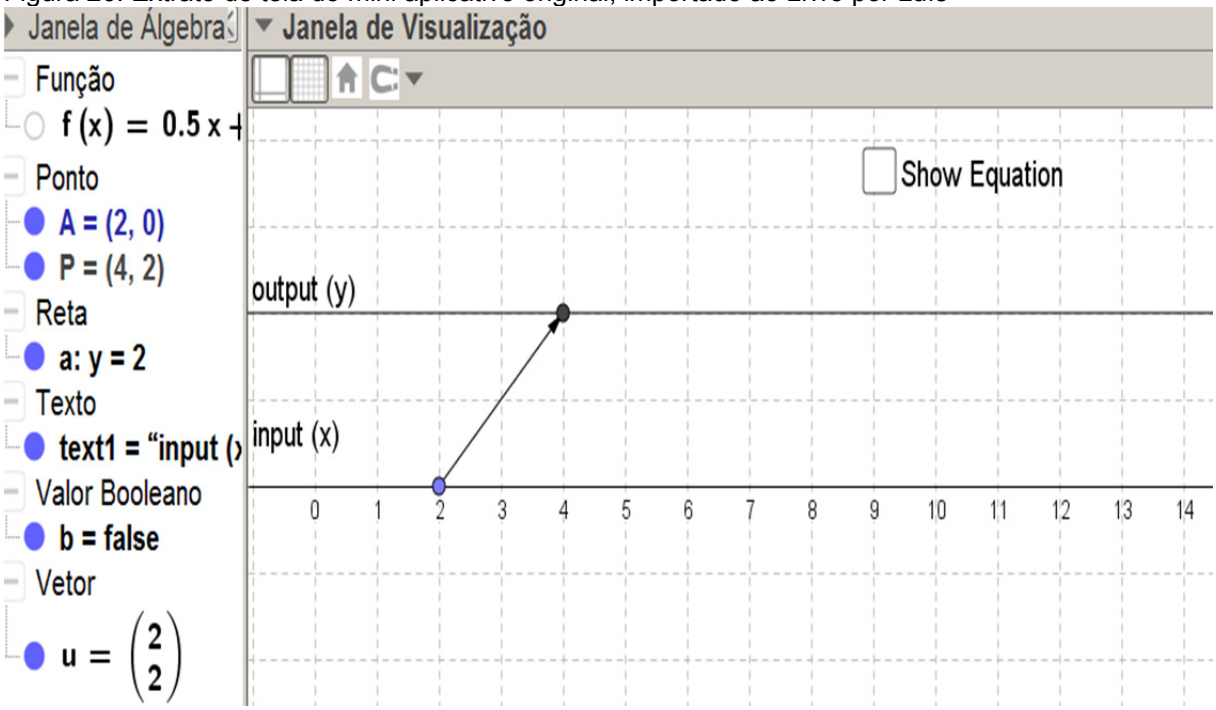
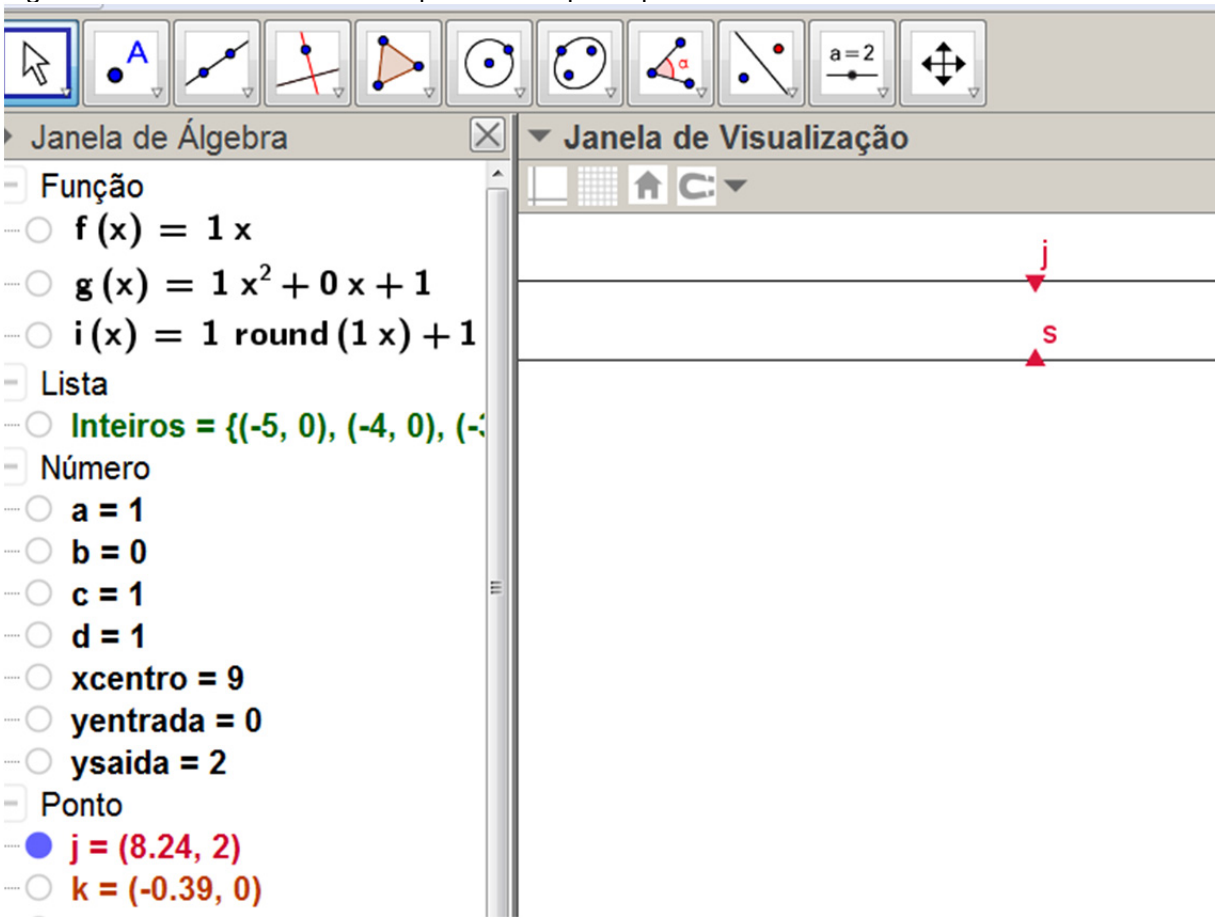


Figura 27: Extrato de tela do mini aplicativo adaptado por Luís



4. Item 1.4 “Diagrama Dinâmico - Exercício 2” - O item apresenta um diagrama dinâmico feito sobre uma malha quadriculada que tem a escala ajustada automaticamente para ampliações de visualização. Dez subitens foram criados para problematizar o diagrama criado com a função (h= t²), incluindo uma tabela dinâmica para preenchimento pelo aluno com os valores obtidos no diagrama. Além de solicitar descrições de comportamento das variáveis, incluiu-se nos itens identificação de valores correspondente a posições específicas, solicitação sobre a possibilidade de existência de valores mínimos e possibilidade de existência de uma equação para relacionar as variáveis.

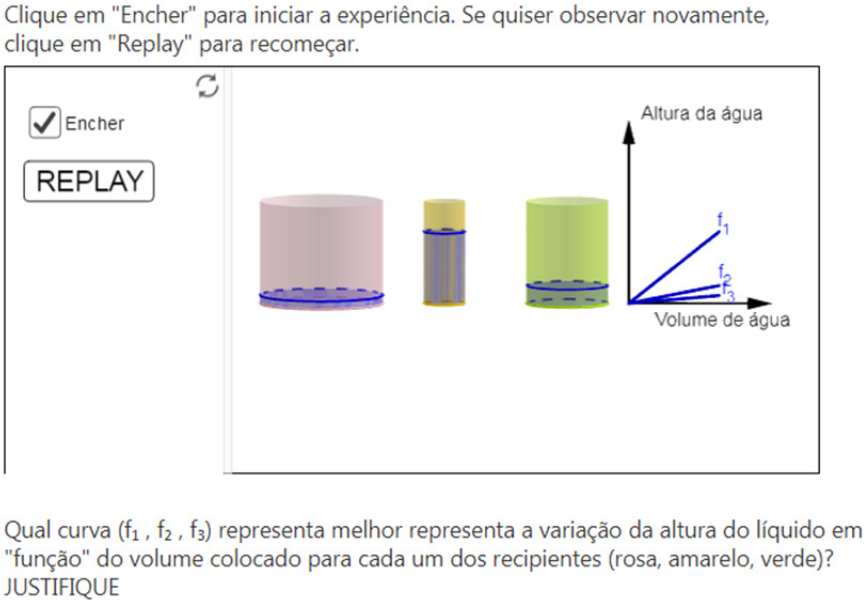
5. Item 1.5 “Na fila do ônibus - atividade 1” - O item foi adaptado de uma atividade de um livro didático impresso (BIGODE, 2000) e consta de sete personagens de alturas e idades diferentes em uma fila de ônibus. A atividade consistiu em apresentar um gráfico idade x altura com pontos marcados para que os alunos identificassem a qual personagem cada um correspondia. A

problematização consta de três itens por meio dos quais solicitou dos alunos descrições sobre os procedimentos relacionados às escolhas e sobre a possibilidade de existência de alguma “fórmula” para relacionar os valores das grandezas.

6. Item 1.6 “Na fila do ônibus - atividade 2” - Esta atividade difere da adaptação feita para a atividade 1.5 pela inclusão de uma malha quadriculada no gráfico apresentado e de uma tabela para que os alunos preenchessem com os valores das variáveis em pares ordenados. Apenas um item problematiza a atividade solicitando uma “fórmula” para associar os valores.

7. Item 1.7 Observando a água - parte 1 - Item adaptado de um livro impresso ilustra o enchimento de três cilindros com líquido à mesma vazão constante, conforme ilustra a Figura 27. O mini-aplicativo, de autoria de Luís, produz o efeito de enchimento dos recipientes ao mesmo tempo em que apresenta a construção dos gráficos, cabendo ao aluno identificar qual gráfico corresponde a qual objeto. Há, ainda, mais dois subitens solicitando aos alunos relacionarem altura e volume de líquidos nos recipientes (figura 28):

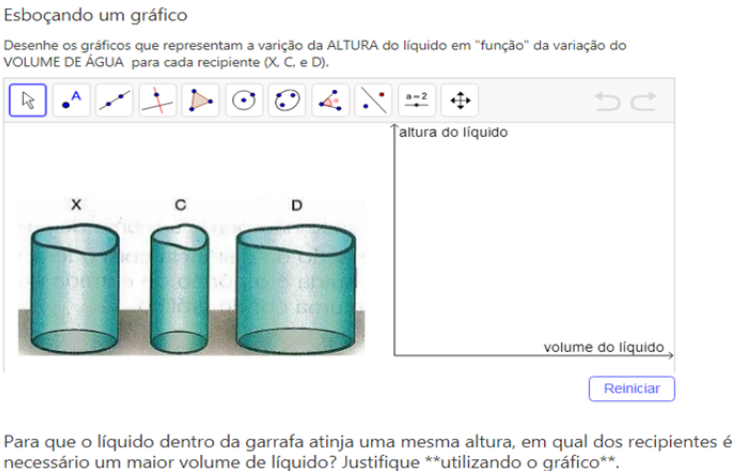
Figura 28: Gráfico relacionando altura de coluna de líquido em três recipientes



Fonte: Perfil de Luís na Internet.

8. Item 1.8 “Observando a água - parte 2”. O item 1.8 se assemelha ao 1.7 diferindo por solicitar ao aluno que trace cada gráfico mantendo dois subitens para problematização.

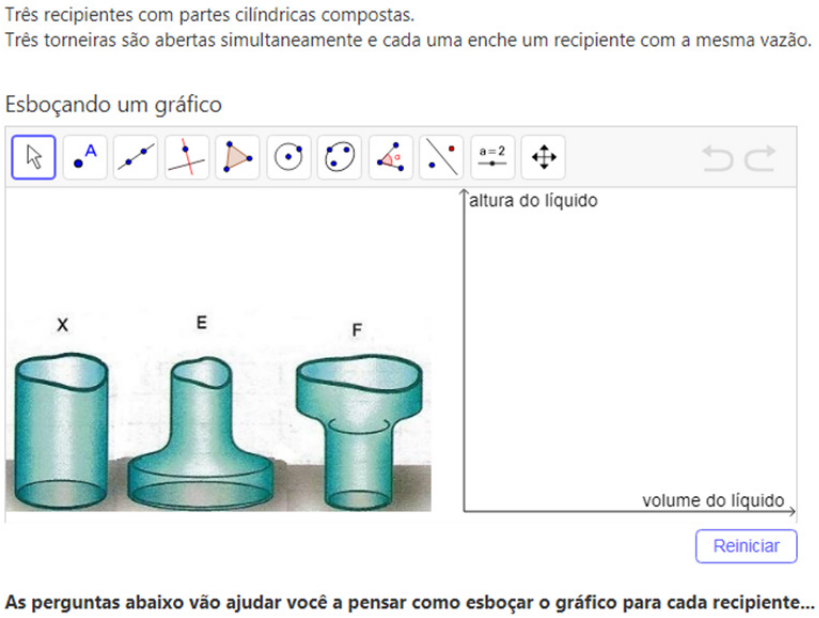
Figura 29: Gráfico relacionando altura de coluna de líquido em três recipientes



Fonte: Perfil de Luís na Internet

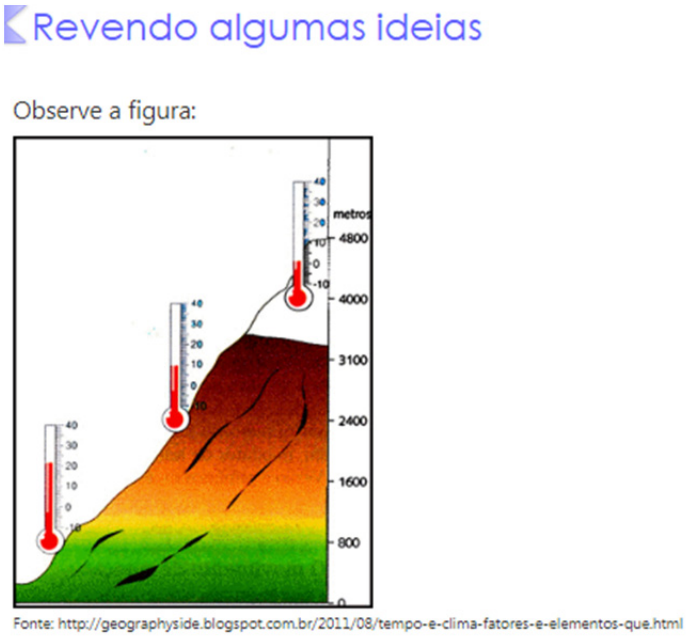
9. Item 1.9 “Observando a água - atividade 3” Item que se assemelha ao 1.8 (o gráfico é solicitado do aluno) diferindo por variar o formato. Quatro subitens foram incluídos por meio dos quais se utiliza de metáforas (devagar e rápido) para solicitar dos alunos descrições sobre o comportamento do crescimento das colunas de líquido em partes diferentes de cada recipiente. Percebe-se que Luís se valeu do material impresso para extrair a ilustração dos recipientes, acrescentando um gráfico dinâmico e modificando a problematização da atividade a esse contexto.

Figura 30: Gráfico relacionando altura de coluna de líquido em três recipientes



10. Item 1.10 Revendo algumas ideias - Este item foi criado como material adicional e não foi integrado às aulas devido à limitação de tempo imposta por diversas paralisações no colégio, campo de estágio. O material foi inteiramente desenvolvido por Luís a partir de uma imagem, colhida de um blog de Geografia, relacionando altitude e temperatura. Foram criados seis subitens por meio dos quais solicita aos alunos interpretação dos dados em termos de relação entre as variáveis descritas. A atividade finaliza com um mini aplicativo pelo qual o aluno é convidado a alterar o parâmetro de uma função do tipo t=ah, onde t e h são as variáveis da função, e observar os diferentes gráficos traçados com a ajuda do software e de um botão deslizante que controla a variável h

Figura 31: Atividade relacionado altitude e temperatura



O desenvolvimento das tarefas se deu a partir de cinco reuniões com o supervisor Silva, ocorridas previamente aos cinco encontros de aulas (regências), e em quatro reuniões de reflexões sobre as regências com o supervisor. A primeira reunião ocorreu em 23/11/2016 e a última em 23/01/2017. Registramos em vídeo um total de seis horas e 30 minutos para as reuniões com o supervisor e seis horas e 20 minutos de regência.

5.2.2. Descrição versão 2017.1 do capítulo do LDD

A segunda versão do capítulo do LDD teve seu início em 19/05/2017 e se encerrou no dia 07/07/2017. Esta etapa contou com três reuniões prévias com o Supervisor Gomes e quatro reuniões de reflexões sobre as regências, das quais contamos com onze horas e vinte minutos de gravação em vídeo. A etapa de regência foi desenvolvida em seus encontros de regência das quais registramos seis horas e cinquenta minutos em vídeo.

Comparando os dois índices das versões (figuras 31 e 32) percebe-se que foi mantido o escopo geral das escolhas feitas para a primeira versão. Apenas o item 1.10 (que não fora utilizado em regência) da versão 2016.2 foi descartado. Foram introduzidos quatro subitens (*Geoboard*, Monte, Bola de bilhar e triângulo) num item 5 após uma subdivisão do capítulo do LDD em cinco tópicos.

Figura 32: Página introdutória da versão 2016.1

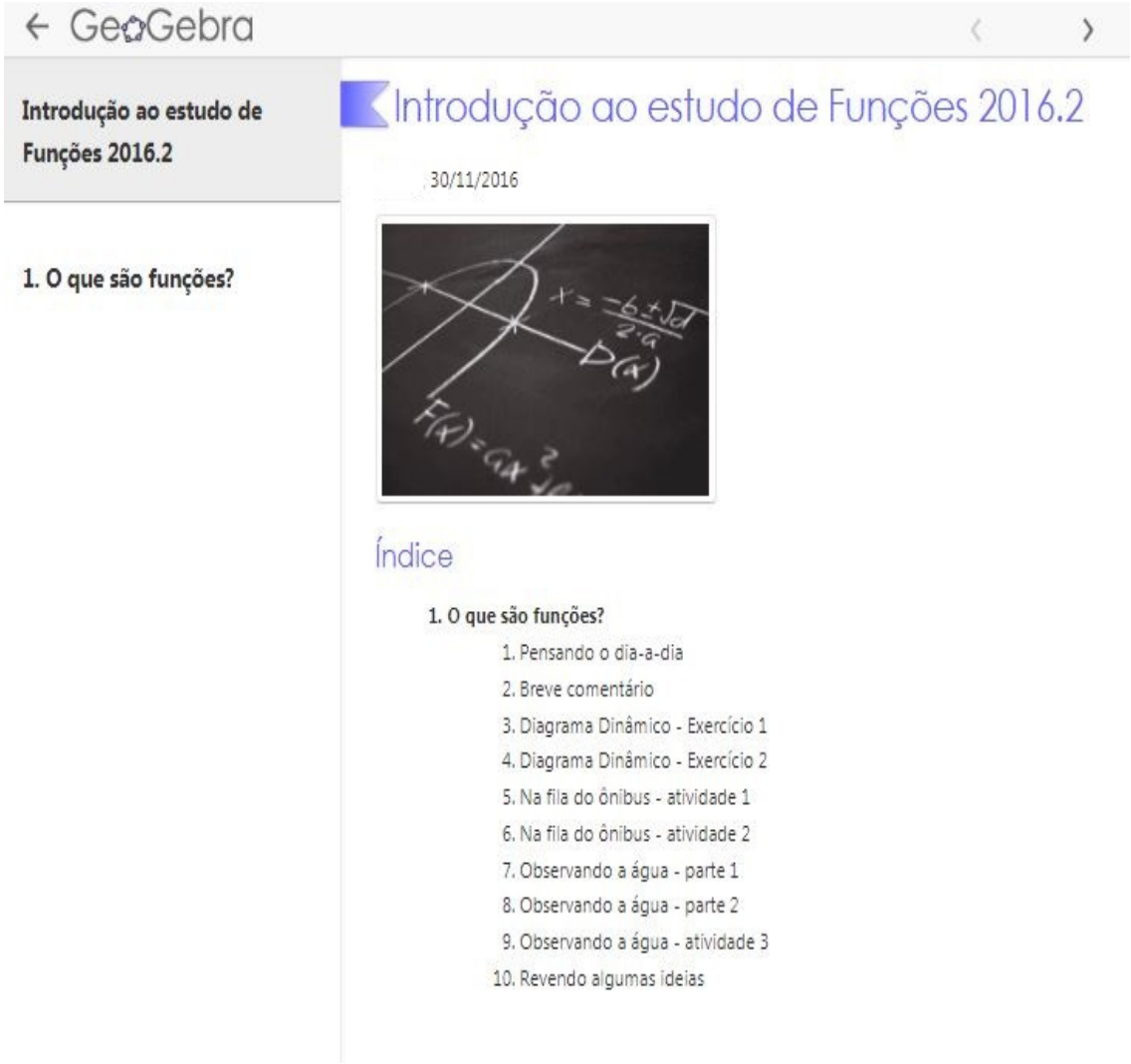
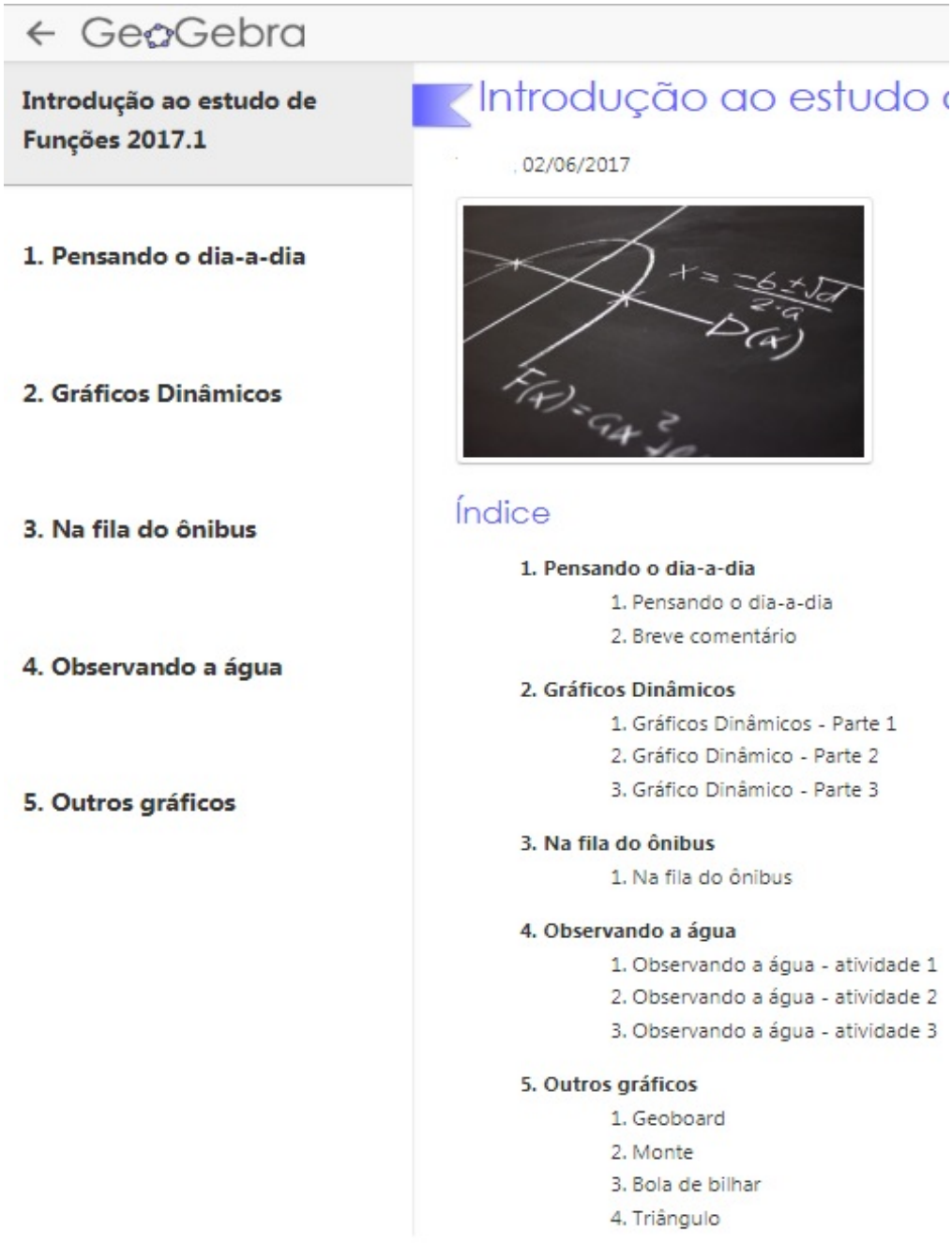


Figura 33: página introdutória da versão 2017.1



Fonte: Página de Luís na Internet

A manutenção dos títulos e dos recursos utilizados para as atividades é sugestiva para o fato de que parte significativa das escolhas desenvolvidas para a versão 2016.2 foi mantida após uma revisão bastante detalhada que originou a versão 2017.2. A relevância dessa constatação reside no fato de que houve aceitação da proposta geral do capítulo de LDD por dois profissionais de grande

experiência que atuaram para apoiar seu aperfeiçoamento. Isso sugere uma participação dos supervisores de maneira a se integrarem à proposta como colaboradores, algo que coaduna com a postura declarada e assumida por eles de interferirem minimamente no projeto. No entanto, o desenvolvimento e efetivação das ideias surgidas nas reuniões de planejamento mostra um contínuo processo de modificações conduzido ao fio das relações estabelecidas entre o estagiário e os respectivos supervisores.

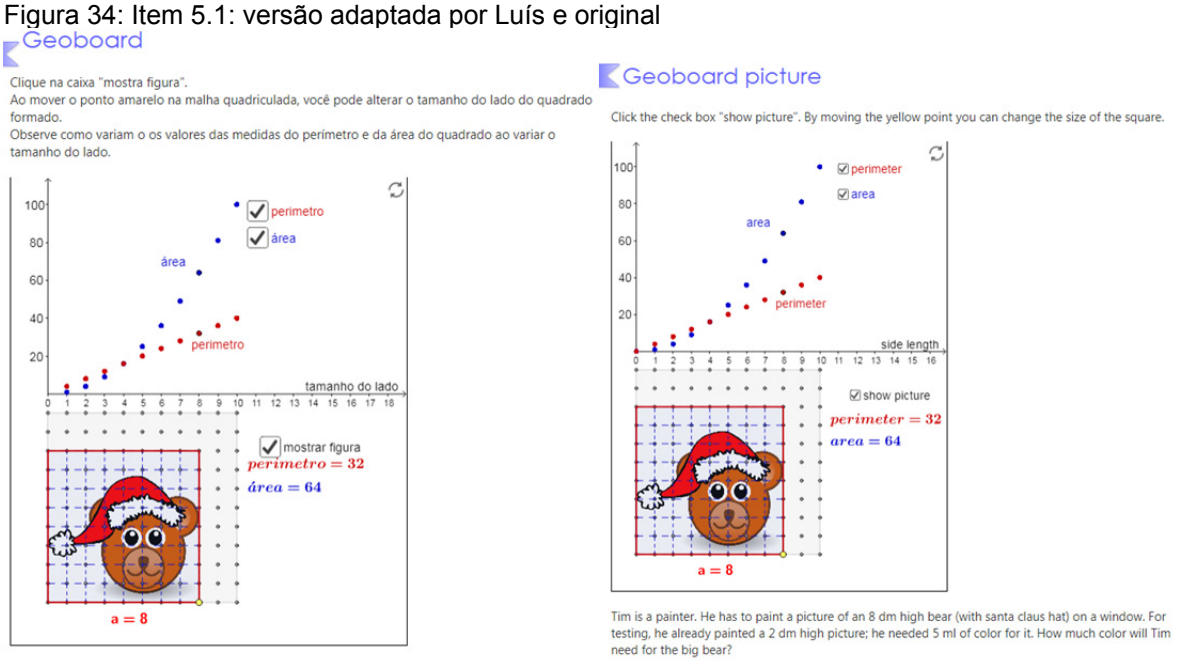
O Capítulo 5 desta versão foi desenvolvido por Luís e aplicado sem ter sido submetido ao crivo do professor Gomes, a exemplo do que fizera com o item 10 da versão 2016.1. O material foi aceito pelo supervisor sem ressalvas e não houve qualquer demonstração de insatisfação com o uso em classe. Há algumas particularidades na elaboração e organização desse material que merecem destaque em sua descrição.

As quatro atividades foram criadas a partir da importação de páginas de um capítulo de LDD de um usuário[50] do repositório do Geogebra. Esse artifício foi apresentado por Luís nas oficinas que ministrou a professores em junho de 2017 como forma de partir de uma proposta estruturada para o ensino de um conteúdo para promover adaptações. Portanto, a busca pelo material é regulada pela ideia de afinidade de abordagens. De fato, o capítulo de LDD do qual Luís importou material trata do ensino de funções utilizando dynagraphs e utiliza analogias com grandezas velocidade, distância e tempo.

Embora conste no capítulo de LDD, o item 5.1 (figura 32) não foi utilizado em sala de aula. Consta de uma malha quadriculada sobre a qual é possível aumentar ou diminuir as dimensões de um quadrado desenhado, simulando o uso de um geoplano. Os valores das medidas de área e do perímetro são utilizados pelo mini aplicativo para plotar dois gráficos em função da medida do lado do quadrado.

[50] https://www.geogebra.org/m/YwKmsEAF, acesso em 04/02/2018

Figura 34: Item 5.1: versão adaptada por Luís e original



Na versão original, o autor problematiza da seguinte forma:

> *Tim é um pintor. Ele tem que pintar uma foto de um urso de 8 dm de altura (com chapéu de Papai Noel) em uma janela. Para testes, ele já pintou uma imagem de 2 dm de altura; ele precisava de 5 ml de cor para ele. Quanta cor Tim precisará para o grande urso? (extraído de https://www.geogebra.org/m/YwKmsEAF#material/nZffxnwy, acesso em 02/02/2018, tradução nossa)*

Portanto, o autor problematiza sobre o contexto de proporcionalidade em homotetias. Por sua vez, Luís problematiza da seguinte forma:

> *Clique na caixa "mostra figura".*
> *Ao mover o ponto amarelo na malha quadriculada, você pode alterar o tamanho do lado do quadrado formado. Observe como variam os valores das medidas do perímetro e da área do quadrado ao variar o tamanho do lado. (Página pessoal de Luís na Internet)*

Luís recontextualiza o uso de todo o mini aplicativo para tratar das variáveis em função. Lembramos que ele já havia desenvolvido mecanismos para adaptar materiais estáticos de livros impressos para recursos dinâmicos (itens 1.5 ao 1.9 da versão 2016.2, correspondentes aos capítulos 3 e 4 da versão 2017.1). Reconhecemos a adaptação de um esquema em desenvolvimento (adaptação de recursos estáticos para dinâmicos) para um novo esquema para conceber materiais

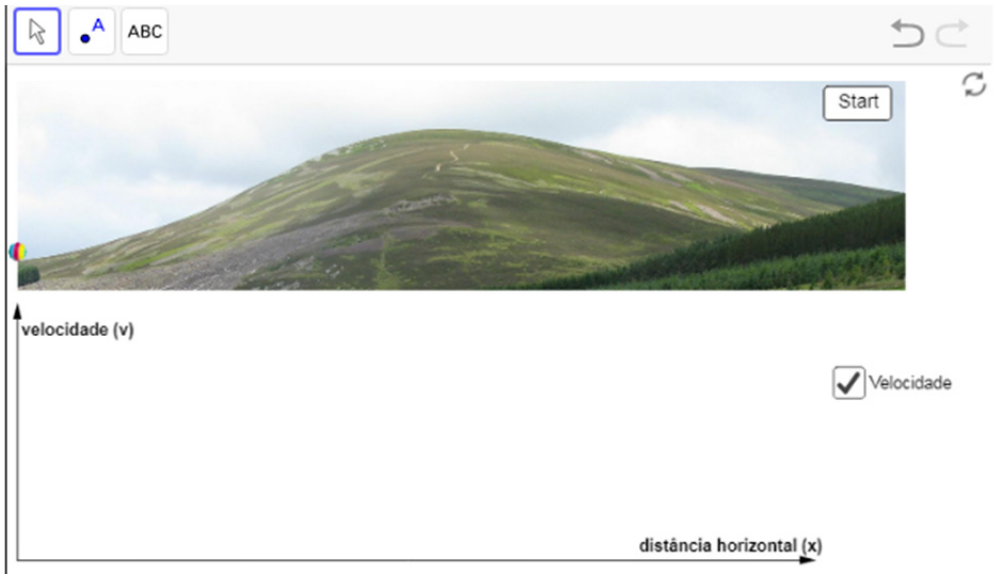
e integrá-los ao livro pela adaptação de recursos dinâmicos mediante a modificação de objetivos.

No mini aplicativo Luís alterou apenas o idioma e na problematização mudou o referencial para dar atenção às relações entre grandezas representadas no gráfico. Contudo, percebemos indícios do uso do já descrito Esquema para preparação de oficina de ensino de funções desenvolvido da disciplina de MEM4. Trata-se de um material para manipular e observar sem criar questionamentos ou suscitar retroações dos alunos. Portanto, na prática do Licenciando, coexistem formas anteriores de organização para desenvolvimento de recursos e planejamento com as desenvolvidas posteriormente no decurso do projeto. O fato de Luís não ter encontrado momento para utilizar em situação de regência mostra que mesmo os recursos produzidos por ele são passíveis de revisão de uso em momento de aula e a sequência do livro não é obrigatoriamente a sequência adotada em regência. Luís demonstra, portanto, o desenvolvimento de discernimento para descartar o uso de materiais em sala de aula, ainda que seja de seu próprio LDD.

A adaptação promovida para produzir os itens 5.2 e 5.3 seguiu um roteiro diferente e as duas atividades foram utilizadas em situação de sala de aula apenas com os alunos que terminaram as tarefas do grupo 4 (observando a água).

O item 5.2 parte de uma adaptação de um mini aplicativo que traça, dinamicamente o gráfico da velocidade de uma bola que sobe (e depois desce) uma montanha, em função da distância horizontal percorrida pelo objeto (Figura 35).

Figura 35: Mini aplicativo do Item 5.2 versão 2017.1



O mini aplicativo difere do original pela tradução e pela remoção do traço da curva da função de velocidade que o sistema plotaria automaticamente. O aluno pode, no entanto, acompanhar o movimento de um ponto no gráfico.

As atividades problematizadoras são inspiradas nas que o autor da versão original fez e trata-se de quatro perguntas envolvendo a interpretação do gráfico associando seus elementos à interpretação da simulação da bola subindo à montanha.

O Item 5.3, nomeado bola de bilhar (FIGURA 35), consta de dois mini aplicativos e três questões problematizadoras centradas na interpretação de gráficos.

Luís removeu traços automáticos de curvas de gráficos, agrupou duas atividades separadas em apenas uma, removeu articulação da simulação com um dynagraph, traduziu e adaptou enunciados e incluiu caixas de texto para obter as respostas dos alunos no Geogebra-Groups. Ou seja, Luís adaptou toda a tarefa aproveitando-se não apenas de elementos gráficos e ideias gerais como o fez com o livro impresso. Aplicou procedimentos que já havia desenvolvido para traduzir e adaptar uma atividade e a modificou mais para que os enunciados o permitissem obter respostas descritivas dos alunos.

Figura 36: item 5.3

Um último item que foi desenvolvido por Luís no dia 14 de junho durante a realização da aula sobre o item 2.1 (gráficos dinâmicos). A partir de interações não registradas com os alunos, Luís decidiu incluir um item composto por uma caixa de texto e da seguinte pergunta:

> *"Reveja cada diagrama da atividade anterior. Que situação do dia-a-dia cada diagrama poderia representar com base no comportamento das variáveis? Explique detalhadamente".(Luís, 2017).*

Esse item foi criado em momento de regência, portanto, o capítulo do LDD é passível de mudanças para incorporar experiências vividas em sala de aula, o que sugere que o material é evolutivo. A natureza do item criado remete ao conhecimento sobre narrativas que Luís conceitualizou após a leitura de trabalhos acadêmicos, o que sugere a mobilização de conhecimentos sobre os quais antigos esquemas se apoiavam para orientar a formação de novos. A atividade não foi negociada com o supervisor, mas foi festejada pelo mesmo quando, ao fim da aula, os dois passaram a analisar as respostas dos alunos e puderam fazer avaliações

sobre a turma e sobre o desenvolvimento necessário para as aulas seguintes. O item não consta na versão pública do capítulo de LDD permanecendo incorporado apenas ao repertório do Geogebra Groups criado para as aulas. Isso sugere que, mesmo de posse de um capítulo de LDD criado por ele próprio, Luís se utiliza de recursos da plataforma para desenvolver uma versão que é exclusiva da turma. Isso nos remete novamente ao caráter evolutivo do capítulo do LDD criado (e consequentemente da formação de Luís), pois a parte de execução das atividades (o grupo do Geogebra Groups) se tornou um ensaio para que Luís dispusesse das respostas dos alunos como recurso para fundamentar decisões sobre o que deveria permanecer e o que deveria ser alterado na versão do LDD que mantém pública.

A descrição dos materiais produzidos, feita à luz dos dados de desenvolvimento, nos permite destacar os seguintes esquemas desenvolvidos por Luís para elaboração de tarefas de ensino de funções.

Esquema 1 - Adaptação de material estático para material dinâmico.

Esse esquema envolve ações de seleção de problemas em livros impressos, que sejam passíveis de envolver algum aspecto dinâmico dos conceitos envolvidos, criar mini aplicativos para destacar tais conceitos, sugerir manipulações no mini aplicativo e problematizar utilizando questões abertas e de múltipla escolha.

Perguntado, via email, sobre como se organizou para adaptar material do livro impresso para o capítulo de LDD para o qual havia a proposta de uso de recursos dinâmicos, Luís responde que:

> *Com o material estático também não tinha como só transferir para o material digital. Embora nem sempre tenha conseguido, ao menos de primeira, adaptar adequadamente. Lembro que da versão 1 do livro para a 2 (em que o professor Gomes revisou), por exemplo, a atividade da parada do ônibus estava "estática". Foi preciso então mudar a pergunta para que o aluno interagisse com o material. Ou seja, as vezes é preciso mudar também as questões quando se pretende elaborar uma atividade que se propõe a ser dinâmica, não se pode manter tal qual no livro impresso. (Luís 01/02/2018)*

Essa forma de organização para utilizar o livro didático como inspiração para criar atividades com objetivos distintos, não constava no sistema documental de Luís antes do projeto de elaboração do Livro didático digital.

No exemplo mencionado por Luís, o item 1.5 e 1.6 da versão 2016.2 foram condensados no Item 3.1 da versão 2017.1. Se na versão 2016.2 o aluno deveria localizar pontos no gráfico correspondente aos personagens, na versão 2016.2 ele foi solicitado a construir esse gráfico utilizando a possibilidade de ajustar os pontos no sistema deixando a solução final gravada para avaliação.

As problematizações solicitadas aos alunos sempre envolvem produção textual pelo que Luís conceitualizou de construção de narrativas de aprendizagem. A reconfiguração para recursos dinâmicos envolve sua conceitualização feita sobre representações dinâmicas, oriundas de leituras sobre o Dynagraph. Percebemos uma nova conceitualização em prática sobre o livro didático impresso em um conhecimento de que os objetivos (e consequentemente as ações solicitadas) em recursos estáticos precisam ser redefinidos para serem transpostos a recursos dinâmicos. Esse conhecimento foi desenvolvido ao longo dos dois estágios.

Esquema 2 - Tradução e adaptação de mini aplicativos para elaboração de atividades.

O esquema envolve ações de seleção de mini aplicativos isolados no portal do Geogebra, tradução dos componentes textuais, remoção de itens que não correspondam à proposta do capítulo do LDD, problematização com itens de questões (de múltipla escolha ou aberta).

Se em suas apresentações com o Dynagraph para seus colegas na oficina da disciplina de MEM4, Luís considerou apenas o uso de um mini aplicativo sem problematizações adicionais, desde a versão 2016.2 passou a desenvolver uma nova forma de lidar com esses recursos. Alertado por supervisores, conforme destacamos adiante, o licenciando cria formas de organização para o ensino considerando não apenas propor a manipulação do mini aplicativo, mas desenvolver um conjunto de reflexões que incentivam o estudante a explorar o mini aplicativo de diferentes formas com um objetivo definido e, assim, estabelecer um entendimento provisório sobre algum conceito em foco. Essa antecipação de ações dos alunos necessária à formulação dos materiais envolve um conhecimento sobre o aluno apoiado, sobretudo nos conhecimentos dos supervisores. Lembremos que na oficina da disciplina de MEM2 Luís optou por recursos de um repositório de atividades de

Matemáticas denominado Matshell por este conter comentários sobre respostas reais de alunos. Agora ele atua em um repositório (Geogebra) que não possui tal referencial. Não obstante isso, os enunciados foram de sua autoria e, embora tenham sofrido ajustes, permaneceram após o rigor dos mesmos supervisores. Sua referência para elaboração de itens adicionais foi obtida nas respostas dos alunos em situação de aula, o que revela uma maior flexibilidade de independência de Luís para criar e integrar recursos ao capítulo que a demonstrada no início de sua atuação no ES2.

Esquema 3 - Tradução e adaptação de partes de livros didáticos digitais de terceiros adequando-se coerência com a proposta em tela.

Esse esquema envolve ações de seleção e importação de unidades (e subunidades) de livros de terceiros, tradução de elementos textuais, adaptação de mini aplicativos e de itens problematizadores à proposta do capítulo de LDD, inserção ou remoção de itens problematizadores.

Vimos que, com o esquema 2, Luís se tornou capaz de criar situações de ensino a partir de Mini aplicativos, e, com o esquema 1, foi capaz de reestruturar situações prontas para uma aula e integrá-las a sua estratégia de ensino. A plataforma Geogebra Book permite, e Luís fez uso, a possibilidade de incorporar um livro elaborado por outro usuário (no todo ou em partes) permitindo a edição, criação de novas versões ou adaptação a um novo material.

As adaptações feitas no item 5 da versão 2017.1 são exemplares dessa forma de organização para preparação de materiais que Luís desenvolveu. Trata-se de um esquema que comporta o esquema 1 e o esquema 2, pelo qual Luís reconhece a afinidade de seu capítulo de LDD com um material que é apresentado em uma outra estrutura de organização. As adaptações, embora pontuais, conduzem à incorporação de um material para transformá-lo dentro de outro contexto. Aqui observamos o desenvolvimento de um conhecimento curricular que é fundamental para o reconhecimento dessa afinidade. Há, ainda, o desenvolvimento do conhecimento de que recursos criados para uma proposta distinta podem ser adaptados para uma proposta de ensino em elaboração.

Esquema 4 - Elaboração de itens complementares em sala de aula.

Luís utilizou o recurso do livro para fazer um item que permitiu a avaliação da aprendizagem dos alunos mediante o registro, na plataforma, das respostas dos alunos. Essa nova forma de organização para o desenvolvimento de recursos não estava presente nem prevista em ambas as etapas do estágio. No estágio curricular supervisionado da Matemática 2 (semestre 2016.2), o supervisor Silva havia solicitado que ele propusesse um problema de vestibular (proposto pelo próprio Silva), mas não houve conexão disso com o capítulo de LDD. O que se observa nesse esquema 4 é o desenvolvimento do conhecimento de que a avaliação dos alunos requer afinidade com as situações de aprendizagem propostas. De fato, a proposta geral para o capítulo de LDD é a de enfoque em recursos dinâmicos, e a questão que Luís elaborou exigiu dos alunos reflexões sobre as características dinâmicas dos conceitos abordados.

Uma última consideração a respeito da descrição do capítulo de LDD precisa ser feita a partir do esquema 4 apresentado por Luís.

Em primeiro lugar, a flexibilidade demonstrada para criar itens sem suporte de terceiros (supervisor ou internet) mostra que Luís consegue fazer evoluir seu sistema documental, e, portanto, assumir seu percurso formativo mediante o engajamento num processo de reflexão sobre os recursos com os quais lida. Outra constatação é a de que se criou outro tipo de capítulo de LDD (no *Geogebra Groups*) não esperado para ser analisado nesta pesquisa, mas que surge como indicador da evolução profissional de Luís em tomar decisões em tempo de aula, promover avaliações dos alunos e de seu próprio desempenho.

5.2.3. O *Geogebra Groups*

O *Geogebra Groups* é uma plataforma agregada ao portal do Geogebra mediante a qual Luís criou salas virtuais que eram restritas aos alunos. Por meio desse portal, após o cadastro dos alunos no mesmo, Luís desenvolveu suas aulas incluindo, pouco a pouco, os itens do capítulo de LDD que desenvolvera com os supervisores.

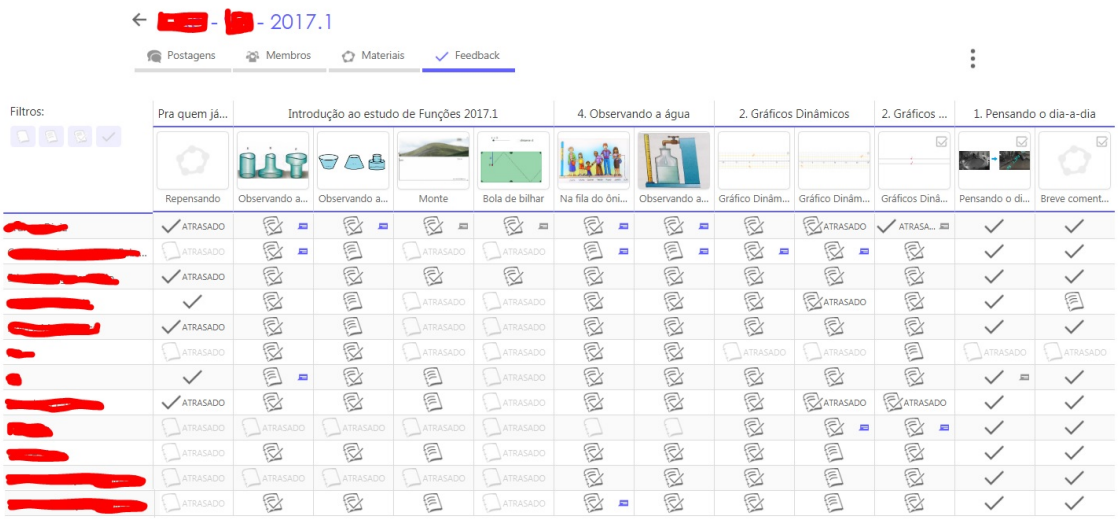
Dessa forma, foram criados dois tipos de conjunto de recursos.

a) Um capítulo de LDD público no Geogebra Book, já descrito no item anterior, a partir do qual Luís recolhe materiais e ao qual retorna para fazer modificações.

b) Um capítulo de LDD privado. Este é o conjunto de fato utilizado por Luís em sala de aula. Sua ordem de apresentação é a ordem real de sala de aula e pode diferir do material público do Geogebra Book de Luís. Seus itens podem diferir pela não seleção de recursos (como ocorreu com o item 1.10 da versão 2016.2 e o item 5.1 da versão 2017.1) ou pela inserção de recursos que não constam na versão pública, conforme destacamos anteriormente.

Na figura 37 podemos perceber qual é a visão geral que Luís teve das tarefas dos alunos ao fim das regências do estágio 2017.1.

Figura 37: Visão geral das tarefas no *Geogebra Groups*



Além de poder visualizar quais alunos terminaram a tarefa, ainda pode estabelecer um diálogo assíncrono com eles a respeito das tarefas, pois a plataforma permite acompanhar o conteúdo produzido pelos alunos, aula a aula.

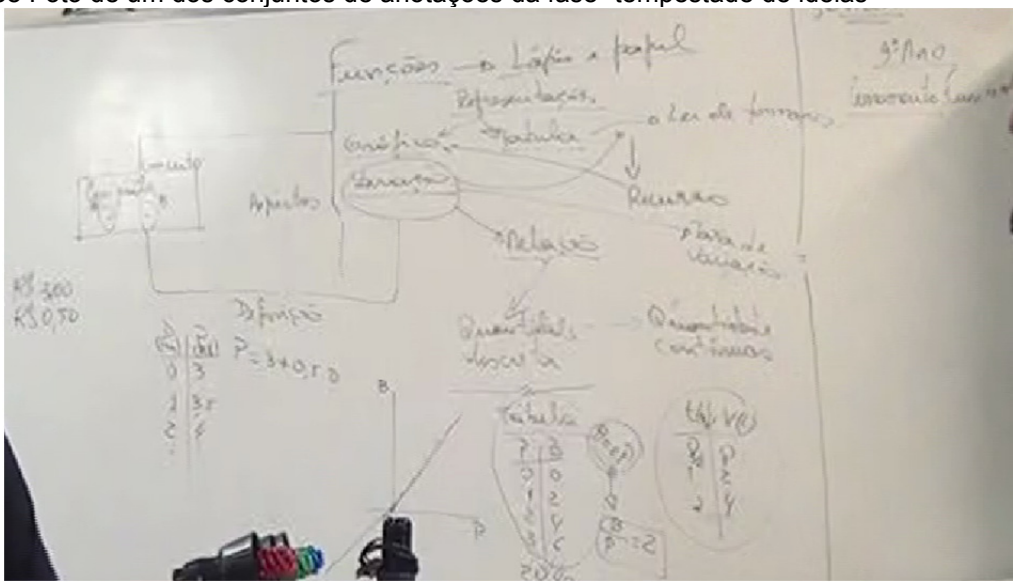
5.2.4. Análise das interações com os supervisores

Nesse item delimitamos o papel dos supervisores nas atividades exercidas durante o estágio. Buscamos as influências exercidas pela ação do supervisor na formação dos esquemas de utilização apresentados por Luis.

Uma postura declarada por ambos (SIlva e Gomes) foi a de conceder autonomia a Luís para desenvolver sua própria proposta.

No primeiro encontro entre o professor Silva, Luís e Pedro, o supervisor apresentou vários livros didáticos impressos contendo exercícios destacados sobre funções. Aproveitou o quadro de anotações da sala (lousa) e fez um extenso mapeamento de conceitos que podem ser incluídos em uma primeira abordagem do ensino de funções (figura 37). Essa discussão sobre matemática escolar foi intercalada com diversos questionamentos sobre como os estagiários pretendiam começar a abordagem, sobre quais conceitos seriam tratados e sobre os objetivos que justificaram escolhas de atividades e de recursos selecionados. Posteriormente, em suas reflexões em apresentações de relatório, Luís se refere a essa fase como de “tempestade de ideias”. Em sua interpretação, tal momento foi positivo por expor o que chamou de experiência do professor com o ensino do conteúdo.

Figura 38 Foto de um dos conjuntos de anotações da fase “tempestade de ideias”



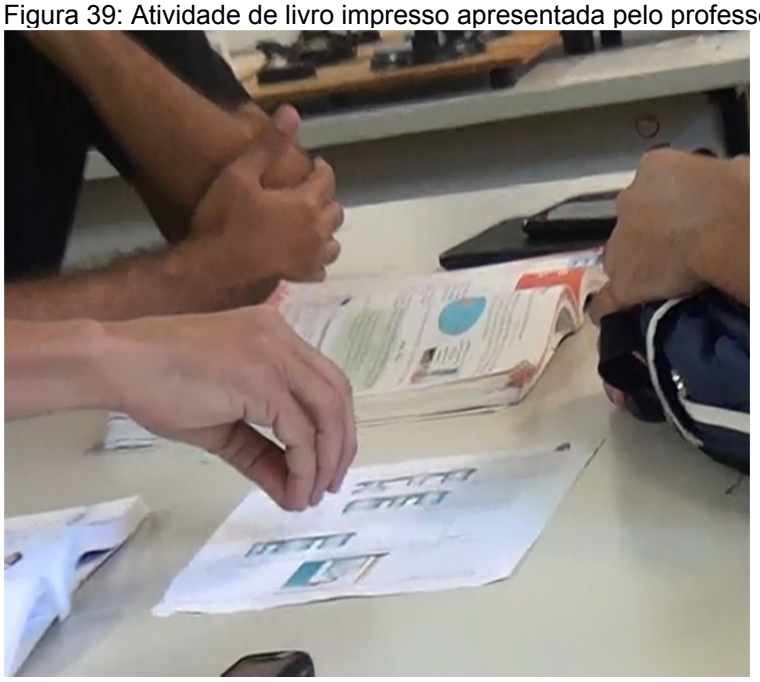
De fato, os estagiários apresentaram apenas o desejo de desenvolver e por em prática uma proposta baseada em recursos dinâmicos. O professor Silva, por sua vez, insistiu para que eles percebessem a diferença entre o que poderia ser um plano de aula para o planejamento a que eles se propunham. Dado que revelou nunca ter participado de desenvolvimento de um LDD, Silva considerou apresentar seu ponto de vista sobre o ensino de funções, mas deixou claro aos estagiários que não assumiria as ações no lugar deles, conforme podemos perceber no extrato a seguir.

> *[...] estou colocando a vocês o que é a minha vivência. De como eu trabalho. Mas ao mesmo tempo dando a vocês a liberdade de selecionarem como vocês querem apresentar a abordagem. Só vou dizer algo como: "será que a gente pode mudar essa ordem aqui?". Dar essas sugestões. Mas vou querer respeitar muito aquilo que vocês propõem. Professor Silva 01-12-2017*

Com efeito, o professor Silva não elaborou questões, mas exerceu influência na elaboração das atividades ao fazer incluir um elemento que até então não havia aparecido no sistema documental de Luís, a utilização do livro didático impresso. O supervisor apresentou diversas atividades de livros didáticos impressos que havia selecionado previamente ao encontro e solicitou aos estagiários que interpretassem quais poderiam ser os objetivos com as atividades. A esse momento, percebeu-se que Luís não passou do aspecto descritivo repetindo os passos que seriam necessários para resolver os itens sem se aproximar de uma justificativa didática.

> *[...] aqui ele está querendo ver a altura em relação à quantidade de líquido. Ai está envolvendo algumas questões de ordem geométrica, mas é para ele perceber a questão da variação não é só... que a altura não vai simplesmente.. quando vai aumentando o volume, vai aumentando a altura... Luís 23-11-2016*

Figura 39: Atividade de livro impresso apresentada pelo professor Silva



Em momentos posteriores, as atividades apresentadas pelo supervisor foram modificadas pelos estagiários e originaram os itens 1. 7, 1.8 e 1.9 do capítulo do LDD (figura 38).

O mesmo ocorreu para a atividade que deu origem aos itens 1.5 e 1.6 e que culminou em uma inclusão de adaptações de materiais estáticos para materiais dinâmicos, compondo-se em um novo esquema para Luís. No entanto, as escolhas dos itens a serem adaptados não foram feitas exclusivamente pelos estagiários que, foram desafiados pelo supervisor a adaptar o material para o meio digital.

Nas reuniões subsequentes, quando foram apresentadas as primeiras adaptações, Luís relata que estava aprendendo a usar o *Geogebra Book* e utilizou as duas atividades para testar como poderia adaptar do livro impresso para o digital.

Nessa etapa da criação do livro aparece de maneira mais contundente a forma que o supervisor escolheu para orientar as ações de Luís, a de questionar sobre os objetivos. Usando perguntas como “*qual o sentido?*”, “*o que modifica?*”, “*o que você quer com isso?*” estabeleceu como limite de sua participação, qual seja a de verificar a coerência da proposta desenvolvida.

A forma de organização que o supervisor sugere remete a sempre manter o objetivo em evidência e seguir separando-o em objetivos específicos e estabelecer

algum nível de antecipação do que possa vir a ocorrer em sala de aula.

> *[...] é bom cada coisa que vocês vão escrevendo e amarrando, pensando também no seguinte: tais perguntas podem surgir do aluno e como estou preparado para responder?... Isso é bom por que antecipa e antecipar algumas coisas, faz com que a gente tenha mais segurança em sala. Professor Silva 01-12-2016*

Reconhecemos na proposta de Silva, o nível de intenções de um esquema segundo Vergnaud (1996): Objetivo(s), sub-objetivos e antecipações. Utilizando seus conhecimentos sobre os processos de ensino e de aprendizagem de funções, o supervisor utilizou esse componente de seus esquemas para orientar as atividades dos estagiários. Portanto, embora a influência do professor SIlva na concepção das primeiras versões do capítulo de LDD tenha sido notória, esta, de fato, se deu em nível de colaboração permitindo que os estagiários criassem suas próprias regras de ação, de tomada de informação e de controle.

Não foi diferente a postura adotada pelo supervisor Gomes durante a elaboração da versão 2017.1. Na passagem do diálogo com Luís, que destacamos adiante, percebemos tanto sua postura de mediação (garantindo ampla autonomia de ações), quando de regulação (destacando que tomará os objetivos declarados por Luís para sua proposta como referência para busca de coerência).

> *[...] Quando alguém vem estagiar comigo, em geral eu não interfiro muito no planejamento. Coisa assim... "Ah, ele tem que se adaptar aquilo que eu planejei". Eu prefiro ver o que você planejou e fazer algumas observações.... O que eu espero de você é que me diga o que você espera que o aluno aprenda ao fim dessas aulas usando esse livro digital..." Professor Gomes 19-05-17*

Luís apresentou de imediato o que desenvolveu como objetivo para a o desenvolvimento do Estágio Curricular Supervisionado anterior, qual seja:

Dessa forma, em resumo, foram estabelecidos os seguintes objetivos didáticos:

Objetivo Geral

● Estimular o "pensamento funcional" através da análise de situações envolvendo diferentes grandezas
Objetivos específicos:
● Explorar o conceito inicial de funções usando ferramentas dinâmicas em ambiente computacional.
● Apresentar diferentes formas de representação (tabela, gráfico, expressão algébrica).
● Diferenciar grandezas discretas e contínuas;
● Identificar grandezas diretamente proporcionais, inversamente proporcionais e não proporcionais;
● Identificar funções polinomiais do 1º e 2º graus e explorar suas características. (Luís, 2017, Relatório de Estágio Supervisionado 2)

No entanto, o professor Gomes apontou que havia uma mistura entre objetivos de ensino com expectativas de aprendizagem e que isso precisaria ser mais bem definido para poder interpretar melhor os recursos que estavam sendo apresentados (o capítulo de LDD na versão 2016.2). Mais uma vez repete que prefere não interferir diretamente nos objetivos, mas salienta que apenas após estabelecidas as aprendizagens esperadas para o final da sequência seria possível pensar em quais deveriam ser o que chamou de aprendizagens pontuais. Percebemos a mesma preocupação em subdividir um objetivo em sub-objetivos.

Dessa forma, Luís foi convidado a aprimorar o campo das intenções em seu projeto e ouve de outro profissional que a função dessa medida é apoiar as tomadas de decisões tanto no que se refere ao planejamento e aprimoramento do material digital quanto ao que se refere aos momentos de aula.

No tocante ao desempenho em aula, o comportamento dos dois supervisores foi semelhante. Embora tenham procurado se distanciar da posição de professor regente, passaram a atuar como auxiliares de Luís, esclarecendo dúvidas de algumas duplas, acompanhando soluções etc. No entanto, Luís desfrutou de plena autonomia sem ser interrompido ou corrigido pelos supervisores. Ao fim de cada sessão de aula, ambos os supervisores promoveram reflexões com Luís para comentar eventuais respostas inesperadas dos alunos e entendimentos a serem ajustados.

Consideramos que o desenvolvimento de todas as atividades de prática do estágio curricular supervisionado de Luís ocorreu com a colaboração dos

supervisores Silva e Gomes. O aspecto reflexivo esteve presente em cada etapa dessa interação que criou uma dinâmica de troca, uma vez que os supervisores não possuíam domínio da ferramenta de criação do capítulo de LDD e Luís se aproveitou do conhecimento profissional dos docentes como mais um recurso a compor em seu sistema. Ou seja, os conhecimentos dos supervisores fizeram parte, enquanto recursos, das gêneses documentais de Luís.

Portanto, houve integração da proposta de Luís às exigências dos supervisores quanto ao estabelecimento de objetivos que sejam factíveis para guiar suas escolhas e conduta. Tal exigência foi o motor de mudanças fazendo com que ele repensasse sua forma de organização para planejamento incluindo o livro didático impresso como recurso para ser adaptado ao meio digital. De outro lado houve integração dos supervisores à proposta de Luis. Apoiamos-nos em Alarcão e Canha (2013) para reconhecer que esse processo de supervisão se deu em *"um ambiente formativo, estimulante centrado nas possibilidades de desenvolvimento*" (ALARCÃO E CANHA, 2013, p. 20) no lugar de ser *"um ambiente inspetivo, fiscalizador centrado no cumprimento de normas"* (Ibid, p.20).

Destacamos alguns dos conceitos que os autores consideram correlatos à supervisão para conceituar a relação entre Luís e seus supervisores frente ao desafio de centrar seu estágio na produção e implementação de recursos digitais estruturados em um capítulo de LDD.

Estamos cientes de que o termo supervisor, no contexto pesquisado por Alarcão e Canha (2013) se refere ao professor da graduação, e não ao professor que acolhe o estagiário em sala de aula (caso do professor Silva e do professor Gomes). No entanto, os conceitos de *coaching*, regulação e monitoração, utilizados pelos autores serão úteis e aplicáveis ao contexto dos supervisores de estágio tal qual compreendemos nessa pesquisa.

O conceito de *coaching*, segundo os autores, tem raízes nas carruagens utilizadas na cidade de Kocs, Hungria nos séculos XV e XVI. O decurso do tempo fez com que a comodidade do uso das carruagens de Kocs se traduzisse em sinônimo de "ideia de mudança, de tornar possível levar alguém de onde está para onde deseja ir" (ibid p. 16). Transportando para o contexto de desenvolvimento

profissional Schön (2000) estabelece analogia com o significado atual que na língua inglesa o termo *coach* assume para treinador esportivo. De fato, um treinador promove um conjunto de estratégias visando que o atleta se organize para ação. O autor considera que para que a comunicação seja útil aos estudantes, futuros profissionais, eles *"devem estar engajados na aprendizagem de fazer um diálogo com alguém no papel de coach"* (SCHON, 2000, p.127).

Alarcão e Canha (2013) compreendem as atividades de *coaching* como *"apoio pessoal e comprometido no sentido de ajudar as pessoas a atingirem o seu melhor e a serem bem-sucedidas, configurando numa ideia entre coach e pessoa em desenvolvimento"* (ALARCÃO e CANHA, 2013, p.18) tendo como elementos chave *"a ajuda pessoal, otimização de potencialidades, comprometimento (com a pessoa e com metas), autonomização"* (ibid, p.18).

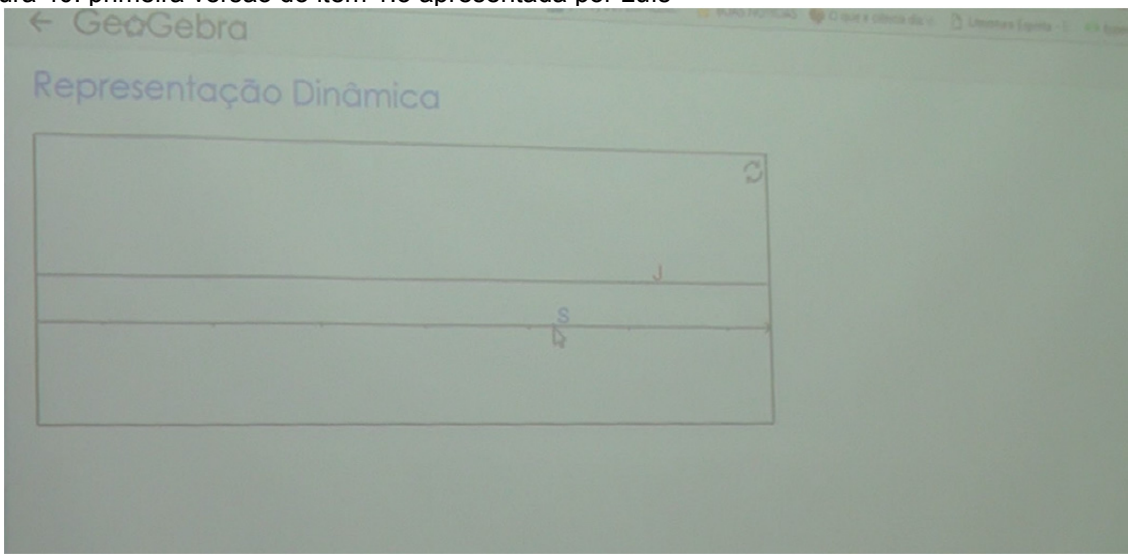
Entendemos que a presença dos supervisores de Luís se deu com certa distância das ações em si, permitindo ao licenciando o exercício da autonomia, mas com o comprometimento dos supervisores em ajudá-lo a definir e atingir seus objetivos. Equivale a dizer que houve apoio no estabelecimento do campo das intenções dos esquemas que Luís desenvolveu.

Quanto à regulação, os autores compreendem como um *"processo de controlo da ação e sua reorientação no caso de desvios na direção pretendida. Controlo, conformidade, estabilização (aproximação a um referente)"* (ibid, p.18). Entendemos que, no contexto de nossa pesquisa, regulação é um conceito indissociável do que os autores chamam de monitoração: *Acompanhamento sistemático de processos e programas baseado na observação e recolha de dados, visando determinado fim* (ibid, p.18). Frequentemente os supervisores propuseram a Luís antecipar o que poderia resultar em sala de aula suas escolhas para o software. Isso equivale a dizer que houve apoio para provocar inferências, por parte de Luís, com vistas a gerar regras de ação, de tomada de informações e de controle em seus esquemas.

Dois episódios são característicos desse nível de regulação. Um se deu com o professor Silva, na etapa de planejamento, outro com o professor Gomes, durante a etapa de regência.

No dia quarto encontro de planejamento com o professor Silva, em 05-01-2017, Luís apresentou um protótipo do capítulo contendo as principais ideias esboçadas nos encontros anteriores. As atividades continham apenas os gráficos dinâmicos e, no caso dos dynagraphs, apenas as simulações, conforme podemos perceber na imagem seguinte:

Figura 40: primeira versão do item 1.3 apresentada por Luís



Percebe-se que Luís associa a atividade que viria a exercer em aula com a apresentação que fez para seus colegas na disciplina de MEM4, quando foi suficiente a apresentação dos dynagraphs e a manipulação do mesmo junto a seus colegas. Ao supervisor ele afirma que:

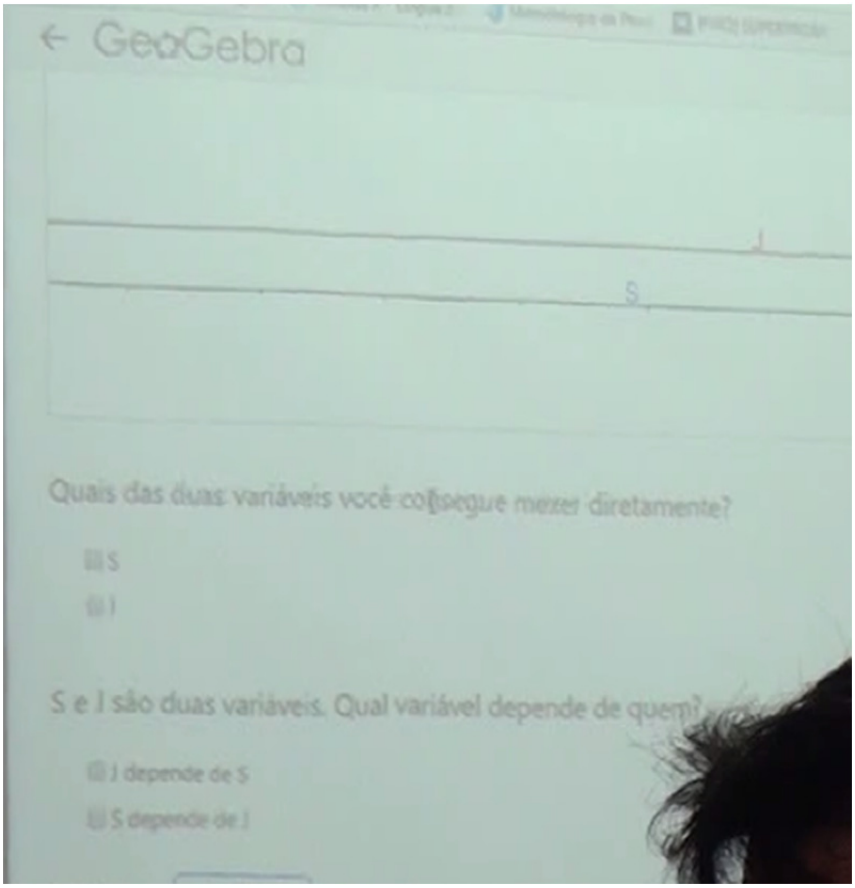
> *[...]Essa representação dinâmica é para eles pensarem em termos de variáveis e reta observando o comportamento em uma situação de simulação. Luís 05-01-2017*

O supervisor, sem sugerir alternativas, pondera que a mera observação e manipulação do material não é suficiente para criar uma situação de aprendizagem dos conceitos em tela. Nesse momento sugere que é necessário fomentar reflexões nos alunos:

> *[...] É dentro das justificativas que eles fazem que a gente começa a fazer as devolutivas. Ou seja, para fazer eles chegarem a compreender temos que dar oportunidade de eles se colocarem. [...]*
> *A minha preocupação é sobre qual a pergunta que você coloca com essa situação e quais as suas expectativas de resposta do aluno? O que é que você quer que o aluno chegue com esse tipo de atividade? Professor Silva 05-01-2017*

O supervisor procura regular o desenvolvimento apontando que a mera apresentação de objetos digitais não sugere os objetivos e que também não dá elementos sobre as antecipações feitas sobre as respostas dos alunos. Ou seja, há uma forte indefinição ao se pensar no objeto digital como o único portador da intencionalidade do professor. A princípio, não teria muitos elementos para lidar com a situação, pois sua experiência de ensino era limitada. No entanto, aparentemente guiado por suas leituras a respeito dos dynagraphs, começou a escrever propostas de atividades, incluindo duas questões de múltipla escolha (Figura 41).

Figura 41: Item 1.3



Novamente o supervisor intervém para apontar que se a única ação do aluno no livro digital for a de clicar em respostas certas, não haveria uma real exploração de elemento diferencial do digital para o impresso. Em sua fala, ainda acrescenta um novo elemento para reflexão: O tempo como recurso.

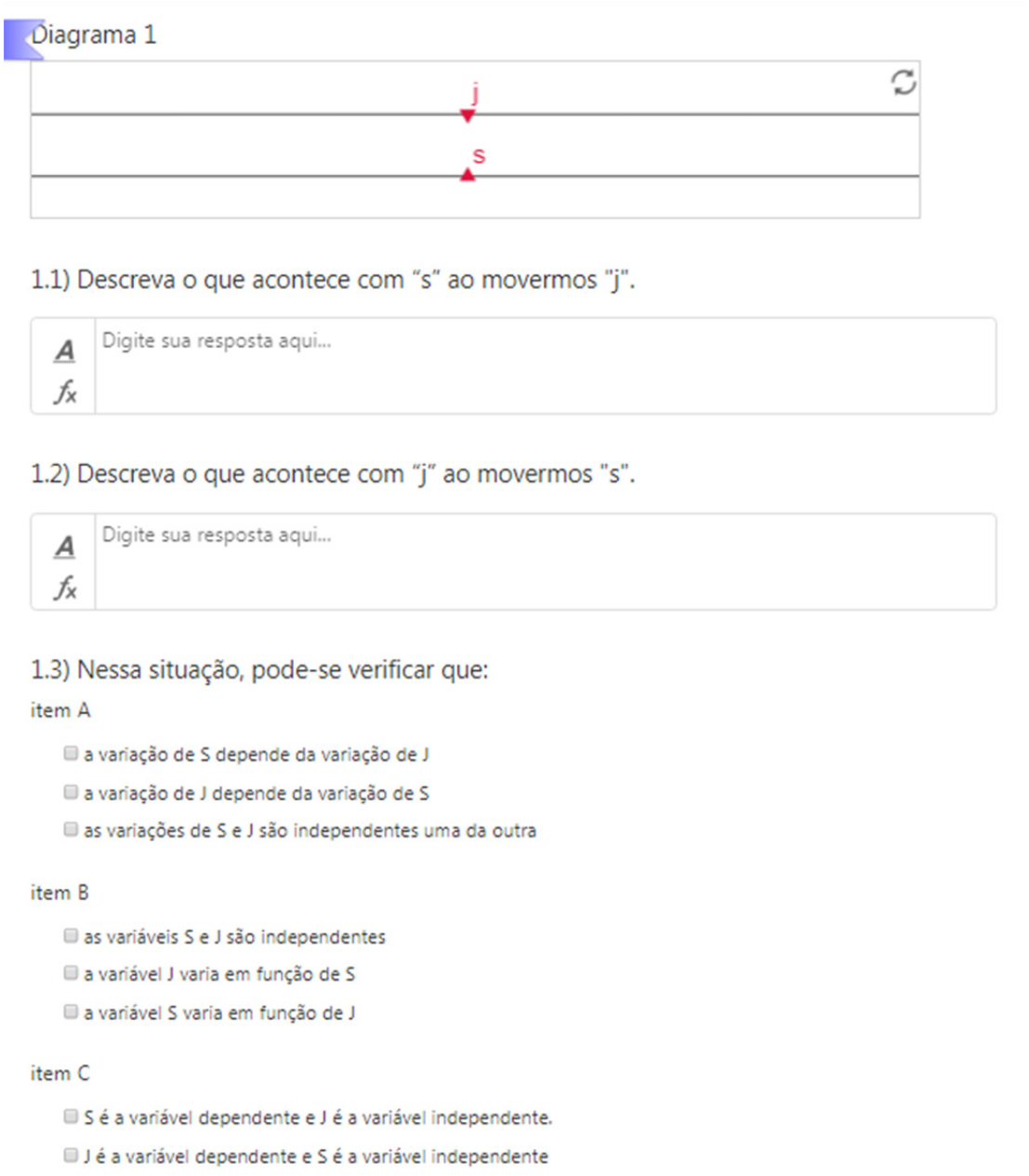
> *[...] Vai virar algo em que a pessoa só clica [...] o livro digital termina sendo um livro impresso dentro do computador. Me preocupa criar uma situação em que o aluno clica, clica clica. Dentro de cinco minutos ele termina a atividade. E o que é que tu vais fazer com o resto do tempo das aulas? Professor Silva 01-01-2017*

Como forma de superar a limitação apontada pelo supervisor, Luís inicia a criação de uma questão aberta. A redação dada e aceita pelo supervisor foi *“como é o comportamento das duas variáveis? Descreva detalhadamente o que você observa do comportamento de cada uma”* (Luís, 05-01-2017). Ao fim da versão 2016.2 ela foi desmembrada em: a) O que acontece ao tentar mover "j"?; b) O que acontece ao tentar mover "s"?; c) Existe alguma relação entre as variáveis? ( ) J depende de S, ( ) S depende de J, ( ) S e J são independentes; d) Como se dá a variação de "j" em "função" de "s" no Diagrama 1?.

Portanto, percebemos que Luís utilizou os conhecimentos do supervisor sobre a dinâmica de aulas para adaptar seu esquema de preparação de apresentações com mini aplicativos de funções para um esquema de elaboração de questões problematizadoras de um mini aplicativo de funções para aprendizagem de conceitos em situação de aula. Para isso, contou com as opções do *Geogebra Book* e com os conhecimentos do supervisor enquanto recursos. Seus próprios conhecimentos anteriores, oriundos da literatura acadêmica sobre representações dinâmicas e narrativas de aprendizagem, certamente foram os que guiaram a sua atividade de criar os enunciados, gerando um novo conhecimento de que atividades voltadas para aula devem garantir desdobramentos de problematização da situação problema apresentada.

No mais, é importante apontar que as linhas gerais do material que criou em momento de reflexão com o supervisor permaneceram mesmo após as modificações promovidas pelo supervisor do período subsequente, conforme podemos observar na figura 42.

Figura 42: Item 1.3 na versão 2017.1



Portanto, ao fim chegou-se a uma versão com mais itens pelos quais são feitas referências diretas à necessidade de o aluno manipular de alguma forma os recursos computacionais da tarefa. O percurso de desenvolvimento mostra que a ação dos supervisores seguiu o roteiro de manter as ideias principais de Luís e estabelecer regulação por meio de verificação de coerências. Luís, a seu turno, passou a desenvolver novos mecanismos de estruturação de seus objetivos com o uso do recurso digital.

O segundo episódio de regulação ocorreu durante a etapa de regência 2017.1, com o professor Gomes.

Ao desenvolver as atividades utilizando Dynagraphs, Luís esperava que os alunos usassem metáforas associadas ao conceito de velocidade para justificarem o comportamento das variáveis. No entanto, houve uma profusão maior de metáforas utilizadas em sala de aula incluindo as noções de direção, sentido (inverso e oposto), posição, equidistância, perpendicularidade, paralelismo, simetria e proporcionalidade.

Luís constatou que os alunos utilizavam o termo inverso no lugar de oposto para se referirem aos movimentos dos objetos em sentidos opostos. Mais ainda o uso de oposto no lugar de crescente, ou decrescente para se referir a algum comportamento de intervalos das funções. Mas Luís concentrou bastante esforço para lidar com situações em que os alunos identificavam um intervalo crescente como de crescimento diretamente proporcional e um intervalo decrescente como sendo inversamente proporcional. Esse tema foi tratado nas regências dos dias 21-06-2017, 27-06-2017 e 28-06-2017 e nenhum outro subtópico recebeu tamanha atenção. Como não fora um conteúdo previsto para ser ensinado, Luís complementou utilizando sites de internet, como a wikipedia, para apresentar definições localmente a algumas duplas de alunos.

Ao se reunir com o professor Gomes ao fim da aula do dia 27-06, Luís sugere dedicar mais tempo e, eventualmente, criar páginas adicionais ao livro, para tratar do conteúdo de proporções. O professor Gomes concorda que os alunos estavam usando indiscriminadamente o termo proporcional em contextos em que o conceito de proporcionalidade não era aplicável. Concorda ainda que há um valor em avaliar o aprendizado dos alunos sobre um tópico já estudado em etapas anteriores do currículo, mas discorda de avançar sobre o assunto. O risco que o professor Gomes aponta é o de se distanciar do objetivo de introduzir o conceito de funções. O estagiário acatou a proposta do supervisor e não promoveu as mudanças desejadas. O importante a destacar é que o desenvolvimento do livro materializou a discussão sobre a importância de manter o controle das ações para atingir os objetivos e que são itens de um esquema. Conhecimentos sobre currículo foram essenciais para a argumentação do Supervisor e ainda devem ser mais bem desenvolvidos por Luís.

5.2.5. Análise das regências

Neste item analisamos momentos específicos das duas fases de regência que consideramos característicos do processo de desenvolvimento do sistema documental de Luís considerando suas ações mediadas pelo capítulo de LDD que desenvolveu.

Ao analisarmos os documentos desenvolvidos por um professor temos que considerar que eles "*não vivem isolados. Eles são estruturados em sistemas documentais, cuja estrutura é relacionada com a estrutura da atividade dos professores".* (GUEUDET; TROUCHE, 2013, p.34). Portanto, analisamos o desenvolvimento dos recursos relacionados ao capítulo de LDD como integrantes de um sistema de recursos que encontra, em sala de aula, uma dinâmica própria de uso e de desenvolvimento em uso.

As aulas ocorreram em um antigo laboratório de Informática que atualmente foi adaptado para laboratório de Física. Os 15 computadores disponíveis estavam dispostos em bancadas (formato de U) e suas posições não foram alteradas até o segundo encontro das regências de 2017.2. Isso causou interferências no planejamento de uso e de desenvolvimento da ferramenta.

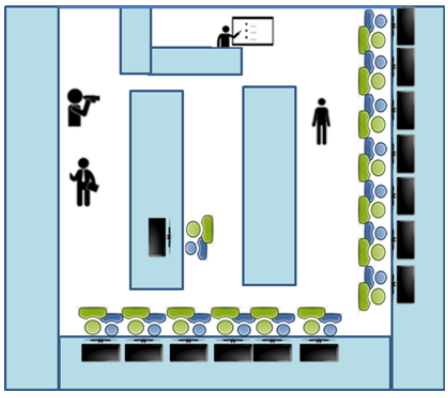
Luís pretendia que os alunos discutissem em duplas, mas que registrassem individualmente suas respostas na plataforma. Para isso procurou e desenvolveu meios de uso do *Geogebra Groups* para registro das atividades dos estudantes por meio de formulários para suas respostas e gravação do estado final das simulações deixadas como resposta. Diante da limitação de quantidade de máquinas em relação ao total de 28 alunos, optou por solicitar que os alunos preenchessem as atividades em dupla, indicando o nome de cada um dos pares na plataforma. O que parecia ser um procedimento de instrução técnica se revelou uma problemática de ordem pedagógica que permaneceu oculta até os últimos minutos da primeira regência (17/01/2017). Passemos a descrever tal situação e como Luís se organizou para resolver.

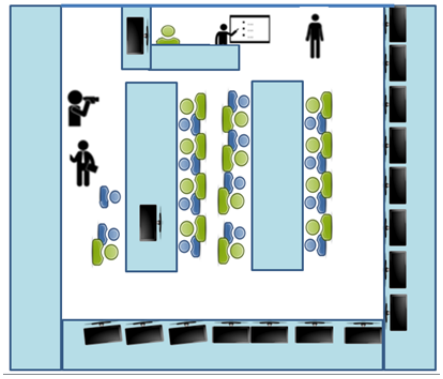
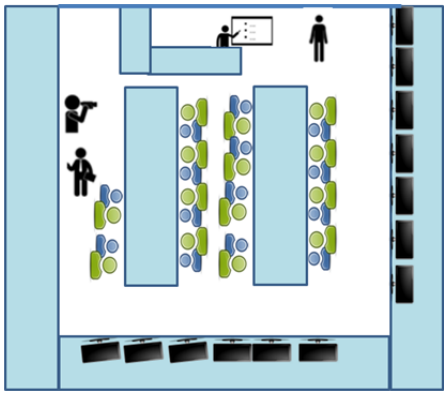
Como parte das instruções iniciais da aula, Luís advertiu os alunos para ajustarem os nomes na plataforma (alguns alunos escolheram nomes fictícios) para permitir a identificação dos alunos. Eis que, se dirige a turma nos seguintes termos:

> *[...] Tem algumas pessoas aí que então com nicks muito estranhos. A gente não tem como identificar quem é o aluno. Então por favor corrijam o nome de vocês por que. Não sei se vocês estão vendo que tem outra aba aí, opção anotações, ou feedback, não lembro.* ***Significa que a gente vai saber tudo o que vocês fizeram****. Estão todo mundo escutando?* ***Vai ficar registrado aí.*** *A gente sabe quando vocês começaram a fazer uma tarefa. Quando vocês terminaram a tarefa. Quando marcaram verificar. Fica tudo registrado. Depois a gente pode ir lá. Aí a gente vai olhar a resposta de cada um e dar o feedback por que você colocou isso, por que você colocou essa justificativa, enfim. Agora. Se o nick estiver estranho, a gente não tem como saber quem foi. Né.? (Luís, 17/01/2017)*

A orquestração instrumental desenvolvida por Luís e Pedro em 2016.2 levou em consideração a disposição de alunos e de recursos conforme restrições institucionais (não havia permissão para modificar os locais das máquinas, por exemplo), e de ordem didática, pois, em seu planejamento, previam-se momentos diferentes de reflexões e atividades pelos alunos. Destacamos a seguir, alguma das configurações didáticas e modos de operação desenvolvidos e que percebemos:

Quadro 5: Orquestração de Luís e Pedro

Configuração didática	**Modo de operação 1**	**Modo de operação 2**
01 	Luís centraliza a palavra para apresentar (usando um projetor) alguma instrução ou orientação geral aos alunos que acompanham pelos computadores.	Luís, Pedro e o professor Silva circulam pela sala para esclarecer dúvidas pontuais sobre o uso da ferramenta ou sobre o conteúdo das atividades.

Configuração didática	Modo de operação 1	Modo de operação 2
02 	Luís convida um aluno para apresentar suas soluções e discuti-las com os colegas.	Luís convida um aluno para apresentar diversas respostas de diferentes alunos e eventualmente responder perguntas direcionadas a ele. No restante do tempo Luís se direciona ao coletivo e o aluno convidado apenas manipula a plataforma a pedido de Luís
03 	Luís articula um debate como animador, provocando os alunos a apresentarem suas interpretações sobre itens que foram anteriormente resolvidos por eles e comentando sobre dúvidas e respostas coletadas em momentos anteriores	

A disposição de muito proximidade entre as máquinas provocou uma disposição aglomerada dos alunos, interferindo tanto na estratégia de promover reflexões mais diversificadas quanto na movimentação de Luís e Pedro em sala de aula. No entanto, tal contingência foi contornada com a promoção de explanações para pequenos grupos, pois quando uma dupla apresentava dúvida ou questionamento, os colegas ao redor acompanhavam o diálogo com os estagiários. Assim, o que poderia gerar dificuldades foi utilizado como fator positivo.

O debate promovido com a ajuda de algum aluno escolhido (configuração 02) foi marcado por inquietações de alguns colegas que preferiam acompanhar as ideias expostas usando sua própria versão do livro, dividindo a atenção. Tal efeito foi mais enfático na regência da versão 2017.2 quando Luís e o professor Gomes concluíram, após perceberem as mesmas dificuldades nos alunos, que essa forma de configuração deve ser feita com os alunos tendo acesso às suas respectivas produções. Portanto, Luís extrai o conhecimento prático de que reflexões dos alunos sobre produções, usando representações dinâmicas de funções, requerem que os

alunos tenham oportunidade de manipular os recursos, mesmo que as tarefas estejam finalizadas.

Ao adotar o modo de configuração 3, especificamente na primeira regência (17-01-2017), Luís questionou os alunos sobre o porquê de eles se demonstrarem tensos quanto à garantia de apresentarem respostas certas na primeira escrita das justificativas. Após os alunos insistirem que precisavam de mais tempo para a escrita das justificativas ele retruca:

> ***Luís*** *- "Vocês se preocupam tanto com resposta certa. Por que vocês se preocupam tanto com isso?"*
> A partir desse momento muitos alunos falaram ao mesmo tempo e apenas após Luís conseguir coordenar as falas foi possível destacar as intervenções:
> ***Aluna A*** *- "vocês disseram que 'vai ter avaliação de tudo o que vocês pensaram'. Aí a gente se preocupou"*
> ***Aluna A*** *- "nossos pais querem respostas"*
> ***Aluna B*** *- "Mas vocês afirmaram que nós estávamos sendo avaliados. Foi a regra"*

Nesse momento o supervisor Silva pede desculpas por interromper, mas diz que está muito curioso com a discussão que considerou inabitual e questiona os alunos sobre o fato de que sua prática anterior com eles incluía resolução de exercícios no caderno com mediante acompanhamento do docente. No entanto, os alunos insistem que a palavra avaliação tem um peso diferente quando dita pelo professor. Ainda em resposta ao professor Silva, uma aluna afirma que:

> ***Aluna C*** *- "...pelo fato de ficar tudo registrado aí com vocês, vocês estão anotando. Por exemplo, o que o professor (Silva) falou sobre tarefas. Nem sempre ele pega o caderno para ver. Quando o senhor diz, 'amanhã vou pegar os cadernos para ver'...todo mundo faz. Por que a gente sabe que o senhor vai anotar. Vai estar ali no nosso nome e que, de certa forma, é uma avaliação. Pode até não usar a palavra avaliação, mas a gente já sabe que é uma avaliação"*

A aluna apresenta uma defesa sobre a preocupação de apresentar uma resposta que seja considerada certa pelo fato de que toda sua produção está registrada na plataforma. É, de fato, uma maneira diferente de lidar com o acompanhamento dos alunos dado que, ao contrário do livro impresso, o professor tem, a seu dispor, o registro de toda a produção escrita do aluno e de algumas de suas intervenções sobre os mini-aplicativos. Ao tentar delimitar o campo de sua

avaliação formativa, Luís operacionalizou conhecimentos sobre avaliação de aprendizagem e sobre o nível de acesso à produção dos alunos para esse fim e que, de alguma maneira, seu capítulo de livro havia interferido na dinâmica habitual de avaliação formativa devido ao fato de que passos das respostas dos alunos ficaram registrados e disponíveis para o professor, ao contrário do que ocorre com o livro impresso do aluno.

Luís retoma a palavra e tenta diminuir o peso de sua afirmação do início da aula declarando que seu objetivo em manter os registros dos alunos na plataforma é o de poder "*observar o raciocínio"* deles a fim de entender como eles pensam sobre as tarefas propostas, ressaltando que não seria tão útil enfatizar noções de certo e errado nas respostas em curso de desenvolvimento com as atividades.

Nas reflexões com o supervisor (posteriores à aula) Luís pondera que sem a exploração prévia dos alunos sobre a ferramenta ficaria sem saber o que eles pensam a respeito do conteúdo e isso geraria dificuldades para se preparar para discutir em grande grupo. Sua ênfase em criar mecanismos para registrar os todos os passos possíveis dos raciocínios dos alunos pode então ser compreendida pela sua dificuldade de antecipar respostas dos estudantes. Lembramos que em seus esquemas anteriores de desenvolvimento e utilização de recursos digitais partiam de depoimentos de uso, algo que passou a não dispor no desenvolvimento inicial de sua proposta de estágio curricular supervisionado. Entendemos, portanto, que as antecipações necessárias ao estabelecimento de um esquema estável para a criação do capítulo de LDD são elementos críticos em desenvolvimento por parte de Luís e as respostas deixadas pelos alunos na plataforma se tornaram recursos que o ajudam e passam a integrar seu sistema documental.

No tocante à avaliação dos alunos, é importante mencionar que durante as primeiras regências do semestre 2017.2, com a turma do professor Gomes, Luís novamente menciona que a plataforma guarda os registros dos alunos, mas não trata sobre avaliação. Não obstante isso, o professor Gomes relata, nas reflexões do quarto encontro de regência (26-06-2017) que alguns alunos relataram preocupação em deixar uma resposta que seja considerada certa e por isso estavam demorando mais na redação de suas justificativas.

Portanto, trata-se de uma situação aparentemente decorrente da natureza da plataforma que dá suporte ao capítulo de LDD. Uma reflexão maior sobre o que deve ser considerado de domínio privado das soluções dos alunos (seus rascunhos, suas ideias provisórias) e o que deve ser de domínio público (apresentado e registrado na plataforma) não foi desenvolvida de maneira explícita por Luís. Porém, reconhecemos que, de maneira operacional, apresenta um entendimento de que se deve registrar o máximo de dados possíveis da produção dos alunos para usar como ponto de partida para discussões conceituais com eles.

A primeira regência da versão 2017.1 marca o surgimento das dimensões individual e coletiva da produção do aluno, que não foram previstas anteriormente, como fator de relevância para o desenvolvimento do capítulo do LDD. As atividades foram previstas para serem resolvidas em dupla, algo que se tornou possível apenas em momentos de aula na escola. No entanto, ao fim da primeira regência (13-06-2017), Luís ensaiou propor atividades para casa nos seguintes termos:

> [...]*como a gente já encerrou nosso tempo de aula. Na verdade, já estourou. Vocês terão que terminar em casa ou no intervalo. Mas vejam o que eu estava mostrando para os meninos ali, o que vocês fazem aqui ele sempre vai salvando e aparece lá em cima: as alterações foram salvas* [...] Luís 13/06/2017

Nesse momento um aluno o interrompe para fazer uma pergunta sobre unidade de medida de energia. Após responder ao aluno, Luís retoma as instruções dadas para fazerem a atividade em casa. Percebe-se que o estagiário muda as orientações ao se dar conta de que, fora da sala de aula, os alunos deveriam dar andamento às respostas de maneira individual, o que inviabilizaria a proposta de uso de duplas para discussões sobre as tarefas. Dessa forma, após uma pequena pausa Luís declara:

> [...]*Olhem. Como a gente fez em duplas, então não vai dar para vocês resolverem em dupla. A menos que vocês compartilhem a senha do usuário no Geogebra. Não sei como vocês acham que fica melhor.* [...] Luís 13/06/2017

A esse ponto, o estagiário propôs um novo cenário que não resolveria a inconsistência criada pela proposta de os alunos terminarem em casa. No entanto, ele segue modificando a proposta enquanto reflete.

> [...]*"Mas olhem. Vocês em casa, individualmente podem criar uma conta, entrar no grupo e acessar todo esse material. Vamos combinar... O que vocês acham melhor? Vocês terminarem isso amanhã ou fazer em casa?* [...] Luís 13/06/2017

Dada a confirmação da preferência dos alunos em terminarem as tarefas em aula no dia seguinte, Luís se vê na condição favorável de poder alterar a proposta, evitando dificuldades posteriores de identificação dos alunos que desenvolveram as atividades.

Durante as reflexões que sucederam à aula (Luís e o supervisor Gomes), o pesquisador solicitou de Luís sua interpretação sobre a condição de os alunos estarem trabalhando em duplas. A esse respeito, o estagiário afirma que:

> [...] *Quanto a essa questão das duplas. Desde antes que tem essa questão. Por que Eu estava pensando em mandar eles fazerem em casa. Mas agora eu pensei que em casa eles não tem como fazer em dupla, por que não há um login dos dois. Então é melhor que façam tudo aqui na sala mesmo. Infelizmente no Geogebra não tem como os alunos trabalharem colaborativamente de forma que cada um acesse de computadores diferentes e fazerem a mesma tarefa juntos. Então eu pensei em eles fazerem as atividades aqui mesmo. Não vai ter... para pensar agora coisas para eles fazerem em casa. Isso vai limitar, talvez."* [...] Luís 13/06/2017

Entendemos que, de maneira operacional, Luís passa a conceitualizar os recursos que cria para o capítulo do LDD ao menos de duas maneiras distintas:

a) Como auxiliar para orquestrar o desenvolvimento da aula, sobretudo como um guia curricular que o orienta a seguir em direção aos objetivos planejados junto com o supervisor.
b) Como caderno de tarefas individuais dos alunos.

Seu depoimento durante as reflexões com o supervisor mostra que acabara de tomar consciência de que a disposição de recursos e alunos que adotou fora uma adaptação para solucionar contingências. Ou seja, que a plataforma fora desenvolvida considerando que cada aluno produza sobre um livro individual ao passo que suas escolhas foram de mantê-los produzindo em dupla.

Conforme detalhamos no capítulo sobre Metodologias, concentramos nossas análises em alguns momentos desse conjunto de pouco menos de 31 horas de gravações em vídeo. Procuramos identificar, a partir dos esquemas mobilizados, os conhecimentos que Luís desenvolve agregados ao desenvolvimento de seu capítulo de LDD. Embora as situações de planejamento e de regência tenham características distintas, observamos ambas como momentos desse desenvolvimento conjunto.

Entendemos que Luís se apresentou para o início do estágio com esquemas relativamente estáveis para elaborar oficinas curtas (de um encontro) e sua experiência de autoria precedente foi a de criação de resumos, um recurso de memória. No entanto, os esquemas que possuía em seu sistema documental foram insuficientes para lidar com o estágio envolveu exigências novas. Dentre elas destacamos:

1) Escolha de conceitos matemáticos a serem abordados conjuntamente ao estudo de funções para montar sua estratégia de ensino.

2) Estabelecimento de regras e sub-objetivos para manter-se fiel ao seu o que objetivo principal diante de uma quantidade indefinida de opções de estratégias de planejamento.

3) Corresponder a aspectos institucionais: O currículo da disciplina na escola que limitou suas escolhas: o tempo ampliado por se tratar de uma regência desenvolvida em vários encontros: A disponibilidade e disposição dos recursos materiais necessários que influenciou a dinâmica das aulas.

4) Usar em regência um material que, em seu conjunto, ainda não foi testado em aula.

A partir dessas reflexões, consideramos que o processo de construção do capítulo de LDD tomou lugar significativo na etapa de formação profissional de Luís. Houve esquemas criados, gêneses documentais em desenvolvimento e de um sistema documental. Na etapa de regência, o engajamento de Luís na construção de seus recursos, aspecto de ter um LDD permite que a experiência seja enriquecida diretamente pela prática com os alunos e tenha três características que foram

importantes no processo de construção e implementação;

É livro - Essencialmente um recurso de memória envolvendo a escrita.

É didático - Estruturado para uso pelo professor e pelo aluno em situações de aula.

É digital (e computacional) - Permitindo que o professor desenvolva processos de;

a) autoria - Tendo por suporte um viveiro de recursos, apoio de colegas, apoio de literatura acadêmica.... Enfim, diversos recursos que encontra em portais de Internet e no seu ambiente profissional para inspirar ideias e referenciar conteúdos;
b) Edição - O fato de não necessitar de uma ilha de edição gráfica, de uma editora para produzir seu material.
c) distribuição - Os alunos têm acesso ao material em aulas orquestradas tanto para ambientes presenciais quanto para virtuais. Luís valorizou muito o fato de poder ter acesso ás respostas dos alunos.

O aspecto computacional do capítulo de LDD se apresenta pelo o uso articulado de mini aplicativos, simulações, gráficos dinâmicos para apoiar um planejamento com objetivos definidos de abandonar uma abordagem estática de ensino de funções. Ou seja, o aspecto digital amplia a característica do livro como recurso de memória para um recurso de processamento de ideias.

CONCLUSÕES

A partir de nossas análises concluímos que o repertório de recursos e conhecimentos mobilizados pelo Licenciando para estruturar seu sistema documental durante o projeto de estágio pode ser apresentado em duas fases de desenvolvimento:

- em um primeiro momento, houve um resgate de concepções firmadas em etapas anteriores de seu aprendizado acadêmico, pelo qual o sujeito utilizou, enquanto recursos, conceitos oriundos de literatura acadêmica para argumentar suas escolhas metodológicas e de ferramentas (conceituais e tecnológicas) a serem empregadas. Resgatou-se, ainda, produções de recursos em etapas de disciplinas anteriores, aproveitando-se dos esquemas desenvolvidos para tais produções. A partir das reflexões apresentadas pelo sujeito, concluímos que essa etapa, que não tem um fim definido, serviu de agregadora de sentido para produções anteriores que haviam sido conduzidas como etapas de conclusão de disciplinas acadêmicas. Ao mesmo tempo, pela dinâmica da discussão travada com os supervisores, concluímos que o projeto serviu para estruturar tais produções em torno de um eixo diretor para cumprir a dupla função de desenvolver os recursos didáticos e desenvolver um planejamento didático.

- em um segundo momento, houve uma intensa busca de novos materiais para cumprir demandas surgidas em todas as etapas do estágio. Essas buscas ocorreram: durante o planejamento, por interferência dos questionamentos do supervisor; durante as regências, devido, sobretudo, às contingências encontradas; durante suas reflexões posteriores, por interferência tanto de seus interlocutores (colegas, supervisores, professora da disciplina estágio curricular supervisionado...) quanto por suas próprias conclusões apresentadas em relatórios e Trabalho de Conclusão de Curso. Essa etapa nos mostra que o desenvolvimento do projeto de estágio serviu como fator de desequilíbrio de esquemas já constituídos no sistema documental do sujeito e as situações de planejamento de aulas, de desenvolvimento de materiais e de regência, foram promotoras do desenvolvimento de novos esquemas em um processo característicos de atuação profissional em curso de aprimoramento.

Ao concordarmos que havia um sistema documental anterior ao Estágio Curricular Supervisionado, entendemos que os novos documentos, criados em torno do Livro didático digital, se agregam ao sistema enquanto componente de uma estrutura que apresenta característica de unicidade. No entanto, as velocidades com que o sujeito exerce adaptações em suas propostas, bem como a dinâmica apresentada para fundamentá-las e defendê-las, nos indicam que o sistema documental primitivo ganhou não apenas uma nova dinâmica de desenvolvimento, mas, sobretudo, um novo sentido para o sujeito, que passa a reconhecer explicitamente a unicidade de seu sistema. Dessa forma, o sujeito reconhece a própria existência de tal estrutura (seu sistema documental) a partir de seu discurso e de suas regras de ações que dirigem suas escolhas de quais recursos buscar, quais palestras assistir, quais partes de um recurso de terceiros deve selecionar/adaptar.

O caráter de produção de recursos, no qual foi inserido, foi respeitado pelos supervisores como uma proposta sobre a qual deveriam se integrar, fornecendo suas experiências, sobretudo no tocante às antecipações de ações e entendimento dos alunos que foram necessárias nas etapas de planejamento. De outra forma, o estagiário seria integrado a uma proposta e recursos já consolidados dos supervisores. Portanto, o sujeito não atuou de forma dependente por meio de reprodução/imitação de modelos de atuação e sim integrou o que considerou relevante para o desenvolvimento do projeto no qual se engajou.

O caráter de livro didático do material produzido conferiu ao sujeito três aportes fundamentais sobre os quais se apoiou.

O primeiro foi curricular. O sujeito pode estruturar suas pesquisas e o campo conceitual de seu material inspirado em produções consolidadas e leituras mais experientes sobre o currículo nacional. Não bastasse as declarações presentes em seus relatórios e nos registros videogravados de suas reuniões com os supervisores, o fato de ter utilizado vários livros impressos como matéria prima de parte de sua produção é decisiva para essa conclusão. Ressalta-se que o livro impresso foi introduzido no projeto por influência do primeiro supervisor e sua utilização pelo estagiário foi, sobretudo, de meio para inspiração enquanto desenvolvia sua versão de material didático para uso.

O segundo, que deriva do primeiro, foi o caráter coletivo conferido às regras de ações estabelecidas. O livro didático, enquanto ferramenta partilhada pelos professores de uma instituição, é objeto de ações partilhadas pelo corpo docente da mesma. Ao se integrar no estágio mediante ações sobre tal ferramenta, o estagiário teve a oportunidade de transitar entre as propostas de diferentes supervisores, mantendo-se como portador de uma condução própria, individual e coletivamente localizada. Ainda que em sua experiência futura tenha que lidar com outras obras impressas, a organização do sujeito tende a manter seus aspectos de desenvolvimento individual em meio a uma necessidade de referenciamento coletivo.

O terceiro foi o caráter de ressignificação dos materiais. Por ser, o livro didático, um material referenciado e consolidado nas ações dos profissionais experientes com os quais o estagiário lidou, as mudanças que propôs tiveram que passar pelo crivo de exigências tanto do ponto de vista de coerências conceituais e metodológicas quanto de justificar o valor didático da mudança de recurso. A exigência de coerência com os objetivos gerais foi comum a ambos os profissionais, sendo a diretriz apontada, tanto para a inclusão de tarefas à proposta quanto às subdivisões necessárias. Sob esse aspecto, diante da escolha de ensinar funções mediante uma abordagem dinâmica da dependência entre as variáveis, o sujeito chegou à conclusão de que as adaptações que deve promover em uma tarefa planejada para um suporte estático, como o livro impresso, podem abranger modificações que interfiram no objetivo da tarefa, tornando-a mais que uma versão digitalizada e sim uma nova atividade que guarda aspectos (por exemplo imagens, ou dados de gráficos) da atividade original.

O caráter digital do capítulo de livro didático criado conferiu ao estagiário os meios para que promovesse e experimentasse inovações. Observemos que ao ressignificar os materiais impressos para o meio digital, introduzindo concepções sobre recursos dinâmicos, o estagiário modificou não somente o suporte do recurso, mas seus objetivos didáticos e o campo conceitual de exploração. Permitiu-se ainda articular recursos de uma proposta estruturada para livro impresso com um conceito (Dynagraph) criado para ser desenvolvido em meio digital. A isso soma-se a plataforma de uso do livro (Geogebra-Groups) cuja utilização resultou em uma discussão não prevista sobre avaliação entre o estagiário e os alunos. Entendemos

que nesse momento o estagiário teve que conceitualizar sobre avaliação de aprendizagem sob uma contingência gerada por influência da natureza digital de seu material.

Alguns aspectos do desenvolvimento do capítulo de LDD, surgidos durante a etapa de regência, foram pouco explorados e podem servir de elemento para pesquisas futuras.

O primeiro, já mencionado, remete a mudanças no nível de acesso do professor de Matemática aos passos da produção do aluno. Dado que o aluno desenvolve sua produção na plataforma do livro tende a personalizá-lo expondo ao professor partes de sua produção que até então mantinha sob domínio privado (cálculos preliminares, soluções e manipulações provisórias). A atitude do sujeito (de ressaltar o aspecto formativo da avaliação) não foi submetida a uma reflexão mais aprofundada devido ao tempo reduzido de atuação que detinha junto à turma.

O segundo aspecto se reporta ao momento de utilização do livro pelo aluno e que influencia em sua concepção. O sujeito pensou o livro como recurso de apoio para desenvolvimento de atividades presenciais com os alunos. No momento em que precisou adaptar a condução da aula para que os alunos desenvolvessem atividades em casa encontrou contingências incontornáveis dado que tal mudança implicaria em perda de parte do acompanhamento da produção dos alunos.

Enquanto contribuição à Educação Matemática, entendemos que os resultados da pesquisa indicam perspectivas de desenvolvimento de novas abordagens de formação inicial e de pesquisa sobre formação inicial do professor de Matemática tendo como foco a relação entre o desenvolvimento de sistema documental e a formação acadêmica e profissional dos futuros professores da disciplina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALARCÃO, I.; CANHA, B. **Supervisão e colaboração: Uma relação para o desenvolvimento**. Porto | Portugal: Porto Editora, 2013.

ALDON, G. **Interactions didactiques dans la classe de mathématiques en environnement numérique: construction et mise à l'épreuve d'un cadre d'analyse exploitant la notion d'incident**. França: Université Claude Bernard-Lyon I, 2011.

ASSIS, C. DE F. C. DE. **A gênese documental na formação de professores de matemática: interações entre o livro didático e a geometria dinâmica**Anais do I LADIMA. **Anais**... *In*: 1º SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE DIDÁTICA DA MATEMÁTICA – 1º LADIMA. Bonito, MS, BR: 2016Disponível em: <http://ladima.tuseon.com.br/>. Acesso em: 24 fev. 2018

ASSIS, C. DE F. C. DE; GITIRANA, V.; TROUCHE, L. **Ressources du professeur en formation initiale: Une étude de la métamorphose d'un système de ressources pour étudier à un système de ressources pour enseigner**. *In*: SÉMINAIRE MENSUEL DE RECHERCHE SUR LES INTERACTIONS DES PROFESSEURS AVEC LES RESSOURCES DE LEUR ENSEIGNEMENT. França, 2017. . Acesso em: 24 fev. 2018

BELLEMAIN, F.; TROUCHE, L. **Compreender o trabalho do professor com os recursos de seu ensino, um questionamento didático e informático**Anais do I LADIMA. **Anais**... *In*: 1º SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE DIDÁTICA DA MATEMÁTICA – 1º LADIMA. Bonito, MS, BR: 2016Disponível em: <http://ladima.tuseon.com.br/anais---conferencias-e-oficinas.html>

BESNIER, S. **Le travail documentaire des professeurs à l'épreuve des ressources technologiques: le cas de l'enseignement du nombre à l'école maternelle**. França: Université de Bretagne occidentale-Brest, 2016.

BIGODE, A. J. L. **Matemática hoje é feita assim: 8ª série**. São Paulo: FTD, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada.** Resolução CP/CNE 02/2015. Disponível em http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=70431-res-cne-cp-002-03072015-pdf&category_slug=agosto-2017-pdf&Itemid=30192, Acesso em 20/02/2018

___. **Guia Digital do PNLD 2016**. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/pnld-2016/>. Acesso em: 12 jan. 2018.

___. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Matemática, Bacharelado e Licenciatura**. Parecer CES/CNE 1.302/ 2001, homologação publicada no DOU 05/03/2002, Seção 1, p. 15. Resolução CES/CNE 03/2003. Disponível em http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES13022.pdf . Acesso em 15/04/2017.

BRUNER, J. S. **Atos de significação**. Tradução Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

CASSIA OSORIO REIS SALES; LULU HEALY. **Explorando função através de representações dinâmicas: narrativas de estudantes do ensino médio**. São Paulo: UNIBAN/EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2009.

CHAZAN, D.; YERUSHALRNY, M. The Future of Mathematics Textbooks: Ramifications of Technological Change. [s.d.].

COPPÉ, S. **Processus de vérification en mathématiques chez les élèves de première scientifique en situation de devoir surveillé**. Lyon 1, 1993.

DANIEL CHAZAN; MICHAL YERUSHALMY. The Future of Mathematics Textbooks: Ramifications of Technological Change. *In*: STOCCHETTI, M. (Ed.). . **Media and education in the digital age : concepts, assessments, subversions**. EUA: Peter Lang, 2014. p. 63–78.

DEWEY, J. **Como pensamos: como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo: uma reexposição**. Tradução Haydée De Camargo Campos. 4. ed. São Paulo: Ed. Nacional, 1979.

DRIJVERS, P. *et al.* The teacher and the tool: instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. **Educational Studies in mathematics**, v. 75, n. 2, p. 213–234, 2010.

EVEN, R.; OLSHER, S. Teachers as Participants in Textbook Development: The Integrated Mathematics Wiki-book Project. *In*: LI, Y.; LAPPAN, G. (Eds.). . **Mathematics Curriculum in School Education**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2014. p. 333–350.

FOLCHER, V.; RABARDEL, P. Hommes, artefacts, activités : perspective instrumentale. *In*: **Ergonomie**. Hors collection. Paris: Presses Universitaires de France, 2004. p. 251–268.

GERARD, F.-M.; ROEGIERS, X. **Conceber e avaliar manuais escolares**. Traducao Júlia Ferreira; Helena Peralta. Porto: Porto Editora, 1998.

GOLDENBERG, P.; LEWIS, P.; O'KEEFE, J. Dynamic representation and the development of a process understanding of function. *In*: HAREL, G.; DUBINSKY, E.

(Eds.). . **The concept of function: Aspects of epistemology and pedagogy**. MAA Notes. Washington, DC: Mathematical Association of America, 1992. v. 25p. 235–260.

GUEUDET, G. *et al.* E-textbooks and Connectivity: Proposing an Analytical Framework. **International Journal of Science and Mathematics Education**, p. 1–20, 3 dez. 2016.

GUEUDET, G.; TROUCHE, L. Du travail documentaire des enseignants : genèses, collectifs, communautés. **Éducation et didactique**, v. 2, n. 3, p. 7–33, 2008.

___. **Ressources numériques et documentation des professeurs. Un nouveau regard sur conception et usage**EIAH 2009. **Anais**...Le Mans, France: 2009Disponível em: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00459439>

___. Des ressources aux documents, travail du professeur et genèses documentaires. *In*: GUEUDET, G.; TROUCHE, L. (Eds.). . **Ressources vives: le travail documentaire des professeurs en mathématiques**. Paideia. Rennes: Presses Universitaires de Rennes e INRP, 2010. p. 57–74.

___. Teachers' work with resources: Documentational geneses and professional geneses. *In*: **From text to'lived'resources**. Holanda: Springer, 2012. p. 23–41.

GUY BROUSSEAU. **Introdução ao estudo da teoria das situações didáticas: Conteúdos e métodos de ensino**. São Paulo: Ática, 2008.

HOYLES, C.; NOSS, R. Synthesizing mathematical conceptions and their formalization through the construction of a Logo-based school mathematics curriculum. **Int. J. of Math. Educ. in Sc. & Tech. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, v. 18, n. 4, p. 581–595, 1987.

IMMANUEL KANT. **Crítica da razão pura e outros textos filosóficos**. São Paulo: Abril Cultural, 1974.

INFANTE, M. J.; SILVA, M. S.; ALARCÃO, I. Descrição e análise interpretativa de episódios de ensino: os casos como estratégia de supervisão reflexiva. **Formação reflexiva de professores: estratégias de supervisão. Porto: Porto Editora**, p. 151–169, 1996.

KAMBERELIS, G.; DIMITRIADIS, G. Focus groups: strategic articulations of pedagogy, politics, and research practice. *In*: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (Eds.). **Handbook of qualitative research**. 3. ed. EUA: Sage Publications, 2005. p. 875–895.

___. Focus group research: retrospect and prospect. *In*: PATRICIA LEAVY; PETER E. NATHAN (Eds.). . **The Oxford Handbook of Qualitative Research**. 1. ed. EUA: Oxford University Press, 2014. p. 315–340.

LAZARSFELD, Paul F.; MERTON, Robert K. Section of Anthropology: Studies in

radio and film propaganda. **transactions of the New York Academy of Sciences**, v. 6, n. 2 Series II, p. 58-74, 1943.

MELO, L. M. E. **Matemática Científica e Escolar: Saberes, Crenças e Concepções de Professores na Construção Coletiva de um Livro Didático**. Rio de Janeiro: Universidade federal do Rio de Janeiro, 8 dez. 2014.

MERTON, Robert K.; KENDALL, Patricia L. The focused interview. **American journal of Sociology**, v. 51, n. 6, p. 541-557, 1946.

OLIVEIRA, A. L. DE. **O livro didático**. 3. ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1986.

OLSHER, S.; EVEN, R. **Teachers editing textbooks: changes suggested by teachers to the mathematics textbook they use in class.** Conference on Mathematics Textbook Research and Development (ICMT-2014). **Anais**...2014

PASTRÉ, P.; MAYEN, P.; VERGNAUD, G. La didactique professionnelle. **Revue française de pédagogie**, n. 1, p. 12–12, 2006.

PEPIN, B. *et al.* E-textbooks in/for teaching and learning mathematics: A potentially transformative educational technology. *In*: ENGLISH, L. D.; KIRSHNER, D. (Eds.). . **Handbook of international research in mathematics education**. 3. ed. Nova Iorque: Routledge, 2015. p. 636–661.

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

RABARDEL, P.; BOURMAUD, G. Instruments et systèmes d'instruments. *In*: **Modèles du sujet pour la conception. Dialectiques activités développement**. : p. 211–229.

ROCHA, K. DE M. **Uses of online resources and documentational trajectories: the cases of Sésamath**13th International Congress on Mathematical Education. **Anais**...Hamburg: 2016

ROCHA, K. DE M.; TROUCHE, L. **Documentational trajectory: a tool for analyzing the genesis of a teacher's resource system across her collective work**Congress of european research in mathematics education. **Anais**...Dublin, Ireland: 1 fev. 2017 Disponível em: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01541068>

SABRA, H. **Contribution à l'étude du travail documentaire des enseignants de mathématiques: les incidents comme révélateurs des rapports entre documentations individuelle et communautaire**. França: Université Claude Bernard-Lyon I, 2011.

SCHÖN, D. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Tradução Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SCHUBRING, G. **Análise histórica do livro didático de matemática: notas de aula**. Tradução Maria Laura Magalhães Gomes. 1. ed. Campinas-SP: Autores

Associados, 2003.

SOKHNA, M.; TROUCHE, L. **Formation mathématique des enseignants: quelles médiations documentaires?**Espace mathématique francophone (EMF 2015). **Anais**...2015

TRGALOVÁ, J.; JAHN, A. P. Quality issue in the design and use of resources by mathematics teachers. **ZDM**, v. 45, n. 7, p. 973–986, 1 dez. 2013.

TROUCHE, L. Construction et Conduite des Instruments dans les Apprentissages Mathématiques: Nécessité des Orchestrations. **Recherches en Didactique des Mathematiques**, v. 25, n. 1, p. 91–138, 2005.

___. Prendre en compte les métamorphoses du Numérique : vers une approche documentaire du didactique. **Unión - Revista iberoamericana de educación matemática**, n. 45, p. 7–23, mar. 2016.

TROUCHE, L.; FAN, L. Mathematics textbooks and teachers' resources: a broad area of research in mathematics education to be developed. *In*: FAN, L. *et al.* (Eds.). . **Research on Mathematics Textbooks and Teachers' Resources**. ICME 13 Monograph. [s.l.] Springer International Publishing, 2018. p. xiii–xxii.

TUFFÉRY-ROCHDI, C. **Les ressources au cœur des pratiques des professeurs de mathématiques: le cas de l'enseignement d'exploration MPS en seconde**. França: Université de la Réunion, 2016.

VERGNAUD, G. Calcul rationnel et représentation calculable. **Bulletin de Psychologie**, v. Tome 28 (7-8), n° 315, p. 378–387, 1975.

___. Concepts et schèmes dans une théorie opératoire de la représentation. **Psychologie Française**, v. 30, p. 245–252, 1985.

___. Psicologia do desenvolvimento cognitivo e didáctica das matemáticas. Um exemplo: as estruturas aditivas. **Análise psicológica**, v. 5, p. 75–90, 1986.

___. Les fonctions de l'action et de la symbolisation dans la formation des connaissances chez l'enfant. *In*: **Psychologie**. Encyclopédie de la Pléïade. Paris: Gallimard, 1987. p. 821–844.

___. La Théorie des Champs Conceptuels. **Recherches en didactique des mathématiques**, v. 10, n. 2.3, p. 133–170, 1990.

___. Quelle théorie pour comprendre les relations entre savoir-faire et savoir. *In*: BENTOLILA, A. (Ed.). . **Les Entretiens Nathan.Savoirs et savoir-faire Paris, Nathan**. Paris, France: [s.n.]. p. 5–20.

___. Au fond de l'apprentissage, la conceptualisation. *In*: **Actes de l'école d'été de didactique des mathématiques**. França: Clermont-Ferrand : IREM de Clermont-Ferrand, 1996. p. 174–185.

___. Que peut apporter l'analyse de l'activité à la formation des enseignants. **Carrefours de l'éducation**, v. 10, p. 48–63, 2000.

___. Représentation et activité: deux concepts étroitement associés. **Recherches en éducation**, v. 4, p. 9–22, 2007.

___. O que é aprender. *In*: BITTAR, M.; MUNIZ, C. A. (Eds.). . **A aprendizagem matemática na perspectiva da teoria dos campos conceituais**. Curitiba: CRV, 2009. v. 1p. 13–35.

___. Pourquoi la théorie des champs conceptuels? **Infancia y Aprendizaje**, v. 36, n. 2, p. 131–161, 2013.

___. **Quais questões a teoria dos campos conceituais busca responder?**Anais do I LADIMA. **Anais**... *In*: 1º SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE DIDÁTICA DA MATEMÁTICA – 1º LADIMA. Bonito, MS, BR: 2016

VERGNAUD, G.; PASTRÉ, P. Apprentissage et didactique en formation professionnelle. *In*: CARRÉ, P.; CASPAR, P. (Eds.). . **Traité des sciences et techniques de la formation**. Paris, França: Dunod, impr. 1999, 1999. p. 127–144.

VYGOTSKI, L. S. **Teoria e método em psicologia**. [s.l.] Martins Fontes, 2004.

___. Thinking and speech. The collected works of LS Vygotsky, vol. 1. **New York: Plenum Press**, v. 114, p. 113–114, 1987.

ZALMAN USISKIN. **Electronic vs. Paper Textbook Presentations of the Various Aspects of Mathematics**. *In*: II INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATICS TEXTBOOK RESEARCH AND DEVELOPMENT. Rio de Janeiro: 2016