

Ciências Humanas



Daniela Cotta Bicalho Figueiredo

**O CONTEXTO DIGITAL
COMO AMBIENTE
DE APRENDIZAGEM
DE CÁLCULO
DIFERENCIAL E INTEGRAL**



editora **UFOP**

O CONTEXTO DIGITAL COMO
AMBIENTE DE APRENDIZAGEM
DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL



UFOP

Universidade Federal
de Ouro Preto

Reitora

Cláudia Aparecida Marlière de Lima

Vice-Reitor

Hermínio Arias Nalini Jr.



editora**UFOP**

Diretor Executivo

Prof. Dr. José Rubens Lima Jardimino

Coordenador Editorial

Daniel Ribeiro Pires

Assessor da Editora

Alvimar Ambrósio

Diretoria

Francisco José Daher Jr (Coord. de Comunicação Institucional)
Paulo de Tarso Amorim Castro (Presidente do Conselho Editorial)
Marcos Eduardo Carvalho Golçalves Knupp (PROEX)
Sérgio Francisco Aquino (PROPP)
Tânia Rossi Garbin (PROGRAD)
Daniel Ribeiro Pires (Representante TAE)

Conselho Editorial

Prof. Dr. Adriano Medeiros da Rocha
Prof. Dr. Douglas da Silva Tinti
Prof. Dr. Flávio Pinto Valle
Prof. Dr. Paulo de Tarso Amorim Castro

Daniela Cotta Bicalho Figueiredo

O CONTEXTO DIGITAL COMO
AMBIENTE DE APRENDIZAGEM
DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

1ª edição

Ouro Preto
2025



© EDUFOP

Coordenação Editorial

Daniel Ribeiro Pires

Capa

Editora UFOP

Diagramação

Laís Nagayama

Ficha Catalográfica

(Bibliotecária: Gracilene Maria de Carvalho - CRB6-3067 (CBGD)/SISBIN/UFOP)

F475c Figueiredo, Daniela Cotta Bicalho.

O contexto digital como ambiente de aprendizagem de cálculo diferencial e integral. / Daniela Cotta Bicalho Figueiredo, – 1. ed. – Ouro Preto : Editora UFOP, 2025.

198p.: il.: color; grafs; tabs; maps.

Publicação digital (e-book) no formato PDF

1. Digital. 2. Capacidade de aprendizagem. 3. Cálculo – Estudo e ensino. 4. Matemática - Estudo e ensino. 5. Ensino, aprendizagem e ecnologias. I. Universidade Federal de Ouro Preto. II. Titulo.

CDU: 517.2/.3

ISBN 978-65-83410-06-1

Todos os direitos reservados à Editora UFOP. Nenhuma parte desta obra poderá ser reproduzida, arquivada ou transmitida por qualquer meio ou forma sem prévia permissão por escrito da Editora. A originalidade dos conteúdos e o uso de imagens são de responsabilidade do autor da obra.

“Obra aprovada no Edital Discente 03/2020 e publicada apenas no ano de 2025 em decorrência dos prejuízos operacionais causados pela PANDEMIA DO COVID-19.”

EDITORA UFOP

Campus Morro do Cruzeiro

Centro de Comunicação Institucional, 2º andar

Ouro Preto / MG, 35400-000

www.editora.ufop.br / editora@ufop.edu.br

(31) 3559-1463

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Deus, que sonda meu coração e me deu coragem de realizar esse sonho chamado mestrado. Antes mesmo que minhas palavras chegassem ao teclado, teceu comigo a obra que agora apresento. Me cercou por todos os lados e me acompanhou pelas estradas de Itabira a Ouro Preto nesses quase três anos de estudo e cuja grandiosa ciência me inspirou a encontrar uma questão de estudo que motivasse desprender todo o meu tempo em procurar responder.

À minha avó Ana Bicalho, exemplo de fé inabalável, que me ensinou desde pequena que eu sou capaz de chegar onde quiser, bastando ter Deus ao meu lado. Apesar de nos ter deixado antes de iniciar esse projeto, sempre incentivou a seguir em frente com novos desafios. Tenho certeza de que está em um plano superior intercedendo por todos nós.

Aos meus pais José Mauro e Carla por todos os anos de apoio e incentivo e pelas alegrias compartilhadas. Obrigado por me fazerem companhia da matrícula até a defesa, nas primeiras viagens recheadas de pão com molho, por intercederem por mim, mesmo quando não estavam fisicamente ao meu lado. Vocês são o espelho em que eu quero refletir minha vida.

À minha irmã Ana Luísa, por aliviar minha tensão com muitos memes, risadas e brigadeiros, mas também por discutir seriamente os assuntos de Educação Matemática que mais ninguém na roda do almoço iria compreender e me ajudar a traçar algumas estratégias que eu jamais encontraria sozinha.

Ao meu marido Samuel, por todo o companheirismo que eu jamais imaginei que pudesse merecer. Obrigada por sacrificar seus finais de semana junto comigo, para que essa obra fosse escrita. Obrigada por me abraçar e me fortalecer quando minha confiança queria desmoronar. Essa vitória não é só minha.

À Marina, por me ensinar tempos verbais que eu nunca pensei que utilizaria em minha vida, por aguentar minhas inúmeras mensagens pe-

dindo ajuda e reclamações quando tinha algo errado com meus parágrafos incompreensíveis. Além disso, obrigada pelos conselhos, pelo ombro necessário nos tempos difíceis e pelos drinks, é claro.

Aos amigos Jordana, Carlos e Daniele. Jordana por me ensinar o que é um projeto e por me ajudar a entender um pouco o que é essa vida acadêmica. Daniele por ter mandado “o e-mail” que mudou minha vida: a inscrição para disciplinas isoladas da UFOP, e Carlos por ler meus textos, dar conselhos e pelos drinks, é claro, de novo.

Às meninas da República Eclipse, por me receberem todas as quintas-feiras por um ano, e guardarem um espacinho da casa para mim. Agradeço também a todos os caroneiros que me fizeram companhia nas estradas de Itabira a Ouro Preto. Obrigada por tantas conversas esclarecedoras e intermináveis piadas.

Às minhas professoras de Matemática ao longo da minha vida. Em especial à Ana Célia, que me instigou a seguir essa maravilhosa profissão e que ainda hoje se alegra com minhas vitórias e se preocupa com meus caminhos.

Aos professores da Unifei, em especial João Paulo e Gustavo Marra. Vocês são parte importante da minha história como professora e grandes incentivadores do meu ingresso no mestrado. Obrigada por todo apoio.

Aos meus alunos de toda a vida. Vocês são a verdadeira inspiração de um professor. Obrigada por me inspirarem a fazer o melhor trabalho que está ao meu alcance. Agradeço também por me mostrarem, mesmo que de forma inconsciente, qual é a minha linha de trabalho e por onde eu deveria desenvolver minha pesquisa. Sem vocês eu não teria chegado onde cheguei.

À turma 10: Andrea, Christian, Ednardo, Humberto e Marcos Paulo. O tempo passou rápido demais ao lado de vocês. Com tanto a aprender, trocamos vivências e compartilhamos ideias, medos e expectativas. Me orgulho muito dos trabalhos que desenvolvemos neste tempo, e sinto que vocês são coautores desta obra. Juntos entramos professores e saímos pesquisadores.

Aos professores do Mestrado Profissional em Educação Matemática, por me ensinarem que a Educação Matemática realmente é um campo

do saber e que se desmembra em maravilhosas áreas de estudo. Agradeço à paciência de ouvir incontáveis vezes sobre meu projeto e por todos os conselhos oferecidos de forma tão desprendida.

Agradeço especialmente ao meu orientador Frederico. Obrigada por embarcar nesse projeto tão louco e fora da caixinha, e por me ajudar a dar forma a uma ideia que nem eu mesma sabia como explicar. Obrigada por ser paciente em ouvir meus sonhos e me ajudar a delinear o caminho a seguir. Principalmente, agradeço por deixar eu ser assim e ainda apostar em mim. Te levo como um exemplo em minha vida.

Aos amigos e familiares não citados aqui, obrigado por compreender meu distanciamento nesse período que me exigiu tanto esforço e dedicação. Obrigado por todas as palavras de apoio e incentivo, por todas as orações e por tanto carinho. Obrigada por me fazer sentir amada mesmo sem poder retribuir. Amo a cada um de vocês.

Finalmente agradeço a todos os participantes dessa pesquisa, em especial Théo, Natasha e Luciano, por toda generosidade em permitir serem observados e avaliados. Graças a vocês foi possível obter os dados e resultados apresentados a seguir.

Obrigada a todos.

Esta obra foi selecionada pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto, a partir do Edital nº 003/2020 da Editora UFOP, para editoração eletrônica de trabalhos originados de teses e dissertações.

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Pró-Reitor Prof. Dr. Sérgio Francisco Aquino

Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática

Coordenador Prof. Dr. Douglas da Silva Tinti

Orientador Prof. Dr. Frederico da Silva Reis

Comissão Editorial

Prof. Dr. André Augusto Deodato

Prof. Dr. Davidson Paulo Azevedo Oliveira

Prof. Dr. Edmilson Minoru Torisu

SUMÁRIO

15	PREFÁCIO
17	APRESENTAÇÃO
	CAPÍTULO 1
21	O Percurso de motivação da pesquisa
21	1.1 Minha trajetória profissional e acadêmica rumo à problemática da pesquisa
25	1.2 Apresentando e justificando a temática da pesquisa
27	1.3 Apresentando a Questão de Investigação
28	1.4 Apresentando os Objetivos
28	1.5 Apresentando a Metodologia de Pesquisa
29	1.6 Estrutura da Obra
	CAPÍTULO 2
33	Uma breve revisão bibliográfica sobre as tecnologias da informação e comunicação no ensino de cálculo diferencial e integral
33	2.1 A revisão bibliográfica e sua metodologia
34	2.2 Sobre os trabalhos selecionados
36	2.3 Apresentando os trabalhos selecionados
50	2.4 Considerações sobre a produção descrita
	CAPÍTULO 3
55	Contexto digital e estilos de aprendizagem: montando o quebra-cabeças sobre o qual construiremos nossa pesquisa
56	3.1 O Contexto Digital
62	3.2 Seres-humanos-com-mídia e Ambientes Informatizados de Aprendizagem
68	3.3 Estilos de Aprendizagem
68	3.3.1 Teorias da aprendizagem
73	3.3.2 Metacognição
83	3.3.3 Sinalizadores das atitudes metacognitivas
87	3.4 Análise de livros de Cálculo sob a perspectiva de nosso aporte teórico

CAPÍTULO 4

- 103 Descrição metodológica da pesquisa
- 103 4.1 Retomando a Questão de Investigação
- 104 4.2 Retomando os Objetivos
- 105 4.3 Retomando e detalhando a Metodologia de Pesquisa
- 108 4.4 Sobre a coleta de dados
 - 109 4.4.1 A observação
 - 110 4.4.2 Os questionários
 - 112 4.4.3 As entrevistas
- 114 4.5 O contexto da pesquisa

CAPÍTULO 5

- 119 Descrição e análise dos dados
- 119 5.1 Questionário Inicial
- 127 5.2 O diário de campo – o dia a dia da turma
- 135 5.3 Questionário Final
- 148 5.4 Entrevista com o professor
- 156 5.5 Acompanhamento da aprendizagem – entrevistas clínicas
 - 157 5.5.1 Theo
 - 167 5.5.2 Natasha
 - 175 5.5.3 Luciano

183 CONSIDERAÇÕES FINAIS

189 REFERÊNCIAS

197 SOBRE A AUTORA

LISTA DE FIGURAS

- 35 FIGURA 1 - Ano de defesa das pesquisas analisadas
- 36 FIGURA 2 - Localização das Instituições de Ensino e produções defendidas em cada uma
- 91 FIGURA 3 – Exercício de derivadas sugerindo a utilização de softwares algébricos
- 92 FIGURA 4 – Exercício de gráficos sugerindo a utilização de softwares algébricos
- 94 FIGURA 5 – Exercício de gráficos e derivadas sugerindo a utilização de softwares algébricos
- 95 FIGURA 6 - Proposta de um projeto de aplicação de tecnologia no conteúdo de Derivadas
- 97 FIGURA 7– O texto chama a atenção do leitor para erros comuns.
- 98 FIGURA 8 – Lembretes para o aluno dos métodos de Resolução de Problemas
- 98 FIGURA 9 – O leitor é convidado a extrapolar o livro texto durante a compreensão de um conteúdo
- 145 FIGURA 10- Interface do Software Symbolab
- 145 FIGURA 11 - Interface do App MalMath
- 163 FIGURA 12 – Resolução da questão 4 (Atividade 2)

LISTA DE QUADROS

- 82 QUADRO 1 - Categorias de respostas das abordagens de aprendizagem matemática
- 84 QUADRO 2 - Sinalizadores das atitudes metacognitivas
- 86 QUADRO 3 - Sinalizadores configurativos da ação
- 115 QUADRO 4 - Cronograma de atividades
- 147 QUADRO 5- Comparativo da rotina de estudos

LISTA DE TABELAS

- 159 TABELA 1 – Materiais utilizados na rotina de estudos – Théo
- 162 TABELA 2 – Comparativo da rotina de estudos – Théo
- 164 TABELA 3 – Sinalizadores configurativos da ação – Théo
- 166 TABELA 4 – Sinalizadores de atitudes metacognitivas – Théo
- 168 TABELA 5–Materiais utilizados na rotina de estudos – Natasha
- 170 TABELA 6 – Comparativo da rotina de estudos – Natasha
- 173 TABELA 7 – Sinalizadores configurativos da ação – Natasha
- 174 TABELA 8 – Sinalizadores de atitudes metacognitivas – Natasha
- 176 TABELA 9 – Materiais utilizados na rotina de estudos – Luciano
- 178 TABELA 10 – Comparativo da rotina de estudos – Luciano
- 179 TABELA 11 – Sinalizadores configurativos da ação – Luciano
- 181 TABELA 12 - Sinalizadores de atitudes metacognitivas – Luciano

PREFÁCIO

Os processos de ensino e de aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral há muito se tornaram um cenário de indagações e frustrações, tanto por parte dos discentes que questionam a adequação das práticas docentes como por parte dos professores que, de forma simplista e até mesmo comodista, remetem as causas dos altos índices de reprovação, principalmente em Cálculo I, à “má formação matemática” dos alunos na Educação Básica.

Muitas investigações na área da Educação Matemática no Ensino Superior têm apontado que, mesmo nesse cenário caótico globalizado, é possível e desejável investir em metodologias e ferramentas que, efetivamente, consigam fazer com que o ensino implique em aprendizagem. Dentro dessas tendências metodológicas, certamente, a utilização de tecnologias digitais no ensino de Cálculo Diferencial e Integral tem se destacado pelo potencial didático dos recursos tecnológicos e softwares educativos.

Na pesquisa aqui delineada, Daniela se utiliza de sua experiência como uma discente de sucesso em Cálculo e, ao mesmo tempo, de suas inquietações como docente reflexiva do Ensino Superior, para trazer à baila um tema tão nuclear na discussão aqui focada como também atual e desafiador: o papel e o poder do Contexto Digital (termo por ela discutido e teorizado) no desenvolvimento dos estilos de aprendizagem de alunos de Cálculo Diferencial e Integral I.

O rigor e a consistência da pesquisa podem ser comprovados ao longo da leitura e no fato de que, além da obra e deste livro, como fruto da pesquisa foi gerado um “produto educacional” na forma de cartilha que apresenta atividades para o reconhecimento dos estilos de aprendizagem e sugestões de rotinas de estudo, e ainda um artigo publicado, no início de 2021, num periódico altamente qualificado na área de Ensino da CAPES.

Dessa forma, recomendo fortemente a leitura deste livro por professores e estudantes de Cálculo Diferencial e Integral pois são sugeridos valiosos meios para se aliar cada um dos estilos de aprendizagem às fer-

ramentas tecnológicas presentes no contexto digital e, por fim, resalto minha alegria e honra em trabalhar com a autora na condução de sua pesquisa e em orientar sua obra.

Prof. Dr. Frederico da Silva Reis

Departamento de Educação Matemática / UFOP

APRESENTAÇÃO

A presente obra apresenta uma dissertação defendida em 2019, resultante de uma pesquisa desenvolvida à luz de teorias e práticas da Educação Matemática no Ensino Superior, no Mestrado Profissional em Educação Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto, cujo objetivo foi compreender como as tecnologias podem auxiliar no desenvolvimento de estilos de aprendizagem de alunos de Cálculo Diferencial e Integral.

Para tanto, a fundamentação teórica apoiou-se nos conceitos de Redes de Castells (2000), Ambientes Informatizados de Gravina e Santarossa (1999), Ambiente de Aprendizagem de Kawasaki (2008), Seres-Humanos-com-mídia de Borba e Villareal (2005) e Estilos de Aprendizagem de Frota (2002), culminando na compreensão do que será considerado Contexto Digital e Ambiente Virtual de Aprendizagem nesta obra.

Os dados analisados foram obtidos por meio de entrevistas clínicas, questionários e observação de aulas de Cálculo Diferencial e Integral I em uma Universidade Federal do interior de Minas Gerais, complementados por uma entrevista com o professor da turma acompanhada.

Como resultados, pudemos perceber que os estudantes recebem estímulos/interações com as tecnologias disponibilizadas no contexto digital com finalidades pessoais; estímulos/interações com as tecnologias inseridas no contexto acadêmico propostas pela instituição de ensino, pelo professor da disciplina ou pelos monitores e estímulos/interações com as tecnologias mobilizadas no contexto da aprendizagem que ocorrem fora da sala de aula, com a iniciativa do estudante.

CAPÍTULO 1

O PERCURSO DE MOTIVAÇÃO DA PESQUISA

O Cálculo foi a primeira conquista da Matemática moderna... creio que só ele define, de modo inequívoco, o começo da Matemática moderna; e o sistema de Análise Matemática, que é o seu desenvolvimento lógico, ainda constitui o avanço técnico de maior importância no pensamento exato.

John Von Neuman

1.1 Minha trajetória profissional e acadêmica rumo à problemática da pesquisa

O desejo de ser professora de Matemática se manifestou na minha infância, antes de completar 10 anos de idade. Eu ainda guardo com cuidado um *trabalhinho de escola* que recorda esse episódio, usando-o como incentivo aos meus projetos pessoais e não me intimido ao contar essa história aos que me questionam de onde surgiu a vontade de lecionar.

Enquanto discente, nunca remeti preferência a esta ou àquela disciplina. Sempre estudiosa, eu obtinha boas notas em provas e trabalhos, nunca me esquecendo de ajudar os amigos que tivessem alguma dificuldade. Apesar de muito nova, sempre analisava a prática pedagógica de meus professores, tentando compreender como se estabelecia os processos de ensino e aprendizagem e, utilizando-os como exemplo, aplicava algumas técnicas com os meus amigos.

Minha professora de Matemática do 7º ano do Ensino Fundamental é um ícone que até hoje guardo na memória. Com ela, jogar se tornou sinônimo de aprender, e aprender se tornou algo mais prazeroso. Não demorou para eu dominar alguns jogos de raciocínio lógico, inclusive um pouco de xadrez. Infelizmente, a professora era designada e precisou

ir embora antes do 1º semestre letivo acabar. Descobri, então, a falta que uma boa professora faz.

Aos quinze anos, fiz uma proposta ao meu pai: trocar a tradicional festa de debutante por estudar em uma escola particular, pois queria ter a oportunidade de cursar uma boa faculdade no futuro. Após algumas provas de seleção, consegui um desconto em uma das escolas particulares de Itabira, em Minas Gerais, e iniciei o Ensino Médio sob uma nova perspectiva de ensino.

A chegada na nova escola foi marcada por muitos rótulos sobre os professores, colocados pelos alunos veteranos, inclusive alguns deles pesavam contra a professora de Matemática. Felizmente, não foram necessárias muitas aulas para que essas especulações fossem derrubadas e a nova professora também se tornou um referencial a ser seguido. Uma característica marcante eram os trabalhos em grupo feitos no horário de aula, que davam aos alunos a oportunidade de compartilhar conhecimento e de aprender em conjunto. Ali, ficou evidente que não existe uma única fórmula para o processo de ensino e aprendizagem e que cada professor ou professora tem características próprias adquiridas durante sua formação e consolidação profissional.

Com o advento de boas notas, no 2º semestre do meu 1º ano do Ensino Médio, recebi o convite da orientadora da escola para ser monitora de alguns alunos do Ensino Fundamental que precisavam de reforço em Matemática. Passei, então, a trabalhar em conjunto com a professora do Ensino Fundamental, recebendo dicas de como lidar com cada aluno ou aluna especificamente, de acordo com as suas necessidades. A parceria rendeu bons frutos. Além do sucesso dos alunos nas aulas de Matemática, passei a ajudar a professora em um campeonato interno de xadrez que já acontecia anualmente.

Em 2006, no 3º ano do Ensino Médio, tomei a decisão inicial de cursar Matemática na faculdade particular local, para que não precisasse sair da casa dos meus pais e que pudesse trabalhar durante todo curso e, assim, pagar meus estudos. Porém, exatamente nesse ano, não houve candidatos suficientes para que se abrisse uma turma e não aconteceu o

exame vestibular para o curso de Matemática que, poucos anos mais tarde, foi fechado. Felizmente, havia feito a inscrição para o vestibular da Universidade Federal de Viçosa – UFV, pois prestava o vestibular seriado da instituição desde o 1º ano do Ensino Médio.

A mudança para Viçosa, em Minas Gerais, foi tranquila, graças às ajudas de muitos amigos e familiares. A vaga na república surgiu de uma conversa entre mães e tudo correu muito bem. O curso de Matemática da UFV passava por algumas mudanças em seu currículo, principalmente, no intuito de separar algumas disciplinas especialmente para a licenciatura e outras para o bacharelado. A turma que ingressou em 2007 foi a última a poder se formar simultaneamente com os dois títulos. Entretanto, optei por me formar somente em licenciatura.

No 2º semestre de 2007, fui monitora voluntária do projeto de extensão *Apoio Didático em Matemática para alunos do 6º ao 9º ano* e dava aulas extras para os alunos que possuíam dificuldades de aprendizagem na disciplina. Ao final do ano, fui escolhida para ser a bolsista de 2008 e, passei a coordenar cerca de 20 voluntários, além de dar monitorias, preparar materiais de apoio e jogos didáticos para todas as séries.

Atuei como bolsista desse projeto de extensão nos anos de 2008 e 2009, período em que também apresentei o minicurso de jogos didáticos *Brincar e Educar* em eventos internos, como a Semana do Fazendeiro, e em eventos externos, um deles na Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP.

Em 2010, tornei-me bolsista do PIBID e trabalhei em duas escolas da cidade, período em que também fazia os estágios supervisionados do curso. No segundo semestre, fui monitora voluntária de Cálculo II, cuja ementa era voltada para integrais simples e múltiplas. Nessa época, também intensificaram as aulas particulares, tendo em sua maioria, alunos dos cursos de Engenharia da própria UFV.

Em 2011, trabalhei como bolsista do Ensino a Distância – EAD, de Cálculo II, elaborando os *slides* para *screencast* e aulas de resolução de exercícios. Formei-me em julho de 2011, mas permaneci como bolsista da EAD após a formatura, para terminar o trabalho proposto no início do ano.

Em agosto do mesmo ano, comecei a trabalhar como professora designada do Estado de Minas Gerais, na cidade de Itabira. Em 2012, comecei a lecionar em uma escola de Ensino Médio da rede particular e prestei o concurso para professor efetivo da rede estadual, obtendo a 4ª colocação no município, além de iniciar como professora na faculdade particular local, com disciplinas de dependência nas férias escolares.

Em 2013, fui nomeada para o cargo de Professor da Educação Básica, porém, fui reprovada no exame médico devido a um calo nas cordas vocais. Preocupada com a possibilidade de não me estabilizar enquanto professora, prestei o ENEM daquele ano e ingressei na Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, Campus Itabira e, no ano seguinte, no curso de Engenharia de Saúde e Segurança.

Em maio de 2014, fui incentivada pelos professores da UNIFEI a fazer o concurso para professor substituto e tomei posse em junho, permanecendo na instituição por dois anos. Atualmente, leciono apenas na escola particular que ingressei em 2012, com turmas do Ensino Fundamental, Ensino Médio e Pré-Vestibular, mas intento retornar ao Ensino Superior.

Nos dois anos que lecionei como professora de Ensino Superior, eu percebi algumas mudanças no contexto da sala de aula quando comparadas à minha época enquanto aluna universitária. Tanto os alunos quanto os professores têm utilizado instrumentos e ambientes digitais como ferramentas de resolução de exercícios. Durante minha prática como professora de Cálculo Diferencial e Integral, os *softwares* me auxiliaram na construção dos gráficos de funções e na interpretação geométrica de muitos resultados importantes como, por exemplo, o estudo da reta tangente ao gráfico, propriedades de crescimento e decréscimo das funções, seus pontos de máximo e mínimo e a obtenção da equação da reta tangente por meio da derivada.

Eu utilizava o *software* GeoGebra em minhas aulas com o intuito de tornar os conteúdos de Cálculo mais atraentes e, também, mais fáceis de serem compreendidos. Ao mesmo tempo, percebi que os alunos utilizavam os meios digitais para encontrar as resoluções dos problemas que eram propostos na aula.

Meus alunos usavam recursos variados, desde videoaulas até aplicativos que capturavam imagens de uma equação com o auxílio da câmera do *smartphone* e apresentavam as soluções. Em contrapartida, os índices de desistência e reprovação permaneciam os mesmos das antigas turmas de cálculo.

O contexto digital (*networked environment*) é dominado pelo conceito de rede, que Castells (2000) define como um conjunto de nós interconectados que depende do tipo de redes concretas utilizadas, ou seja, um conjunto de artefatos, conhecimento, práticas e uma comunidade, que engendra compromissos realísticos assumidos por profissionais da informação, analistas de sistemas e usuários. Os professores não podem ignorar o uso de tecnologias digitais em sua sala de aula. Faz-se necessário saber orientar seus alunos acerca de tantas informações, de maneira a usar a tecnologia a seu favor no processo de ensino e aprendizagem. Por exemplo, Follador (2011) enfatiza que a discussão atual não deve estar direcionada para o uso ou não de novas tecnologias; pelo contrário, deve-se discutir a respeito do processo de sua incorporação ao contexto escolar.

Ao propor essa discussão é esperado evidenciar as mudanças inerentes ao ambiente escolar devido à constante atualização tecnológica à qual estamos expostos e propor medidas de intervenção com o objetivo de potencializar as ferramentas às quais dispomos. Nesse sentido, Maltempi (2005) argumenta que:

A importância do computador e das novas tecnologias para a educação está ampliada atualmente, pois num mundo globalizado e cada vez mais complexo, embora haja muito mais o que se aprender, há muito mais e melhores maneiras de se aprender, graças às novas tecnologias (MALTEMPI, 2005, p.5).

1.2 Apresentando e justificando a temática da pesquisa

A presente pesquisa justifica-se pelo constante avanço na utilização de tecnologias digitais no cotidiano dos alunos, inclusive do Ensino

Superior, que estão relacionados aos diversos tipos de recursos tecnológicos que são utilizados em diferentes atividades. As Tecnologias de Comunicação e Informação na Educação Matemática – TICEM podem ser empregadas com o objetivo de compreender essa nova realidade e propor sugestões para sua utilização em sala de aula. Por exemplo, Flemming, Luz e Melo (2005) fazem uma breve análise sobre a aplicação da Informática e Educação Matemática – atualmente denominadas Tecnologias da Informação e Comunicação em Educação Matemática, TICEM – considerando como positivo o uso de computadores e calculadoras na escola, pois estes podem satisfazer “anseios de uma nova geração, já acostumada com estas tecnologias” (p. 17). De acordo com essas autoras, a presença do computador é capaz de mudar a relação professor-aluno, afinal o computador se torna uma *ligação* entre a sala de aula e a realidade além da escola.

Notei, em minha prática profissional, o quanto os dispositivos móveis têm acompanhado as tendências de evolução tecnológica. Estes dispositivos estão se tornando quase tão completos quanto um computador, mas com o diferencial de estarem sempre ao alcance dos professores e dos alunos. Dessa forma, estão sempre à disposição para executar um aplicativo ou acessar a internet, uma janela para a informação em tempo real que permite que os alunos façam pesquisas complementares às aulas enquanto elas ainda acontecem. Assim:

A sala de aula tomou uma nova configuração, o aluno apresenta um novo perfil, compatível com o da sociedade da informação, nesse cenário digital o aluno é participativo, criativo, ousado, domina as TIC na vida pessoal e na área educacional, mais que os próprios docentes, possuem habilidades digitais, manipulam ferramentas da web, usam aplicativos e softwares, com uma facilidade incompatível a do professor. Assim, saberes e práticas quanto ao uso das TIC no processo ensino-aprendizagem na educação superior na saúde, são exigidos dos docentes na atualidade (ALMEIDA; VALENTE, 2011 APUD SOUZA, 2015, p.24).

Além disso, os alunos têm a autonomia de pesquisar a existência de aplicativos criados essencialmente para uma necessidade escolar e, muitas vezes, tomam conhecimento de ferramentas que o professor ainda desconhece.

Escolhi focar meu trabalho nos alunos da disciplina *Cálculo Diferencial e Integral I*, pois, de acordo com Frota (2002), existe uma lacuna no estudo do pensar matemático no Ensino Superior brasileiro, que culminou em um ensino retórico, tradicional, onde há apenas a fala do professor, sem diálogo com o aluno, o que evidencia uma postura pedagógica descompromissada com o aluno, ao qual é delegada a responsabilidade da aprendizagem.

Objetiva-se, portanto, avançar os estudos a respeito do processo de aprendizagem utilizando instrumentos tecnológicos (móveis ou não) e apontar algumas estratégias de trabalho para os professores e alunos de Cálculo Diferencial e Integral.

1.3 Apresentando a Questão de Investigação

Diante do exposto até aqui, propomos a seguinte questão passível de investigação:

No contexto digital, como as tecnologias podem auxiliar no desenvolvimento de estilos de aprendizagem de alunos de Cálculo Diferencial e Integral?

Tal questão de investigação situa nosso projeto na Linha de Pesquisa 1 – Educação Matemática Superior, Informática Educacional e Modelagem Matemática do Mestrado Profissional em Educação Matemática da UFOP.

1.4 Apresentando os Objetivos

Com esta pesquisa tivemos o objetivo de investigar os processos de aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral no contexto digital, sob a perspectiva dos alunos.

Para isso, levantamos e categorizamos as estratégias de aprendizagem utilizadas pelos alunos de Cálculo Diferencial e Integral e analisar as influências das TICEM no desenvolvimento das estratégias de aprendizagem, à luz do contexto digital no qual eles estão inseridos.

1.5 Apresentando a Metodologia de Pesquisa

Previmos, em nossa metodologia, realizar uma Pesquisa Teórico-bibliográfica analisando livros, artigos publicados em congressos e em revistas da área de Educação Matemática, teses e dissertações do banco de dados da CAPES, relacionados à utilização de softwares no ensino de Cálculo Diferencial e Integral I, na perspectiva da Educação Matemática.

Também foi realizada uma Pesquisa de Campo, ao longo do 1º semestre letivo de 2018, com alunos da disciplina *Cálculo Diferencial e Integral I* da Universidade Federal de Itajubá / Campus Itabira (UNIFEI / Itabira).

Como tarefas de pesquisa, propusemos:

- Acompanhar as aulas do professor;
- Acompanhar grupos de estudo dos alunos fora da sala de aula;
- Aplicar atividades didáticas para os alunos;
- Aplicar questionários para os alunos;
- Realizar entrevistas com o professor.

1.6 Estrutura da Obra

Após este Capítulo 1, no qual apresentamos nossa trajetória e as principais motivações de nossa pesquisa, partimos para o Capítulo 2, no qual apresentamos uma revisão teórico-bibliográfica a partir de alguns trabalhos relacionados à utilização de TICEM no Ensino de Cálculo, à luz da Educação Matemática no Ensino Superior.

Continuando nosso referencial teórico-bibliográfico, no Capítulo 3 discutimos o contexto digital, ambientes de aprendizagem e estratégias de aprendizagem, com foco nos processos de ensino e aprendizagem de Cálculo.

No Capítulo 4, apresentamos nossa pesquisa em seu contexto, bem como um detalhamento da metodologia e dos instrumentos de pesquisa utilizados.

Já no Capítulo 5, descrevemos e analisamos os dados obtidos a partir dos instrumentos de pesquisa utilizados.

Nas Considerações Finais, buscamos apresentar um conjunto de respostas à questão de investigação que propulsionou essa pesquisa e algumas recomendações a professores de Cálculo Diferencial e Integral.

CAPÍTULO 2

UMA BREVE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE AS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

Ensinar é um exercício de imortalidade. De alguma forma, continuamos a viver naqueles cujos olhos aprenderam a ver o mundo pela magia da nossa palavra. O professor, assim, não morre jamais...

Rubem Alves

2.1 A revisão bibliográfica e sua metodologia

Esta revisão bibliográfica intenta levantar as inquietações que culminaram, em última análise, em dissertações e teses dentro da Educação Matemática. Pretende-se conhecer o que já foi estudado a respeito do uso das Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação Matemática – TICEM – nos últimos anos, para que assim possamos direcionar e fundamentar nossa pesquisa.

Realizamos o levantamento no banco de teses da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – entre os dias 10 e 16 de abril de 2017. Utilizamos como palavras chave “*Software*” e “Cálculo Diferencial e Integral I”, usando aspas para garantir um resultado mais conciso, pois a pesquisa sem o uso das aspas retornou inicialmente mais de 950000 resultados. Utilizando as aspas, encontramos 4511 resultados.

O trabalho mais antigo que a pesquisa retornou é de 1987, mas não tratava do uso de *softwares* na educação. O primeiro título que trata desse tema surge em 1993. Só em 2016, são encontrados 450 títulos que contemplem o uso de “*softwares*” ou o “Cálculo Diferencial e Integral I”. Por se tratar, então, de um tema que é muito discutido atualmente,

fez-se necessário analisar apenas os trabalhos mais recentes, que datam de 2012 até 2016. Observamos também que muitos temas não estavam diretamente ligados ao ensino. Por isso, utilizamos o filtro Áreas de Avaliação (Educação, Ensino, Ensino de Ciências e Matemática). Ainda assim, chegamos a 915 resultados para avaliar individualmente.

Em uma primeira análise, foram coletados 39 trabalhos, utilizando como critério de seleção, o uso de *softwares* no ensino de Cálculo. Em um segundo momento, fizemos uma nova filtragem e mantendo os trabalhos que enfatizassem o uso de *softwares* ou de outra tecnologia nos processos de ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral I em cursos do Ensino Superior, ficamos então com 17 trabalhos para analisar. Os trabalhos que foram descartados nessa etapa tratavam de ensino de Cálculo para alunos do Ensino Médio ou focaram em conteúdos mais avançados, como Cálculo de Várias Variáveis ou Análise Real. Fizemos essa escolha para analisar apenas trabalhos que tivessem o mesmo público alvo e o mesmo recorte de conteúdo de nossa pesquisa.

Em seguida, procuramos localizar o texto completo de todas as pesquisas, o que não foi muito complicado, pois a maioria constava na Plataforma Sucupira, e os demais foram localizados nas bibliotecas depositárias das instituições de ensino. Os dados que apresentamos a seguir foram organizados em uma tabela, contendo: autor, título, modalidade, instituição, ano da defesa, orientador, propósito / pergunta / tema, referencial teórico, metodologia, resultados e conclusões.

No próximo tópico, apresentamos brevemente cada estudo e, ao final, serão feitas algumas considerações sobre eles. A tabela utilizada para compilar os dados está apresentada como apêndice desse trabalho.

2.2 Sobre os trabalhos selecionados

Dos 17 trabalhos selecionados para esse referencial, há apenas uma Tese de Doutorado. Os demais são Dissertações de Mestrado acadêmico ou profissional. Observamos que, à exceção de 2016, percebe-se um au-

mento contínuo de pesquisas relacionadas ao uso de *softwares* no ensino de Cálculo Diferencial e Integral I.

Dentre as pesquisas selecionadas, 10 foram desenvolvidas em universidades públicas e 7 em instituições particulares. Foi possível observar que as universidades que mais publicaram no período foram a Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG), a Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), situadas na Região Sudeste e a Universidade Federal do Ceará (UFC), que está na Região Nordeste. A PUC-MG e a UFOP publicaram 4 dissertações cada uma, enquanto a UFC publicou 3. Essa análise nos leva a concluir que, dentro do recorte feito para análise de trabalhos anteriores relacionados à temática dessa pesquisa, eles se concentram em 5 estados brasileiros: Ceará, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul, mais especificamente, nas 3 universidades citadas anteriormente. O gráfico e a figura que se seguem permitem uma análise mais detalhada da pesquisa desenvolvida no país nos últimos 5 anos, explicitando o número de trabalhos publicados por estado e instituições de ensino.

Figura 1 - Ano de defesa das pesquisas analisadas

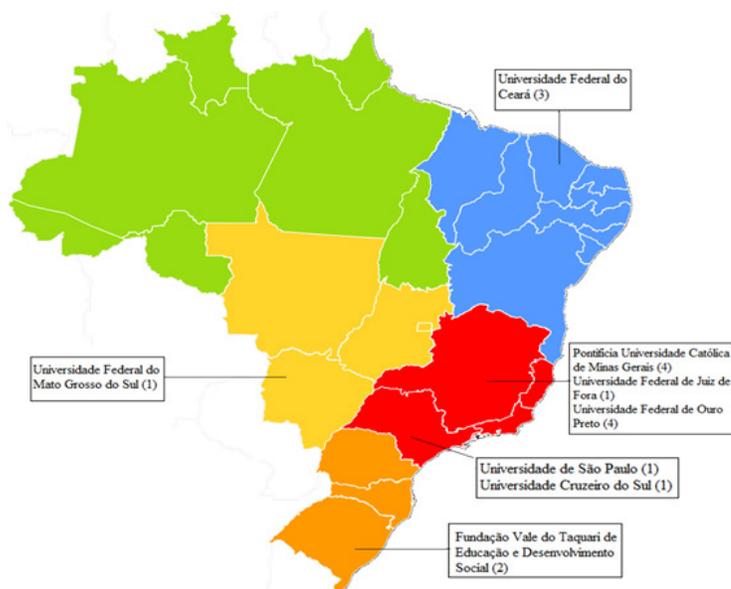


Figura 2 - Localização das Instituições de Ensino e produções defendidas em cada uma.



2.3 Apresentando os trabalhos selecionados

Passamos a seguir, à apresentação dos estudos. Optamos por fazê-lo cronologicamente, por ano de defesa.

Gonçalves (2012) se propôs a apresentar e discutir as aplicações das derivadas na perspectiva da Educação Matemática no Ensino Superior, visando contribuir para a formação de futuros Professores de Matemática. Seu trabalho fundamentou-se teoricamente em reflexões sobre o ensino de Cálculo, particularmente o ensino de Derivadas, Investigação Matemática e Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação – TICEs.

No trabalho de campo, os participantes foram observados quanto à capacidade de fazer e testar conjecturas, discutir e generalizar, bem como de estabelecer relações entre objetos algébricos e geométricos, que são elementos importantes no trabalho em sala de aula e no estudo de derivadas. Em sua análise dos dados, utilizou os registros das resoluções das atividades feitas pelos alunos, as construções feitas no GeoGebra e dois questionários de avaliação das atividades, aplicados aos alunos e ao professor responsável pela disciplina.

A pesquisadora concluiu que os resultados obtidos apontaram a contribuição das atividades para uma ressignificação dos conhecimentos dos alunos em relação às aplicações das derivadas, além de criar um ambiente de aprendizagem diferenciado e complementar à sala de aula, o que contribuiu para a formação de um “novo” professor de Matemática dos Ensinos Fundamental e Médio e, também, do Ensino Superior.

Vieira (2013), em sua Tese de Doutorado, pretendeu verificar os limites e possibilidades do uso de Tecnologias da Informação no ensino de Cálculo Diferencial e Integral, aplicáveis tanto no ensino presencial quanto na educação a distância. Fundamentou-se teoricamente na construção de significados no estudo do Cálculo, utilizando Barufi (1999)¹, em sua natureza epistemológica, utilizando Rezende (2003)², e em metodologias usadas na Educação a Distância (EaD), apresentando as ideias da natureza artificial de Simon (1981)³, as tecnologias da inteligência de Lévy (1993)⁴, as mediações sobre a técnica de Ortega e Gasset (1963)⁵, culminando no conceito do coletivo humans-with-media, citando Borba e Villareal (2005). O trabalho do autor foi apenas bibliográfico, sem pesquisa de campo. Como resultados, ele afirma que “os computadores não estão simplesmente apoiando ou auxiliando os humanos a ‘fazer matemática’, mas alterando a natureza daquilo que é produzido” (VIEIRA, 2013, p.192). Uma das conclusões do trabalho foi:

A máquina não se configura mais como elemento de maior importância. O homem volta a ser o centro. [...]. De nada adianta a existência de aparelhos de última geração sem a presença de um ser humano midiático, capaz de extrair o valor de suas contribuições sociais (VIEIRA, 2013, p.193).

Martins (2013) se propôs a estudar as possíveis contribuições do uso de recursos tecnológicos, mais especificamente dos *softwares* de Ma-

¹ BARUFI, M. C. B. *A construção/negociação de significados no curso universitário inicial de Cálculo Diferencial e Integral*. 1999. Tese de Doutorado – FEUSP, São Paulo, 1999.

² REZENDE, W. M. *O ensino de Cálculo: dificuldades de natureza epistemológica*. 2003. Tese de Doutorado – FEUSP, São Paulo, 2003

³ SIMON, H. A. *As ciências do artificial*. Tradução de Luís Moniz Pereira. Coimbra: Arménio Amado, 1981.

⁴ LEVY, P. *As tecnologias da inteligência*. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993

⁵ ORTEGA E GASSET, J. *Meditação da técnica*. Rio de Janeiro: Livro Ibero-Americano, 1963

temática Winmat e Winplot, na formação do professor. O objetivo geral do seu trabalho era discutir as potencialidades, possibilidades e desafios da implantação de *softwares* matemáticos e analisar a proposta do Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Matemática numa instituição de ensino, além de visar à construção de propostas de atividades práticas, empregando os *softwares* que escolheu estudar. Seu referencial teórico traz autores como Borba (2010)⁶, Borba e Penteado (2007)⁷, Fiorentini (2008)⁸, Froes (1998)⁹, Papert (1994)¹⁰ Tajra (2004)¹¹ e Valente (1999)¹² e discute a formação do Professor de Matemática e sua postura diante das tecnologias de informática.

Sua pesquisa foi desenvolvida com nove professores do Curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais – IFNMG – Campus Januária. A investigação foi de caráter qualitativo e se caracterizou como exploratória, descritiva e explicativa. De acordo com o pesquisador, as análises evidenciaram que as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, Fundamentos da Matemática e Álgebra Linear apresentam conteúdos com boa potencialidade para o uso dos *softwares* propostos na pesquisa. O autor afirma também que os professores demonstraram ser um grupo disposto à discussão e que vê o estudo como uma boa alternativa para iniciar outras reflexões acerca da temática, e que foi possível gerar um ambiente de socialização de experiências com a utilização de recursos tecnológicos.

Martins (2013) conclui seu trabalho observando que vários desafios precisam ser superados, entre eles, a falta de capacitação do docente em usar recursos tecnológicos e a ausência de laboratórios de informática. Ele finaliza seu trabalho afirmando que as possibilidades de inserção, em sala de

⁶ BORBA, M. C. (Org.) *Tendências Internacionais em Formação de Professores de Matemática*. 2ª Ed. Belo Horizonte. Autêntica, 2010.

⁷ BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. *Informática e Educação Matemática*. 2ª Ed. Belo Horizonte. Autêntica, 2007

⁸ FIORENTINI, D. (Org.) *Formação de professores de matemática: Explorando novos caminhos com outros olhares*. 1ª reimp – Campinas, São Paulo: Mercado de Letras, 2008.

⁹ FROES, J. R. M. *A relação homem máquina e a questão da cognição*. In: Ministério da Educação e do Desporto. *TV e Informática na educação*. Estação das mídias, 1998. Educação a Distância.

¹⁰ PAPERT, S. *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*; trad. Sandra Costa. Porto Alegre: Arte Médicas, 1994.

¹¹ TAJRA, S. F. *Informática na Educação*. 5ª ed. São Paulo: Érica, 2004

¹² VALENTE, J. A. (Org.) *O computador na sociedade do conhecimento*. Campinas, São Paulo. UNICAMP/NIED 1999.

aula, dos programas em questão são maiores que as possíveis dificuldades.

Coxe (2013) norteou seu trabalho por meio da questão de investigação “Como discutir, através das Integrais de Funções Racionais, conteúdos básicos no curso de Licenciatura em Matemática usando técnicas e tecnologias de informação?” O autor utilizou como referencial teórico as teorias da sequência didática de Zabala (1998)¹³. A metodologia proposta consistiu na elaboração de uma sequência didática, composta por atividades investigativas estruturadas, em que o aluno, a partir da resolução de Integrais de Funções Racionais, fosse levado a discutir e resgatar conteúdos matemáticos básicos. Os resultados surgiram de análises e interpretação dos dados de forma qualitativa. Um dos resultados levantados pelo autor foi que;

As atividades proporcionaram condições de responder à questão formulada na problemática. Os alunos são capazes de construir o conhecimento através de abordagens didáticas metodológicas planejadas, que levem em conta sua gênese e seu desenvolvimento histórico, utilizando um *software* matemático como ferramenta (COXE, 2013, p.123).

Ele concluiu então que os resultados mostraram possibilidades e contribuições do uso do *software* Maple ao ensino e aprendizagem do recorte escolhido para estudar.

Nasserala (2014) iniciou o seu trabalho com o intuito de descrever situações didáticas com auxílio do software GeoGebra, amparado na Sequência Fedathi sobre Integrais Impróprias com ênfase na visualização. Seu referencial teórico deu enfoque à Sequência Fedathi, Engenharia Didática e Análise de Conteúdo, e teve como principais autores referenciados Bardin (1977, 2009)¹⁴, Duval (1995, 1999)¹⁵, Borges Neto (1999)¹⁶, Machado

¹³ ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed Editora, 1998

¹⁴ BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*, 7 ed. Lisboa, Portugal: Edições 70, 2009

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Lisboa, Portugal: Edições 70, 1977, 225p.

¹⁵ DUVAL, R. *Sémiosis et Pensée Humaine: registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*, Editeur: Peter Lang, 1995.

DUVAL, R. *L'analyse cognitive du fonctionnement de la pensée de l'activité mathématique: cours sur les apprentissages intellectuels donné à la PUC – SP*. São Paulo: Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, 1999.

¹⁶ BORGES NETO, H. *Uma classificação sobre a utilização do computador pela escola*. In: Revista Educação em Debate. FAGED – UFC. Fortaleza, Ano 21, nº 37, 1999.

(1999)¹⁷, Almouloud (2007)¹⁸, Alves (2011)¹⁹ e Souza et al (2013)²⁰. Para o autor, a metodologia de pesquisa se caracterizou por um esquema experimental de situações didáticas que pudessem contribuir para o ensino e a aprendizagem das Integrais Impróprias no meio acadêmico.

Ainda para o pesquisador, os resultados de sua pesquisa podem ajudar inúmeros estudantes a desenvolver os seus conhecimentos sobre Cálculo Diferencial e Integral, pois foram apresentadas várias situações didáticas com o uso do *software* GeoGebra a partir de videoaulas que foram descritas com comentários significativos, permitindo que o estudante pudesse encontrar formas de visualização geométrica das Integrais Impróprias e possibilitando uma diversidade de exploração em busca do saber matemático. Uma das conclusões de Nasserela (2014, p.85) é que “a visualização gráfica através do *software* GeoGebra é importante para o ensino e aprendizagem do Cálculo, em especial, das Integrais Impróprias ou generalizadas”

Ricaldoni (2014) orientou seu trabalho com o propósito de discutir as contribuições da realização de atividades exploratórias com a utilização do *software* GeoGebra para a formação de imagens conceituais relacionadas a diversos conteúdos e aplicações de derivadas de funções reais, nos processos de ensino e aprendizagem de Cálculo I. Sua pesquisa fundamentou-se teoricamente em reflexões sobre o Ensino de Cálculo, particularmente o Ensino de Derivadas, Educação Matemática no Ensino Superior e Visualização proporcionada pelas Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação Matemática.

De acordo com o autor, a pesquisa de campo foi realizada com alunos de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto, a partir do desenvolvimento de atividades de construção e interpretação de gráficos. Para a análise dos dados, foram utilizados os regis-

¹⁷ MACHADO, S. D. A. *Engenharia Didática*. Educação Matemática: Uma introdução. São Paulo: Educa, 1999, p.197-208

¹⁸ ALMOULOU, S. A. *Fundamentos da didática da matemática*. Curitiba: Ed. UFPR, 2007. 218p

¹⁹ ALVES, F. R. V. *Aplicações da sequência Fedathi na promoção do raciocínio intuitivo no Cálculo de Várias Variáveis*. 2011. 397p. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Fortaleza, Fortaleza, 2011.

²⁰ SOUZA, M. J. A. Sequência Fedathi: apresentação e caracterização. In: SOUZA, F. E. E et al (Org.). *Sequência Fedathi: uma proposta pedagógica para o ensino de Ciências e Matemática*. Fortaleza: Edições UFC, 2013, 184p.

tros das resoluções das atividades feitas pelos alunos, as construções feitas no GeoGebra e um questionário de avaliação das atividades, aplicado aos alunos. Para Ricaldoni (2014), os resultados obtidos apontam que as atividades contribuíram para a formação e lapidação de imagens conceituais relacionadas aos conceitos, às propriedades e às aplicações de derivadas de funções reais. Uma das conclusões obtidas nesse trabalho diz respeito aos conceitos trabalhados e construídos pelos alunos que, segundo o autor, são fundamentais na perspectiva de um ensino que valorize a visualização como um processo essencial à formação de imagens mentais que ressignificam a aprendizagem dos alunos.

Pinto (2014) pretendia compreender as possíveis contribuições de discussões realizadas por grupos de estudantes referentes aos estudos sobre funções e suas derivadas para o desenvolvimento do pensamento matemático avançado, considerando o uso de definições matemáticas, utilizando um *software* de representação gráfica dinâmica. Os dados de sua pesquisa foram analisados a partir dos métodos e procedimentos de codificação e categorização (CHARMAZ, 2009)²¹ e da análise de conteúdo qualitativa (GRANEHEIM E LUNDMAN, 2004)²², com interpretações fundamentadas em Pensamento Matemático Avançado (TALL E VINNER, 1981²³; VINNER, 1991²⁴) e Interacionismo Simbólico (BLUMER, 1980²⁵). O estudo tratou-se de uma pesquisa qualitativa desenvolvida no contexto de ensino e aprendizagem de Cálculo com estudantes de uma universidade pública. Os dados utilizados para a análise foram coletados por meio de gravações em áudio e vídeo e notas de campo da pesquisadora.

A autora destacou, entre os principais resultados, uma ressignificação de funções e suas derivadas a partir das interações ocorridas durante

²¹ CHARMAZ, K. *A construção da teoria fundamentada: guia prático para análise qualitativa*; trad. Joice Elias

²² GRANEHEIM U. H; LUDMAN, B. (2004) *Qualitative content analysis in nursing research: concepts, produces and measures to achieve trustworthiness*. Nurse Education Today, 24, pp.105-112

²³ TALL, D; VINNER, S. *Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity*. In: Published in Educational Studies in Mathematics. University of Warwick. 1981. p. 151-169

²⁴ VINNER, S. *O papel das definições no ensino e aprendizagem de matemática*. Tradução de Márcia Maria Fusaro Pinto e Jussara de Loiola Araújo. *The Role of Definitions in the Teaching and Learning of Mathematics*. In: TALL, D. (Ed) Advanced Mathematical Thinking. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, p. 65 – 81. 1991;

²⁵ BLUMER, H. *A natureza do interacionismo simbólico*. In: MORTENSEN, C. D. Teoria da comunicação: textos básicos. São Paulo: Mosaico, 1980. pp. 119-138

as atividades desenvolvidas nas aulas de Cálculo, bem como o avanço na compreensão das definições formais na concepção do Pensamento Matemático Avançado. Um dos pontos levantados em sua consideração final é que:

O educador matemático deve atuar como mediador do conhecimento, de forma que os estudantes possam experienciar uma aprendizagem permeada pelas distintas interações que conduzam a uma compreensão dos conceitos de Cálculo (PINTO, 2014, p.121).

Cunha (2014) trabalhou em torno da questão de investigação “Quais as contribuições que um objeto de aprendizagem pode proporcionar ao ensino do estudo do comportamento de funções a fim de torná-lo uma alternativa à aula exclusivamente expositiva? ” Seu referencial teórico foi embasado em Sequências Didáticas, Informática Educativa e Objeto de Aprendizagem. Em seu trabalho de campo, foi explorada a capacidade de visualização pela interpretação gráfica, com ênfase na utilização da interpretação geométrica do valor da derivada para reconhecimento decrescimento e decrescimento, pontos máximo e mínimo, ponto de inflexão e concavidade de uma função. Foi realizado um estudo sobre a abordagem deste conteúdo em livros de Cálculo comumente adotados no Brasil. Na análise dos resultados obtidos, o autor enfatizou que:

Mudanças consideráveis foram percebidas nos alunos no que se refere à sua autonomia e postura crítica e, à medida que a familiarização com o software aumentava, tais características se tornaram mais evidentes. Essa mudança de postura se refletiu no ambiente em sala de aula, onde questionamentos e reflexões se tornaram mais frequentes e, dessa forma, a passividade observada no início do processo, deu lugar à uma postura mais ativa perante o desenvolvimento do conteúdo (CUNHA, 2014, p.122).

Uma das conclusões dessa pesquisa é de que “a ação do mediador é fundamental para que os estudantes sejam levados a conjecturar em contínua reflexão, para se tornarem mais ativos na construção do próprio conhecimento” (CUNHA, 2014, p.122).

Moura (2014) teceu sua pesquisa para responder à questão “De que forma um conjunto de atividades didáticas planejadas podem contribuir com o processo de ensino e aprendizagem de limite e continuidade, subsidiados pelas TICs?” Seu referencial teórico foi baseado numa perspectiva da semiótica, mediada pelas tarefas realizadas no *software* GeoGebra, alicerçado no contexto das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) e da Educação Matemática: A Investigação e os Objetos de Aprendizagem (OAs).

De acordo com a autora, a abordagem metodológica utilizada foi qualitativa, utilizando a aplicação de atividades e análise dos erros. Foram utilizados como ferramenta de coleta de dados os registros dos alunos e das resoluções das atividades, além de gravação de áudio e notas de campo da pesquisadora. Os métodos de pesquisa foram verificar a abordagem metodológica do conteúdo de limites e continuidade em uma perspectiva documental em livros textos de Cálculo, elaboração de atividades investigativas/guiadas e Objetos de Aprendizagem e análise das atividades desenvolvidas pelos alunos. Após analisar os dados coletados, a autora apresenta alguns resultados obtidos e faz a sua conclusão final:

Percebemos que houve um avanço significativo no processo de aprendizagem do conteúdo proposto. Isto nos leva a aceitar a didática da ação para a elaboração conceitual, isto é, a importância de se construir um conceito matemático antes de defini-lo. No nosso entendimento isto não significa dar mais ou menos importância às definições, mas sim permitir um maior e melhor entendimento delas. [...] Dessa forma a nossa proposta de apresentar uma prática pedagógica que contribua para aquisição de saberes, no processo de ensino e aprendizagem de Limite e Continuidade, proporcionado uma (res)significação e desenvolvendo conceitos de forma significativa, a partir de tarefas que efetivam os Objetos de Aprendizagem, aliados ao uso da tecnologia, no decorrer desta pesquisa, desde a elaboração à aplicação, mostrou-nos ser positiva, enquanto processo e ferramenta para um ensino e aprendizagem, uma vez que a maioria dos estudantes respondeu corretamente a grande parte das questões (MOURA, 2014, p.107).

Souza (2015) se propôs responder à questão de investigação “Quais as contribuições trazidas pela utilização do *Software* Graphmatica como elemento de intervenção pedagógica em práticas pedagógicas efetivadas em uma turma de Cálculo I na Faculdade Independente do Nordeste (FAINOR)? ” Seu aporte teórico trouxe autores que embasavam as Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação Matemática. Seu trabalho envolveu o desenvolvimento de uma prática pedagógica em uma turma de Cálculo I de uma faculdade baiana e foi realizada uma investigação de cunho qualitativo. O material de pesquisa se constituiu de filmagens das aulas ministradas, material escrito e produzido pelos estudantes, diário de campo do professor pesquisador e questionário respondido pelos discentes.

De acordo com o autor, a análise deste material – à luz de referenciais teóricos que apregoam a produtividade da inserção das tecnologias nas aulas de Matemática – permitiu a emergência de três resultados, a saber: a) antes do uso do *software*, os estudantes utilizavam tempo excessivo na construção de gráficos em detrimento da análise matemática dos mesmos; b) os estudantes, ao fazerem uso do *software* Graphmatica, passaram a questionar aspectos relevantes no que se refere à aplicabilidade do *software* em situações problemas; c) a partir dos resultados da pesquisa intervenção efetivada, o professor pesquisador passou a rever sua prática pedagógica. O autor ainda considera que sua pesquisa trouxe duas contribuições

Uma ligada aos alunos e outra, a mim [professor pesquisador]. Aqueles passaram a questionar, como já frisei neste capítulo, aspectos do comportamento das funções; eu, ao buscar uma aproximação sensata com as tecnologias, convenci-me de que a mudança deveria ser interior, pois o uso dessas ferramentas seriam inúteis caso a mentalidade e o pensamento do professor não se adequassem à nova realidade e ao mesmo tempo contemplassem os valores humanos. (SOUZA, 2015, p.87)

Reis (2015) procurou indagar como o estudo da Integral Definida, intencionalmente preparado para trabalhar conceitos, significados e

procedimentos de cálculo, é vivenciado por um grupo de estudantes de uma escola particular de Engenharia. Seu referencial teórico apresentou a Teoria da Prática Educativa de Zabala (1998)²⁶, e Duval (2009)²⁷, além de Fiorentini e Lorenzato (2006)²⁸ e Barbier (2007)²⁹. O trabalho desenvolvido foi classificado pelo autor como uma pesquisa-ação. A proposta foi organizar uma sequência de atividades didáticas para o estudo da Integral Definida, explorando conteúdos e estratégias de aprendizagem. Aplicou-se essa sequência a um grupo voluntário de estudantes de Engenharia da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, em um Centro Universitário de Belo Horizonte. Reis (2015) salienta que o tratamento dos dados coletados foi feito a partir da análise dos acertos e equívocos dos estudantes em paralelo com as categorias das teorias assumidas na pesquisa. A análise qualitativa dos resultados evidenciou a superação de dificuldades, a evolução do conhecimento e de habilidades dos estudantes no desenvolvimento das atividades, os quais se mostraram mais independentes e confiantes:

Segundo esta pesquisa realizada, sugere-se, então, introduzir, ainda no primeiro período, uma disciplina que trabalhasse conteúdos básicos de Matemática, para, então, no segundo período iniciar o Cálculo Diferencial, e somente no terceiro período trabalhar o Cálculo Integral, respeitando essa sequência (REIS, 2015, p. 166).

Lopes (2015) decidiu, em seu trabalho, analisar a aprendizagem de derivadas de funções em um ambiente construcionista, em uma disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, ofertada em formato de educação bimodal (parte presencial, parte a distância). Para tanto, a autora utilizou como referencial teórico estudos sobre o construcionismo, desenvolvidos por Seymour Papert e Marcus Vinicius Maltempi, e reflexões sobre o ciclo de ações, espiral de aprendizagem e “Estar Junto Virtual”

²⁶ ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed Editora, 1998

²⁷ DUVAL, R. *Semiósis e pensamento humano*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.

²⁸ FIORENTINI, D; LORENZATO, S. *Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos*. Campinas/SP. Autores associados, 2006. (Coleção Formação de Professores)

²⁹ BARBIER, R. *A pesquisa-ação*. Tradução de Lucie Didio. Brasília: Liber Livro Editora, 2007. (Série Pesquisa)

realizadas por José Armando Valente. Ainda como referencial teórico, optou pelos estudos de Suely Scherer, em relação às atitudes de educador e educandos em Ambiente Virtual de Aprendizagem: habitantes, visitantes e transeuntes.

Para desenvolver sua pesquisa, foi criado um ambiente construcionista composto por: uma proposta de atividades desenvolvidas com o *software* GeoGebra, um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) e materiais didáticos. A análise dos dados foi desenvolvida a partir de registros da professora e/ou dos alunos em três espaços virtuais: AVA, WhatsApp, Facebook, e de uma entrevista semiestruturada com participantes da pesquisa. Como resultados apresentados, a autora observou que a aprendizagem dos alunos nesse processo esteve relacionada à atitude da professora e dos alunos como habitantes no AVA, ao vivenciarem a abordagem do “Estar Junto Virtual”. A aprendizagem ocorreu a partir da/na interação entre professora e alunos e entre alunos em espaços virtuais de aprendizagem. Lopes (2015) conclui que a proposta de ambiente construcionista favoreceu os processos de aprendizagem, pois oportunizou momentos de reflexão e interação entre alunos e professora, e entre alunos.

Bezerra (2015) se dedicou a fazer um levantamento da seguinte problemática: “O assunto Técnicas de Integração é, nos livros didáticos citados na Bibliografia Complementar do Curso Licenciatura em Matemática da UAB – IFCE, modalidade semipresencial, tratado exclusivamente através do viés algébrico, ou seja, sem nenhuma menção ao caráter geométrico (a não ser com a inserção de algum gráfico que pode ser desconsiderado sem obter prejuízos)? ” Em seguida, visando seu principal objetivo e recorrendo à metodologia de ensino da Sequência Fedathi, adaptou o ensino das Técnicas de Integração às suas fases, a saber: Tomada de Posição, Maturação, Solução e Prova. Também foram utilizados os conceitos da Engenharia Didática.

Seu trabalho consistiu em elaborar situações de ensino apoiadas na Tecnologia Digital, mais precisamente no *software* Geogebra, a partir de videoaulas amparadas pela Sequência Fedathi, sendo cada videoaula com sua respectiva sessão didática. A autora considera como resultado

alcançado a divulgação do seu produto educacional: um site com as videoaulas e sessões didáticas dos conteúdos propostos inicialmente. Até a finalização da obra, o site já havia alcançado acesso em vários estados do Brasil e também no exterior. Em sua conclusão, a autora recomenda que

[...] visando a um ensino atrativo e dinâmico, o Professor de Cálculo faça uso das Tecnologias Digitais. Sugerimos aqui o Software GeoGebra - que cada vez mais vem facilitando o processo de ensino e de aprendizagem, pois permite que seja visto geometricamente o que muitas vezes estava sendo tratado apenas pelo caráter algébrico. (BEZERRA, 2015, p.83)

Martins Junior (2015) discutiu as contribuições da realização de atividades exploratórias para a aprendizagem de diversos conteúdos relacionados a derivadas de funções reais de uma variável real no ensino de Cálculo I, a partir da visualização proporcionada pelo *software* GeoGebra. Seu trabalho fundamentou-se teoricamente em estudos sobre a Educação Matemática no Ensino Superior, com foco no Ensino de Derivadas em Cálculo e na Visualização proporcionada pelas Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação Matemática.

Sua pesquisa de campo foi realizada com Professores de Matemática do Ensino Superior, a partir do desenvolvimento de atividades exploratórias de construção e interpretação de gráficos. Para a análise dos dados, foram utilizados os registros e o áudio do desenvolvimento das atividades pelos professores, além de um questionário de avaliação das atividades, aplicado aos professores. De acordo com o autor, os resultados obtidos apontam que a visualização proporcionada pelo *software* GeoGebra contribuiu para uma ressignificação de diversos conceitos e propriedades de derivadas que são requisitados na construção de gráficos de funções reais. O autor também destacou como fundamental, nos processos de ensino e aprendizagem de Cálculo I, um equilíbrio entre os processos visuais e os processos algébricos.

Macedo (2015) teve como objetivo elaborar e apresentar situações didáticas amparadas pela Sequência Fedathi sobre as formas indeterminadas de funções e Regra de L'Hôpital; e descrever com o auxílio do *software* GeoGebra, as manifestações geométricas das formas indetermi-

nadas de funções. Seu referencial teórico foi embasado na Engenharia Didática, que foi utilizada como metodologia de pesquisa e na Sequência Fedathi como metodologia de ensino no desenvolvimento das sequências didáticas, visando o produto final. O autor considera como resultado seu produto educacional:

Um blog composto por videoaulas de formas indeterminadas e Regra de L'Hôpital, teses, dissertações, artigos cujos temas estão relacionados ao ensino de cálculo, sobretudo associado ao uso das tecnologias de visualização nessa disciplina. Dispomos também, uma sessão com a apresentação da Sequência Fedathi - metodologia de ensino utilizada em nossa pesquisa - além de registros da utilização das nossas sessões didáticas pelos professores de Cálculo do IFCE campus Cedro (MACEDO, 2015, p.101).

Uma das conclusões sugeridas pelo autor é que o ensino de Cálculo, mais especificamente, o ensino das formas indeterminadas e Regras de L'Hôpital, apresenta melhorias quando associado a uma metodologia que possibilite ao aluno a construção do seu próprio conhecimento, como é o caso da Sequência Fedathi. Nesse sentido, a inserção da tecnologia, por intermédio do *software* GeoGebra, possibilita ao aluno uma maneira alternativa e, a nosso ver, adequada à construção de novos conhecimentos.

Pires (2016) traz como questão de investigação “Quais as influências das Tecnologias da Informação e Comunicação nas estratégias de ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral?” Seu referencial teórico apresentou considerações a respeito do ensino e aprendizagem de Cálculo.

De acordo com o autor, a pesquisa utilizou-se de dois cenários de investigação como procedimentos metodológicos. O primeiro cenário dirigiu-se aos seis professores de Cálculo, por meio de entrevistas semiestruturadas, elaboradas com intuito de investigar o que esses professores sabiam, pensavam e achavam sobre sua prática e a técnica de realizar operações matemáticas por meio das influências das TIC. O segundo cenário foi direcionado para análise das influências das TIC nas estratégias

de aprendizagem dos estudantes, por meio de um questionário *online*. Para Pires (2016), os resultados mostram que foi possível verificar o reconhecimento desses novos instrumentos em meio às estratégias de aprendizagem dos estudantes, mas fora das estratégias dos professores, confirmando que a influência da técnica exposta poderá ou talvez já possa estar sendo mais uma problemática para o ensino e aprendizagem da Matemática. Ao final de sua pesquisa, o autor pode afirmar que se faz necessário, atualmente, estudos e pesquisas para que professores possam conhecer e saber como trabalhar com essas novas tecnologias no processo de ensino e aprendizagem, de modo a gerar aprendizagens significativas, além das atividades procedimentais do “somente calcular”.

Machado (2016) direcionou sua pesquisa com o objetivo de discutir as contribuições proporcionadas pelo *software* GeoGebra na realização de atividades exploratórias para o Cálculo de área de funções reais. Seu referencial teórico sustentou-se nos pressupostos de aprendizagem significativa, nas pesquisas desenvolvidas acerca de sequência didática e da utilização das TICs no ensino do Cálculo para construção do conhecimento.

O autor definiu como procedimento metodológico de análise, a observação da prática docente do pesquisador no seu ambiente de trabalho, o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Ceres, na turma do 1º período de Licenciatura em Química. Machado (2016) observou que as atividades desenvolvidas com o GeoGebra indicaram que é possível ensinar Cálculo de forma dinâmica, tornando a aula mais produtiva, instigante e atrativa. A utilização do *software* permitiu aos alunos participação e interação para a construção e estruturação de seu próprio conhecimento. O autor ainda concluiu que a visualização proporcionada pelo GeoGebra auxiliou na resignificação de diversos conceitos e propriedades para o cálculo de área, auxiliou na construção de gráficos de funções reais e se destacou como fundamental na aprendizagem de Cálculo I, demonstrando equilíbrio entre os processos visuais e os processos algébricos, contribuindo para a contextualização da disciplina com a área de atuação dos alunos.

As descrições anteriores foram feitas com o objetivo de apresentar

rapidamente os aspectos mais importantes dos 17 trabalhos publicados nos últimos cinco anos para, assim, compreender como as pesquisas foram realizadas e quais contribuições trouxeram para a literatura sobre o tema. A seguir, buscaremos estabelecer uma breve análise sintetizando alguns desses aspectos.

2.4 Considerações sobre a produção descrita

Todos os trabalhos escolhidos para essa revisão bibliográfica têm referenciais teóricos fundamentados na Educação Matemática, com ênfase na utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação Matemática – TICEM.

Os objetivos da maior parte das pesquisas foram direcionados para a implementação das TICEM em sala de aula. Os resultados apresentados deram suporte para a criação de sequências didáticas de vários conteúdos diferentes do Cálculo I, *blogs* com videoaulas, e várias outras opções de atividades que utilizam as tecnologias para aperfeiçoar o processo de ensino aprendizagem, sob a perspectiva das pesquisas desenvolvidas.

Quase todos os trabalhos foram voltados para a prática do professor, oferecendo metodologias que podem ser um diferencial durante as aulas, enriquecendo as explicações com ferramentas que favorecem a compreensão do conteúdo. A pesquisa de Pinto (2014) foi focada na aprendizagem do aluno, propondo compreender as discussões em grupo acerca da utilização de um *software* de geometria dinâmica dentro de um conteúdo proposto. Já Pires (2016) foi a campo para estudar professor e aluno, procurando analisar tanto a postura do professor perante as TICEM, quanto para compreender a influência que elas exercem no aluno.

Ao final, todos chegaram a uma conclusão positiva e otimista quanto à utilização das TICEM nos processos de ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral I. Além disso, Vieira (2013) conclui que a informática é a técnica do novo século, sendo impossível separá-la da sociedade, não fazendo sentido não a utilizar na sala de aula. Coxe

(2013), Nasserala (2014), Ricaldoni (2014), Moura (2014), Martins Junior (2015) e Machado (2016) ressaltaram a importância da visualização do conteúdo no processo de aprendizagem. Gonçalves (2012), Pinto (2014), Cunha (2014), Souza (2015), Lopes (2015), Bezerra (2015) e Pires (2016) destacaram a importância do professor no processo; que é importante dar o primeiro passo e aprender a utilizar uma nova ferramenta para apresentá-la aos alunos, além de empregar tais recursos em suas aulas e permitir uma nova visualização do conteúdo matemático, dando mais atenção às dificuldades dos alunos e mostrando estratégias para melhorar a compreensão do que está sendo estudado. Reis (2015) observou que a grade dos cursos deveria ser acrescida de uma disciplina que trabalhasse os princípios básicos da Matemática Básica que é necessária no Ensino Superior e uma nova divisão dos conteúdos de Cálculo Diferencial e Integral, somente a partir do segundo semestre.

As publicações analisadas nesta revisão bibliográfica trazem diversos referenciais teóricos, porém é possível perceber que as teorias sobre Sequências Didáticas, Engenharia Didática e Sequência Fedathi foram comuns a vários autores. Muitos também se dedicaram a refletir sobre o ensino de Cálculo. Algumas questões que podem ser apresentadas circundam a questão: “O que queremos impulsionar com o uso de tecnologias no ensino de cálculo? Aprendizagem de conceitos? Queremos que trabalhem mais em grupos? Queremos que os alunos participem mais? Queremos melhorar a relação professor e aluno, ou a relação entre alunos?”

Alguns autores chegaram a fazer uma análise dos livros textos mais utilizados pelos professores de Cálculo I, dentro do recorte de sua pesquisa. Nasserala (2014) analisou e comparou os livros de Guidorizzi (1998) e Stewart (2011)³⁰ quanto às demonstrações, à visualização a partir de gráficos, às definições formais, à conversão do algébrico para o geométrico e vice-versa e quanto à utilização da visualização gráfica em exercícios, no que se refere ao conteúdo de Integrais Impróprias. Bezerra (2015) e Macedo (2015) utilizaram os livros para embasar o material produzido e apresentado como produto educacional.

³⁰ STEWART, J. *Cálculo*, v1. São Paulo: CENGAGE Learning, 2011. 535p

Os 14 pesquisadores que foram a campo optaram por pesquisas qualitativas e utilizaram diários de campo, questionários e entrevistas como instrumentos para a triangulação de dados. Alguns ainda utilizaram fotografias e filmagens para registrar os trabalhos desenvolvidos. Vieira (2013) e Macedo (2015) não foram a campo. No primeiro caso, a publicação consta de um trabalho apenas bibliográfico. O segundo apresentou um produto educacional com o intuito de contribuir com os professores que estão trabalhando em sala de aula. Bezerra (2015) só foi a campo para apresentar seu produto educacional aos alunos e professores de um Instituto Federal, o que, de acordo com a autora, foi bem recebido por todos os presentes.

A partir desse levantamento foi possível perceber que apesar das Tecnologias de Informação e Comunicação já serem amplamente empregadas no cotidiano, ainda há muito o que estudar no contexto da Educação Matemática no Ensino Superior. As produções analisadas evidenciaram as potencialidades do uso das TICEM no ensino de Cálculo Diferencial e Integral, mas, ao mesmo tempo, mostraram que são poucos os professores que utilizam esses recursos em sua sala de aula. Muitos autores concluíram seus trabalhos deixando claro que a pesquisa realizada é apenas um começo e que muito ainda deve ser feito pelos educadores matemáticos para levar novas contribuições às salas de aula.

Essa constatação nos motiva a seguir em frente com nossa pesquisa que, no próximo capítulo, passamos a referenciar teoricamente.

CAPÍTULO 3

CONTEXTO DIGITAL E ESTILOS DE APRENDIZAGEM: MONTANDO O QUEBRA-CABEÇAS SOBRE O QUAL CONSTRUÍREMOS NOSSA PESQUISA

Pela primeira vez na história, a mente humana é uma força direta de produção, não apenas um elemento decisivo no sistema produtivo.
Castells (2000)

Neste capítulo, detalharemos os conceitos abordados no processo de pesquisa, baseados no aporte teórico estudado. É importante observar que, para responder à questão de investigação, é preciso delimitar o que, neste trabalho, compreendemos como Contexto Digital, Ambiente de Aprendizagem e Estratégias de Aprendizagem para, a partir de então, traçar a metodologia que levará à coleta de dados que permitam concluir os objetivos deste trabalho.

O contexto digital (*networked environment*) é baseado no conceito de rede, que Castells (2000) define como um conjunto de nós interconectados que depende do tipo de redes concretas utilizadas, ou seja, um conjunto de artefatos, conhecimento, práticas e uma comunidade, que engendra compromissos realísticos assumidos por profissionais da informação, analistas de sistemas e usuários.

De acordo com Vieira (2013), baseado em Borba e Villareal (2005), estamos vivendo um movimento chamado *humans-with-media* ou seres-humanos-com-mídia, no qual técnica, informática, mídia e ser humano se tornaram indissociáveis, isto é, já não podem ser isolados. Por exemplo, notamos em nossa prática profissional o quanto os dispositivos móveis têm acompanhado as tendências de evolução tecnológica, tornando-se quase tão completos quanto um computador, mas com o diferencial de estarem sempre ao alcance dos professores e dos alunos, à

disposição para executar um aplicativo ou acessar a internet, uma janela para a informação em tempo real que permite que os alunos façam pesquisas complementares às aulas enquanto elas ainda acontecem.

A sala de aula tomou uma nova configuração, o aluno apresenta um novo perfil, compatível com o da sociedade da informação, nesse cenário digital o aluno é participativo, criativo, ousado, domina as TIC na vida pessoal e na área educacional, mais que os próprios docentes, possuem habilidades digitais, manipulam ferramentas da web, usam aplicativos e softwares, com uma facilidade incompatível a do professor. Assim, saberes e práticas quanto ao uso das TIC no processo ensino-aprendizagem na educação superior na saúde, são exigidos dos docentes na atualidade (ALMEIDA e VALENTE, 2011 *apud* SOUZA, 2015, p.23).

Além disso, os alunos têm a possibilidade de pesquisar a existência de aplicativos criados, essencialmente, para uma necessidade escolar e, muitas vezes, tomam conhecimento de ferramentas que o professor ainda desconhece.

Reconhecendo a aplicabilidade de tais ferramentas no processo de aprendizagem, escolhemos focar nosso trabalho nos alunos da disciplina Cálculo Diferencial e Integral I pois, de acordo com Frota (2002), existe uma lacuna no estudo do pensar matemático no Ensino Superior brasileiro, que culminou em um ensino retórico, isto é, sem diálogo entre o professor e o aluno, o que evidencia uma postura pedagógica descompromissada com o aluno, ao qual é delegada a responsabilidade da aprendizagem.

3.1 O Contexto Digital

Para apresentar nossa compreensão de Contexto Digital, é preciso resgatar o conceito inicial de Tecnologia, que vem do grego *tekhnologia* (*tékhn*: arte, artesanato, indústria, ciência e *logia*: linguagem, proposição). O dicionário Aulete define Tecnologia como:

1. Conjunto das técnicas, processos e métodos específicos de uma ciência, ofício, indústria etc.; ciência que trata dos métodos e do desenvolvimento das artes industriais
2. Explicação dos termos próprios das artes, ofícios; linguagem especial das ciências, indústrias, artes etc.
3. O estado de desenvolvimento das tecnologias como um todo: A tecnologia é fator fundamental do desenvolvimento econômico.

É importante compreender, então, que o uso de qualquer ferramenta pode ser compreendido como a utilização de uma tecnologia. Ao longo da história da humanidade, ocorreram diversas revoluções tecnológicas que influenciaram os padrões de vida atuais, alcançando os processos educacionais. Logo, ressaltamos que as revoluções tecnológicas e suas contribuições não impuseram mudanças aos padrões de vida da sociedade, e tampouco a sociedade foi capaz de prever as influências que a tecnologia seria capaz de exercer sobre sua cultura. As evoluções tecnológicas e socioculturais se relacionam de forma cíclica. A tecnologia evolui devido a novas necessidades humanas e, graças a isso, a sociedade ganha mais um degrau de complexidade, como esclarece Castells (2000):

É claro que a tecnologia não determina a sociedade. Nem a sociedade escreve o curso da transformação tecnológica, uma vez que muitos fatores, inclusive a criatividade e iniciativa empreendedora, intervêm no processo de descoberta científica, inovação tecnológica e aplicações sociais, de forma que o resultado final depende de um complexo padrão interativo. Na verdade, o dilema do determinismo tecnológico é, provavelmente, um problema infundado, dado que a tecnologia é a sociedade, e a sociedade não pode ser entendida ou representada sem suas ferramentas tecnológicas (CASTELLS, 2000, p.43).

A partir dessa colocação, podemos estreitar o conceito de Tecnologia para Tecnologia da Informação que, segundo o mesmo autor, abrange “o conjunto convergente de tecnologias em microeletrônica, computação (*software* e *hardware*), telecomunicações/rádiodifusão e optoeletrônica” (CASTELLS, 2000, p.67).

As Tecnologias da Informação começam a ter destaque no período da Segunda Guerra Mundial. O telégrafo era o meio de comunicação mais utilizado para transmitir as mensagens por meio das ondas de rádio. Contudo, qualquer pessoa que tivesse um transmissor de rádio amador seria capaz de se conectar na mesma frequência e, se tivesse conhecimento suficiente de Código Morse, seria capaz de interceptar centenas de mensagens contendo informações valiosas sobre a guerra. Por causa disso, os alemães tinham a seu favor a Máquina Enigma, responsável por criptografar as mensagens que eram transmitidas diariamente. A máquina possuía 159 trilhões de configurações³¹ possíveis e era considerada invencível, pois se considerarmos 10 pessoas testando uma alternativa a cada minuto seriam necessários 20 milhões de anos para testar todas as configurações possíveis. Além disso, o código era trocado diariamente e reduzia a zero a probabilidade de se encontrar a chave de encriptação diariamente.

A missão de quebrar o código da Enigma era considerada impossível e foi o estopim para a criação de uma máquina capaz de responder a códigos programados antecipadamente. Alan Turing³² já havia criado uma máquina³³ capaz de mudar sua função por meio de um programa armazenado dentro de um cartucho de memória. Graças a esse feito, foi chamado para liderar uma equipe convocada pelos Aliados para descriptar a máquina Enigma. Para isso criou a máquina Bomba, que tinha a função de decifrar as mensagens interceptadas pelos rádios. Mesmo sendo mais rápida, ainda não conseguia chegar a resultados dentro do tempo necessário. Foi a partir da frase de cumprimento “Hi Hitler” presente em todas as mensagens alemãs que os códigos passaram a ser descriptados. Além disso, Turing criou um sistema de criptografia para conversas telefônicas, um sistema de computação automática capaz de

³¹ Uma chave de criptografia muito famosa é a Cifra de César, que deslocava o alfabeto de maneira uniforme. Por exemplo, se a letra A fosse trocada pela letra J; a letra B seria trocada por K e assim por diante. A máquina enigma possuía três ou quatro engrenagens que permitiam chegar a tantas configurações distintas. O site <http://enigmaco.de/enigma/enigma.html> (acessado em 06/12/2018 às 16:49) simula o funcionamento da máquina alemã de criptografia.

³² A história de Alan Turing pode ser vista no filme “O Jogo da Imitação”. (2014)

³³ Essa máquina é chamada “Máquina de Turing”, criada em 1936.

calcular cenários matemáticos completos e o Teste de Turing, chamado também de Jogo da Imitação, utilizado até os dias atuais para medir o nível de complexidade em um sistema de Inteligência Artificial. Todos esses projetos deram a Alan Turing o título de pai das ciências da computação, e nos deram os computadores pessoais que temos em nossas casas.

A partir desses feitos, segundo Castells (2000), entramos em uma revolução tecnológica caracterizada não pela centralidade dos conhecimentos e informações, e sim pela utilização desses conhecimentos e dessa informação para a geração de conhecimentos de dispositivos de processamento/comunicação³⁴ da informação, em um ciclo que possui três estágios: “a automação das tarefas, as experiências de usos e as reconfigurações das aplicações” (CASTELLS, 2000, p.69). Os dois primeiros estágios progridem a partir do uso, e o terceiro estágio progride a partir da ação dos usuários, o que leva a novas descobertas que permitem automatizar novas tarefas e realimenta o início do ciclo, que se torna cada vez mais veloz. Para ilustrar esse ciclo, vale a pena comparar o tempo esperado entre as apresentações de cada geração do computador pessoal no início dos anos 2000 e a apresentação das novas gerações dos *smartphones*, quase 20 anos depois.

Uma consequência prevista por Castells ainda em 2000 e que podemos perceber atualmente é que a difusão da tecnologia amplia seu poder ilimitadamente, à medida que seus usuários se apropriam dela e a redefinem. Jenkins (2015) reforça essa afirmação:

Pense em sua relação pessoal com as mídias. Todos nós temos uma. Você é um fã que usa as mídias para assistir aos seus programas favoritos. Você é um anunciante que usa as mídias para vender seus serviços. É um artista que usa as mídias para distribuir os conteúdos criados por você. Qualquer que seja sua relação com as mídias, certamente você percebeu que ela mudou muito nos últimos anos. A força desta ou de qualquer outra relação é determinada pelo modo como as partes envolvidas lidam com as mudanças. E, neste exato momento, há uma multiplicidade de mudanças em curso (JENKINS, 2015, p.8).

³⁴Castells (2000) usa o termo dessa forma e escolhemos manter a maneira utilizada pelo autor.

Diante disso, há outras previsões feitas por Castells (2000) que estão se concretizando: (i) usuários e criadores podem tornar-se a mesma coisa; (ii) usuários podem assumir o controle da tecnologia, como no caso da internet.

Para dar continuidade ao nosso trabalho, é necessário compreender o conceito de “Paradigma Tecnológico”, criado por Carlota Perez³⁵, Christopher Freeman e Giovanni Dosi, e citado por Castells em sua obra. A primeira característica é a matéria-prima: a informação. A partir de agora temos “tecnologias para agir sobre a informação”, e não o contrário. Em seguida é destacada a “penetrabilidade dos efeitos das novas tecnologias”, uma vez que a informação é parte integral da atividade humana, o novo modelo tecnológico orientará os hábitos de nossa existência individual e coletiva.

A terceira característica é a “lógica de redes” em qualquer sistema ou relação que possibilite a utilização dessa nova tecnologia:

Essa configuração topológica, a rede, agora pode ser implementada materialmente em todos os tipos de processos e organizações graças a recentes tecnologias da informação. (...) E essa lógica de redes, contudo, é necessária para estruturar o não-estruturado, porém preservando a flexibilidade, pois o não estruturado é a força motriz da inovação na atividade humana (CASTELLS, 2000, p.108).

A quarta característica refere-se ao sistema de redes, mais precisamente à sua “flexibilidade”. Não devemos pensar em rede nos limitando apenas à rede mundial de computadores. Qualquer empresa pode ter uma rede interna de computadores, que deve se flexionar para atender às demandas que venham a surgir. Temos então a vantagem de não precisar destruir todo um sistema que não se encaixa às necessidades apresentadas, e sim, adaptá-lo à realidade encontrada.

A quinta e última característica é a “convergência de tecnologias específicas para um sistema altamente integrado”. Uma definição mais atual sobre convergência é apresentada por Jenkins (2015):

³⁵ Perez (1983), Kuhn (1962), Dosi *et al* (1988a); referências em Castells (2000)

Por convergência, refiro-me ao fluxo de conteúdos através de múltiplas plataformas de mídia, à cooperação entre múltiplos mercados midiáticos e ao comportamento migratório dos públicos dos meios de comunicação, que vão a quase qualquer parte em busca das experiências de entretenimento que desejam. Convergência é uma palavra que consegue definir transformações tecnológicas, mercadológicas, culturais e sociais, dependendo de quem está falando e do que imaginam estar falando. (JENKINS, 2015, p.30).

Nessa convergência de tecnologias, é observada a junção das telecomunicações à rede integrada de computadores, reforçando que todas elas serão apenas uma ferramenta de processamento da informação. Todas elas podem ser identificadas como Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Castells (2000) resume que o paradigma da Tecnologia da Informação (e Comunicação) não evolui de um sistema fechado em direção à abertura como uma rede de acessos múltiplos: “É forte e impositivo em sua materialidade, mas adaptável e aberto em seu desenvolvimento histórico. Abrangência, complexidade e disposição em forma de rede são seus principais atributos” (CASTELLS, 2000, p.113).

A partir das considerações anteriores temos condição de apresentar o que consideramos neste trabalho como Contexto Digital. Interpretando que a definição de redes se volta para a estrutura física das conexões disponíveis, vê-se a necessidade de compreender o que é imaterial nesse processo. Dessa forma, se o contexto é um conjunto de circunstâncias ou fatos inter-relacionados que envolvem um evento particular, o Contexto Digital é o conjunto de situações implícitas e exteriores à materialidade do texto digital; e, que de alguma forma, contribuem ou determinam a construção do sentido nas mais diversas direções viáveis social e cognitivamente, previstas ou não pelo locutor-emissor do texto digital. Ou seja, não estamos considerando apenas as escolhas dos usuários, e sim todo o espaço amostral de ações disponíveis a partir do momento em que se conecta à internet.

É importante perceber que essas “ações” estarão intimamente relacionadas à troca de informações, como observam os dois primeiros pontos

do paradigma da Tecnologia da Informação. Como rede, consideramos a definição de Castells (2000) apresentada no início desse trabalho, detalhadas pelas três últimas características apresentadas anteriormente, e consideraremos a definição de convergência apresentada por Jenkins (2015).

3.2 Seres-humanos-com-mídia e Ambientes Informatizados de Aprendizagem

Dada a nossa compreensão de Contexto Digital, direcionamos nosso olhar às pessoas inseridas nesse contexto, pois estas são o cerne deste trabalho. Para tanto, é preciso retomar de maneira mais detalhada o conceito de seres-humanos-com-mídia definido por Borba e Villareal (2005) e apresentado na introdução desse capítulo, como uma unidade indissociável de técnica, informática, mídia e ser humano.

Para os pesquisadores, os conceitos de mídia e tecnologia são muito próximos. Enquanto a tecnologia é um conjunto de técnicas e ferramentas para executar uma tarefa, a mídia é um conjunto de técnicas e ferramentas voltadas para a comunicação, seja oral ou escrita. Seguindo esse raciocínio, podemos relacionar mídia e tecnologia, sendo a tecnologia o conjunto de ferramentas e técnicas para auxiliar que a comunicação aconteça por meio de uma mídia. Por exemplo, lápis e papel são, ao mesmo tempo, a tecnologia usada para escrever um bilhete e mídia para os leitores daquele registro. Esse raciocínio é aplicável para diversos outros tipos de tecnologia disponíveis.

Outro ponto importante a ser considerado é a relação entre as pessoas e as tecnologias digitais à sua volta. Não se trata de uma dependência tecnológica, mas sim de uma relação quase orgânica entre homem e máquina. A utilização das ferramentas disponíveis em um *smartphone* (despertador, agenda, aplicativos diversos) não desqualifica a capacidade intelectual de quem as usa, se comparado a quem faz toda a sua organização manualmente; pelo contrário, potencializa a concentração de energia e criatividade para questões que realmente devem ser resolvidas pelo indivíduo.

Dessa forma, Borba e Villareal (2005) consideram a definição de seres-humanos-com-mídia como uma unidade básica do pensamento:

Acreditamos que essa visão pode ser a base para uma epistemologia que enfoca a atenção em como as pessoas conhecem as coisas de maneiras diferentes com a introdução de diferentes tecnologias. Acreditamos que essa visão pode nos ajudar a ver que o conhecimento sempre foi condicionado por diferentes mídias ao longo da história humana, mas que pela primeira vez, como Lévy (1993) afirma, temos a chance de interferir conscientemente na forma como essa tecnologia pode moldar nossa vida. (BORBA e VILLAREAL, 2005, p.27. Tradução nossa³⁶).

Os autores entendem que essa noção é apropriada para mostrar que a presença de Tecnologias da Informação age na reorganização do pensamento matemático. Esse argumento baseia-se no trabalho de Tikomirov (1981), na interpretação da informatização na atividade mental humana. Inicialmente, seriam aceitas apenas duas teorias; a primeira aceitaria que o computador substituiria o homem na esfera intelectual e a segunda defenderia que o uso de computadores aumentaria o volume e a velocidade do processamento de informações pelo homem. O autor descarta ambas as teorias por não levarem em consideração o papel da mediação externa da atividade humana e conclui que o computador reorganiza a atividade mental humana. Kawasaki (2008, p.50) reitera que “a atividade humana mediada pelo computador altera de forma qualitativa a estrutura da atividade intelectual humana, reorganizando a memória, as formas com que passamos a armazenar a informação e com que organizamos a sua busca”.

A partir da ideia de que seres-humanos-com-mídia devem ser a unidade básica do conhecimento, Borba e Villareal (2005) se referem a essa unidade como um coletivo formado por humanos e não-humanos que produz sentido ao conectar diferentes nós de uma rede. O conceito de rede, nesse caso, tange a definição de Castells (2000) apresentada anteriormente; porém pensando nas infinitas conexões possíveis de serem obtidas com o intuito de produzir conhecimento, por meio de uma inteligência coletiva.

³⁶ We believe this view can be basis for an epistemology that focuses attention on how people know things in different ways with the introduction of different technologies. 55

Caminhando nessa direção, é interessante observar que os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) são ferramentas inseridas na rede mundial de computadores, à disposição de seus usuários como instrumento dos processos de ensino e aprendizagem e que dialoga com os princípios discutidos anteriormente. Não é difícil conceber a possibilidade de um ambiente de aprendizagem dentro do Contexto Digital, concordando com Kawasaki (2008, p.28) que “a mídia computador, em particular, pode proporcionar um ambiente de aprendizagem intencionalmente diferenciado, no qual o aluno pode experimentar e manipular um objeto matemático de forma dinâmica e contínua”.

O primeiro contato de muitos leitores com o termo “AVA” pode vir do ensino a distância (EaD), pois é por meio desses portais que o estudante tem acesso a todas as aulas e materiais que porventura sejam disponibilizados pela instituição de ensino. Geralmente são disponibilizadas videoaulas, apostilas, listas de exercícios e até mesmo um *chat* para que o aluno possa tirar dúvidas diretamente com um monitor da disciplina que está cursando. Não é foco dessa pesquisa discutir o ensino a distância, mas seria injusto de nossa parte não dar crédito a uma modalidade de ensino que vem se destacando no país, dando a oportunidade de ensino a pessoas que não teriam acesso a um curso superior presencial. No entanto, é importante ampliar o senso comum do AVA do ensino a distância para um AVA que está a favor de qualquer estudante que esteja disposto a diversificar suas ferramentas de aprendizagem.

Um questionamento recorrente refere-se à possibilidade de considerar o AVA como um meio de aprendizagem construtivista, isto é, que leve o aluno a construir camadas de conhecimento de maneira gradativa e consciente de cada avanço – Gravina e Santarosa (1999) listaram três características para que um ambiente informatizado seja considerado construtivista: ele deve ser um meio dinâmico, interativo e que permita a modelagem ou simulação de alguma situação específica:

Os ambientes informatizados apresentam-se como ferramentas de grande potencial frente aos obstáculos inerentes ao processo de aprendizagem. É a possibilidade de “mudar os limites entre o concreto e o formal” (PAPERT, 1988). Ou ainda segundo HEBENSTREINT (1987) “O computador permite criar um novo tipo de objeto – os objetos “concretos-abstratos”. Concretos porque existem na tela do computador e podem ser manipulados; abstratos por se tratarem de realizações feitas a partir de construções mentais (GRAVINA; SANTAROSA, 1999, p. 78).

Compilando as definições de Ambientes Informatizados, de Gravina e Santarosa (1999), Ambiente de Aprendizagem, de Kawasaki (2008), e Seres-Humanos-com-mídia, de Borba e Villareal (2005), compreenderemos nesse trabalho como AVA todos os possíveis ambientes de investigação que possam ser acessados por meio de um computador ou *smartphone*. Dessa forma, não estamos nos limitando a um *software* matemático específico e ampliamos as possibilidades para qualquer ferramenta disponível na rede que o usuário venha a utilizar com o intuito de aprender algum novo conceito. Podemos então considerar que ambientes informatizados se amoldam em nossa concepção de AVA pois, afinal, são plataformas tecnológicas que permitem ao usuário acessar informações já existentes ou fornecem ferramentas que subsidiam construções do conhecimento matemático que facilitam a criação e compreensão de conjecturas.

Tais plataformas tecnológicas podem ser *softwares* – geralmente os primeiros a serem considerados pelos professores quando planejam atividades dentro das TICEM – instalados em um computador ou *smartphone*. Mas, atualmente, se diversificaram em diversas plataformas pela internet, tais como aplicativos *on-line*, redes sociais e canais do YouTube. É importante ressaltar que, apesar de Gravina e Santarosa considerarem que o ambiente informatizado deva permitir a modelagem, devemos ver as redes sociais e o YouTube como um fórum de discussão permanente, além de repositório para material de estudos, que também contribuem para o processo de aprendizagem.

Kawasaki (2008) lança um questionamento que, adaptando à questão de investigação desta pesquisa: “que *softwares*/programas existem

para aprender³⁷ um conteúdo específico?”. Em seguida, a autora faz uma categorização dos *softwares* matemáticos existentes de acordo com a proposta de cada um deles: (i) *softwares* de geometria dinâmica; (ii) *Computer Algebra System (CAS)*; (iii) *softwares* de simulação e modelagem. Como exemplos de cada uma dessas categorias, citamos o *GeoGebra*³⁸, *Mathematica* e *Modelus*, respectivamente. Observemos que as classificações feitas conversam com as características listadas anteriormente por Gravina e Santarosa (1999). Concordamos com Kawasaki (2008) que não é possível listar todos os *softwares* existentes, mas teceremos algumas considerações a respeito dos *softwares* mais utilizados pelos sujeitos dessa pesquisa no capítulo de análise de dados.

Ainda de acordo com o que compreendemos como AVA, não podemos deixar de citar outras ferramentas virtuais que podem auxiliar no processo de aprendizagem. O Excel é um exemplo de *software* não desenvolvido exclusivamente para o ensino e a aprendizagem de Matemática, mas é uma excelente ferramenta para a criação de gráficos e tabelas que venham a contribuir dentro de disciplinas como estatística, matemática financeira e cálculo numérico, por exemplo. Uma nova realidade são os grupos de discussão em redes sociais³⁹, onde os membros têm a liberdade de postarem suas dúvidas e a oportunidade de discutir o que não estão compreendendo em determinado tópico. Com o passar do tempo, um membro que entrou apenas para ter respostas para suas dúvidas passa a ser também um dos que irá ajudar um novo usuário. Existem redes sociais⁴⁰ com finalidade exclusivamente acadêmica, para que os estudantes compartilhem materiais de estudo, apostilas e tirem suas dúvidas entre pares. Essas redes são mais organizadas, dividem as postagens por conteúdo e até por universidade; porém, para desfrutar de todas as suas possibilidades, o usuário tem que pagar uma quantia mensal ou ser um membro ativo (enviando listas de exercício, apostilas e tirando dúvidas dos colegas).

³⁷ A autora questiona “que *softwares*/programas existem para ensinar um conteúdo específico?” (p.41)

³⁸ O site do GeoGebra já o classifica como um software de matemática dinâmica, por permitir trabalhar simultaneamente com geometria e álgebra.

³⁹ O facebook tem um grupo chamado “Profes de matemática tiram dúvidas” (sic) com mais de 14000 membros.

⁴⁰ As redes sociais LinkedIn e Passei Direto possuem o perfil exemplificado acima.

Se um estudante consegue ter tudo isso apenas com o acesso à internet, faltaria somente conseguir assistir a videoaulas e ele estaria dentro de um AVA tradicional do EaD. Na realidade, as videoaulas já existem dentro do YouTube. Atualmente, existem canais especializados em aulas de Matemática que vão desde o conteúdo do ensino fundamental até tópicos de mestrado⁴¹. O Ministério da Educação se atentou à crescente procura pelas videoaulas e criou o MECFLIX⁴², disponibilizando vídeos para auxiliar o estudante a se preparar para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

Observemos que a rede de colaboração descrita por Castells (2000) está plenamente ativa e em constante crescimento com Borba e Villareal (2005):

Nesse ponto de vista, uma inteligência não compete com outra. Elas colaboram! Diferentes combinações de seres -humanos-com-mídia, localizadas em diferentes partes do mundo, ganham poder em algum domínio [da internet] que se torna parte dessa inteligência coletiva. As ideias do carpinteiro e do matemático se complementam. Uma inteligência como essa é considerada uma rede complexa. A Internet é um bom modelo para ela e, ao mesmo tempo, permite que aproveitemos a colaboração em maior escala (BORBA; VILLAREAL, 2005, p. 26, tradução nossa⁴³).

A partir dessas colocações, é possível concluir que existem novas ferramentas para aprender Matemática que estão ao alcance de uma busca na internet. Como o estudante interage com essas informações, tudo depende muito de seu estilo de aprendizagem e este será um dos focos de observação em nossa pesquisa de campo.

⁴¹ O programa de Mestrado Profissional Profmat possui um canal no youtube com mais de 9000 inscritos.

⁴² O link para o site é mecflix.mec.gov.br. Acessado em 27/08/2019 às 00:29

⁴³ In such a view, one intelligence does not compete with another. They collaborate! Different combinations of humans-with-media, located in different parts of the world, gain power in some domain that becomes part of this collective intelligence. The ideas of the carpenter and of the mathematician complement each other. An intelligence like this is thought of as being a complex network. The Internet is a good model for it, and at the same time, it makes it possible for us to take advantage of collaboration on a larger scale.

3.3 Estilos de Aprendizagem

Ao refletir acerca de nossa questão de investigação, fica clara a necessidade de apresentarmos o que será considerado neste trabalho como “estilo de aprendizagem”. A grosso modo, é bem-vinda a ideia de que estratégia de aprendizagem é um conjunto de ações praticadas pelo aluno em seu momento de estudo que favoreçam a compreensão de novos conhecimentos.

Outrossim, é possível perceber algumas lacunas a ser preenchidas a partir da afirmação anterior. Afinal, o estudante faz alguma reflexão em torno do seu momento de estudo? Será que ele busca formas de aprimorar sua aprendizagem? Ele está satisfeito com seu ritmo e processo de aprendizagem? Esses e outros questionamentos nos levam ao conceito de metacognição.

Antes de pensar em metacognição, é importante delimitar o que entenderemos neste trabalho como cognição e, posteriormente, fazer um breve apanhado das principais teorias da aprendizagem que já foram aceitas em momentos diferentes desde que se iniciaram as pesquisas voltadas para esse tema.

3.3.1 Teorias da Aprendizagem

As ciências da cognição, de acordo com Frota (2002), têm como objeto de estudo os processos cognitivos, abordando-os de maneira multidisciplinar com o objetivo de fornecer explicações mais adequadas sobre como o ser humano obtém o conhecimento.

O behaviorismo surge com a importância de ser a primeira teoria aceita sobre a aprendizagem, a partir do estudo do comportamento (*behavior*), o que elevou a Psicologia ao patamar de ciência. Giusta (2013) esclarece que, sob o ponto de vista behaviorista, “o comportamento é entendido como produto das pressões do ambiente, significando o conjunto de reações a estímulos que podem ser medidas, previstas e

controladas”. Isso significa associar a aprendizagem à mudança de comportamentos, mudança essa obtida por meio de treinos ou experiências.

O construtivismo é uma segunda corrente de pesquisa, que conta com as teorias de Piaget e Vigotsky como principais norteadoras. Chama-se construtivismo por defender que a criança constrói o seu próprio conhecimento, em vez de apenas copiar o comportamento do adulto mais próximo.

Piaget cunhou o termo epistemologia genética para dar início aos seus estudos, dos quais os estágios operacionais são destaque em sua obra, embora esse não seja o fim de sua teoria. Um viés relevante da teoria de Piaget está na hipótese de que a aprendizagem se dá por meio de um processo chamado por ele de equilíbrio. Ao estar diante de algo novo, o sujeito tenta incorporar essa novidade unindo-a aos seus conhecimentos prévios. Porém, isso não ocorre de imediato pois requer que a pessoa refaça uma reorganização mental relacionando o que já sabia com os novos conhecimentos adquiridos. Esses processos são classificados como assimilação e acomodação, respectivamente:

Vamos defender que os únicos fatores verdadeiramente onipresentes nos desenvolvimentos cognitivos – tanto na história das ciências como na psicogênese – são de natureza funcional e não estrutural. Caracterizaram-se pela assimilação das novidades às estruturas precedentes e à acomodação destas às novas aquisições realizadas (PIAGET; GARCIA, 1987, p. 37).

É importante observar que o processo de equilíbrio não está limitado apenas às crianças dentro das fases operatórias, e sim a qualquer indivíduo e em qualquer processo de aprendizagem. Um aprendiz de confeitaria só se propõe a fazer um bolo de aniversário após dominar os conceitos básicos de como fazer um bolo, os recheios e as coberturas. Mesmo assim, diante da novidade, ocorre um desequilíbrio no processo. O indivíduo sabe muito bem os passos a cumprir, mas pode ter dúvidas de como uni-los. A assimilação virá de forma construtivista, fazendo os processos culinários e percebendo as melhores técnicas para desenfor-

mar o bolo e recheá-lo, por exemplo. Depois, ainda haverá problemas acerca de sua decoração. É provável que o primeiro bolo fique seco, pois o sujeito pode se esquecer da importância de uma calda para umedecer a massa. Enfim, após algumas tentativas ocorrerá a acomodação e o aprendiz de culinária se sentirá apto a aprender algo ainda mais difícil em termos técnicos. Sob o ponto de vista da inserção no Contexto Digital, podemos sugerir ainda que essa pessoa busque ajuda, ao longo do processo, por meio de recursos tecnológicos – procurando receitas e videoaulas, por exemplo.

Frota (2002) percebe a similaridade entre a regulação do processo cognitivo e vários pontos da obra de Piaget:

Segundo Piaget, o desenvolvimento nada mais é que um processo de equilíbrio progressiva, uma evolução de um estado de equilíbrio menor, para um estado de equilíbrio superior. No limite, teríamos o que Piaget chama *equilíbrio majorante*. Esse progresso do equilíbrio explica-se a partir do aumento da complexidade dos sistemas assimilatórios, que passam a exigir novas regulações, que assegurem a acomodação. Assim, existe um crescimento do nível de complexidade dos sistemas, que acarreta uma majoração do estado de equilíbrio anterior. Esse movimento se dá através da composição de vetores regulação, a princípio simples, depois regulações de regulações e finalmente auto-regulações (FROTA, 2002, p.51).

Piaget cria um progresso entre os estados de equilíbrio que chegam à autorregulação que, atualmente, de acordo com Frota (2002) poderíamos ver como o auto monitoramento do processo cognitivo, ou seja, Piaget antecipou temáticas que hoje agregam o campo das investigações em metacognição.

A teoria piagetiana tem grande relevância dentro do construtivismo, mas percebeu-se ao longo dos anos que ela não é suficiente para responder a todas as questões que venham a ser apresentadas, principalmente no que tange ao estabelecimento de modelos cognitivos na resolução de problemas em campos específicos como a Física, Matemática e afins. Vosniadou (1996) deixou clara a necessidade de rever a ênfase

nas estratégias cognitivas de processamento da informação, e ressaltou a importância das representações mentais e das estruturas do conhecimento. “Tornava-se necessária uma teoria cognitiva da aprendizagem, estabelecida a partir da complexidade da atividade de solução de problemas, tendo então como bases: estratégias, metacognição e estruturas de conhecimento” (FROTA, 2002, p.28).

Em 1944, Polya lançou o livro “A arte de resolver problemas”, pelo qual foi batizado como o pai da arte de resolver problemas. Dentro dos estudos e publicações desse autor, destacam-se as fases da resolução de problemas, sendo elas: compreensão, estabelecimento de um plano, execução do plano e retrospecto.

Aliando as teorias de Polya à Piaget e ao exemplo de nosso aprendiz de confeitaria, podemos dizer que, ao decidir fazer um bolo de aniversário o confeitiro precisa inicialmente ter uma compreensão do que deve ser feito para executar a tarefa. Em seguida, é preciso elaborar um plano de ação sobre as etapas do processo, listar materiais e ingredientes a serem utilizados, comprar tais materiais, para então fazer esse bolo. Após terminar a tarefa, o aprendiz de confeitiro faz uma autoavaliação a respeito de seu processo buscando, inclusive, listar maneiras de melhorar seu desempenho em uma próxima tentativa de fazer um bolo de aniversário. Dentro de um contexto digital, a busca na internet por referências de um bolo de aniversário auxilia o sujeito de nosso exemplo no processo de compreensão de seu problema, enquanto sites com receitas e videoaulas poderão auxiliar nos processos de estabelecimento e execução de um plano a ser seguido. Todas as referências obtidas a partir do processo de pesquisa poderão servir de parâmetros para que o aprendiz de confeitiro faça seu retrospecto, ao final de seu trabalho.

Em 2000, Robert J. Sternberg (STERNBERG, 2000) amplia um pouco mais as fases de Polya com o ciclo da resolução de problemas em sete etapas: identificação do problema, definição e representação, formulação de uma estratégia, organização da informação, alocação de recursos, monitoramento do processo e avaliação. É relevante observar que seguir essas fases observando as etapas e os processos, pode ser compreendido como

uma estratégia de aprendizagem, em um campo qualquer. Os exemplos anteriores foram acerca de um aprendiz de confeitaria, mas poderíamos estender para um exemplo com alunos de Cálculo Diferencial e Integral I.

Outro ponto de vista a ser considerado vem de Vigotsky (1994), que entende o sujeito como sócio histórico e que se desenvolve por internalização, ou seja, em seu aprendizado ocorre uma reconstrução interna de uma atividade externa. Em sua teoria, Vigotsky diferencia dois níveis de desenvolvimento cognitivo em um sujeito: o nível de desenvolvimento real e o nível potencial. O desenvolvimento real é medido pelas funções e situações nas quais a criança consegue lidar sozinha, sem a ajuda de um professor ou de um adulto. O desenvolvimento potencial é medido pelas funções e situações nas quais a criança ainda não consegue lidar sozinha, mas pode vir a conseguir se tiver a ajuda de um professor ou adulto. A diferença entre o nível real e o potencial é chamada de zona de desenvolvimento proximal:

Ela é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar pela solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, 1994, p. 112).

Após a apresentação dessas teorias acerca da aprendizagem e de algumas sugestões de técnicas de trabalho com os alunos, é possível perceber o movimento na busca de explicações de como o ser humano aprende e, além disso, verificar que não há um consenso sobre um modelo unificado que venha abarcar todas as hipóteses desse processo. O que se pode perceber é que cada teoria trabalha com uma faceta do que compreende ser a cognição da pessoa, isto é, sua capacidade de aprender. Frota (2002, p.32) diz que “para explicar um fenômeno tão complexo como a aprendizagem, parece, pois, necessária uma teoria da cognição que integre a multidisciplinaridade dos enfoques da psicologia, da biologia, da antropologia, das neurociências, da computação, entre outros”.

3.3.2 Metacognição

Após refletir sobre algumas teorias de aprendizagem, faz-se necessária uma reflexão de como está o sistema de ensino. Ainda temos o enfoque tradicional de ensino, chamado por Paulo Freire de “ensino bancário”, ou estamos tentando implementar novas estratégias de ensino em nossas salas de aula? Frota (2002) afirma que:

O enfoque tradicional de ensino, centrado no professor, em que o aluno é mero receptor de conhecimentos historicamente estabelecidos e a escola um agente sistematizador de uma cultura, é contaminado pelos psicólogos comportamentalistas. [...] A ênfase está no planejamento do ensino por especialistas: os objetivos são especificados em termos comportamentais bem como os meios para acompanhamento, garantindo que as metas sejam atingidas, ou seja, os critérios de desempenho. Essa ênfase no método traduziu-se na famosa metodologia da Instrução Programada, tão presente, no Brasil, nos anos 70. Esse enfoque tecnicista de ensino orienta até hoje muitas de nossas instituições escolares, constituindo, talvez, um dos monstros a serem destruídos (FROTA, 2002, p.33).

Anos após a fala de Frota (2002), será que o enfoque tecnicista ainda é um dos “monstros” a serem destruídos nas salas de aulas das Instituições de Ensino Superior?

Um passo importante para afastar o tecnicismo de nossas salas de aula é deixar de acreditar que existe uma única maneira de se estudar Matemática, e que tal maneira irá obrigatoriamente passar pelo eixo: fazer resumos – fazer exercícios – tirar dúvidas. Saber que existem diferentes maneiras de se aprender um conteúdo nos leva em direção ao reconhecimento da existência de diferentes estratégias de aprendizagem e, principalmente, que diferentes estratégias atendem a pessoas com necessidades diferentes. Logo, não existe uma estratégia correta para ser unificada entre os alunos, e sim deve valer a individualidade de cada aluno e o percurso traçado para encontrar a estratégia que melhor atende sua maneira de aprender. Tampouco não existe uma lista de técnicas de

aprendizagem para que sejam testadas uma a uma, e sim uma sequência de tentativas de estudo e adequação para encontrar as particularidades de cada aluno.

Devemos então confrontar duas maneiras de se referir ao processo de aprendizagem construído pelo aluno. Podemos dizer que ele aplicou “estratégias de aprendizagem” ou que ele tem um “estilo de aprendizagem” próprio?

O dicionário Aulete define estratégia como “arte de utilizar os meios de que se dispõe para conseguir alcançar certos objetivos; planejamento de ações, jogadas, medidas etc. visando a um objetivo, e procurando levar em consideração todas as variáveis possíveis”, enquanto Meyer (1995) define estratégia de estudo como “atividades conduzidas pelos estudantes, durante o processo de aprendizagem, com o propósito de melhorar essa aprendizagem”. Há uma similaridade nas definições no que se refere a planejar ações para atingir um objetivo, sendo que Meyer foca sua definição em um planejamento voltado para a aprendizagem.

Adey (1997), Nisbet e Shucksmith (1991) e Pozo (1996) e trazem diferentes definições de estratégias de aprendizagem.

Adey (1997) classifica-as como micro e macroestratégias, sendo a primeira relacionada a habilidades particulares enquanto a segunda se relaciona a habilidades universais, influenciadas por fatores emocionais e pela cultura.

Nisbet e Shucksmith (1991) fazem três divisões, relacionando as micro-estratégias a processos específicos e executivos, ou seja, de fácil instrução; as macroestratégias aos conhecimentos cognitivos, cujo treinamento é mais difícil; e a estratégia central a atitudes que dependem da motivação e caracterizam um estilo pessoal de aprendizagem.

Pozo (1996) divide as estratégias em associativas e de reestruturação, sendo a estratégia associativa relacionada a métodos mecânicos e repetitivos e a estratégia de reestruturação mexe com a estrutura da informação, se relacionando com o conceito de aprendizagem significativa relacionando as novas informações a conhecimentos anteriores.

Observemos que, apesar das nomenclaturas variarem entre os autores, percebe-se que há a intenção de estabelecer escalas e classificações

das estratégias, segundo o nível de generalização empregado em cada atividade. Frota (2002) afirma que:

É importante destacar, ainda, que cada indivíduo pode utilizar a mesma estratégia de maneira diferenciada, a partir de suas habilidades, aptidões, interesses e também suas energias, seu espectro de motivações. Uma mesma estratégia pode ser utilizada de maneiras diferenciadas, por pessoas distintas, ou seja, podemos incorporar a uma estratégia uma certa dose de individualidade, ditada por características próprias. Desenvolvemos, assim, o que podemos chamar de estilos de aprendizagem, ou seja, de estratégias personalizadas (FROTA, 2002, p.39).

Voltando ao dicionário Aulete, encontramos a definição de estilo como “modo de se expressar de uma pessoa, falando ou escrevendo; conjunto de tendências, formas de comportamento, preferências etc. próprios de um indivíduo ou grupo”. Entendemos que um aluno começa a estudar um conteúdo que não domina, usando estratégias apresentadas por outros colegas ou estratégias já conhecidas por ele e que foram aplicadas com sucesso em outras ocasiões. Com o passar do tempo, o aluno passa a perceber quais estratégias funcionam ou não para sua aprendizagem e começa a modificar sua prática de modo a adequar suas estratégias ao seu estilo de aprendizagem. Frota (2002) define:

Os estilos de aprendizagem são estratégias de aprendizagem personalizadas, à medida que podem caracterizar um indivíduo. Esse indivíduo pode ser reconhecido no grupo, compartilha com o grupo suas competências, mas imprime uma conotação própria à maneira com que coordena suas competências, ou seja, à sua atuação estratégica (FROTA, 2002, p.39).

Há que se entender, ainda de acordo com Frota (2002), que existem estilos cognitivos e estratégias cognitivas; enquanto as estratégias cognitivas surgem a partir de situações que geram escolhas conscientes, os estilos cognitivos são aplicados de maneira espontânea, sem a necessidade de considerações conscientes.

Um dos principais objetivos de estudo desse trabalho é a tentativa de perceber se o estudante possui clareza sobre os processos de aprendizagem envolvidos em sua formação. A ideia de “aprender a aprender” está ligada à autoconsciência sobre o processo de aprendizagem e é chamada de metacognição, no que se faz necessário diferenciar cognição e metacognição. De acordo com Frota (2002, p.47), “há uma diferença de propósitos: o propósito não é apenas atingir a meta (estratégia cognitiva), mas sentir-se absolutamente confiante de que ela será atingida (estratégia metacognitiva) ”.

Em 1978, Brown dizia que ter consciência do que se compreendeu ou não a partir da realização de uma tarefa era importante para avaliar as ausências ou dificuldades de conhecimento e traçar estratégias para superar as dificuldades e aprender o que até então não era compreendido.

Na prática, se um aluno é capaz de avaliar o que já aprendeu ou não acerca de determinado conteúdo, seus momentos de estudo poderão ser mais proveitosos, pois não passará horas revendo o que já sabe e sim esclarecendo os tópicos que ainda precisa aprofundar. Ribeiro (2013) afirma que:

Isto é, o conhecimento que o aluno possui sobre o que sabe e o que desconhece acerca do seu conhecimento e dos seus processos, parece ser fundamental, por um lado, para o entendimento da utilização de estratégias de estudo pois, presume-se que tal conhecimento auxilia o sujeito a decidir quando e que estratégias utilizar e, por outro, ou conseqüentemente, para a melhoria do desempenho escolar (RIBEIRO, 2013, p.110).

Ainda de acordo com a autora, poderemos definir o conhecimento metacognitivo como o conhecimento ou crença que uma pessoa possui sobre si mesma, sobre as particularidades da pessoa e da estratégia utilizada para a aprendizagem, além do modo como essas variáveis afetam o resultado dos processos cognitivos.

Há uma discussão a respeito da consciência ou não dos aspectos metacognitivos e iremos concordar com a posição de Jacobs e Paris (1987) de que só se pode falar de metacognição quando o aprendente possui co-

nhcimento e controle consciente a respeito da sua cognição e é capaz de demonstrar, comunicar e discutir sobre seu aprendizado. Aprofundando essa perspectiva, Weinert (1987) define os atributos do pensamento metacognitivo, onde a abrangência do conceito de metacognição não se trata apenas da consciência dos processos cognitivos como os controla. Para o autor, é necessário ter conhecimento sobre os próprios processos cognitivos, tomar decisões conscientes desses processos e controlá-los.

Poderíamos exemplificar os conceitos a partir de um aluno de Cálculo Diferencial e Integral I que, ao estudar para a disciplina, traça planos para que consiga compreender os conteúdos dentro de ações que sabe que o farão cumprir o seu propósito, dentro de um critério próprio de autoavaliação considerado satisfatório para evoluir na disciplina. Podemos supor um aluno A que tenha um princípio de estudo mais teórico do que prático⁴⁴ e que, portanto, concentrará tempo de seu estudo relendo o livro, fazendo demonstrações e inferências teóricas antes de ir fazer as listas de exercício. Também é possível supor um aluno B com um princípio de estudo mais prático do que teórico, que concentrará seu tempo de estudo refazendo os principais exercícios propostos pelo professor ou pelo livro texto e que buscará fazer um paralelo entre os exercícios da lista de exercícios e o conteúdo previsto. Se ambos tiverem consciência de suas particularidades metodológicas de aprendizado, se planejarem dentro de suas características e constantemente avaliarem se as decisões tomadas estão contribuindo positivamente para seu aprendizado, além de terem autonomia para mudarem de estratégia caso vejam que algo não está funcionando como deveria, poderemos afirmar que esses alunos estão utilizando os seus atributos metacognitivos.

Em ambos os casos, os alunos poderiam estar utilizando ferramentas computacionais para auxiliá-los no momento de estudo. Tall (1991) ressalta a importância das ferramentas computacionais no desenvolvimento de um pensamento matemático avançado (termo no qual não iremos nos aprofundar), pois livram os alunos das operações para terem a liberdade de simular casos particulares e fazer conjecturas. Essa atividade

⁴⁴ Definiremos o que compreendemos como método de estudo prático ou teórico a seguir, na página 61, quando detalhamos a aprendizagem do aluno focada na Matemática.

de está diretamente relacionada ao desenvolvimento da metacognição, pois favorece ao estudante o auto monitoramento de sua aprendizagem.

A partir do exemplo dado, podemos inferir que os alunos A e B tiveram um amadurecimento em sua trajetória escolar que culminaram no desenvolvimento de sua metacognição. Ao comparar o comportamento desses alunos e de crianças do Ensino Fundamental, podemos afirmar que entre essas crianças, não há a mesma clareza sobre o próprio processo de aprendizagem. A maioria passa as horas de estudo cumprindo os “deveres de casa passados pelos professores” e, em horas de aperto, alguns perguntam: “Professor, como estudo para a sua prova?” No nível superior, alguns professores mandam fazer resumo, outros mandam fazer exercícios e ainda há aqueles que aconselham assistir videoaulas. Na dúvida, os alunos fazem todas essas coisas, mas ainda sem perceber qual das estratégias fez mais resultado em seu aprendizado. Se, ao decorrer dos anos esses alunos forem estimulados a desenvolverem uma aprendizagem a partir de estratégias, chamada por Frota (2002) de aprendizagem refletida, os alunos poderão passar a ter não só consciência sobre o que aprendem, mas o controle sobre como aprendem.

Falando especificamente de conhecimento matemático, Frota (2002) observa o conceito de conhecer sob uma perspectiva metacognitiva que integra diversas formas de conhecimentos, como científicos e afetivos, por exemplo. O conhecimento matemático é compreendido como um processo que dinamiza a desconstrução e reconstrução de esquemas cuja complexidade aumenta de acordo com as redes de significado que o aluno é capaz de fazer:

Artzt e Armour-Thomas (1998) afirmam que o conhecimento do professor pode ser pensado como um sistema integrado de informações *internalizadas* sobre o conteúdo, o aluno e a pedagogia. Numa adaptação da conceituação desses autores, consideramos que: o processo de conhecer do aluno pode ser pensado como um sistema integrado de informações *internalizáveis* sobre o conteúdo, sobre si próprio e sobre como lidar em situações matemáticas concretas (FROTA, 2002, p. 57).

A partir dessa fala, fica claro que a diferença entre aluno e professor é que este já internalizou pelo menos parte das informações dos conteúdos que apresenta ao aluno; destes, por sua vez, espera-se internalizar essas informações por um processo que irá desequilibrar as estruturas que já existem em sua formação e, durante o processo de equilíbrio serão formadas novas conexões e atribuídos novos significados entre o conhecimento já existente e o que está sendo internalizado.

O conhecimento adquirido pode ser classificado como conhecimento procedimental ou conceitual. De acordo com Hiebert e Lefevre (1986), o conhecimento procedimental é dividido em duas partes: a linguagem matemática simbólica e os algoritmos para executar tais tarefas matemáticas. Já o conhecimento conceitual apresenta uma riqueza entre as relações estabelecidas que devem ser completamente consideradas, não se restringindo a apenas uma parte da informação. Esse conhecimento se desenvolve a partir da reorganização das redes independentes já existentes, por meio das relações estabelecidas entre elas, seja com informações já existentes na memória, seja na ligação entre um conhecimento prévio e uma nova informação. É importante reforçar que esses dois tipos de conhecimento não são excludentes, pois existem situações onde basta o conhecimento procedimental para resolver algum exercício proposto. Uma lista de exercícios focada em métodos de derivação é um bom exemplo disso.

Aliás, tal lista de exercícios pode ser vista como um método de ensino mecanizado, porém o que importa não é a lista de exercícios escolhida para que os alunos estudem e sim, a forma como se trabalha com essa lista. Certa quantidade de exercícios aparentemente mecânicos pode favorecer a percepção de novas relações conceituais, desde que haja intenção. Uma lista de derivadas por definição pode não só treinar os conceitos de limites como levar os estudantes a generalizar as principais regras de derivação.

Brien e Eastmond (1994) trazem outra categorização do conhecimento: o declarativo (saber o quê) e o procedimental (saber como). Frolta (2002) complementa essa categorização baseando-se em Piaget, que

argumenta uma evolução baseada em três etapas: saber o quê, saber o como, e saber o porquê, para que o processo do conhecimento evolua do saber na ação para o saber em pensamento. Em seguida, a pesquisadora afirma criticamente que os conhecimentos do tipo conceitual e procedimental limitam o processo, respectivamente, às duas primeiras etapas do processo de Piaget, deixando faltar a terceira etapa, que possibilita explicar o declarado e o estabelecido pelos procedimentos, permitindo a abertura de novas possibilidades de planejamento e execução da tarefa.

Existem ainda outras definições e categorizações do conhecimento na literatura, mas todas convergem para reforçar que o mais importante é perceber que o desenvolvimento matemático pode ser feito em inúmeras trajetórias, a despeito daquela matemática polida e acabada que muitos imaginam quando estão na escola.

Em sua pesquisa com estudantes de um curso de Análise, Pinto (1998) detectou duas estratégias de estudo diferentes. Alguns alunos buscavam aprender por meio do que ela chamou de atribuição de significado, tentando ressignificar uma definição formal a partir da bagagem de conhecimento que já possuía; outros tentavam aprender por meio da extração de significado, partindo da definição formal e executando deduções lógico-matemáticas para provar teoremas.

Os estudantes que faziam atribuição de significados partiam de conhecimentos prévios e executavam ações com esses conteúdos com o objetivo de conseguir interpretar o novo a partir do conhecimento já adquirido na tentativa de reconstruir a teoria estudada. Já os estudantes que faziam extração do significado partiam de ações sobre o próprio conteúdo a ser aprendido sendo que, em muitos casos, os resultados seriam obtidos a partir de atividades reflexivas ou mecânicas, na tentativa de fazer conexões teóricas que poderiam ou não permanecer compartimentadas.

Em sua pesquisa, Pinto (1998) chega à conclusão de que as duas estratégias de aprendizagem podem levar ao sucesso ou ao fracasso, mas que alunos capazes de flexionar entre as duas estratégias poderiam ter mais sucesso do que os alunos que empregam apenas um deles.

No exemplo⁴⁵ dos alunos A e B de Cálculo Diferencial e Integral I, pode ser dito de maneira muito simplista que o aluno A teria uma estratégia de aprendizagem mais teórica e que o aluno B teria uma estratégia de aprendizagem mais prática. Agora, após a definição de Pinto (1998), podemos relacionar o aluno A ao grupo de estudantes que faz atribuição de significados e o aluno B ao grupo que faz extração de significados. Visto que cada aluno fez sua preferência ao adotar cada uma das estratégias, seguimos concordando com Frota (2002) de que esses alunos possuem não apenas uma estratégia majoritária de aprendizagem, e sim um estilo. A partir de agora deixaremos de usar a expressão estratégia de aprendizagem e nos referiremos aos métodos escolhidos por cada estudante como estilo de aprendizagem.

Uma questão a ser retomada é que, apesar de o aluno ter um estilo próprio para aprender, não significa que ele terá sempre sucesso em seu processo. Ser capaz de se autoavaliar a respeito disso viria do amadurecimento metacognitivo, como já discutimos anteriormente. O que pode levar a essa dificuldade é outro ponto a ser refletido, chamado de obstáculo epistemológico, que não considera influências externas, os sentidos ou espírito humano. Analisado o cerne do próprio ato de conhecer onde surgem lentidões e conflitos no processo de aprendizagem que podem ser detectadas como causa de estagnações ou regressões, entendemos obstáculo epistemológico, conforme Bachelard e Brousseau colocam, como:

Uma certa forma do conhecimento, adequada à resolução de um conjunto particular de problemas é cristalizada como forma definitiva, e, em situações novas, a inadequação não é percebida e essa cristalização transforma-se em obstáculo para lidar com a nova situação proposta (BROUSSEAU, 1983, *apud* FROTA, 2002, p. 66).

Um dos obstáculos encontrados pelos estudantes durante a aprendizagem matemática está na interpretação da simbologia utilizada pelos professores. Harel e Kaput (1991) salientam a importância da notação matemática com a finalidade de universalizar a linguagem e facilitar a comunicação e o desenvolvimento de ideias simultâneas. Contudo, os autores concordam que, embora para os professores, o uso das notações

⁴⁵ Já citado anteriormente, na página 5857.

seja muito natural, para os alunos a notação pode ser apenas um emaranhado de símbolos desassociados de qualquer conceito. De fato, para muitos alunos a simbologia não faz sentido algum, o que pode acarretar na incompreensão de definições e teoremas apresentados nos livros didáticos e nas aulas. No caso do Cálculo, há ainda a notação gráfica a ser agregada à linguagem algébrica.

O trabalho de Dubinsky (1991) está justamente voltado para estudar os esquemas construídos pelos estudantes para entender os conceitos matemáticos e proporcionar um ensino voltado para induzir os alunos a desenvolver o processo de construção desses esquemas. Para o autor, a motivação do aluno depende da abordagem adotada pelo professor em suas aulas. Ele entende que o modo de trabalho do professor influencia a motivação do aluno, e que metodologias tradicionais conduzem a situações de imitação e memorização, e não à construção de estruturas cognitivas. Uma das alternativas propostas por Dubinsky (1991) propunha a utilização do computador, uma das ferramentas centrais deste estudo.

Outro ponto a ser considerado é a concepção que os alunos que ingressam na universidade possuem da Matemática e qual a abordagem que eles utilizavam para estudar. Esse trabalho foi feito por Crawford *et al* (1994), em uma universidade da Austrália, com uma amostra de 300 alunos. No quadro abaixo, Crawford *et al* (1994) apresentaram uma categorização das concepções de Matemática obtidas por meio de um questionário com questões discursivas aplicado aos alunos que pesquisou.

Quadro 1 - Categorias de respostas das abordagens de aprendizagem matemática

Categoria
Aprendizagem por rotina e memorização, com a intenção de reproduzir conhecimento e procedimentos;
Aprendizagem através da resolução de muitos exemplos com a intenção de obter um entendimento relacional da teoria e dos conceitos;
Aprendizagem através da resolução de problemas difíceis, com a intenção de estabelecer um entendimento relacional de toda a teoria e interligado com conhecimentos anteriores;
Aprendizagem com a intenção de obter um entendimento relacional da teoria e buscando situações onde ela possa ser aplicada.

Fonte: Crawford *et al* (1994)

Crawford *et al* (1994) concluíram por meio de sua pesquisa que 91% dos estudantes que apresentavam uma visão fragmentada da Matemática, adotavam estratégias de abordagem superficial em seus estudos, enquanto que para os estudantes que concebiam uma visão mais sistêmica da Matemática, apenas 10% adotavam estratégias de abordagem superficial.

3.3.3 Sinalizadores das atitudes metacognitivas

A pesquisa de Frota (2002) possui interseções com os trabalhos de Crawford *et al* (1994) nas hipóteses de investigação e na metodologia utilizada, tanto na parte qualitativa quanto na parte quantitativa. No entanto, Frota (2002) avança em relação à motivação e metacognição, além das concepções ou percepções do ambiente de estudo e aprendizagem.

A autora usou como referência para classificação de seus alunos as condutas alfa, beta e gama definidas por Piaget. De acordo com Frota (2002), Piaget define que a conduta alfa (α) viria da tentativa de eliminar a perturbação, a conduta beta (β) seria superior à α pois permitirá integrar o elemento perturbador ao sistema e a conduta gama (γ) seria superior às outras duas, pois antecipa as possíveis variações do sistema, de forma que o elemento perturbador perde essa conotação e se integra às transformações virtuais do sistema. Frota (2002, p.57) ressalta que a conduta γ “coincide com um estágio de proficiência⁴⁶ onde o indivíduo é capaz não apenas de lidar com as perturbações, mas antevê-las, de tal forma que as perturbações seriam antecipadamente controladas”. Uma das constatações do seu trabalho foi que:

⁴⁶ Nota de Frota (2002, p.54): “Dreyfus e Dreyfus (1993) discutem a questão da pessoa tornar-se um perito e classificam como proficiência, o quarto estágio entre cinco (novato, iniciante avançado, competente, proficiente, perito), do processo de evolução até se atingir as habilidades que definiriam a perícia. Nesse estágio o indivíduo começa a associar uma perspectiva apropriada a situações que se assemelham a outras já vivenciadas, é capaz de acessar e combinar elementos relevantes, para tomar decisões ou fazer previsões”.

a concepção de Matemática espelhava um caráter fragmentado (limitado, localizado) ou coesivo (abrangente, holístico); a atitude metacognitiva diante da perturbação, representada pela novidade do exercício a ser resolvido, ou do texto teórico a ser lido e comentado, ou ainda pela dificuldade diante de um dos exercícios propostos, indicava uma atitude que poderíamos classificar, segundo o referencial piagetiano em atitude alfa, beta ou gama, ocorrendo em um nível mais ou menos consciente, caracterizando-se assim como uma atitude decorrente de abstrações empíricas, reflexionantes ou refletidas (FROTA, 2002, p.147).

O quadro a seguir apresenta sinalizadores das atitudes metacognitivas percebidos por Frota em seu trabalho. A partir de então, entenderemos como amadurecimento metacognitivo a evolução do estudante a partir de sinalizadores da atitude alfa que tendem se tornarem sinalizadores das atitudes beta e gama.

Quadro 2 - Sinalizadores das atitudes metacognitivas

Atitude <i>alfa</i>
Desconhecimento da novidade da questão Insistência no uso de estratégias inadequadas Insistência em não buscar o recurso teórico Dificuldade em reconhecer as próprias limitações
Atitude <i>beta</i>
Diálogo com a novidade Assimilação e acomodação da novidade Consciência das dificuldades Expectativa de superação das dificuldades Persistência diante dos obstáculos Atenção centrada mais na atividade
Atitude <i>gama</i>
Antecipação de problemas Antecipação de soluções Autonomia ao lidar com as situações Expectativa de bom desempenho Persistência ao lidar com o novo Atenção extrapolando, por vezes, a tarefa

Fonte: Frota (2002).

Outro viés metodológico da análise de dados foi embasado em três eixos: eixo configurativo da ação, eixo explicativo da ação e eixo do conhecimento. De acordo com a autora, o primeiro eixo era definido pela abordagem de cada estudante bem como seu estilo e estratégias em interação constante; a definição do segundo eixo ocorre por meio das interações entre motivação e expectativas, concepção e metacognição e, por fim, o terceiro eixo ocorre a partir de um conjunto de conhecimentos matemáticos preexistentes e de interações continuadas dos dois eixos citados anteriormente.

No quadro abaixo, estão listados sinalizadores configurativos da ação obtidos por Frota (2002). A autora classifica como teórico prático o aluno que concentra suas ações entre os sinalizadores 1 e 7, mas também pratica ações com os sinalizadores 8 e 9; classifica como prático teórico o aluno que concentra suas ações entre os sinalizadores 10 a 23, mas também pratica ações com os sinalizadores 8 e 9 e classifica como incipiente⁴⁷ o aluno que predomina suas ações entre os sinalizadores 24 e 31, mas que também possui ações entre os sinalizadores 14 a 23.

⁴⁷ É importante destacar que existem as palavras incipiente e insipiente. Incipiente: que está no começo; inicial; principiante. Insipiente: que não tem saber, sapiência. Tolo, néscio, simplório. Neste trabalho, classificamos como incipiente (com c) o aluno que ainda está no início do processo de reconhecer qual é o seu estilo de aprendizagem. Em nenhum momento os alunos serão classificados como insipientes (com s) pois todos estão em algum estágio do processo de aprendizagem, e detém conhecimentos diversos.

Quadro 3 - Sinalizadores configurativos da ação

<p>1. Agrupar os blocos de exercícios segundo classificações teóricas inerentes ao conteúdo abordado</p> <p>2. Escolher a ordem dos blocos de exercícios a serem resolvidos segundo o nível de dificuldade, inicialmente atribuído à tarefa, a partir de categorizações prévias construídas sobre o assunto</p> <p>3. Selecionar a técnica de resolução de uma integral a partir de sínteses teóricas</p> <p>4. Buscar com desenvoltura uma teoria no livro, ou no caderno</p> <p>5. Ler um texto teórico, explicando o que foi lido e entendido com palavras próprias, colocando as dúvidas e estabelecendo analogias com estudos prévios</p> <p>6. Apresentar facilidade ao relacionar uma teoria nova com uma teoria já estudada</p> <p>7. Avançar na resolução de exercícios que exigiam a aplicação de uma teoria nova, ainda não estudada no curso</p>
<p>8. Explicitar com palavras, oralmente ou de forma escrita, as passagens realizadas quando da resolução das tarefas</p> <p>9. Acompanhar de modo participativo um diálogo de análise teórica a partir de um exercício resolvido do livro, ou de um exercício proposto para resolução</p>
<p>10. Classificar os blocos de exercícios fundamentando-se principalmente na prática</p> <p>11. Não apresentar justificativa teórica na classificação dos blocos</p> <p>12. Falhar na ordenação dos exercícios por nível de dificuldade, agrupando exercícios com graus de complexidade díspares</p> <p>13. Ordenar os exercícios a serem resolvidos principalmente a partir da prática ou do treino</p>
<p>14. Escolher inadequadamente o método de integração a ser usado na resolução de um exercício</p> <p>15. Utilizar ocasionalmente estratégias de ensaio e erro na solução de um exercício</p> <p>16. Apresentar dificuldades ao localizar no livro o assunto relativo a uma dúvida teórica</p> <p>17. Apresentar dificuldades fortes diante das questões novas apresentadas, que exigiam a leitura prévia de um conteúdo no livro</p> <p>18. Recorrer sempre a exemplos para o entendimento de um texto teórico</p> <p>19. Utilizar estratégias de consulta teórica preferencialmente às anotações do caderno</p> <p>20; Apresentar dificuldades em associar a teoria a um exercício</p> <p>21. Buscar preferencialmente exercícios resolvidos para localizar estratégias de solução</p> <p>22. Apresentar dificuldades em relacionar uma teoria nova a teorias anteriores</p> <p>23. Apresentar dificuldades em relembrar conceitos teóricos</p>
<p>24. Empregar técnicas de forma rotinizada, adotando, muitas vezes, a estratégia de sempre tentar resolver por um primeiro método, sempre numa mesma ordem de procedimentos;</p> <p>25. Apresentar dúvidas na classificação dos blocos, quer a partir da teoria, quer a partir da prática;</p> <p>26. Apresentar dificuldades na ordenação e justificação da ordem escolhida para a resolução dos exercícios;</p> <p>27. Exibir dificuldades em entender o significado de uma fórmula e escolher a fórmula adequada à situação a partir de um formulário</p> <p>28. Exibir poucos conhecimentos prévios sobre o assunto</p> <p>29. Utilizar estratégias de resolução dos exercícios consistindo essencialmente em repetições ou tentativas de ensaio e erro;</p> <p>30. Demonstrar pouco rigor matemático ao resolver os exercícios</p> <p>31. Apresentar dificuldades fortes na leitura assistida do texto teórico</p>

Fonte: Frota (2002, p. 153)

No presente trabalho, avançamos em relação às ferramentas utilizadas pelos alunos em sua rotina de estudo. Por questões metodológicas, cravamos nosso ponto de partida nos resultados apresentados por Frota (2002) e vamos em busca de analisar os estilos de aprendizagem dentro do contexto digital. Detalharemos melhor a metodologia utilizada no próximo capítulo.

3.4 Análise de livros de Cálculo sob a perspectiva de nosso aporte teórico

Ao propormos uma pesquisa cujo *locus* é a disciplina Cálculo Diferencial e Integral I, consideramos importante analisar alguns livros textos disponíveis ao aluno, pois eles podem ser um importantíssimo instrumento de aprendizagem. Os títulos analisados foram escolhidos a partir de experiências anteriores dos pesquisadores, enquanto alunos e professores de Cálculo. Os títulos foram escolhidos entre nacionais e internacionais, com datas de publicações bem distantes para comparar estilos dos autores, uma vez que a maioria dos livros indicados como referências nas universidades brasileiras são de autores internacionais, além das evoluções consideradas ao longo dos anos. Dessa forma, analisamos os livros escritos por Leithold (1994), Guidorizzi (2001), Fleming e Gonçalves (2006), Thomas (2012) e Stewart (2013).

Ao fazer essa análise, voltamos nosso olhar para os seguintes critérios de análise: se os autores dão algum direcionamento para influenciar o estilo de aprendizagem do aluno, se já está prevista alguma inserção do conteúdo em ambientes informatizados ou se os autores sugerem alguma ferramenta que vá além do lápis e papel, isto é, se os autores escreveram seus livros pensando na vivência do aluno em um contexto digital.

No prefácio de seu livro, Leithold (1994) faz um breve comentário para cada capítulo escrito, no intuito de apresentar o conteúdo ao leitor:

Uma vez que um livro texto deve ser escrito para o estudante, empenhei-me em manter uma apresentação de acordo com a experiência e a maturidade de um principiante, sem deixar que qualquer passagem fosse omitida ou ficasse sem explicação (LEITHOLD, 1994, ix).

Ao iniciar cada capítulo, o autor traz um pequeno texto que antecipa os assuntos a serem vistos logo em seguida, prometendo exposições passo a passo e motivadoras. De fato, a leitura inicial do capítulo não é densa a ponto de um aluno iniciante não conseguir entender, mas também não é tão simples. Já se faz necessário o conhecimento de notações matemáticas como pré-requisitos para o leitor. Ao longo dos capítulos, são utilizadas representações gráficas e tabelas que podem auxiliar o leitor a compreender a teoria apresentada, mas o autor privilegia a linguagem algébrica em relação à geométrica. As definições e teoremas são bem destacadas, o que pode facilitar a busca de alguma parte específica da teoria, mas também pode tirar a atenção do leitor para os textos motivacionais e introdutórios do capítulo e chamar sua atenção apenas para os resultados, o que pode deixá-los desconexos em uma leitura superficial e fragmentar a aprendizagem.

Os exercícios apresentados ao final de cada seção podem ser divididos em três partes: a primeira delas voltada para exercitar mecanicamente o conteúdo apresentado; a segunda parte é composta de alguns exercícios mais complexos que os primeiros, mas que ainda demandam apenas a aplicação do conteúdo; a terceira parte possui situações problema onde é necessário fazer a interpretação dessa situação e aplicar o conteúdo. O livro não traz propostas de exercícios ou atividades a serem desenvolvidas paralelamente com o auxílio de um *software*. Questiona-se qual seria o critério para o aluno escolher resolver um exercício ou outro, e se ele chegaria a resolver os exercícios da terceira parte. Outro questionamento possível seria se o professor marca os exercícios do livro texto para seu aluno resolver. Certamente, a abordagem que o professor usa em sua disciplina interfere no tipo de questão escolhida para ser resolvida por seu aluno e isso se refletirá nas estratégias que os alunos venham adotar

em seu momento de estudo e, conseqüentemente, se refletirá nos estilos de aprendizagem a serem aperfeiçoados ao longo da disciplina.

Guidorizzi (2001) escreveu seu livro a partir de suas apostilas utilizadas para ministrar o curso de Cálculo em turmas da Escola Politécnica da USP, do Instituto de Matemática e Estatística da USP e do Instituto de Ensino de Engenharia Paulista (IEEP). No prefácio, ele deixa algumas sugestões de inversões nos capítulos do livro para os professores que não dispõem de tempo suficiente para trabalhar o conteúdo na ordem proposta inicialmente.

O autor possui um estilo de escrita mais direto e não dá exemplos tão básicos como poderia na introdução de novos conceitos. Os exemplos utilizados já são mais voltados ao que o estudante irá de fato utilizar ao longo da disciplina. Um exemplo está no cálculo de limites, em que o autor não utiliza tabela de valores aproximados a certo x que não pertence ao domínio de dada função e que induziria o resultado a um limite. Pelo contrário, o autor já apresenta uma abordagem mais esperada para esse tipo de problema, que é a abordagem algébrica. De fato, uma prática comum por alunos é o cálculo de limites por aproximação, enquanto se esperava que os fizessem por uma abordagem algébrica.

Os exercícios propostos seguem a mesma lógica do livro anterior, porém em uma quantidade menor. Também não há propostas de exercícios ou atividades a serem desenvolvidas paralelamente com o auxílio de um *software*. O autor diz em seu prefácio que a quantidade de exercícios propostas é a suficiente para a compreensão da matéria, dispostos em ordem crescente de dificuldade:

Existem exercícios que apresentam certas sutilezas e que requerem, para suas resoluções, um maior domínio do assunto; deste modo, não se aborreça caso não consiga resolver alguns deles: tudo que você terá que fazer, nestas horas, é seguir em frente e retornar a eles quando se sentir mais senhor de si (GUIDORIZZI, 2001, vii).

Comparando os dois livros apresentados até aqui, podemos dizer que o escrito por Leithold (1994) permite uma leitura mais acessível ao

aluno devido à sua linguagem mais detalhada e com uma quantidade pequena de pré-requisitos, ao passo que o escrito por Guidorizzi (2001) espera que os alunos que já tenham assistido as aulas presenciais e vejam o livro texto como uma fonte de retomada das teorias já apresentadas em sala.

Flemming e Gonçalves (2006) lançaram a 1ª edição de “Cálculo A” em 1987 pela Editora da UFSC e contam no prefácio da 6ª edição, lançada pela Editora Pearson Education, que a principal motivação da reedição estava no advento de novas tecnologias no ensino: “Além disso, são propostas novas abordagens para alguns conteúdos, considerando o uso das novas tecnologias, e propostos diversos exercícios para serem resolvidos com recursos computacionais” (FLEMMING & GONÇALVES, 2006, xi).

As autoras apresentaram a disponibilidade de conteúdos de apoio em um site da editora. Naturalmente, 12 anos após o lançamento do livro, o site já sofreu alterações e o link fornecido não está mais disponível. Porém, no site da editora existem diferentes maneiras de apoiar o estudante, como uma biblioteca e laboratórios virtuais. O conteúdo está restrito a parcerias entre a editora e as universidades, o que leva à necessidade de um *log in* para que o aluno tenha acesso. Não é mérito desse trabalho analisar a gratuidade ou não desse serviço, mas sim destacar a existência de uma possibilidade que vá além do livro didático, indo ao encontro das novas realidades que permeiam as universidades.

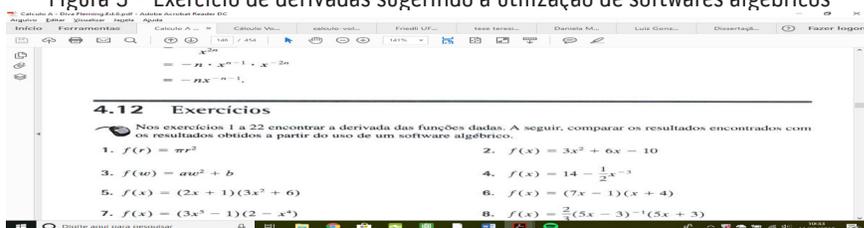
Quanto à linguagem, as autoras seguem a linha de Guidorizzi (2001) ao serem mais diretas na apresentação do conteúdo. Porém, não têm receio de escrever o que, até então, fica implícito em outros livros e em aulas de cálculo. Em um breve exemplo, para calcular $\frac{1}{2}$, Leithold (1994, p.78) apresenta uma tabela relacionando valores muito próximos a $\frac{1}{2}$ pela direita e intuindo o aluno a perceber que, quanto mais próximo de $\frac{1}{2}$ era o valor utilizado, maior seria o resultado obtido, concluindo que $\frac{1}{2} < \frac{1}{2} < \frac{1}{2}$. Em um caso similar, Flemming e Gonçalves (2006, p.92) resolvem o exemplo explicando ao leitor que, quando x tende a $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{x}$ tende a um valor positivo próximo de zero; ou $\frac{1}{x}$. Algebricamente, $\frac{1}{x} = \frac{1}{\frac{1}{2} + \epsilon}$.

Essa notação rende discussões entre professores, pois alguns não concordam com essa notação e preferem que ela não seja exposta ao seu aluno para não correr o risco de que ele escreva . Essa divisão realmente não existe, entretanto explicar ao aluno que e são completamente diferentes, onde representa um limite e representa um número é uma tarefa que cabe ao professor para evitar que o aluno tenha apenas um emaranhado de símbolos em sua memória, como foi destacado anteriormente nas discussões de Frota (2002) a respeito da notação matemática.

Entretanto, são essas discussões que elevam o ensino de algo meramente repetitivo para um olhar diferenciado para o processo de aprendizagem. Não são todos os alunos que conseguem abstrair uma notação sem que ela seja explicitada e discutida profundamente. Podemos citar o caso em que um aluno é capaz de resolver uma derivação muito complexa, mas não consegue resolver um simples limite, cujo resultado é infinito, por não ter abstraído os significados das notações matemáticas.

Quanto aos exercícios propostos pelas autoras, eles seguem as três divisões básicas apresentadas no primeiro livro, porém com o diferencial de propor ao aluno a extrapolação ao livro em diversos desses exercícios. É interessante perceber que elas estimulam duas habilidades diferentes. Na figura a seguir, o *software* algébrico é sugerido com o intuito do estudante comparar os resultados obtidos e fazer uma autoavaliação de seus erros e acertos, favorecendo uma postura metacognitiva dentro de um contexto digital.

Figura 3 – Exercício de derivadas sugerindo a utilização de softwares algébricos



Fonte: Flemming e Gonçalves (2006, p.138)

Já na figura a seguir, o exercício propõe a solução com o auxílio de um *software* por exemplo, o GeoGebra. A apresentação desse tipo de

questão favorece que o aluno tenha a liberdade de conjecturar novas hipóteses e possa concluir sozinho se suas conjecturas fazem sentido.

Figura 4 – Exercício de gráficos sugerindo a utilização de softwares algébricos



Fonte: Flemming e Gonçalves (2006, p. 162)

Observe que não é um exercício difícil de ser resolvido a mão, com lápis e uma folha de caderno. O que deve ser ponderado aqui não são apenas os ganhos de se resolver tudo a mão, comparados aos ganhos de ter uma ferramenta gráfica, que permite o esboço de novos gráficos com um *software*, e sim as possibilidades que se abrem frente a métodos de aprendizagem que foquem a metacognição e também à unidade de conhecimento denominada seres-humanos-com-mídia. Não existe aqui a dúvida de que um estudante tenha a capacidade de esboçar um gráfico, mas sim a expectativa de que com uma nova ferramenta em mãos seja possível extrair daquele exercício muito mais do que apenas um desenho, afinal as informações que um gráfico carrega são a parte mais importante a ser considerada no processo de aprendizagem. Além disso, um aluno que tenha a vontade de verificar outros casos de ocorrência similares ao exercício proposto não precisa reiniciar seu desenho (o que deveria ser refeito, caso o aluno não tivesse um *software* disponível), ganhando tempo de estudo e facilitando algumas generalizações.

Outro ponto de observação é que, apesar de trabalharem com uma quantidade relevante de exercícios que envolvem o uso de *softwares*, as autoras ainda colocam os exercícios de construção de gráficos como aplicações de derivadas para serem resolvidos à mão, para que não ocorra de os alunos não conhecerem as ferramentas que estão por detrás dos *softwares* que eles são estimulados a utilizar.

Thomas (2012) faz da 12ª edição um livro para “atender melhor às necessidades atuais de alunos e professores”. Após informar ao leitor as

principais modificações de seu livro, o autor destaca a inserção de mais 700 exercícios, a maioria de nível de dificuldade considerado mediano. O autor também chama a atenção para exercícios sinalizados com um “T”, que indicam o uso de tecnologias para a sua resolução, além de um compilado ao final de cada lista de exercícios chamado “Uso do computador”, e aconselha a utilização de *softwares* como o *Maple*® ou o *Mathematica*®:

A maioria dos capítulos também inclui descrições de diversos projetos de aplicações de tecnologia que podem ser trabalhados individualmente ou em grupos durante um longo período de tempo. Esses projetos requerem o uso de um computador que execute *Mathematica* ou *Maple* (THOMAS, 2012, x).

Infelizmente, o autor sugere aos alunos a utilização de *softwares* pagos, que na prática poderão levar a dois caminhos: a pirataria ou a não utilização de tais programas durante o processo de aprendizagem, afinal os estudantes ainda estão ingressando no ambiente acadêmico e ainda não sabem de outras possibilidades para utilizar em seus estudos. Cabe então, aos professores se atentarem a esse fato e apresentarem *softwares* com *download* gratuito como é o caso do Maxima, Octave e GeoGebra. Seria de grande auxílio projetar as telas desses programas em algumas aulas, explicar o funcionamento e até mesmo permitir aos alunos alguma interação de forma que desperte a vontade de ter pelo menos um desses AVA em seu computador ou smartphone.

Retornando ao livro analisado, Thomas (2012) reafirma que o nível de rigor utilizado compete com as edições anteriores, mas se atenta às discussões informais e a sua importância para o aluno:

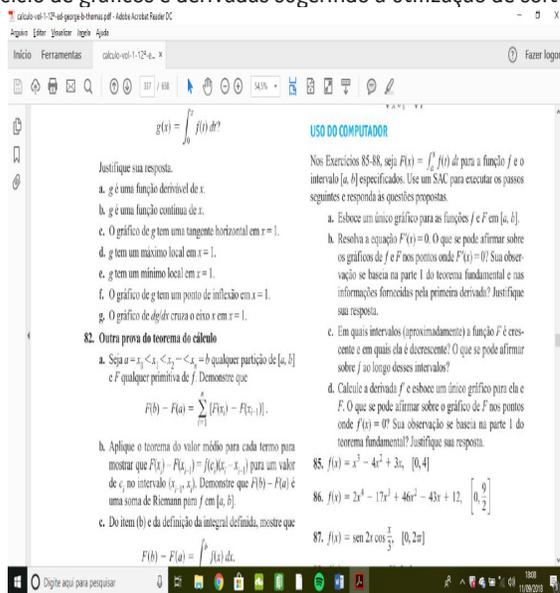
Continuamos a distinguir entre as discussões formais e informais e apontar suas diferenças. Entendemos que adesão a uma abordagem mais intuitiva e menos formal ajuda os alunos a compreender um conceito novo ou difícil para que possam, então, apreciar a precisão matemática e seus resultados de forma completa (THOMAS, 2012, x).

O autor também deixa disponível o link de uma sala virtual (sv.pearson.com.br) que apresenta materiais de apoio para alunos e professores. Acessando esse link e fazendo um *log in* simples, usando a conta do Google, é possível encontrar uma lista de exercícios de múltipla escolha para cada capítulo. O aluno poderia simular um teste, porém a resolução deveria ser feita a lápis e a opção deveria ser marcada no site. Ao final do teste, o site informa o número de acertos obtidos e o estudante tem a oportunidade de se autoavaliar a respeito de seu rendimento naquele conteúdo.

No que se refere à apresentação do conteúdo, o estilo de escrita, a notação utilizada e a formatação se aproxima de Leithold (1994). No entanto, é perceptível um uso maior de gráficos e tabelas nessa edição.

Os exercícios são realmente abundantes em cada capítulo, mas ainda podem ser classificados dentro dos mesmos três estilos inicialmente classificados. Um diferencial está na sugestão constante de uso de tecnologias, como acontece em Flemming e Gonçalves (2006); dos exercícios específicos para o uso do computador presentes em cada seção e os projetos de aplicação de tecnologias, ao final de cada capítulo.

Figura 5 – Exercício de gráficos e derivadas sugerindo a utilização de softwares algébricos

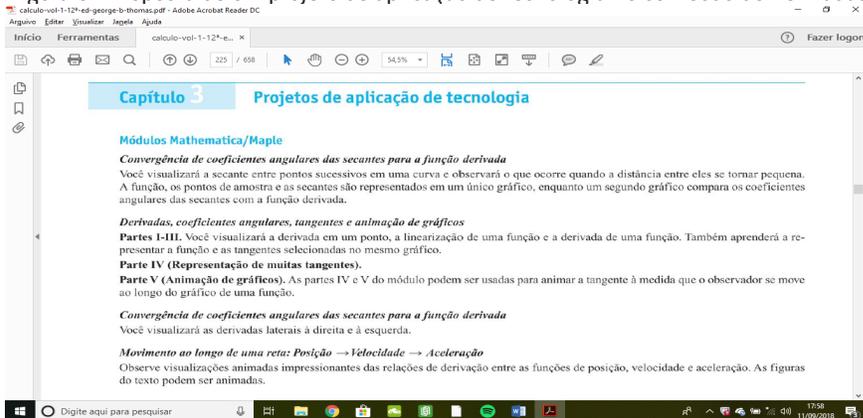


Fonte: Thomas (2012, p.323)

Mais uma vez fica clara a necessidade de um direcionamento para que os alunos consigam fazer os exercícios que melhor atendam às expectativas do professor. Mas é importante ressaltar que esse livro dá oportunidades para que o processo de aprendizagem ocorra de forma diferente do tradicional.

No que se refere aos projetos de aplicação de tecnologias, percebe-se que existem lacunas nas instruções deixadas no livro. Fica o questionamento se o autor deixou as instruções em uma página na internet específica para o professor ou se elas estão em algum CD-ROM que pudesse acompanhar o livro. Pela maneira como estão escritas as instruções, espera-se que o estudante abra algum arquivo previamente programado e faça atividades manipulando os dados ali presentes. Infelizmente, essa parte do conteúdo ficou muito vaga para quem, por exemplo, apenas faz um empréstimo do livro na biblioteca de sua universidade.

Figura 6 - Proposta de um projeto de aplicação de tecnologia no conteúdo de Derivadas



Fonte: Thomas (2012, p.211)

Stewart (2013) inicia seu prefácio considerando a alteração da maioria das unidades de medidas, anteriormente em unidades habituais nos Estados Unidos (pés, milhas, graus Fahrenheit) para as unidades de medidas do SI – Sistema Métrico Internacional (metros, quilômetros, graus Célsius). De fato, essa é uma alteração que faz muito sentido para os estudantes brasileiros, pouco acostumados com as unidades de medi-

da utilizadas pelos americanos e mais familiarizados com as unidades do SI, e que os outros autores de livros traduzidos ainda não modificaram em suas edições.

A respeito de sua preocupação com o leitor, Stewart diz concentrar-se na primeira recomendação da Conferência de Tulane de 1986: “Concentrar-se na compreensão de conceitos” e que para isso apresentou os tópicos geométrica, numérica e algebricamente, além de apresentar um ponto de vista verbal ou descritivo.

No que se refere aos aprimoramentos tecnológicos, Stewart diz ter aprimorado as mídias e a tecnologia de apoio ao texto, concedendo aos professores maior controle sobre seu curso. O autor disponibiliza um link (www.stewartcalculus.com) que, entre outras coisas, disponibiliza *applets* aos visitantes que podem auxiliar na compreensão de alguns tópicos, como retas secantes e tangentes e área abaixo de curvas.

O livro também propõe a realização de projetos; alguns deles envolvendo a utilização de tecnologias. Além disso, exercícios com a utilização de ferramentas gráficas estão distribuídos ao longo do livro:

A disponibilidade de tecnologia não diminui – pelo contrário, aumenta – a importância de se entender com clareza os conceitos por trás das imagens na tela. Quando utilizados apropriadamente, computadores e calculadoras gráficas são ferramentas úteis na descoberta e compreensão de tais conceitos (STEWART, 2013, xii).

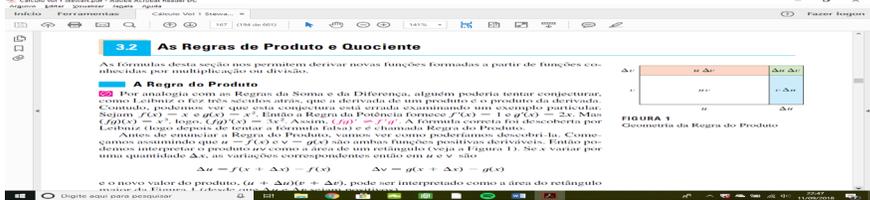
Como exemplo, na página 166 o aluno é convidado a construir uma montanha russa com o auxílio de *softwares* matemáticos. Além disso, exercícios com a sugestão de utilização de ferramentas gráficas estão distribuídos ao longo do livro.

Este foi o único livro com uma introdução destinada unicamente ao estudante. O primeiro conselho do autor direciona o aluno a uma sugestão de como deve ser feita a leitura de um livro didático:

A leitura de um livro didático de Cálculo difere da leitura de um jornal ou de um romance, ou mesmo de um livro de física. Não desanime se precisar ler o mesmo trecho muitas vezes antes de entendê-lo. E, durante a leitura, você deve sempre ter lápis, papel e calculadora à mão, para fazer contas e desenhar diagramas (STEWART, 2013, xix).

O autor continua incentivando o aluno a ler a teoria antes de iniciar os exercícios que venham a ser propostos pelo professor, e a não olhar para a resolução dos exemplos, para que o aluno tente resolvê-los antes de resolver os exercícios da seção. Entre outros conselhos e alertas, o autor chama a atenção para alguns erros comuns dos alunos em seus exercícios resolvidos e os convida a visitar o site na internet que possui todas aquelas ferramentas listadas anteriormente.

Figura 7– O texto chama a atenção do leitor para erros comuns.



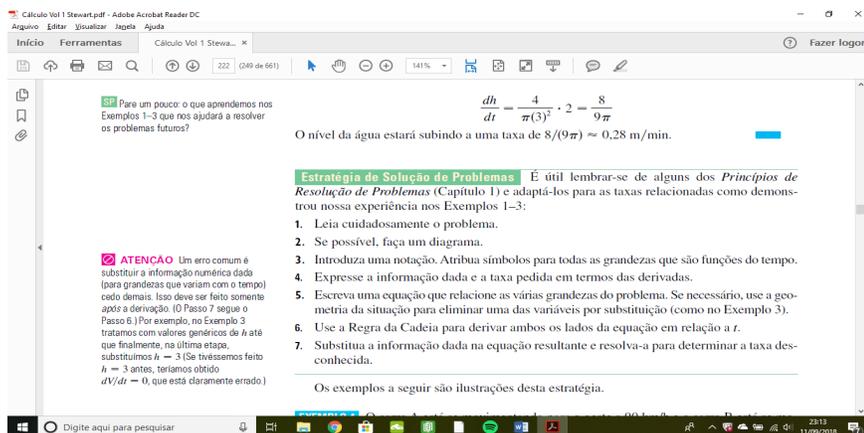
Fonte: Stewart (2013, p.167)

A primeira atividade do livro apresenta uma breve revisão de tópicos de aritmética, álgebra, geometria analítica, funções e trigonometria que o autor considera pré-requisitos para o início do curso. Após o gabarito, há um quadro de avisos: “Se você tiver dificuldades com esses problemas, consulte a revisão”, e encaminha o estudante ao site indicado acima ou a algum apêndice do livro.

Após o primeiro capítulo, inteiramente voltado para o estudo das principais funções antes de iniciar o conteúdo de cálculo, o autor apresenta um tópico voltado aos princípios da resolução de problemas de acordo com George Polya. O texto apresenta ao aluno uma sugestão da técnica que pode auxiliar na resolução de situações problema que estariam presentes ao longo do curso. Os passos podem ser classificados como: entender o problema, planejar uma solução, cumprir o planejamento es-

tabelecido no passo anterior e rever a solução com o intuito de encontrar erros ou caminhos mais simples que também resolvam o problema. De fato, esses passos poderão ser úteis quando o estudante for apresentado a problemas envolvendo taxas relacionadas ou otimização. Ao longo do texto, existem alguns lembretes e dicas de resolução de problemas.

Figura 8 – Lembretes para o aluno dos métodos de Resolução de Problemas



Fonte: Stewart (2013, p.222)

No que se refere à apresentação do conteúdo, o estilo de escrita, a notação utilizada e a formatação se aproxima de Leithold (1994) e Thomas (2012). No entanto, Stewart (2013) é quem apresenta o maior uso de gráficos e tabelas, além de destacar um pouco da história do Cálculo. Entre todos os títulos analisados, é o único que destaca a utilização de ferramentas tecnológicas ao longo do texto, convidando o leitor a utilizar ferramentas gráficas para melhor compreender o conteúdo apresentado.

Figura 9 – O leitor é convidado a extrapolar o livro texto durante a compreensão de um conteúdo.



Fonte: Stewart (2013, p.127)

Apesar de também trazer apenas as três classificações iniciais de exercícios, a tendência de sugerir a utilização de *softwares* gráficos ou algébricos é mantida. Diferente dos demais, alguns dos exercícios possui uma ferramenta interativa de soluções a partir de dicas, o que o autor chamou de *Homework Hints* e que estão disponíveis no site do livro. No entanto, o livro não traz exercícios que envolvam a interpretação de resultados obtidos a partir da manipulação de funções em *softwares* matemáticos.

Então, o que podemos perceber ao longo da análise desses cinco títulos? Há uma similaridade de escrita entre os dois últimos autores estrangeiros, sendo que os livros possuem uma formatação muito próxima e a proposta para o leitor é muito similar. Já os autores nacionais apresentam um estilo bem diferente de escrita e formatação.

O fato de comparar textos publicados entre 1994 e 2013 nos permitiu avaliar as modificações nas edições realizadas por influência das mudanças culturais permeadas pelo contexto digital. Leithold (1994) e Guidorizzi (2001) propõem um livros que não sugerem ao aluno a utilização de *softwares* matemáticos durante o momento de estudo, enquanto Flemming e Gonçalves (2006), Thomas (2012) e Stewart (2013) sugerem ao aluno, a todo momento, a possibilidade de ter um olhar dinâmico sobre o conteúdo, seja utilizando ferramentas para correção dos próprios exercícios e dando independência para que o exercício seja compreendido sem o auxílio de terceiros, ou utilizando *softwares* gráficos que permitirão a extrapolação dos exercício, estabelecendo conjecturas e generalizações de alguns resultados; mas apenas Stewart (2013) instiga o estudante a utilizar um *software* paralelamente à leitura do conteúdo.

A linguagem de Flemming e Gonçalves (2006) é muito acessível e a apresentação do conteúdo é, ao mesmo tempo, clara e sucinta. Leithold (1994), Thomas (2012) e Stewart (2013) possuem uma linguagem parecida, com muitos exemplos que induzem o leitor à concordância com definições e teoremas apresentados, mas apenas Stewart (2013) apresenta discussões sobre os erros mais comuns dos alunos no corpo do seu texto. Guidorizzi (2001) apresenta o conteúdo com uma linguagem matemática mais técnica, o que poderia dificultar o acesso dos estudantes

que ainda não dominam as notações matemáticas. Apesar das diferentes linguagens, todos os autores apresentam definições e demonstrações, sem “mascarar” o conteúdo para o leitor, fazendo-o parecer “mais fácil”.

Ao pensar nos diferentes estilos de aprendizagem definidos por Frota (2002), os alunos com estilo teórico prático encontram, em qualquer dos livros textos, uma excelente fonte teórica para que possam iniciar seu processo de aprendizagem. O questionamento a ser feito diz respeito aos alunos com estilo prático teórico, pois os livros possuem uma grande quantidade e variedade de exercícios e estudantes com essa característica precisam aproveitar ao máximo dessa diversidade de questões para abarcar toda a teoria apresentada no capítulo.

Nos próximos capítulos, deixaremos mais claro como foi analisada a relação dos alunos com os livros de Cálculo ao longo da nossa pesquisa.

CAPÍTULO 4

DESCRIÇÃO METODOLÓGICA DA PESQUISA

Contra o positivismo, que pára diante dos fenômenos e diz: “Há apenas fatos”, eu digo: “Ao contrário, fatos é o que não há; há apenas interpretações”.
Nietzsche

Este capítulo é dedicado à apresentação dos procedimentos metodológicos utilizados nesta pesquisa, afinal, é o rigor metodológico que nos permite trabalhar sobre os dados coletados e extrair resultados com a certeza de ter escolhido os instrumentos de coleta que melhor se encaixam à proposta apresentada, e que se complementam ao ponto de nos permitir construir uma resposta coesa à nossa questão de investigação.

Nesse ensejo, faz-se necessário retomar a questão de investigação e os objetivos, bem como melhor detalhar a metodologia de pesquisa e os instrumentos de coleta de dados.

4.1 Retomando a Questão de Investigação

No capítulo anterior, apresentamos os principais aportes teóricos que suportam nossa pesquisa. Iniciamos o capítulo com um estudo sobre o conceito de rede construído por Castells (2000) e definimos o que compreenderemos como contexto digital. Em seguida, voltamos o olhar para os sujeitos inseridos nesse contexto e compreendemos, baseados em Borba e Villareal (2005), os *seres-humanos-com-mídia* como uma unidade básica do pensamento que atua em um ambiente virtual de aprendizagem, cuja compreensão foi baseada em Kawasaki (2008).

Fora do ambiente virtual, foi preciso aprofundar os estudos em Psicologia da Educação, com ênfase na metacognição, para compreender como o ser humano adquire o conhecimento, no que Frota (2002) define como estilo de aprendizagem.

Após discutir tais assuntos, encontramos subsídio para elaborar a seguinte questão de investigação:

No contexto digital, como as tecnologias podem auxiliar no desenvolvimento de estilos de aprendizagem de alunos de Cálculo Diferencial e Integral?

De posse da questão de investigação, traçamos os objetivos e procedimentos metodológicos que apresentamos a seguir.

4.2 Retomando os Objetivos

Os objetivos traçados no projeto de pesquisa tiveram o papel de nortear as decisões metodológicas para, ao final, respondermos à questão de investigação. Para tanto, traçamos um objetivo geral intimamente ligado à questão norteadora, e objetivos específicos que cercaram nossas ações e decisões metodológicas, e que somados, nos conduziram à construção de uma teoria bem sedimentada.

O objetivo geral dessa pesquisa esteve na investigação dos processos de aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral no contexto digital, sob a perspectiva dos alunos. Observemos que a perspectiva do aluno é um ponto fundamental desse trabalho, pois em nossa revisão bibliográfica foi perceptível a falta de publicações que tomam o aluno como principal sujeito da pesquisa.

Ainda sob a perspectiva do aluno, os objetivos específicos estiveram relacionados com o levantamento e categorização de estratégias de aprendizagem utilizadas pelos estudantes de Cálculo Diferencial e Integral e com a análise de influências das TICEM no desenvolvimento das estratégias de aprendizagem.

Naturalmente, esses objetivos serão retomados e discutidos nas Considerações Finais, à luz dos resultados obtidos.

4.3 Retomando e detalhando a Metodologia de Pesquisa

Como dito anteriormente, os objetivos gerais e específicos apresentados foram norteadores no desenvolvimento metodológico da pesquisa. A partir dos objetivos definidos, buscamos alternativas para coleta de dados que respondessem à questão de investigação lançada no início do processo.

Uma discussão a ser retomada decorre da natureza do objeto de estudo: o ser humano e suas ações inseridas em um contexto. Martins (2004) reforça as dificuldades em se fazer pesquisa dentro das ciências sociais, pois a complexidade dos fenômenos dificulta a separação de causas e motivações em cada ação e, portanto, não podem ser reproduzidos em laboratórios ou submetidos a grupos controle. A autora ainda reforça que não existe neutralidade nessa condição de pesquisa e a objetividade é relativa aos interesses do pesquisador. É justamente a ausência de neutralidade e controle sobre a pesquisa que desqualifica sua inserção em um paradigma positivista⁴⁸.

Em contraponto, Bogdan e Biklen (1994) discutem diversas questões relacionadas à pesquisa qualitativa, inicialmente muito questionada pelos positivistas no que se refere à validação dos resultados obtidos a partir dos dados coletados. No entanto, Martins (2004) esclarece que:

As chamadas metodologias qualitativas privilegiam, de modo geral, da análise de microprocessos, através do estudo das ações sociais individuais e grupais. Realizando um exame intensivo dos dados, tanto em amplitude quanto em profundidade, os métodos qualitativos tratam as unidades sociais investigadas como totalidades que desafiam o pesquisador. Neste caso, a preocupação básica do cientista social é a estreita aproximação dos dados, de fazê-lo falar da forma mais completa possível, abrindo-se à realidade social para melhor apreendê-la e compreendê-la (MARTINS, 2004, p.292).

⁴⁸. Segundo Elizabeth Pádua (2004, p.23), a sua premissa fundamental é a de que o comportamento humano em coletividade estaria sujeito às leis invariáveis de uma “física social”, podendo, portanto, ser previsto e investigado objetivamente (ALTMICKS, 2014, p.388).

Tratando especificamente do campo da Educação Matemática, a revisão bibliográfica apresentada no Capítulo 2 nos permitiu inferir que o método qualitativo é predominante entre os trabalhos nessa área. A escolha por essa metodologia pode estar diretamente relacionada à inserção nas ciências sociais, bem como a ampla possibilidade de ações paralelas ao processo educacional e que permitem a análise de diversos aspectos relacionados a uma determinada circunstância vivenciada em campo.

O método qualitativo possui características que, se bem observadas, traçam o caminho metodológico a ser seguido ao longo da pesquisa. Dessa forma, apresentamos algumas características fundamentais que foram baseadas em Bogdan e Biklen (1994), e procuramos identificar a presença delas em nosso trabalho, como apresentamos a seguir:

1) O pesquisador pode recorrer às suas experiências, aos seus valores e crenças para coletar os dados, compreendê-los e interpretá-los, sendo assim de certa forma considerado como um instrumento de pesquisa:

Em nosso caso, trabalhamos na instituição onde a pesquisa foi realizada, e nossa experiência docente de Cálculo Diferencial e Integral I instigou as primeiras pesquisas que convergiram à questão de investigação apresentada neste trabalho. Além disso, estivemos em contato com os sujeitos da pesquisa, durante as aulas de Cálculo e em monitorias oferecidas extraclasse.

2) Os dados coletados são de natureza descritiva, muitas vezes são coletados sob a forma de palavras:

Fizemos anotações das observações de aula e das monitorias em um diário de campo e foram aplicados dois questionários, compostos por perguntas objetivas e discursivas. Além disso, aconteceram entrevistas clínicas e uma entrevista com o professor da disciplina.

3) Nesse tipo de pesquisa, qualitativa, a fonte direta dos dados é o ambiente natural:

A pesquisa foi feita ao longo de um semestre, dentro dos ambientes que os sujeitos de pesquisa se sentiam confortáveis: a sala de aula, a área de estudos da universidade, a sala do professor da disciplina e os ambientes virtuais que foram apresentados pelos estudantes, pelo professor e pela pesquisadora.

4) Os pesquisadores qualitativos se interessam mais pelo processo do que a busca por resultados ou geração de produtos:

O objeto de estudo está diretamente ligado ao processo, pois é de interesse da pesquisa compreender como as tecnologias podem auxiliar no desenvolvimento de estilos de aprendizagem. Portanto, observamos o processo de um sujeito inserido no contexto digital, descobrindo tecnologias que podem auxiliar seu processo de aprendizagem; senão descobrindo, ao menos aprofundando suas descobertas advindas do Ensino Médio. Outro viés foi a descoberta (ou não) de estratégias para se aprender algo novo, e que essas estratégias podem ser amadurecidas (ou não) ao longo da vida acadêmica.

5) Nenhuma hipótese ou teoria é aceita previamente, o método de trabalho é indutivo:

De fato, não podemos afirmar de antemão que as tecnologias auxiliam a aprendizagem, nem tampouco podemos afirmar o contrário. A partir da análise dos dados coletados, tentamos compreender se as tecnologias puderam auxiliar no desenvolvimento de estratégias de aprendizagem e, em caso afirmativo, quais estratégias seriam identificadas.

6) O conhecimento da realidade depende da perspectiva de que se observa:

Como dito anteriormente, o pesquisador também é sujeito da pesquisa e, como tal, interfere na coleta de dados devido à sua perspectiva

da situação. Neste trabalho, trabalhamos com o ponto de vista de uma pesquisadora que se apresenta como professora-observadora. No entanto, não nos privamos de ajudar um aluno que teve dúvidas durante o semestre e nos perguntou algo, muito menos deixamos de discutir a prática pedagógica com o professor da disciplina, especialmente quando ele assim possibilitou a partir de discussões paralelas à sala de aula. Assim, ao permitir-se relacionar com professor e alunos, intentamos como pesquisadora, ser um agente transformador da realidade que observa.

As características abordadas e detalhadas acima não são um conjunto de regras que foram seguidas passo a passo, mas sim um conjunto de pontos de afinidade entre nossa pesquisa e a teoria metodológica que mais se adequou às nossas propostas. No final, o caminho percorrido foi livremente traçado, de forma a cumprir os objetivos propostos no início do trabalho

4.4 Sobre a coleta de dados

Os dados obtidos em uma pesquisa qualitativa possuem uma natureza plural, tal como é a relação entre seres humanos. Dessa forma, o olhar como pesquisadora foi um fator determinante para a interpretação das informações coletadas no campo de pesquisa. Segundo Bogdan e Biklen (1994), tais informações podem ser coletadas por meio de diferentes instrumentos: diários de campo, entrevistas, questionários, mas também podem ser documentos criados por outras pessoas e encontrados pelo pesquisador:

Os dados são simultaneamente as provas e as pistas. Coligidos cuidadosamente servem como factos inegáveis que protegem a escrita que possa ser feita de uma especulação não fundamentada. Os dados ligam-nos ao mundo empírico e, quando sistemáticos e rigorosamente recolhidos, ligam a investigação qualitativa a outras formas de ciência. Os dados incluem os elementos necessários para pensar de forma adequada e profunda acerca dos aspectos da vida que pretendemos explorar (BOGDAN e BIKLEN, 1994, p.149).

Dessa forma, é essencial estar atento aos instrumentos de coletas de dados escolhidos, não só em variedade que permitam cobrir os vieses do comportamento humano dentro de uma pesquisa, como em rigor durante o registro dos dados coletados. Assim, é possível cumprir os objetivos traçados no projeto de pesquisa e responder à questão de investigação.

Nessa pesquisa, os dados foram coletados a partir da observação das aulas de uma turma de Cálculo Diferencial e Integral I (diário de campo), para a qual aplicamos dois questionários e fizemos entrevistas clínicas com alguns alunos. Ao final do semestre, também fizemos uma entrevista com o professor da disciplina.

4.4.1 A observação

Uma das características da metodologia qualitativa é que o pesquisador se torna também um dos sujeitos da pesquisa. Nessa perspectiva, a observação participante nos colocou, enquanto pesquisadora, diretamente em contato com o professor e os alunos da turma escolhida para nossa pesquisa, e nossa relação com os indivíduos desse contexto foi um fator a ser analisado e registrado ao longo do período de observação. Assim:

Definimos *observação participante* como um processo pelo qual um pesquisador se coloca como observador de uma situação social, com a finalidade de realizar uma investigação científica. O observador, no caso, fica em relação direta com seus interlocutores no espaço social da pesquisa, na medida do possível, participando da vida social deles, no seu cenário cultural, mas com a finalidade de colher dados e compreender o contexto da pesquisa. Por isso, o observador faz parte do contexto sob sua observação e, sem dúvida, modifica esse contexto, pois interfere nele, assim como é modificado pessoalmente (MINAYO, 2009, p.70).

A autora acrescenta que uma das vantagens da observação é a liberdade dada ao pesquisador, se comparado a outros instrumentos mais rígidos de pesquisa. No entanto, reforça a necessidade de se preparar um roteiro de observação que direcione o olhar do pesquisador para seus

objetivos. Esse roteiro poderá sofrer alterações ao longo do tempo de acordo com a necessidade da pesquisa e o surgimento de possibilidades que não foram previstas durante o projeto de pesquisa.

O documento onde constam os roteiros e os relatos das observações é chamado diário de campo, que Minayo (2009) descreve como um caderninho, caderneta ou arquivo digital onde são registradas todas as informações que não constam em entrevistas ou questionários. Tais registros são importantes para a compreensão de aspectos que não são tangíveis em outros instrumentos, pois neles o pesquisador escreve não somente os fatos ocorridos, mas suas interpretações a respeito das ações executadas pelos sujeitos. Tais interpretações podem ser verificadas ou refutadas com o auxílio de outras atividades elaboradas a posteriori com essa finalidade.

Nosso diário de campo foi feito a partir de um caderno simples, onde buscamos anotar os principais fatos ocorridos nas aulas e nossas percepções acerca da turma, dentro dos objetivos da pesquisa. Para isso, procuramos perceber como os sujeitos da pesquisa se inseriram no contexto digital e como essa inserção influenciou a aprendizagem dos alunos.

4.4.2 Os questionários

A partir da definição de Gil (1999, p. 128), compreendemos questionário como “a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas, etc”.

Grande parte das pesquisas em Educação se vale da utilização de questionários devido às suas funcionalidades: permitem abranger um grande número de pesquisados, permitem o anonimato e são um recurso de baixo custo ao pesquisador. Entretanto, em geral, não há a possibilidade de auxiliar o respondente durante a sua aplicação, o que pode levar à ocorrência de respostas abaixo das expectativas.

Neste trabalho, optamos por aplicar um questionário inicial e um questionário final, pois a turma observada era formada por aproximadamente 80 alunos. Dessa forma, mesmo que nos deslocássemos durante a aula, seria difícil observar cada aluno individualmente, o que nos motivou à utilização de um instrumento de coleta mais abrangente e que permitisse auxiliar na compreensão de alguns fenômenos que ocorreram ao longo do semestre.

A elaboração das questões apresentadas nos questionários seguiu as orientações de Chagas (2000) e estabeleceram ligações diretas com a questão de investigação, com os objetivos da pesquisa, com os participantes da pesquisa e permitiram a verificação de alguns questionamentos que surgiram das vivências prévias da pesquisadora ou das observações em campo. O autor enfatiza que:

A determinação das informações a serem buscadas deve fluir naturalmente neste momento do processo, desde que as etapas precedentes da pesquisa tenham sido meticulosamente elaboradas. O desenvolvimento do questionário está ligado à formulação exata do problema a ser pesquisado e ao objetivo da pesquisa (CHAGAS, 2000, p.4).

Além disso, o autor chama a atenção para o conteúdo das perguntas, o formato das repostas e atenta para o fato de que a sequência das perguntas pode interferir nas respostas obtidas.

Em nossa pesquisa, decidimos aplicar um questionário inicial e outro final para poder observar possíveis “mudanças” nos participantes, ao final de um semestre letivo. Intencionalmente, algumas perguntas do questionário inicial foram repetidas no questionário final para, assim, obter subsídios comparativos. Outras questões do questionário final eram complementares ao questionário inicial e pretendiam verificar se os anseios e expectativas do primeiro semestre de Cálculo seriam atendidos ou não. Os questionários estão apresentados nos Apêndices 1 e 2.

4.4.3 As entrevistas

De acordo com Minayo (2009), a entrevista é a estratégia de coleta de dados mais comum no trabalho de campo:

Entrevista é acima de tudo uma conversa a dois, ou entre vários interlocutores, realizada por iniciativa do entrevistador. Ela tem o objetivo de construir informações pertinentes para um objeto de pesquisa, e abordagem pelo entrevistador, de temas igualmente pertinentes com vistas a este objetivo (MINAYO, 2009, p.64).

A autora reforça que as entrevistas são “conversas com finalidade” e podem ser caracterizadas de acordo com a forma de se organizar as informações.

Em nossa pesquisa, realizamos uma entrevista semiestruturada⁴⁹ com o professor da turma acompanhada, com o objetivo de compreender sua visão e suas crenças a respeito da docência no Ensino Superior, da aprendizagem de seus alunos e como eles se relacionam com ambientes virtuais de aprendizagem.

Já com os alunos, realizamos uma modalidade de entrevistas clínicas ao modelo de Tavares (2007), que se caracterizam principalmente por não terem uma técnica unificada de aplicação e que sua abordagem pode variar de acordo com os objetivos propostos.

Em psicologia, a entrevista clínica é um conjunto de técnicas de investigação, de tempo delimitado, dirigido por um entrevistador treinado, que utiliza conhecimentos psicológicos, em uma relação profissional, com o objetivo de descrever e avaliar aspectos pessoais, relacionais ou sistêmicos (indivíduo, casal, família, rede social), em um processo que visa a fazer recomendações, encaminhamentos ou propor algum tipo de intervenção em benefício das pessoas entrevistadas. (TAVARES; CUNHA, 2007, p.45)

Além disso, para Tavares (2007), a entrevista clínica é um instrumento com o poder de adaptar-se a uma diversidade de situações e capaz de explicitar particularidades que escapariam de procedimentos mais

⁴⁹ O roteiro da entrevista é apresentado nos Apêndices.

padronizados. O autor reforça que a entrevista clínica deve beneficiar diretamente as pessoas entrevistadas, o que, em nosso trabalho, corrobora Frota (2002), que realizou entrevistas clínicas, baseadas no método de Piaget:

As entrevistas clínicas conduzidas tiveram um objetivo duplo. O primeiro deles foi fazer um mapeamento das estratégias de aprendizagem dos alunos, suas concepções de aprendizagem e da própria matemática, as motivações no desenvolvimento dos estudos e a maneira com que executam o controle ou simplesmente se deixam controlar no seu processo de aprendizagem, a partir da própria fala dos alunos. O segundo objetivo foi efetuar um outro mapeamento das estratégias de aprendizagem, analisando o aluno em ação, agindo em situações matemáticas concretas propostas (FROTA, 2002, p.19).

Intencionalmente, realizamos 3 entrevistas clínicas semiestruturadas com 3 alunos utilizando atividades, baseando-nos na definição de Tavares (2007) e no trabalho de Frota (2002) e que estão apresentadas nos Apêndices como Atividades 1, 2 e 3, seguidas dos roteiros das entrevistas clínicas. Cada uma dessas 3 atividades foi realizada pelos 3 alunos em nossa presença, individualmente, sendo que cada aluno tinha à sua disposição um livro didático impresso e um computador com acesso à internet, além de seu próprio caderno de aulas e *smartphone*. As dúvidas e questionamentos que surgiam ao longo das atividades não eram imediatamente respondidos por nós, pois um de nossos objetivos era perceber como os alunos agiam perante as dificuldades que surgiam nos momentos de estudo. Entretanto, em alguns momentos foi necessário intervir para que o estudante não fosse deliberadamente privado de uma oportunidade de aprendizagem. Outro ponto observado foi a utilização das tecnologias durante o desenvolvimento das atividades, pois isso também será analisado com o intuito de responder à nossa questão de investigação.

4.5 O Contexto da Pesquisa

Conforme sucintamente descrito no Capítulo 1, nossa Pesquisa de Campo foi realizada ao longo do 1º semestre letivo de 2018, com alunos da disciplina Cálculo Diferencial e Integral I da Universidade Federal de Itajubá / Campus Itabira (UNIFEI / Itabira), que integra a grade curricular do 1º período dos cursos de Engenharia.

Essa disciplina é obrigatória e foi ministrada por um professor efetivo, com início em fevereiro e término em julho de 2018, tendo carga horária total de 90 horas/aula.

A disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, nessa instituição, aborda principalmente os conteúdos relacionados às funções de uma variável; dando ênfase ao estudo de limites, continuidade, derivadas e integrais. A bibliografia básica adotada para a disciplina foi Thomas (2012), um dos livros analisados no Capítulo 3 e as aulas da disciplina foram ministradas exclusivamente pelo professor da disciplina, sob a forma de aulas expositivas ou de resolução de exercícios.

A turma era constituída por aproximadamente 80 alunos, matriculados majoritariamente nos cursos de Engenharia da Computação e Engenharia de Produção. Nossa proposta da pesquisa foi apresentada aos alunos no primeiro dia de aula e, em geral, foi bem aceita por todos.

Todos os alunos concordaram em responder aos questionários, mas apenas 14 se disponibilizaram para participar das atividades relacionadas às entrevistas clínicas, em momentos extraclasse.

Dessa forma, as observações das aulas aconteciam em duas das três aulas semanais. A pesquisadora permanecia na sala mesmo após o término das aulas, pois aproveitava para observar o momento que os alunos tinham para tirar dúvidas com o próprio professor. Nesses momentos, era de seu interesse não o conteúdo programático, mas sim, a maneira como o aluno apresentava o desenvolvimento de seu raciocínio para o professor, e quais instrumentos ele utilizava para estudar.

O questionário inicial foi aplicado na segunda semana de aula, e o questionário final foi aplicado na última semana de aula. As entrevis-

tas clínicas aconteceram em três momentos do semestre, próximas às provas de conteúdo equivalente às atividades elaboradas. As atividades duravam o tempo necessário para o aluno resolver todas as questões. Em alguns casos foi necessário dividir a atividade em duas seções, devido à disponibilidade do estudante. Nestas ocasiões, o material era recolhido para evitar que o entrevistado fizesse os exercícios em casa.

A tabela a seguir ilustra as atividades desenvolvidas no período destinado à coleta de dados, no primeiro semestre de 2018.

Quadro 4 - Cronograma de atividades

Tarefas	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Observação das aulas	X	X	X	X	X
Aplicação questionário inicial	X				
Aplicação questionário final					X
Aplicação da primeira entrevista clínica			X		
Aplicação da segunda entrevista clínica				X	
Aplicação da terceira entrevista clínica					X
Entrevista com o professor da disciplina					X

Com base nos instrumentos de coleta de dados, na observação participativa, nas anotações do diário de campo, nas entrevistas e nos questionários, no próximo capítulo, passaremos à descrição e análise dos dados.

CAPÍTULO 5

DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Contra o positivismo, que pára diante dos fenômenos e diz: “Há apenas fatos”, eu digo: “Ao contrário, fatos é o que não há; há apenas interpretações”.
Nietzsche

Após todas as considerações teóricas e metodológicas, fez-se necessária a ida a campo para coletar os dados que nortearão a busca por respostas à questão de investigação. Para isso, usamos como instrumentos de coleta dois questionários aplicados aos participantes no início e no final do semestre letivo, o diário de campo contendo observações das aulas, a entrevista com o professor da disciplina ao final do semestre letivo e três conjuntos de entrevistas clínicas, feitas com a participação de três estudantes voluntários da pesquisa. A seguir, detalharemos os dados coletados a partir de cada um desses instrumentos.

5.1 Questionário Inicial

O questionário inicial foi aplicado com o intuito de traçar um perfil da turma que seria acompanhada ao longo de um semestre letivo, e ter também um posicionamento dos alunos a respeito de questões que julgamos ser importantes para compreender as ações executadas por eles durante as observações.

Uma característica das turmas de disciplinas básicas da universidade *lócus* de nossa pesquisa é o grande número de alunos matriculados em cada turma. Eram 78 apenas na turma acompanhada, por isso não era viável fazer uma entrevista inicial com cada aluno, o que reforça a necessidade de termos realizado a primeira coleta de dados por meio de um questionário.

A turma era composta por 59 homens e 19 mulheres, a maioria com idades entre 17 e 21 anos. A sala tinha 9 alunos além dessa faixa etária,

sendo o aluno mais velho com 30 anos. A maioria dos alunos estava matriculada nos cursos de Engenharia da Computação ou Engenharia de Produção, 47 e 20 alunos, respectivamente.

Em resposta à quarta questão do questionário⁵⁰, levantamos que 19 já haviam cursado Cálculo Diferencial e Integral I em semestres anteriores, enquanto 59 alunos nunca haviam cursado a disciplina. Essa discrepância já era esperada, pois escolhemos uma turma de calouros para realizar a nossa pesquisa. Em relação às experiências anteriores ou expectativas, classificamos as respostas dadas em 4 categorias no caso dos alunos que já haviam cursado Cálculo I e 8 categorias no caso dos alunos que estavam cursando Cálculo I.

No caso dos 19 alunos que já haviam cursado Cálculo I, as experiências relatadas foram classificadas em:

- Problemas com a rotina de estudos (9 alunos):

Sim, um pouco puxado, porém em nível universitário percebi que requer estudo diário, diferente do Ensino Médio.
(Ai45⁵¹)

- Problemas pessoais (1 aluno)
- Boas expectativas com a disciplina nesse semestre (5 alunos):

Já cursei e espero melhorar meu desempenho.
(Ai58)

- Más lembranças da disciplina passada (4 alunos):

Já fiz algumas aulas na [...] ⁵², mas pelo motivo do calendário não bater, não pude concluir o semestre. Minha experiência foi um pouco “aterrorizante” pelo alto índice de reprovação lá, os alunos já entravam muito amedrontados.
(Ai21)

⁵⁰“Você já cursou Cálculo I? (Se não, quais as suas expectativas com a disciplina? Se sim, conte sobre suas experiências anteriores)”

⁵¹ Exceto os três alunos analisados nas entrevistas clínicas, os demais estudantes responderam o questionário sem identificar-se, então os questionários foram numerados de 1 a 78. A referência Ai45 significa “aluno de número 45 que respondeu o questionário inicial”.

⁵² Por questões éticas, suprimimos o nome da universidade citada pelo aluno.

Sim. No começo do ingresso na faculdade foi um pouco assustador, pois diferencia muito do estudo no EM.
(Ai43)

Já no caso dos 59 alunos que ainda não cursaram Cálculo I, as expectativas relatadas foram classificadas em:

- Boas expectativas com a disciplina (24 alunos):

Não. Sempre tive curiosidades na matemática além do ensino médio, e agora vejo a oportunidade de tirá-las.
(Ai4)

Não cursei, minhas expectativas são de um curso que me ajudará a resolver inúmeros problemas matemáticos mais facilmente.
(Ai27)

- Supõe que a disciplina será importante para a formação profissional (2 alunos)

- Supõe que a disciplina é uma ampliação da Matemática do Ensino Médio (3 alunos)

- Percepção da necessidade de esforço para a aprovação na disciplina (11 alunos):

Não. Bom, o que dizem é que esta matéria é muito difícil, então eu não espero que eu entenda tudo de primeira, e estudando em casa e correndo atrás, eu consiga acompanhar.
(Ai23)

Não. Eu estou esperando que seja a disciplina mais complexa e que demande mais estudo, pois parece ter várias linhas de pensamento e várias matérias conectadas.
(Ai67)

Não. Minhas expectativas para o curso são: corrigir minha preguiça de estudar e ver se é realmente tão difícil quanto falaram sobre durante meu ensino médio.
(Ai68)

Preocupação com a defasagem de conteúdo do Ensino Médio (3 alunos)

Pessimismo com a disciplina (9 alunos):

Não, as expectativas é que vai ser um monstro matemático que vai me deixar louco.

(Ai32)

Não. Após ter assistido três aulas, afirmo que considereei uma matéria bem difícil e imagino que terei certa dificuldade em absorvê-la.

(Ai66)

Preocupação exclusiva com a aprovação ou reprovação na disciplina (4 alunos)

Não se manifestaram (3 alunos)

Após percorrer as 78 respostas que, de maneira geral, demonstram que os alunos cuja experiência na disciplina era inédita, estavam otimistas com o curso e cientes da necessidade de se dedicarem para obter um bom resultado ao final do semestre, por parte dos alunos repetentes também ficou salientada a importância de se ter uma rotina de estudos ao longo do semestre, e que isso pode ser um fator decisivo para a aprovação. Isso também pode invalidar a hipótese de que os alunos chegam à faculdade sem tomar conhecimento de que deverão estabelecer uma rotina de estudos para ter êxito no semestre, embora também tenhamos percebido a insegurança de vários estudantes com apenas uma semana de aula.

Quando perguntados⁵³ a respeito da importância das TIC para a profissão escolhida, a turma foi enfática e utilizou como critério “extrema importância”, “suma importância”, “fundamental” e “essencial” em quase todas as respostas. Alguns alunos apresentaram em suas respostas, conceitos que poderiam remeter às ideias de rede apresentadas por Castells (2000) e também ao conceito de seres-humanos-com-mídia, que convergem à nossa definição de contexto digital:

A TI está presente em praticamente tudo nos dias atuais, o que é inevitável. Acredito que, através da minha profissão eu poderei tornar a vida das pessoas mais confortável e as TI serão necessárias nesse processo.

(Ai10)

⁵³ Na sua opinião, qual a importância das tecnologias da informação e comunicação para a profissão que você pretende exercer?

Na era em que vivemos, a tecnologia é essencial para quase todas as áreas. No caso de minha profissão, é importante para que possamos estar informados sobre o mundo e o que podemos “criar” para com relação a isso.
(Ai34)

A tecnologia está aí para “facilitar a vida” de nós, usuários, assim como qualquer outra coisa existe pontos negativos e positivos; enfim, para mim ela é indispensável em qualquer profissão, desde que usada moderadamente e de maneira “correta”.
(Ai39)

É importante pois facilita a realização de tarefas onde seriam mais complicadas sem a utilização de softwares, rendendo mais tempo aos serviços prestados, facilitando também a negociação e divulgação de trabalhos e projetos.
(Ai56)

Outra questão⁵⁴ que quisemos avaliar foi a relação dos estudantes com as tecnologias da informação e comunicação. Apenas 2 afirmaram não utilizar muito as TIC no dia a dia, enquanto 4 chegaram a relatar dependência; 2 admitiram que as TIC distraem na hora de estudar, enquanto 25 relataram a utilização das TIC no processo de aprendizagem; 3 estudantes declararam ter conhecimento sobre programação e 48 disseram utilizá-las frequentemente em sua rotina:

O meu primeiro contato foi bastante imaturo, eu fui criada praticamente com isso e não faço a mínima ideia de como é simplesmente não ter. Acredito que agora longe da família isto vai ser fundamental para manter contato.
(Ai10)

Utilizo frequentemente. Sempre que possível levo meu notebook para o campus, com os livros em PDF, reduzindo o peso da mochila. Também utilizo meu smartphone para me orientar nos horários.
(Ai68)

⁵⁴ Como é a sua relação com as tecnologias da informação e comunicação?

Muito boa, sempre procuro informações na internet sobre diversos assuntos e temas. Compartilho dúvidas e sugestões por meio de aplicativos
(Ai71)

A última questão⁵⁵ aberta tratava da utilização de videoaulas e 66 alunos afirmaram utilizar sempre esse recurso durante os momentos de estudo. Questionados sobre como utilizavam esse recurso, 45 afirmaram usar como apoio para reforçar o conteúdo, 7 usam para tirar dúvidas e 5 concentram-se em resolução de exercícios; 2 alunos relataram preferir as videoaulas por terem dificuldades com a leitura do livro texto, em razão da linguagem matemática formal. Os demais depoimentos falavam sobre os canais utilizados ou sobre a importância de assistir a um vídeo com boa avaliação dos demais internautas:

Geralmente uso pausando a videoaula frequentemente para fazer anotações, sempre obtive bons rendimentos estudando através de videoaulas.
(Ai21)

Muitas vezes somente com a explicação do professor não consigo entender toda a matéria. Algumas videoaulas são mais explicativas e posso parar para rever novamente.
(Ai29)

Utilizo este recurso quando há necessidade com urgência, se não, pergunto ao professor.
(Ai66)

Alguns relatos podem ser atribuídos a alunos que apresentaram certa capacidade de autoavaliar a sua aprendizagem e buscar formas de aprender o que julgavam ser necessário:

⁵⁵ Você tem o hábito de procurar videoaulas na internet? Em caso afirmativo, explique como você utiliza esse recurso.

Assisto às aulas. Depois do término do vídeo pego uma folha A4 e faço um resumo da matéria sem consultar. Quando dá tempo, tento dar uma aula pra mim mesmo e, assim, vejo onde sei mais e onde tenho dúvidas.

(Ai5)

Primeiramente, assisto videoaulas sobre o conteúdo e vou anotando os exemplos. Depois, assisto às resoluções de exercícios, pausando no exercício e quando termino, assisto o resto para a correção.

(Ai70)

Questionados sobre a utilização de *smartphones*, *tablets* e *notebooks*⁵⁶ no dia a dia, apenas 1 aluno não possuía *smartphone* ou *tablet* e 1 não possuía *notebook* ou computador. Dessa forma, podemos afirmar que todos os alunos possuem pelo menos uma dessas ferramentas à disposição em sua rotina.

Com relação ao uso de *smartphones*, 47 alunos concordaram que buscam sempre utilizar o máximo de recursos possíveis, e os utilizam para otimizar a rotina e os estudos. No caso dos *notebooks*, 59 alunos concordaram que buscam sempre utilizar o máximo de recursos possíveis do dispositivo e os utilizam para otimizar a rotina e os estudos. Podemos dizer então que grande parte dos alunos usa os dispositivos digitais não só em seu dia a dia, mas também para estudar.

Uma questão a considerar sobre o perfil da turma é a interação com as redes sociais, pois podem contribuir positiva ou negativamente para o processo de aprendizagem e também é uma forte característica do contexto digital. Questionados sobre a possibilidade de distração⁵⁷, 12 alunos afirmaram tomar o cuidado de sempre desabilitar as redes sociais enquanto estudam, 23 disseram desabilitar as redes sociais na maior parte do tempo, enquanto outros 23 preferiam manter as redes sociais habilitadas para poder entrar em contato com os colegas em caso de dúvidas, mas concordaram que se distraem no processo. Apenas 19 alunos reconheceram que, além de não desabilitar as redes so-

⁵⁶ Como você costuma utilizar as tecnologias da informação e comunicação no seu dia a dia?

- Com relação a *smartphones/tablet*
- Com relação a *notebooks/PC*

⁵⁷ O quanto você se distrai com as redes sociais enquanto estuda?

ciais, acabam ainda entrando em aplicativos de jogos quando o estudo fica muito enfadonho.

A pergunta seguinte tinha como objetivo verificar a preferência dos estudantes a respeito dos materiais utilizados durante os momentos de estudo⁵⁸. Colocamos entre as opções, o livro texto na versão impressa e em formato PDF, caderno com as anotações de aula, videoaulas, resumos online, aplicativos matemáticos, calculadora, *smartphone*, *tablet*, *notebook/PC*, monitorias e o solucionário⁵⁹ do livro texto. Os alunos escolheram em primeiro lugar o *notebook/PC*; as videoaulas e livros em PDF ficaram respectivamente em segundo e terceiro lugar. Em quarto lugar, ficou o caderno com as anotações de aula. O livro impresso ficou na sétima colocação de preferência dos alunos e as monitorias ficaram em décimo lugar.

A última pergunta do questionário⁶⁰ procurava pistas da rotina de estudos dos alunos, e chegamos à seguinte ordem de tarefas:

1. Resolver listas de exercícios propostas pelo professor.
2. Ver videoaulas na internet com foco no conteúdo.
3. Fazer um resumo do assunto estudado.
4. Ver videoaulas na internet com foco na resolução de exercícios.
5. Resolver exercícios do livro texto.
6. Resolver listas de exercício encontradas na internet.
7. Revisar a matéria com a ajuda de amigos.
8. Buscar na internet a resposta dos exercícios do livro texto.
9. Procurar o professor ou o monitor da disciplina para tirar dúvidas.
10. Procurar algum aplicativo matemático que esteja relacionado à disciplina.

Após analisar a rotina dos alunos, percebemos que a preocupação inicial está em resolver os exercícios e depois compreender o conteúdo. Claro que há a possibilidade de encontrarmos em uma turma, a prevalência de

⁵⁸Marque as quatro opções que correspondem aos itens que você mais utiliza para estudar Cálculo I.

⁵⁹ Arquivo com as soluções das questões do livro.

⁶⁰Enumere de 1 a 10 a ordem da sua rotina de estudos, sendo 1 o que você faz primeiro e 10 o que você faz por último, caso realmente o faça.

alunos prático-teóricos, mas ainda assim é questionável se esses alunos estão de fato aprendendo Matemática ou apenas decorando procedimentos.

Outro fator a ser ressaltado foi deixar para penúltimo caso a aproximação com o professor ou o monitor da disciplina, fontes seguras para discutir as dúvidas, em detrimento de assistir a videoaulas cuja fonte pode ser questionável. Por último, também merece destaque o fato dos alunos ainda não demonstrarem ter afinidade com aplicativos matemáticos que podem ser grandes aliados no processo de aprendizagem, como estudos anteriores já apontaram.

5.2 O diário de campo – o dia a dia da turma

O diário de campo foi construído a partir das observações das aulas de Cálculo I para a turma pesquisada. As aulas aconteceram no 1º semestre letivo de 2018. Nosso foco naquele momento estava voltado ao comportamento dos alunos durante as aulas e como eles se inseriam no conceito dos seres-humanos-com-mídia de forma involuntária, pelo seu comportamento. Não nos ateremos aqui ao conteúdo ministrado, pois a intenção foi observar o desempenho dos estudantes ao longo da disciplina e não somente em certos conteúdos.

A sala de aula era muito grande, com capacidade para 80 alunos aproximadamente. Para que os alunos do fundo pudessem ter boa visibilidade, o professor dava aula em um palco de aproximadamente 40 cm de altura. O quadro da sala foi montado juntando 2 quadros brancos, tendo ao final mais de 3m de comprimento. A sala também contava com um projetor fixo no teto, com cabeamento até a mesa do professor.

O primeiro dia de aula ocorreu no dia 28/02/2018, às 10h. O professor se mostrou muito aberto à aproximação dos alunos ao longo do período e, logo de início, repassou aos alunos seu e-mail para contato, o número do ramal de sua sala e os horários que estava disponibilizando para atendimento a eles. Deixou claro que, naqueles horários, ele estaria disponível para que os alunos fossem tirar suas dúvidas e que, caso fosse necessário um atendimento em outro horário, bastaria se combinar via e-mail.

Logo na primeira aula foi possível observar ações importantes para nossa pesquisa e que se repetiram ao longo de todo o semestre:

1. Estímulo externo incentivando os alunos a usar tecnologias
2. Alunos usando tecnologias para potencializar o estudo
3. Alunos tirando foto do quadro
4. Alunos distraídos usando tecnologias
5. Alunos distraídos de outras formas
6. Participação na aula
7. Participação após o término da aula
8. O professor tenta se tornar mais próximo da turma

A seguir, buscamos descrever cada um dos itens anteriores, explicitando primeiramente o que entendemos por cada um deles, seguindo-se situações que se manifestaram durante o período de observação:

1. Estímulo externo incentivando os alunos a usar tecnologias

Entendemos como atitudes provenientes do professor ou da instituição que incentivam os alunos a utilizarem tecnologias para promover a aprendizagem.

No primeiro dia de aula, uma funcionária da universidade passou na sala para avisar aos alunos que era importante fazer a confirmação de sua matrícula no Moodle⁶¹ para cumprir atividades de algumas disciplinas ao longo da graduação. Não iremos aprofundar essa informação, pois ela não foi utilizada no caso específico do professor na turma observada, porém, é uma pista entendida como estímulo da universidade à utilização de tecnologias nos processos de ensino e de aprendizagem e também como um instrumento avaliativo.

⁶¹ MOODLE (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) é uma plataforma livre projetada para fornecer aos educadores, administradores e alunos um sistema robusto, seguro e integrado para criar ambientes virtuais de aprendizagem personalizados. Foi desenvolvido em 2001 por Martin Dougiamas. Já foi traduzido em 75 idiomas e é utilizado em diversas instituições de ensino pelo mundo.

O professor também ofereceu esse estímulo diversas vezes durante as aulas, para justificar a necessidade de se empregarem determinadas ferramentas do Cálculo. Em uma das aulas, o professor falou sobre o gráfico de variação de bitcoins⁶² em um período de tempo e que, para analisar a valorização, bastaria integrar a área abaixo da curva.

Em outra oportunidade, o professor convidou a turma a pegar a calculadora e fazer as contas sugeridas no quadro para perceberem como a aproximação numérica realmente acontece dentro da definição intuitiva de limites: “Por favor, peguem suas calculadoras. Se não tiverem, não tem desculpa nenhuma, porque seu celular faz essa conta!”

Nesse caso, é importante ressaltar que o uso de calculadora também é a utilização de uma tecnologia e a fala do professor demonstra que muitos estudantes já estão trocando a calculadora pelos aplicativos de celular com as mesmas funções. Nessa mesma aula, após fazer algumas contas na calculadora, o professor ainda disse: “Se tivessem uma planilha do Excel, vocês fariam essas contas em um minuto”. Nesse momento, havia no quadro uma tabela inspirada nas tabelas de limites por aproximação numérica do livro-texto.

Dias mais tarde o professor avisou aos alunos que deixou no SIGAA, o portal da universidade, o programa Winplot que estaria disponível para download e que poderia ser utilizado para plotar gráficos nos momentos de estudo. O professor aproveitou outro momento para falar de outros softwares muito úteis: Maple, Matlab e GeoGebra. Na lista de exercícios sobre derivadas, também foi indicado o uso de outro software, o Maxima, para ser usado como conferência dos exercícios.

Na entrevista com o professor, tivemos mais pistas de como ele trata a tecnologia em suas aulas, suas expectativas, crenças e críticas a respeito.

2. Alunos usando tecnologias para potencializar o estudo

⁶² Bitcoin é uma moeda virtual cuja emissão não é controlada por um Banco Central, e sim por milhares de computadores que competem entre si na resolução de problemas matemáticos para receberem como prêmio um bloco da moeda. Em 2018, o valor de 1 bitcoin variou entre R\$12703,14 em 13/12 e R\$37272,59 em 04/03, porém a moeda já atingiu a marca de R\$64642,64 em 15/12/2017. <https://exame.abril.com.br/mercados/entenda-o-que-e-bitcoin/> (acesso em 04/03/2019).

Assinalamos as atitudes provenientes dos alunos que utilizavam as tecnologias durante as aulas com o intuito de promover a aprendizagem.

Essas ações foram observadas em menor número durante as aulas, comparando-se aos estímulos feitos pelo professor. Entretanto, isso não diminui a utilização de tecnologias por parte dos estudantes, mas ressalta a característica de que as tecnologias são mais utilizadas fora da sala de aula.

No dia em que o professor sugeriu a utilização do celular para aqueles que não tinham calculadora, muitos realmente acataram a sugestão e acompanharam a aula utilizando aplicativos.

Ao final da aula que antecedia a prova sobre limites, uma aluna abriu o notebook e pediu para o professor tirar uma dúvida em uma questão que viu em uma videoaula do YouTube. Após conversar com o professor, ela me disse que estava assistindo a videoaula 7 da *playlist*⁶³ de limites que falava especificamente sobre continuidade.

Durante a aula sobre construção de gráficos utilizando os conceitos de assíntotas, crescimento e concavidade, após a construção de um gráfico que durou quase uma aula inteira, o professor perguntou à turma se alguém tinha alguma dúvida. Um aluno disse: “Vai poder usar o Winplot na prova?” O professor respondeu prontamente que não, e toda a turma riu.

Essas situações são suficientes para percebermos que os estímulos do professor foram respondidos por parte da turma e transpareceram em ações voluntárias, não atreladas a nenhuma atividade obrigatória da disciplina. Isso pode indicar o surgimento de um hábito.

3. Alunos tirando foto do quadro

Apesar de aparentar ser uma atitude potencializadora do estudo, devemos discutir qual é o destino dado a essas fotografias. Portanto, achamos melhor classificá-la como uma nova categoria.

A primeira foto do quadro foi tirada já no primeiro dia de aula; o

⁶³ A *playlist* referida foi montada por um professor que possui um canal do YouTube que, em sua opinião, seria suficiente para aprender todo o conteúdo de limites.

quadro apresentava dois gráficos de reta, e a aula tratava sobre assuntos revisionais do Ensino Médio, considerados pré-requisitos para a disciplina. O celular não estava no silencioso e fez um barulho característico das antigas câmeras analógicas quando a foto foi tirada.

Essa ação chamou a atenção por dois motivos: o aluno não pediu permissão para tirar a foto e nem o professor se incomodou com o fato. O hábito de fotografar o quadro começou para muitos, como alternativa para não copiar o gráfico no caderno e, dentre alguns alunos, chegou-se ao ponto de não se tomar mais notas manuais nas aulas.

Sentimos falta de um posicionamento do professor a esse respeito: não seria necessário orientar os estudantes recém-ingressados na universidade sobre como tratar o destino dessas fotografias? Muitos estudantes prometem tirar a foto para depois copiar com calma no caderno, no entanto, poucos realmente fizeram isso.

4. Alunos distraídos usando tecnologias

Observando os alunos, foi fácil perceber que a tecnologia não foi utilizada apenas com fins educacionais. Na verdade, na sala de aula observada, os alunos utilizaram a tecnologia muito mais como um distrator do que como um potencializador de aprendizagem.

No primeiro dia de aula, era possível ver alunos com os smartphones sobre as mesas, alguns deles trocando mensagens durante a aula. Esse hábito perdurou por todo o semestre, mesmo em momentos importantes das aulas, quando esperava-se a atenção dos alunos à explicação do professor.

Três semanas após o início das aulas, um aluno estava sem nenhum material de anotação sobre sua mesa, usando o smartphone para outras funções não relacionadas à aula. Nesse mesmo dia, outro estudante corria o *feed* do Facebook e parou sua atenção em um anúncio de um caderno estilo “lousa mágica” que, aliado a um aplicativo no smartphone, digitaliza o que está escrito no caderno / lousa mágica e armazena na nu-

vem do Google Drive. É contraditório ver o anúncio de um hardware potencializador de aprendizagem ser utilizado como distrator em uma aula.

5 Alunos distraídos de outras formas

A distração em sala de aula é uma questão recorrente e preocupante, independente de qual forma aconteça. No entanto, dado o tema de nossa pesquisa, achamos importante separar as distrações proporcionadas por meios tecnológicos das demais e percebemos que as distrações com smartphones realmente eram mais recorrentes. Entretanto, outros meios de distração ainda aconteceram e é importante listá-los nesse relato.

Já no primeiro dia, um aluno se distraía com o próprio material escolar durante as explicações do professor. No mês seguinte, outro aluno fazia exercícios de outra disciplina ao longo da aula, o que sugere uma “desistência precoce” da disciplina de Cálculo I.

Certa aula, um aluno lia o livro “Textos cruéis demais para serem lidos rapidamente”, enquanto o professor explicava regras de derivação. Na aula seguinte, outro aluno estava desenhando em seu caderno desenhos de tatuagem vistos em seu celular. Nesse caso específico, as duas formas de distração aqui descritas foram aliadas.

A conversa paralela também era um problema recorrente, até porque não era hábito do professor chamar a atenção dos alunos por causa desse comportamento. Os alunos do fundo conversavam na maioria das vezes, o que sempre buscamos anotar no diário de campo.

6. Participação na aula

Outro ponto importante que destacamos foi a participação dos estudantes. Uma característica da turma observada é que os estudantes mais participativos sempre garantiam os lugares na sala mais próximos ao professor e de lá vinham a maior parte das perguntas e comentários dos que dialogavam com o professor. Este sempre fazia perguntas à turma, respondia pacientemente ao que era perguntado, aceitava os comentários e incentivava a participação.

No primeiro dia de aula, após uma discussão sobre retas perpendiculares, um aluno pediu para que o professor resumisse a discussão e re-apresentasse as conclusões tiradas, para que ele pudesse anotar. Muitos ficaram espantados com a iniciativa do colega e ficaram ainda mais surpresos com a postura do professor, que atendeu ao pedido prontamente.

Em uma aula de exercícios que antecedia a prova sobre aplicações da derivada, num momento de distração da turma, um aluno sentiu-se à vontade para se deslocar à frente da sala e pedir uma questão para o professor:

- Ô professor, faz mais uma [questão] aqui pra mim?
- Você tentou?
- Tentei duas vezes e deu errado.

Em seguida o professor chamou a atenção da turma para resolver o exercício solicitado.

No início do semestre, a turma se mostrou silenciosa e empenhada em copiar tudo o que estava escrito no quadro. Entretanto, com o decorrer das aulas, os alunos do fundo da sala se tornaram mais dispersos em relação à participação na aula. Em dias de aula de exercícios, a turma ficava visivelmente mais vazia e se esvaziava ainda mais ao longo da aula. Cerca de apenas 20 alunos permaneciam até o final da aula.

7. Participação após o término da aula

Percebemos que muitos estudantes preferiam tirar suas dúvidas após o término da aula. Por isso, muitas vezes as discussões após a aula geraram relatos muito interessantes.

Os alunos que permaneciam certo período de tempo após a aula, geralmente, demonstravam não querer “atrapalhar” a aula do professor, seja porque achavam as perguntas muito “simples” em relação aos conteúdos estudados ou porque estavam estudando temas mais avançados.

No dia em que foi aplicado o questionário inicial, 10 alunos esperaram os colegas terminarem de preencher o questionário para tirarem dúvidas com o professor sobre a lista de exercícios.

Em uma aula, um aluno pediu ajuda ao professor para resolver uma questão de uma prova para ingresso em uma universidade militar. A questão foi resolvida coletivamente e foram necessários 20 minutos para se chegar à resposta do gabarito divulgado.

Dias depois, o professor deixou um problema valendo pontos extras e alguns estudantes ficaram na sala para apresentar algumas hipóteses de solução. A discussão também durou alguns minutos e o professor elogiou as hipóteses apresentadas.

Além desses relatos, todos os dias havia algum estudante que desejava tirar alguma dúvida sobre alguma questão específica da lista de exercícios e, em véspera de prova, o número de alunos que permanecia após a aula de dúvidas era ainda maior.

8. O professor tenta se tornar mais próximo da turma

O professor tem a característica de tentar se aproximar da turma, estreitando a relação professor-aluno, algo que muitos pareciam não estar acostumados. Além de divulgar seus horários de atendimento e e-mail, o professor mantinha um estilo de aula que incentivava os alunos a questionarem os pontos sobre os quais sentissem necessidade de discutir um pouco mais. Certa vez, o professor refez um exercício da aula anterior a pedido de um aluno que havia faltado. Esse gesto, apesar de muito simples, oferece-nos pistas de que, para o professor, a aprendizagem de seus alunos parecia ser uma das principais prioridades.

Após 15 dias de aula, o professor voltou a chamar atenção para os horários de atendimento, dizendo que a frequência estava baixa. Ele aproveitou a oportunidade para divulgar os horários de monitoria. Além disso, explicou que estava fazendo isso para reforçar a importância de se estudar ao longo do curso e que não faltavam meios para auxiliar os alunos.

Em outra oportunidade, a turma se demonstrou apreensiva em relação à primeira prova. Ele tranquilizou a todos, afirmando que os alunos não “zerariam”, pois a prova não estava no nível de dificuldade que a turma estava imaginando.

Outra característica do professor é que ele não tinha o hábito de chamar a atenção da turma em razão da conversa ou de outras distrações. A turma só foi chamada à atenção duas vezes, seguidas de um alerta de que a presença nunca seria obrigatória em sua aula.

Na entrevista realizada com o professor no final do semestre letivo, foi possível compreender melhor suas opiniões em relação a aspectos do ensino e da aprendizagem, e também em relação a alguns pontos de nossa pesquisa.

5.3 Questionário Final

O questionário final foi aplicado com o intuito de perceber mudanças no perfil da turma, além de obter um posicionamento dos alunos a respeito de suas experiências ao longo do semestre que influenciaram em sua aprendizagem ao longo da disciplina.

Infelizmente, muitos alunos desistiram da disciplina ao longo do semestre. Dos 78 estudantes que responderam ao questionário inicial, apenas 58 responderam ao questionário final. Esse índice de desistência é muito variável entre as turmas das diferentes disciplinas, porém é sempre significativo.

Na quarta questão⁶⁴ do questionário, procuramos identificar se as expectativas dos estudantes foram atendidas. As respostas foram classificadas em:

- Cumpridas (37 alunos):

Cumpridas, adquiri o entendimento dos fatores que alteram a forma de uma função. São conhecimentos tanto teóricos quanto práticos extremamente aplicáveis em diversas situações.

(Af11⁶⁵)

⁶⁴Sobre a disciplina Cálculo I, suas expectativas iniciais foram cumpridas ou frustradas? Em que sentido?

⁶⁵ Exceto os três alunos analisados nas entrevistas clínicas, os demais estudantes responderam o questionário sem identificar-se, então os questionários foram numerados de 1 a 58. A referência

Cumpridas. Sou aluno repetente e tive uma certa dificuldade com a didática do professor anterior. Adaptei-me melhor com a didática do professor atual e, no geral, assimilei razoavelmente o conteúdo do Cálculo I.

(Af18)

Foram cumpridos, a partir do momento em que tinha uma ideia inicial de como seria Cálculo I, ao aprender e usar o aprendido há um sentimento de satisfação.

(Af23)

Foram cumpridas, aprendi uma boa base de cálculo para conseguir resolver exercícios dos quais seria quase impossível resolver sem ele.

(Af38)

Foram cumpridas, pois, embora eu tenha encontrado algumas dificuldades consegui desenvolver bem as minhas habilidades matemáticas.

(Af47)

- Na maioria das vezes (4 alunos):

Em partes, se for olhar pelo lado do conteúdo, a expectativa foi cumprida e uma boa qualidade de ensino. Porém, me senti frustrada por dedicar horas de estudos e não conseguir um resultado satisfatório, ou seja, encontrei várias dificuldades nas resoluções de exercícios e principalmente na prova.

(Af35)

- Esperava que a disciplina fosse mais difícil (4 alunos):

Eu esperava que a matéria fosse mais difícil, porém o professor explicou bem.

(Af37)

- Expectativas frustradas (8 alunos):

Foram frustradas, de certa forma. Sinto que não me empenhei o suficiente. Devia ter estudado mais. Toda prova eu me sentia que, mesmo entendendo o que as questões pediam, eu sentia que conseguiria resolvê-los se tivesse estudado mais.

Af11 significa “aluno de número 11 que respondeu o questionário final”.

(Af10)

Frustradas porque não obtive as notas desejadas, devido à dificuldade de aprendizagem da disciplina.

(Af29)

Iniciais frustradas, pois venho de ensino médio fraco da rede pública, então, no princípio senti muita dificuldade, além de assustar-me com a metodologia do ensino superior ser diferente.

(Af56)

A partir das respostas apresentadas, foi possível perceber que a maioria dos alunos relacionou o cumprimento de expectativas ao sucesso na disciplina e o fracasso, a notas baixas. Vale a pena destacar que alguns separaram a noção de aprendizagem com a aprovação na disciplina, o que pode estar diretamente relacionado às questões de avaliação e que não foram contempladas neste estudo. Outros sinalizaram que poderiam ter sido aprovados na disciplina se tivessem estudado um pouco mais. Esses aspectos são sinais de amadurecimento, pois deram importância para a aprendizagem em “detrimento” da aprovação na disciplina. Perceber que há a necessidade de intensificar os estudos também sugere que eles estejam percebendo que algumas estratégias de aprendizagem necessitem ser repensadas.

As questões 5⁶⁶ e 6⁶⁷ do questionário levavam a refletir sobre a prática metodológica do professor. Com a exceção de um aluno, os demais consideraram que o professor influenciou o processo de aprendizagem. No complemento da questão, todos consideraram apenas influências consideradas positivas. Devido à amplitude da questão, muitos alunos citaram mais de uma ação do professor ao longo do semestre que julgaram ter influenciado o processo de aprendizagem.

A ação mais citada foi a didática do professor (31 alunos), seguida de ações que complementam o senso comum do que é ter boa didática: aula dinâmica (7 alunos), dar exemplos (8 alunos), tirar dúvidas (9 alunos) e passar listas de exercícios (5 alunos):

⁶⁶Você considera que seu professor influenciou o seu processo de aprendizagem?

⁶⁷Em caso de resposta afirmativa para o item anterior, explique como se deu essa influência.

Primeiramente, pela didática, em seguida pelas listas e ajuda na resolução de exercícios. Ademais, sempre buscou tirar nossas dúvidas, nunca se recusando a resolver um exercício e sempre nos motivando com relação a matéria.
(Af12)

Além disso, muitos disseram que a empolgação que o professor demonstrava ter com a Matemática (7 alunos), fazia a matéria se tornar mais interessante (1 aluno) ao ponto de incentivar os alunos a pesquisarem temas complementares (3 alunos) e fazer a turma gostar da matéria (6 alunos).

Ele influenciou ainda mais, demonstrando a paixão pelo curso e como a matéria é interessante
(Af27)

Alguns estudantes destacaram a preocupação do professor em demonstrar as principais fórmulas em vez de simplesmente jogá-las aos alunos (4 alunos), além de sua paciência (4 alunos) e por disponibilizar tempo extraclasse para atender aos alunos e tirar dúvidas (5 alunos):

O professor para mim importou muito, pois utilizou uma didática que gostei muito e que facilitou minha aprendizagem. E também fora de aula com os atendimentos para dúvidas, isso foi muito importante também.
(Af2)

O professor tinha boa didática e sempre nos influenciava a buscar mais sobre a matéria, resolvendo exemplos mais complexos e demonstrando fórmulas. Isso me deu mais ânimo para estudar, mesmo com resultados não tão bons.
(Af10)

Além disso, foi citado apenas uma vez que o professor era excelente, que tornava o conteúdo desafiador, se importava com os alunos e que influenciou o modo de estudar:

Mostra como a matéria pode ser bastante interessante, contanto que seja esclarecida, fazendo o interesse se aprofundar. Também a questão de ser desafiador, aumenta a vontade de aprender.
(Af3)

As respostas dadas nos levam a inferir que a maioria da turma considerou que o professor influenciou de maneira positiva em sua aprendizagem, e aproveitou o momento para tecer comentários que nos dão pistas de como a turma entende o papel do professor no processo de aprendizagem. É importante ressaltar que eles poderiam ter considerado influências negativas por parte do professor, porém isso não aconteceu. O estudante que marcou que o professor não influenciou sua aprendizagem preferiu não justificar e, devido à discrepância com as demais opiniões, consideraremos como referência a resposta da maioria da turma.

A questão 7⁶⁸ tinha a intenção de verificar se os alunos mantiveram relações com as TIC ao longo do semestre, além de observar mudanças nas estratégias de aprendizagem. Dentre as respostas obtidas, conseguimos classificar em quatro situações que nos dão direcionamento sobre a relação dos estudantes com as mídias, no contexto do conceito seres-humanos-com-mídia, elevando o patamar das mídias digitais para uma ferramenta potencializadora da aprendizagem.

A maioria dos estudantes afirmou terem acontecido mudanças em relação às TIC, aumentando o uso de tecnologias para estudar (33 alunos). Dentre eles, deve-se dar destaque também a alguns alunos que admitiram esforços para diminuir as distrações com jogos e redes sociais:

Sim, ao longo do semestre comecei a fazer mais uso de meios tecnológicos para auxiliar nos estudos.
(Af14)

A busca por soluções de problemas na internet tornou-se maior ao tentar encontrar a solução de exercícios que obteve dificuldade.
(Af23)

Sim. Com o aumento de habilidades, já uma certa maturidade e facilidade quanto a esses aspectos.
(Af47)

⁶⁸ Você considera que sua relação com as Tecnologias da Informação e Comunicação mudou ao longo do semestre? Como?

Sim, eu utilizava mais para lazer, mas com o passar do curso, utilizo mais para estudar, me ajudou muito
(Af32)

Percebemos também a existência de alunos que declararam ter mudado sua relação com as TIC, utilizando-as apenas para se comunicar (2 alunos), diminuindo o uso de mídias digitais para estudar e aumentando o estudo por meio de livros e materiais impressos (3 alunos). Nesses casos, há indícios de uma restrição na utilização das mídias digitais nos momentos de estudo, sugerindo que não houve uma adaptação a essa estratégia de aprendizagem.

Esse reconhecimento também é válido, visto que as estratégias são construídas individualmente:

Bem, eu poderia dizer que estou com um uso muito maior delas do que no início do semestre, devido ao aumento da necessidade de me comunicar com os colegas.
(Af32)

Mudou, utilizei alguns métodos como livros ao invés da internet. Aprendi mais.
(Af41)

Sim, se tornou mais frequente, mas agora no fim do semestre reparei que não é tão eficiente para mim, pois aprendo melhor com o livro.
(Af25)

Finalmente, 18 alunos relataram não terem percebido mudanças em relação às TIC. Os estudantes que justificaram a resposta disseram já utilizar as TIC para estudar e que continuaram fazendo isso ao longo do semestre:

Não mudou muito, eu continuei aprendendo muito mais com videoaulas do que com livros.
(Af9)

Não, sempre preferi estudar por meio de videoaulas.
(Af21)

Dentro das classificações de Frota (2002), é possível inferir que os estudantes que são teórico-práticos terão preferência por meios físicos de estudo, como os estudantes Af25 e Af41 ao afirmarem que aprenderam melhor com os livros. Da mesma forma, os estudantes prático-teóricos podem preferir meios digitais para estudar, pois as videoaulas passam mais rápido pela teoria e focam mais na resolução de exercícios, como afirmaram os alunos Af19 e Af21.

Para compreender melhor como os alunos estudam por meio de videoaulas, a questão 8⁶⁹ do questionário pretendia investigar essa questão de forma mais específica. A partir dessas respostas, podemos intuir que o YouTube está se tornando um ambiente virtual de aprendizagem muito recorrido pelos estudantes, pois dos 58 questionários tabulados, apenas 10 afirmaram não ter utilizado a plataforma ao longo do semestre e apenas 4 não obtiveram bons resultados com o auxílio das videoaulas. Mesmo assim, esses estudantes souberam identificar a causa do fracasso no uso da plataforma:

Utilizei, mas não obtive bons resultados, uma vez que meu problema era a base.
(Af1)

Sim, não consegui bons resultados, pois só fazia os exercícios dela.
(Af25)

Sim, no princípio usei, mas pela ausência de exercícios, não obtive bons resultados.
(Af55)

Pelas declarações dadas, talvez possamos inferir que os estudantes não souberam trabalhar com a plataforma, pois o Af1, com “problemas de base”, poderia ter pesquisado videoaulas para ajudá-lo a resolver esse problema. Já Af25 e Af55, que reclamaram sobre a falta de exercícios ou teoria, poderiam ter buscado outros canais que satisfizessem suas necessidades de aprendizagem. Isso também pode sinalizar alunos que

⁶⁹ Você utilizou videoaulas durante seus estudos? Em caso afirmativo, descreva como você utilizou e se conseguiu bons resultados com esse recurso.

estão iniciando o processo de autoconhecimento, pois apesar de sabermos identificar seus pontos fracos na aprendizagem, não souberam agir para resolver tais problemas.

Dos alunos que responderam positivamente ao uso de videoaulas, 32 disseram que as videoaulas assistidas deram um resultado satisfatório. Os depoimentos a seguir sugerem estudantes que tem um estilo de aprendizagem teórico-prático, pois assistiram a videoaulas com o objetivo de reforçar os conhecimentos teóricos.

Sim, após a leitura do livro, revisão das aulas pelo caderno, assistia as videoaulas e fazia anotações
(Af5)

Sim, ótimos resultados. Para mim, videoaulas são muito eficazes, pois é uma aula que é dada no seu ritmo. Você pode pausar, voltar, ver várias vezes e várias aulas do mesmo assunto.
(Af19)

Outro ponto a se destacar é o comentário do aluno Af16, que diz ter tido dificuldades para entender o conteúdo do jeito que está exposto no livro. Assim como ele, muitos alunos relataram “não se dar bem” com o estudo teórico pelo livro, preferindo o caderno ou videoaulas:

Sim. Utilizei bastante o “YouTube”. Utilizei muito para reforço teórico, pois considerei o conteúdo no livro difícil de entender.
(Af16)

Muitos disseram usar as videoaulas para complementar as aulas do professor, que foi muito elogiado pela turma. Deve-se questionar se a necessidade de videoaulas vem da falta de atenção durante as aulas, percebidas pelo diário de campo:

Sim. Para revisar matérias de teoremas ou regras teóricas que foram passadas muito rápidas de uma certa forma, ou por simplesmente rever o conteúdo de matéria em uma forma de estudar.
(Af3)

Utilizei, pesquisei a matéria no YouTube e procurava a que melhor me atendia. Elas me ajudaram muito no meu aprendizado, evidenciando matérias que eu não entendia.
(Af27)

O aluno Af44 afirmou ter usado vídeos gratuitos do YouTube, mas que complementou as videoaulas com conteúdos pagos em outras plataformas:

Sim, em algumas matérias usei vídeos gratuitos e eu havia pago o [...] ⁷⁰, que não me atendeu. Mais ao fim do semestre assinei o [...], que achei mais completo.
(Af44)

Alguns estudantes demonstraram utilizar as videoaulas com a finalidade de compreender as resoluções de exercício, demonstrando um estilo de aprendizagem prático-teórico:

Sim, eu assisto aulas com resolução de exercícios, assim aprendo passo a passo de como fazer.
(Af17)

Usei durante resoluções de exercício, fazendo a questão proposta e mantendo o desenvolvimento como o do vídeo.
(Af34)

Também 2 alunos chamaram a atenção ao responder esse item do questionário. Eles demonstraram não ter precisado recorrer às videoaulas no caso de Cálculo I, mas fizeram questão de deixar claro que usaram para auxiliar nos estudos de Física, outra disciplina integrante da grade curricular dos cursos de Engenharia:

Nesta disciplina, eu não assisti videoaulas, mas para física posso dizer que sem elas minhas chances de passar seriam 60% menores.
(Af2)

Sim, consegui aprender principalmente em Física, para fazer as provas, já que a explicação do professor (de Física) não é boa.
(Af49)

⁷⁰ Nomes das plataformas suprimidos, pois não são o foco dessa pesquisa. Além disso, queremos levantar possibilidades gratuitas de estudo, e não incentivar o uso de plataformas pagas.

A última questão⁷¹ discursiva desse questionário teve a intenção de verificar se os alunos tiveram a iniciativa de procurar outros meios de estudo além de cadernos, livros e videoaulas. Nesse caso, 28 estudantes deixaram de contar com esses recursos, deixando o entendimento de que esse ainda é uma ferramenta pouco explorada pelos estudantes. Outros 10 alunos não especificaram como o uso dessas ferramentas é feito e apenas 16 alunos nos contam quais softwares e sites foram utilizados. É surpreendente ver que esses eles encontraram aplicativos e sites, além dos que o professor citou em sala:

Utilizei um aplicativo chamado Photomath para resolver questões de limite, derivada e integral.
(Af2)

Sim. Usei o Symbolab para conferir as respostas das questões.
(Af10)

Sim, utilizei o Wolfram Alpha para derivar funções e o Winplot para plotar funções e sempre conseguia bons resultados.
(Af11)

Durante os estudos utilizei aplicativos para conferir as respostas, como Mathpix. Dessa forma, tive uma orientação, ajudando a descobrir se estava no caminho certo.
(Af24)

Sim, utilizei o Maxima para verificar as repostas das listas.
(Af45)

O Wolfram Alpha, o Winplot e o Maxima já são softwares conhecidos e indicados pelos professores de Matemática, no entanto, chama a atenção os alunos não terem utilizado o GeoGebra pois, além de ser um software gratuito, é um dos mais utilizados e indicados pelos professores da Cálculo. Ademais, os aplicativos Photomath, Symbolab, MalMath⁷² e MathPix foram descobertos pelos alunos ao longo do se-

⁷¹ Você utilizou algum aplicativo ou site matemático durante seus estudos? Em caso afirmativo, descreva como você utilizou e se conseguiu bons resultados com esse recurso.

⁷² Apesar de não mencionado nos questionários, esse aplicativo foi sugerido pelo monitor da disciplina e utilizado por um dos alunos nas entrevistas clínicas.

mestre. O Photomath e o MathPix são escolhidos por muitos, pois não exigem conhecimentos da linguagem LaTeX para operar o software. Basta aproximar a câmera do celular na questão que a solução aparece na tela. O Symbolab e o MalMath também não exigem conhecimentos de programação, mas exigem que o usuário digite o exercício na barra de comandos. O facilitador é que eles possuem botões com os operadores matemáticos, muito similares ao editor de fórmulas matemáticas do Word, como mostram as figuras a seguir:

Figura 10- Interface do Software Symbolab

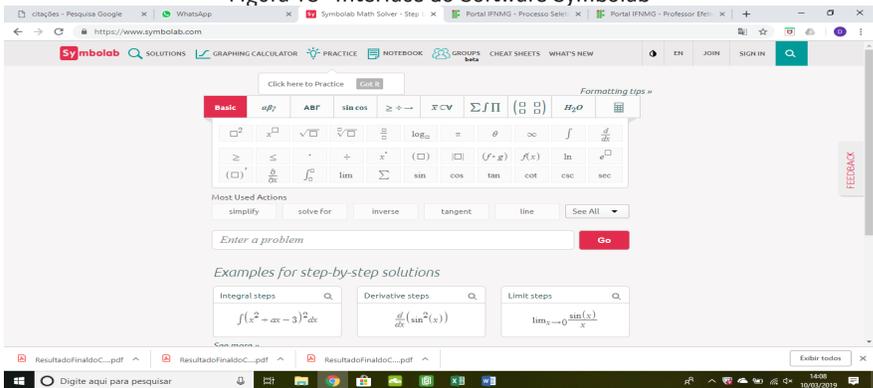


Figura 11 - Interface do App MalMath 4



As questões 10 e 11 desse questionário foram propositalmente repetidas do questionário inicial, para permitir uma comparação entre os hábitos dos estudantes no início e no final do semestre. A questão 10⁷³ tinha como objetivo verificar a preferência dos estudantes a respeito dos materiais utilizados durante os momentos de estudo. Colocamos entre as opções o livro-texto na versão impressa e em formato PDF, caderno com as anotações de aula, videoaulas, resumos on-line, aplicativos matemáticos, calculadora, smartphone, tablet, notebook/PC, monitorias e o solucionário do livro texto.

Dessa vez, os estudantes escolheram em primeiro lugar o caderno com o conteúdo, seguido por notebook, videoaulas, livros em PDF. O livro-texto impresso subiu para a quinta colocação, mas as monitorias continuaram em décimo lugar. Comparando os resultados, os estudantes apenas trocaram a ordem de importância do caderno com o conteúdo em sua relação, passando a ser a ferramenta de estudo mais utilizada pelos estudantes. Esse é um indicador de que os alunos deram prioridade ao conteúdo visto em sala com o professor e usaram os outros meios de estudo para complementação da aprendizagem.

A última pergunta do questionário⁷⁴ procurava pistas da rotina de estudos dos alunos, e chegamos à seguinte ordem de tarefas:

1. Resolver listas de exercícios propostas pelo professor.
2. Fazer um resumo do assunto estudado.
3. Ver videoaulas na internet com foco no conteúdo.
4. Resolver exercícios do livro-texto.
5. Ver videoaulas na internet com foco na resolução de exercícios.
6. Revisar a matéria com a ajuda de amigos.
7. Resolver listas de exercícios encontradas na internet.
8. Buscar na internet a resposta dos exercícios do livro-texto.
9. Procurar o professor ou o monitor da disciplina para tirar dúvidas.
10. Procurar algum aplicativo matemático que esteja relacionado à disciplina.

⁷³ Marque as quatro opções que correspondem aos itens que você mais utiliza para estudar Cálculo I.

⁷⁴ Enumere de 1 a 10 a ordem da sua rotina de estudos, sendo 1 o que você faz primeiro e 10 o que você faz por último, caso realmente o faça.

A tabela a seguir, compara as duas rotinas de estudos apresentadas pela turma nos questionários inicial e final:

Quadro 5- Comparativo da rotina de estudos

Questionário Inicial	Questionário Final
Resolver listas de exercícios propostas pelo professor	Resolver listas de exercícios propostas pelo professor
Ver videoaulas na internet com foco no conteúdo.	Fazer um resumo do assunto estudado.
Fazer um resumo do assunto estudado	Ver videoaulas na internet com foco no conteúdo.
Ver videoaulas na internet com foco na resolução de exercícios.	Resolver exercícios do livro texto.
Resolver exercícios do livro texto.	Ver videoaulas na internet com foco na resolução de exercícios.
Resolver listas de exercícios encontradas na internet.	Revisar a matéria com a ajuda de amigos
Revisar a matéria com a ajuda de amigos	Resolver listas de exercícios encontradas na internet.
Buscar na internet a resposta dos exercícios do livro texto.	Buscar na internet a resposta dos exercícios do livro texto.
Procurar o professor ou o monitor da disciplina para tirar dúvidas.	Procurar o professor ou o monitor da disciplina para tirar dúvidas.
Procurar algum aplicativo matemático que esteja relacionado à disciplina.	Procurar algum aplicativo matemático que esteja relacionado à disciplina.

Fonte: a partir dos dados obtidos pela pesquisadora.

Ao comparar a rotina de estudos, fica claro que a primeira opção da maioria dos alunos ainda é resolver os exercícios das listas, antes mesmo de revisar a teoria envolvida na matéria. Entretanto, a troca de posições entre assistir videoaulas e fazer um resumo dá indícios de que os estudantes podem ter se movido para um estilo de aprendizagem teórico-prático. Da mesma forma, resolver exercícios do livro-texto trocou de posição com ver videoaulas com foco em exercícios, e revisar a matéria com a ajuda de amigos trocou de posição com resolver listas de exercícios encontradas na internet. Todas essas trocas sinalizam mudanças no estilo de aprendizagem da turma.

Infelizmente, a procura pelo professor ou monitor da disciplina continuou em 9º lugar mostrando que, mesmo com todo o esforço do professor em se aproximar da turma, eles não entenderam a prioridade desse contato.

Já o fato da busca de aplicativos e sites ficar na última posição condiz com as respostas obtidas na questão 9.

5.4 Entrevista com o professor

Não há dúvidas da importância do professor no processo de aprendizagem, uma vez que sua responsabilidade vai além de ministrar aulas: deve prezar pela organização da ementa da disciplina, pela escolha dos materiais didáticos e pela elaboração dos instrumentos avaliativos.

O professor acompanhado em nossa pesquisa foi muito solícito durante o período de coleta de dados da pesquisa. Além de abrir as portas de sua sala de aula, permitiu o acesso às listas de exercícios disponibilizadas ao longo do semestre e às provas da disciplina. Todas as manhãs, ao final da aula, o professor indagava: “Então, professora, já descobriu como os alunos aprendem Matemática?”. Essa pergunta era o ponto de partida para inúmeras discussões ao longo do semestre sobre estratégias de ensino utilizadas, trocas de experiências e expectativas com a disciplina.

A partir dessas conversas, montamos o roteiro da entrevista⁷⁵ que foi realizada ao final do semestre letivo, reforçando alguns pontos já tratados e também retomando outros que estavam menos claros.

O professor planejou a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I com base na ementa aprovada pela universidade para a disciplina e também se apoiou em 2 livros- textos de grande reconhecimento: os livros dos autores Thomas e Stewart. Questionado sobre a possibilidade de haver uma unificação no planejamento dos professores das diversas turmas, ele disse que já houve tentativas de fazê-lo, porém cada professor tem um ritmo de trabalho diferente e, assim, esse projeto não deu certo.

⁷⁵ Ver apêndice G

Em seguida, perguntado sobre a possibilidade de traçar um perfil para os alunos da disciplina, o professor disse encontrar um perfil dentro de cada curso. Em sua opinião, os alunos de Engenharia Ambiental demonstram ter mais afinidade com disciplinas de química. Porém, no caso dos estudantes de Engenharia da Computação e Engenharia Elétrica, percebe-se uma maioria de ingressantes do sexo masculino e com interesses voltados para tecnologia, computadores, smartphones, dentre outros. Naquele semestre, o professor lecionou Cálculo Diferencial e Integral I em duas turmas: uma formada por alunos de Engenharia Ambiental e Engenharia de Saúde e Segurança, e outra formada por alunos de Engenharia da Computação e Engenharia de Produção.

Além do perfil da turma, questionamos o professor sobre o cancelamento e o abandono da disciplina por parte de alguns alunos e pedimos a ele uma justificativa a esse fato. Pensando no assunto, ele relatou não haver grande número de cancelamentos, porém o abandono chegou a aproximadamente 20 alunos, considerando apenas a turma por nós investigada.

A pergunta seguinte pretendia averiguar a pretensão do professor em utilizar ambientes informatizados em suas aulas:

No caso do Cálculo I, por exemplo, que são 6 horas/aula por semana e a matéria é muito extensa, fica difícil encaixar isso lá. Fica difícil encaixar uma coisa que não seja só expositiva, sabe? É... Ah! Olha esse programa, olha esses gráficos, olha que bonito e tal, e aí... “Professor, a gente vai usar isso?” Não, porque a gente não tem tempo. Eu acho muito assim, quebra uma expectativa que é gerada, sabe? (Professor – Ent. julho / 2018)

Em seguida, ele complementou dizendo que apresentou sim alguns softwares para os alunos que vinham aos atendimentos extraclasse e que se mostravam mais interessados, pois dessa forma teve a oportunidade de mostrar mais como determinados softwares podem ser utilizados na hora de estudar. Questionado sobre como ele proporia a utilização de ambientes informatizados em sala de aula numa situação ideal, essa foi sua sugestão:

Numa condição ideal, tem-se a ideia de abrir uma disciplina específica de aplicações, dessas coisas, né?! Onde aí a gente consegue focar em aspectos como modelagem, contextualização e tal, de forma que quando você chega na parte da computação em si, você entra com um recurso computacional mais poderoso, você entra com geração de gráficos... Até por que nesses casos a avaliação não poderia ser tradicional, né? Nesses casos precisaria de uma avaliação diferente, né?! E aí, essa avaliação veria desde como o cara ataca um problema até a forma como ele utiliza esses recursos para resolver no que ele chegou. (Professor – Ent. julho / 2018)

Continuando, pedimos ao professor para pensar um pouco mais na utilização de softwares, especificamente em Cálculo I. Nesse momento, ele lembrou que a definição de integrais como uma soma infinitesimal de áreas de retângulos abaixo da curva de uma função é um pouco deixada de lado dentro da execução da ementa, e que haveria a possibilidade de modelar esse problema usando uma planilha simples do Excel. Dessa forma, o estudante entenderia melhor o que é o processo de determinar a função primitiva e aplicar o Teorema Fundamental do Cálculo. Ele aproveitou para falar da curva de probabilidade usada em Estatística, que é uma função que não se resolve algebricamente, e sim de uma forma numericamente aproximada, na qual os professores de Estatística nem sempre deixam claro do que se trata.

A pergunta seguinte levou o entrevistado a pensar na autonomia dos alunos a fim de pesquisarem ambientes informatizados para estudar:

Em geral eles herdam essas coisas, né?! Eles ouvem dos veteranos coisas do tipo: “Joga no Wolfram que resolve!” E aí o Wolfram de fato resolve, só que o Wolfram às vezes retorna muito mais informação do que o aluno tem capacidade de resolver. Eu coloquei para uma turma o desafio de calcular a primitiva de exponencial de x ao quadrado,⁷⁶ para eles praticarem né?! Porque por primitivização isso não sai. E aí, claro, eles jogaram na internet, jogaram no Wolfram e aí ele retorna um monte de coisa. Ele consegue expressar aquilo em integrais duplas, se ela for definida;

⁷⁶ Isto é, calcular

consegue expressar aquilo via uma integral de linha complexa; conseguem expressar aquilo como série de potência... e aí eu comecei a receber essas respostas, quer dizer, se alguns deles tinham dificuldade em Cálculo I, porquê que eles estão utilizando recursos mais avançados ainda? De Análise? Você vê que isso aí veio de algum lugar, e geralmente vem do Wolfram. Eles têm acesso, porque é o que é prontamente informado pra eles: “Joga no Wolfram! ”, entendeu? Ou então, quando eles precisam de uma aula, eles vão no YouTube, entendeu? Esses são os recursos deles. Eles não se dão conta, por exemplo, que hoje tem um aplicativo no seu telefone que você aponta para uma equação e ele te devolve a resposta. (Professor – Ent. julho / 2018)

Discutindo um pouco mais com o professor, concluímos que os alunos estão tendo acesso a informações sem saber questionar os dados que estão recebendo. Ele ressalta inclusive que isso foi dito aos alunos, de que o principal é saber interpretar os dados que estão sendo fornecidos e que, para isso, é necessário dominar o conteúdo. Como consequência, chegam exercícios solucionados com ferramentas matemáticas mais complexas do que as apresentadas em Cálculo I, mas que os alunos não questionam, pois está em uma página de conteúdo matemático confiável:

Eu acho que esses recursos, eles têm que vir para auxiliar, não pra resolver tudo! Pelo menos nessa parte de Cálculo I. Eu, quando fiz Cálculo I, estudava muito pelo Maple, mas eu conferia minhas respostas no Maple, não olhava só a resolução. E quando não batia, o Maple não me dizia onde é que estava errado, eu tinha que voltar nas minhas contas, e às vezes era ali ficar mastigando aquilo até descobrir. E isso aí pra mim foi muito saudável. (Professor – Ent. julho / 2018)

Esse foi um ponto interessante da entrevista, pois mostrou que o professor teve a empatia de se colocar no lugar do estudante e tentou agir sobre os pontos nos quais, em sua opinião, os alunos falham no processo de aprendizagem utilizando ambientes informatizados:

– Eu tentei instruir os alunos a baixar um software gratuito, dei uns comandos básicos para se calcular derivada, calcular integral, mas... eu acho que teve um aluno que baixou... ou um grupo de 3 ou 4 alunos dessa turma que você trabalhou comigo... conferindo suas respostas no Maxima. Eu uso o Maxima o tempo todo para fazer essas coisas, o tempo todo. (Professor – Ent. julho / 2018)

Mudando de assunto, perguntamos sobre a comunicação do professor com a turma no decorrer da disciplina. Ele foi enfático ao dizer que frisava constantemente com a turma que possuía horários de atendimento nos quais estaria sempre disponível em sua sala e que nunca marcou nenhum outro compromisso nesses horários. Em alguns casos, costumava atender fora do horário marcado também. Além disso, ficava disponível no intervalo entre as aulas da primeira e segunda turma, para o caso de alguém querer ficar um pouco mais para conversar, ou caso quisessem chegar mais cedo também. Segundo o professor, esses eram os horários em que mais apareceram alunos para conversar sobre aspectos logísticos da disciplina ou tirar alguma dúvida. Finalizou lamentando que, com o passar do semestre, muitos estudantes deixaram de procurá-lo fora do momento de aula:

Teve época que eu atendi mais alunos de outros professores do que os meus. Acho que é um amadurecimento que vem com o tempo e tem o amadurecimento no sentido de perder o medo... perder o medo do professor e perder um pouco do orgulho de... sabe?! Não assumir que tem dúvida, não assumir... sei lá! Às vezes, eu tenho a sensação de que o cara não quer vir tirar dúvida com medo do que o professor vai pensar, e do que os outros alunos vão pensar. Entendeu? Leva um tempo para eles entenderem que todos eles têm dificuldade, todos eles estão no mesmo barco. Um ou outro, com razões externas à faculdade, já chegou mais bem capacitado. (Professor – Ent. julho / 2018)

Em seguida, levantamos a hipótese de que isso poderia ser devido à adaptação ao novo ritmo de estudo, se comparado ao Ensino Médio de uma escola regular. Na escola, o estudante tinha uma orientação para seus estudos que não existe na faculdade, e nesse período de se compre-

ender como protagonista de sua aprendizagem, a autonomia recebida pode levar a um fracasso inicial no curso. Em sua opinião, embora esse fracasso seja muito ruim para o aluno, é muito natural.

Aproveitamos essa fala para perguntar ao professor se seria possível considerar esse ponto da discussão como uma das variáveis que envolve o número sempre elevado de estudantes reprovados na disciplina de Cálculo I, e vários outros pontos que potencialmente prejudicam o andamento da disciplina foram acrescentados por ele: mudança de cidade, uma rotina completamente nova, liberdade para ter o estilo de vida que quiser, além de grande parte dos estudantes não precisar trabalhar para se sustentar no período da faculdade, o que dá uma sensação ainda maior de liberdade:

A gente vê, o cara se prepara para a prova... a prova é sexta e ele começa a estudar para essa prova nessa semana. Ou começa na quarta, começa na quinta... não dá! [...]. Aí, na hora que ele assusta, ele vai ter uma prova na quarta, outra na sexta e hoje é domingo à noite. Aí o aluno fica sem dormir, e o negócio começa a virar um ciclo, né?! Uma bola de neve. O aluno não dorme estudando para a prova na madrugada, mas isso aí prejudica o desempenho dele totalmente. Ele chega, não faz a prova bem, aí vai mal, e aí desanima, vê que não tá dando certo... aí eles param de vir, entregam os pontos, desistem [...] Eu falo com eles: “Ó, começa hoje e faça um pouquinho de cada vez. Se você deixar pra semana que vem, você já estará atrasado”. Eu não estou mentindo quando falo isso, mas é difícil o aluno que entra e vê isso. Normalmente, o cara que está fazendo disciplina de segundo período pela segunda ou terceira vez, ele já tomou essa chicotada, ele já sabe. Ele não é calouro mais. (Professor – Ent. julho / 2018)

Voltando ao roteiro da entrevista, perguntamos ao professor se ele percebeu alguma estratégia de aprendizagem utilizada pelos estudantes nesse semestre. Em um primeiro momento, a pergunta não ficou clara, então precisamos explicar um pouco mais: “É o que você falou, eles têm que estudar para a prova. Eles te apresentaram alguma pista de como estudam?” Então, ele discorreu da seguinte forma:

É, tem muitos que não se esforçam. Os que estudam esperam de mim uma lista de exercícios, certo? E eles esperam de mim coerência com relação à prova. Então eu imagino que com isso eles estão querendo dizer o seguinte: a gente vai estudar pelo caderno e pelo livro. Mas quando eu ponho na prova coisas que estavam no caderno eles vão mal, então eu estou tendo uma dificuldade enorme de detectar onde é que está a falha, o que está faltando. Se está no caderno e eles não estão sabendo, ou eles não estão olhando no caderno ou eles estão olhando e não estão entendendo, certo? E eu não posso ficar de intruso no estudo dele, sabe, colocar a cabeça na frente da dele e perguntar “Você tá entendendo isso?” Eu não posso, ele tem que vir... só que eles não vêm. (Professor – Ent. julho / 2018)

Ainda discutindo métodos de aprendizagem, chegamos a conversar um pouco sobre metodologia de ensino. Um dos alunos havia nos dito que o professor não estava mais passando listas de exercícios e aproveitamos o momento para perguntar o porquê. O professor nos disse que passar os exercícios diretamente do livro era uma estratégia que estava agradando mais, pois, além de poupar o tempo de digitar exercícios para uma lista, favoreceria o contato do estudante com o livro didático. Para o semestre seguinte, ele acrescentou que passaria a marcar ao final de cada aula exercícios com finalidade teórica e exercícios para treinar algoritmos, em vez de esperar para marcar exercícios somente ao final do conteúdo. Dessa forma, desde o primeiro dia de aula o estudante saberia que o livro já tem exercícios disponíveis para serem feitos.

Finalmente, perguntamos qual deveria ser o papel ou influência dos ambientes informatizados na aprendizagem dos alunos. O professor reafirmou que a influência poderia ser positiva, desde que bem aplicada:

Tem professores aí que têm uma ideologia de: “Olha, eu não preciso passar tantas as técnicas de derivação e integração, porque o computador resolve tudo.” No entanto, é a minha formação que eu dou pro cara que tem que cobrir também quando ele vai fazer uma prova de curso. Que ele não tem computador, e claro que as integrais de prova de curso às vezes são difíceis. Aquela prova lá que o aluno trouxe a questão que a gente ficou um tempão para resolver... você viu que é difícil, na mão... pra fazer no computador também é bastante difícil. Então, você não pode ter em mente só o informatizado. As duas coisas têm que ser conciliadas, né?! (Professor – Ent. julho / 2018)

Apesar de o roteiro da entrevista já ter sido cumprido, a conversa fluía tão bem e tão naturalmente que tivemos a oportunidade de abranger outros tópicos importantes da prática pedagógica. Conversando sobre o fato de o estudante ter acesso a videoaulas de diferentes procedências, perguntamos como o professor lidava com a escrita matemática dos seus alunos:

– Quando eu introduzo a notação de Leibniz para derivada, eu faço questão de deixar bem claro que isso é um limite, é só uma notação. Eles não são objetos numa fração, numa razão, que você pode jogar pra lá e pra cá. E eu faço sempre o seguinte comentário, que soa meio como piada, mas que tem um fundamento sério. Se você vê alguém jogando isso aqui pra lá, pergunte pra ele: “Isso aqui é um número dividido por outro número?” A pessoa pode falar que não e você pode perguntar por quê e aí ela tem que definir como um limite. Se ela falar que é número pra ela poder jogar multiplicando e tal, tira o logaritmo disso e aí pergunte pra ela se vai ficar. E aí ela caiu no seguinte problema: o que é e e o que é [...] E aí como é que você responde a essas perguntas? Dá vontade de falar: “Vai lá no professor da matéria que usa isso e pergunte a ele, faça ele passar vergonha porque ele não saberá te responder, essas coisas não têm resposta”. Ah, se eu for pegar no pé de aluno por ter escrito isso, às vezes os caras são bons alunos. Mas você só pode contar que ele não vá trabalhar com Matemática. Ou, se ele for, que ele corrija, né?! (Professor – Ent. julho / 2018)

Após um breve silêncio, perguntamos se ele teria alguma consideração final a fazer. O professor começou dizendo que gostaria que seus alunos o ouvissem mais:

Eu gostaria que meus alunos me ouvissem mais... mas será que existe algum professor, em algum lugar do mundo, que não queira isso? Agora, seria ótimo se fosse possível encontrar um meio de convencê-los a se esforçar... não precisa ser muito! Nunca disse pra eles que precisa ser muito, mas de uma maneira consistente. Que eles precisam entender que o resultado final vai ser a integral de uma função, certo? Que a inclinação não varia tanto. Ao invés de uma função, né?! Com uma variação crescente rápida, mas súbita, entendeu? [...] Essa aí é a sua função estudo. Eu nunca peço que eles valorizem a Matemática igual eu valorizo. Embora eu sempre ouça deles que o diferencial da minha aula é a empolgação que eu tenho pra dar aula. (Professor – Ent. julho / 2018)

Essa declaração encerrou nossa entrevista. Despedimo-nos e agradecemos a atenção dada não somente no momento da entrevista, mas ao longo de todo o semestre.

5.5 Acompanhamento da aprendizagem – entrevistas clínicas

As entrevistas clínicas não ocorreram ao final do semestre letivo, mas ao longo dele. Como dito no capítulo anterior, as entrevistas clínicas tinham como objetivo coletar mais do que apenas as respostas dadas pelos alunos às questões apresentadas. O objetivo foi observar as ações praticadas ao longo das sessões de estudo e como elas se movimentam no sentido de responder à questão de investigação de nossa pesquisa.

Ao apresentar cada um dos estudantes acompanhados, apresentaremos um paralelo entre os questionários respondidos e as entrevistas concedidas. Com isso, é possível delinear o perfil de cada estudante, além de verificar a consistência nos dados coletados, uma vez que os

questionários⁷⁷ foram respondidos sem qualquer interferência. Assim, quando perguntamos na entrevista se o aluno mudou alguma atividade em sua rotina de estudo, foi possível verificar nos questionários se essa resposta foi coerente.

As atividades desenvolvidas nas entrevistas serão classificadas a partir dos sinalizadores das atitudes metacognitivas (Quadro 2) e sinalizadores configurativos da ação (Quadro 3), de acordo com os quais apresentaremos o desenvolvimento individual de cada estudante que se voluntariou para nossa pesquisa. Além disso, pretendemos verificar como as mídias digitais influenciaram esse processo.

É importante ressaltar que os estudantes se disponibilizaram voluntariamente para nosso trabalho e que as atividades foram aplicadas com o intuito de observar como os alunos estudam, influenciando inclusive, o ato de estudar. Dessa forma, decidimos por interferir ao final de cada exercício resolvido e corrigi-los com o aluno. Acreditamos que a presença de um professor-pesquisador nos momentos íntimos de aprendizagem sela um pacto de que, apesar de não interferir *a priori* e coletar os dados que se fazem necessários para a pesquisa, o professor não deve deixar um estudante com dúvidas deliberadamente desamparado. Por isso, atividades que foram programadas para durarem 50 minutos, em alguns casos duraram mais de 3 horas; de tal forma que os encontros se tornaram também um momento de aprendizagem.

5.5.1 Théo⁷⁸

Théo é um estudante de 17 anos, matriculado no curso de Engenharia da Computação. Analisando isoladamente os questionários respondidos, é possível ter uma ideia de sua rotina de estudos bem como sua relação com as mídias digitais aliadas à aprendizagem.

Ele se encaixou entre os alunos que esperavam do Cálculo I um curso complexo, devido a relatos de familiares que cursaram essa disci-

⁷⁷ É importante ressaltar que apenas os três estudantes acompanhados pelas entrevistas clínicas tiveram seus questionários identificados.

⁷⁸ Todos os nomes apresentados são fictícios, escolhidos pelos participantes da pesquisa.

plina anteriormente. O estudante acrescentou a isso o fato de ter vindo de escola pública como um possível dificultador por possíveis lacunas de conteúdo. Ao final do semestre, considerou ter atingido suas expectativas, pois considera ter conseguido aprender o conteúdo. Discussões posteriores nos levarão a concluir se essa declaração pode ser considerada como de um estudante com indicadores de amadurecimento metacognitivo ou não.

Quando perguntado sobre a importância das TIC em sua carreira profissional e sobre sua relação pessoal com elas, Théo diz que as tecnologias se referem a basicamente todo o mercado de trabalho onde pretende ingressar e que fazem parte da sua vida. Ele complementa dizendo que usa tanto para estudar, quanto para o lazer e, ao final do semestre, reforça que sua relação com as tecnologias da informação e comunicação não mudou.

A respeito de quais tecnologias ele possuía, e de como as utilizava, declarou ter tanto smartphone quanto notebook, e alegou utilizá-los aproveitando ao máximo as capacidades técnicas de cada um deles. Além disso, afirmou desabilitar as redes sociais nos momentos de estudo, embora fizesse log-in de vez em quando para conferir as notificações. No questionário final, afirmou ter incorporado o hábito de utilizar aplicativos para conferir suas respostas. O aluno considerou que dessa forma foi possível ter uma orientação durante os momentos de estudo, pois o aplicativo o ajudava a saber se estava no caminho certo.

Em outra questão, sobre as videoaulas, em ambos os questionários ele afirmou utilizá-las para estudar:

Sempre procurei videoaulas na internet para estudar, no objetivo de tirar dúvidas e ver exemplos de exercícios resolvidos

(Théo – Questionário Inicial)

Utilizei videoaulas para revisar o conteúdo e formular os resumos. As videoaulas foram muito importantes para o sucesso na disciplina.

(Théo – Questionário Final)

As duas últimas questões têm suas respostas já apresentadas em forma de tabela, para que possamos comparar as mudanças na rotina de estudos de Théo.

Tabela 1 – Materiais utilizados na rotina de estudos – Théo

Questionário Inicial	Questionário Final
Livro-texto impresso	Livro-texto impresso
Caderno com o conteúdo	Caderno com o Conteúdo
Videoaulas	Videoaulas
Notebook	Aplicativos relacionados ao conteúdo
	Smartphone
	Notebook
	Monitorias

Fonte: a partir dos dados da pesquisadora.

No que se refere aos materiais utilizados na rotina de estudo, percebemos que ele acrescentou o smartphone, aplicativos relacionados ao conteúdo e monitorias à sua lista de materiais utilizados na rotina de estudos. Temos alguns trechos de entrevista que sugerem que ele passou a utilizar com mais frequência as mídias digitais e ambientes informatizados a partir das entrevistas clínicas:

P⁷⁹: Hum, muito bom. E agora? Se você estivesse sozinho em casa, estudando. Como é que você faria para descobrir que você tá certo? Ou que você tá errado, mas, como que você faria para descobrir se você tá indo bem?

A: Se fosse no livro, eu procurava a resposta, só que a resposta no livro geralmente é bem simplificada, né?!

P: Também...

A: Também, mas geralmente num é resposta assim...

[...]

P: Então, como você faria para poder verificar que você está certo?

A: Ah, tem uns programas na internet, né?

P: Cê sabe usar?

A: Cê me falou, mas eu não coloquei em prática, então... não.

P: Ah... então. Qual que você quer testar? Malmath dos meninos ali, o Wolfram meu aqui... você pode pegar o que você quiser.

⁷⁹ Legenda: P – Pesquisadora; A – Aluno.

Ao final da entrevista clínica, perguntei ao estudante se os aplicativos e software utilizados ajudaram de alguma forma durante a atividade:

P: E aí, o que você achou do método de conferir? Você faria mais vezes?

A: Então, é... depende, porque você pode confundir. Ajuda muito, quando você estiver sozinho em casa e não tiver resposta, não achar, mas... igual pra... porque talvez a sua resposta pode estar certa mas você não consegue chegar na resposta que está lá

P: Tem que treinar esse olhar, né?

A: Mas ajuda muito

P: Vai baixar alguma coisa dessas no seu celular?

A: Wolfram

P: Tem o Wolfram, tem o Malmath...

A: Aqui no meu celular eu baixei um... Mathpix

P: Nunca vi

A: O monitor que falou, só que esse tira foto

P: O Mathpix precisa da foto da coisa?!

A: É, aí ó...

P: Ele deve ser bom pra quem não sabe programar, vamos testar aqui? [...]

A: Tem que ter internet. Deixa eu ligar a internet. [...] mas aqui, ó!

P: Acabou de te mandar pro Wolfram!

Como Théo demonstrou afinidade com o método de estudo aliado às mídias digitais e prometeu baixar alguns aplicativos em seu smartphone, comecei a segunda entrevista clínica perguntando a respeito:

P: A primeira coisa que eu gostaria de te perguntar aqui é se a entrevista anterior te fez refletir alguma coisa sobre a sua prática de estudo.

A: É... Eu aprendi que a gente deve conferir as respostas

P: Aprendeu! E aí? Você passou a utilizar algum método diferente, alguma coisa?

A: Eu passei a usar mais o meu celular, porque é mais prático

P: Passou? Mas tá bom, é o que você tem na mão.

A: Ainda mais esse aqui, que você já chega e tira a foto

P: Ah, qual é o aplicativo que tira foto?

A: Tem o Mathpix, o Photomath...

[...]

P: E aí você tem sentido o quê a respeito? Está ajudando, não está ajudando...

A: É indiscutível que ajuda, é muito bom. Quando você está sozinho e você tem dúvida de alguma coisa, você talvez não consegue achar a resolução, aí... pelo menos mesmo que não dê a resposta, já te dá uma direção do que fazer.

Na terceira entrevista, o estudante afirmou manter o ritmo de estudos que vinha tendo desde o último encontro. Quanto à sua rotina de estudos, a tabela seguinte permite comparar as mudanças ocorridas ao longo do semestre. É possível perceber que nos dois casos o estudante inicia seus estudos fazendo um resumo do assunto estudado, o que pode sinalizar uma característica teórico-prática nas estratégias de aprendizagem.

Outra questão que vale ressaltar é a perda de prioridade nas videoaulas e o ganho de relevância na busca do professor ou monitor da disciplina. Considerando que ele colocou a resolução de exercícios nos passos 2 a 4, podemos considerar que professor e o monitor passaram a agir concomitantemente a esses processos, para sanar as dúvidas que surgiam ao longo das semanas.

Uma característica que ficou clara ao longo dos encontros é que o aluno usava as mídias digitais para tirar as dúvidas que surgiram em momentos nos quais não era possível tirar as dúvidas com o professor ou monitor. Ele também demonstrou não ter o hábito de estudar em grupo, pois essa atividade ficou em último lugar tanto no início quanto no final do semestre.

Tabela 2 – Comparativo da rotina de estudos – Théo

Questionário Inicial	Questionário Final
Fazer um resumo do assunto estudado.	Fazer um resumo do assunto estudado.
Ver videoaulas na internet com foco no conteúdo.	Resolver listas de exercícios propostas pelo professor
Ver videoaulas na internet com foco na resolução de exercícios.	Resolver exercícios do livro texto.
Resolver listas de exercícios propostas pelo professor	Resolver listas de exercícios encontradas na internet.
Resolver listas de exercícios encontradas na internet.	Procurar o professor ou o monitor da disciplina para tirar dúvidas.
Resolver exercícios do livro texto.	Buscar na internet a resposta dos exercícios do livro texto.
Buscar na internet a resposta dos exercícios do livro texto.	Procurar algum aplicativo matemático que esteja relacionado à disciplina.
Procurar algum aplicativo matemático que esteja relacionado à disciplina.	Ver videoaulas na internet com foco no conteúdo.
Procurar o professor ou o monitor da disciplina para tirar dúvidas.	Ver videoaulas na internet com foco na resolução de exercícios.
Revisar a matéria com a ajuda de amigos	Revisar a matéria com a ajuda de amigos

Fonte: a partir dos dados da pesquisadora.

Falando especificamente sobre as entrevistas clínicas, Théo demonstrou boa desenvoltura com o conteúdo e soube lidar com a maioria das questões. Um trecho interessante da entrevista ocorre quando ele deve encontrar as raízes de uma função de terceiro grau e não lembra, a princípio, como fazê-lo. Tempos depois, ele recorre a conhecimentos de outra disciplina para lembrar do que deveria ser feito:

P: Eu vou ser legal com você... é possível achar raízes [de funções] no chute!

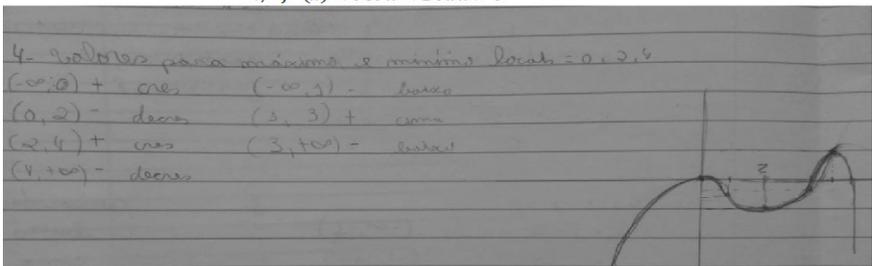
A: Eu penso em GAAL, só que aí esse termo tinha que ser negativo, né? Tem uma regra... você pega todos os divisores do termo livre, [e substitui para encontrar as raízes] só que o x tinha que ser negativo.

A única questão que realmente ele não desenvolveu sozinho foi a questão 4 da Atividade 2. A partir da resolução dessa questão, ele foi instigado a pensar um pouco mais sobre o significado de cada uma das propriedades descritas ao longo da construção de um gráfico. Curiosamente, o estudante iniciou a entrevista resolvendo a questão 5, que pedia para construir o gráfico de uma função do terceiro grau e ele cumpriu corretamente todos os passos sem precisar consultar o caderno. Uma hipótese a ser feita sobre o sucesso na questão 5 e o fracasso na questão 4 pode estar relacionada à forma de cobrar esse conteúdo nas provas. Não é muito comum ver questões como a questão 4 sendo cobrada em provas ou até mesmo sendo resolvidas em sala de aula.

Figura 12 – Resolução da questão 4 (Atividade 2)

4) Esboce o gráfico de uma função que satisfaça todas as condições dadas:

- i) $f'(0) = f'(2) = f'(4) = 0$
- ii) $f'(x) > 0$ se $x < 0$ ou $2 < x < 4$
- iii) $f'(x) < 0$ se $0 < x < 2$ ou $x > 4$
- iv) $f''(x) > 0$ se $1 < x < 3$
- v) $f''(x) < 0$ se $x < 1$ ou $x > 3$



Fonte: dados da pesquisadora.

Apresentamos a seguir os sinalizadores configurativos da ação, marcados a partir da análise das entrevistas clínicas realizadas ao longo do semestre. Os sinalizadores utilizados foram determinados por Frota (2002). Em alguns casos, adaptamos os sinalizadores para que pudessem abranger

ger os conteúdos estudados na disciplina de Cálculo, ou para a inserção de mídias digitais. Segundo a autora, é possível classificar os estudantes em 3 grupos, de acordo com os sinalizadores apontados durante as atividades. Cada coluna indica os sinalizadores observados em cada entrevista e, em seguida, analisaremos as mudanças ocorridas ao longo do tempo:

1º grupo - alunos entre os quais predominavam os sinalizadores de 1 a 7 e entre os quais também estavam presentes os sinalizadores 8 e 9;

2º grupo - alunos entre os quais predominavam os sinalizadores de 10 a 23, mas que apresentavam também os sinalizadores 8 e/ou 9;

3º grupo - alunos entre os quais predominavam os sinalizadores de 23 a 31, mas que apresentavam também alguns dos sinalizadores de 14 a 23. (FROTA 2002, p. 152)

Tabela 3 – Sinalizadores⁸⁰ configurativos da ação – Théo

Sinalizadores configurativos da ação	EC1	EC2	EC3
1. agrupar os blocos de exercícios segundo classificações teóricas inerentes ao conteúdo abordado	X		X
2. escolher a ordem dos blocos de exercícios a serem resolvidos segundo o nível de dificuldade, inicialmente atribuído à tarefa, a partir de categorizações prévias construídas sobre o assunto	X	X	X
3. selecionar a técnica de resolução de uma derivada/integral a partir de sínteses teóricas	X	X	X
4. buscar com desenvoltura uma teoria no livro, no caderno, na internet ou app do celular			X
5. ler um texto teórico, explicando o que foi lido e entendido com palavras próprias, colocando as dúvidas e estabelecendo analogias com estudos prévios			X
6. apresentar facilidade ao relacionar uma teoria nova com uma teoria já estudada	X		
7. avançar na resolução de exercícios que exigiam a aplicação de uma teoria nova, ainda não estudada no curso			X
8. explicitar com palavras, oralmente ou de forma escrita, as passagens realizadas quando da resolução das tarefas	X	X	X
9. acompanhar de modo participativo um diálogo de análise teórica a partir de um exercício resolvido do livro, ou de um exercício proposto para resolução		X	

Fonte: a partir dos dados da pesquisadora.

⁸⁰ O Quadro 3 apresenta todos os sinalizadores definidos por Frota (2002).

Como foi possível observar, Théo se manteve o tempo todo dentro da classificação dada como teórico-prático, ou seja, tem a característica de iniciar os estudos preferencialmente pela teoria. De acordo com Frota (2002), ele aprende atribuindo de significados enquanto aprofunda os conteúdos trabalhados. Do ponto de vista teórico, nunca foi preciso explicar teoria para o aluno, nem nunca ele precisou consultar o livro didático ou o caderno. Ele sempre dominava o conteúdo trabalhado. A única exceção ocorreu na Atividade 3, em duas questões de técnicas de integração que, apesar de ensinadas na sala de aula, não seriam cobradas na avaliação e, por causa disso, o aluno não se preocupou em aprender. Especificamente, nesse caso, ele fez uma pesquisa teórica na internet com uma desenvoltura razoável:

P: Faz uma busca no Google

A: Como assim?

P: Pede uma ajuda de métodos. Como integrar...

A: Não, tem substituição simples, substituição trigonométrica... mas aqui não dá pra mim usar...

P: Volta no seu caderno e olha se não tá faltando um método aí dos que você tá lembrando.

A: Eu tô sem caderno hoje.

P: Usa o Google

[...]

P: Qual foi a pesquisa que você colocou na internet?

A: Métodos de integração.

A partir desse momento, o aluno abriu um dos resultados encontrados na busca e acessou o site da Wikipédia. A princípio, ele não se lembrava do conteúdo e mencionou que o professor não havia ensinado esse assunto. Após uma breve insistência e de alguma explicação, ele lembrou um pouco do assunto e continuou a pesquisa. Em seguida, usou o site “O baricentro da mente” para trabalhar com o auxílio de um exemplo um pouco mais detalhado. A partir do exemplo dado, ele se preocupou em compreender as ferramentas matemáticas utilizadas, para que seu aprendizado fizesse sentido.

Do ponto de vista metacognitivo, os sinalizadores observados ao longo das 3 entrevistas clínicas mostram uma evolução do estudante ao

longo do semestre. Enquanto na primeira atividade, ele apresentou sinalizadores de atitudes beta e gama, na segunda e terceira atividades a maioria das atitudes tomadas são classificadas como gama. Isso demonstra um amadurecimento metacognitivo do aluno ao longo do semestre, finalizando a disciplina com proficiência de antever as perturbações e controlá-las:

Tabela 4 – Sinalizadores de atitudes metacognitivas – Théo

Atitude <i>alfa</i>	EC1	EC2	EC3
1. desconhecimento da novidade da questão			
2. insistência no uso de estratégias inadequadas			
3. insistência em não buscar o recurso teórico			
4. dificuldade em reconhecer as próprias limitações			
Atitude <i>beta</i>			
5. diálogo com a novidade	X		
6. assimilação e acomodação da novidade	X		
7. consciência das dificuldades	X		X
8. expectativa de superação das dificuldades			
9. persistência diante dos obstáculos		X	
10. atenção centrada mais na atividade			
Atitude <i>gama</i>			
11. antecipação de problemas	X	X	X
12. antecipação de soluções	X	X	X
13. autonomia ao lidar com as situações	X	X	X
14. expectativa de bom desempenho	X		
15. persistência ao lidar com o novo			X
16. atenção extrapolando, por vezes, a tarefa	X	X	

Fonte: a partir dos dados da pesquisadora.

Como exemplo de seu amadurecimento metacognitivo, retomamos o único momento entre todas as entrevistas onde o aluno demonstrou não ter conhecimento teórico para resolver o exercício solicitado. Ao fa-

zer a pesquisa na internet, ele não buscou apenas um exercício parecido com aquele que foi proposto na atividade, mas também uma explicação teórica que justificasse aquele método de integração. Não satisfeito com a primeira página visitada, foi atrás de outra que fosse mais clara em suas explicações. Além disso, em certo momento, Théo se manifestou em voz alta ao perceber que a saída para a primeira parte da questão envolvia a resolução de um sistema.

Na questão seguinte, ele percebeu que a lista trazia os 4 métodos de integração proposto pela ementa e que, logicamente, a última integral seria resolvida por um método de integração que ainda não havia sido utilizado, no caso, substituição trigonométrica. Como ele havia esquecido o caderno em casa, voltou a pesquisar na internet. Mais uma vez, ele não procurou pela resolução daquele exercício especificamente, e sim por páginas com o conteúdo afim, até encontrar as 3 possíveis substituições trigonométricas a serem feitas e decidir qual delas deveria ser utilizada. A partir do resultado de sua busca, aproveitou para discutir cada um desses casos, citando a Relação Fundamental da Trigonometria () e suas variações, e fazendo conjecturas que uniam as relações citadas com as substituições propostas.

5.5.2 Natasha

Natasha iniciou o curso de Engenharia de Produção aos 19 anos, cursando Cálculo pela primeira vez. Em seu questionário inicial, disse ter percebido algumas dificuldades em relação a alguns conteúdos não aprendidos no Ensino Médio. É importante lembrar que, quando o questionário inicial foi aplicado, o professor ainda não havia iniciado a matéria de Cálculo I. Suas aulas estavam direcionadas para alguns tópicos do Ensino Médio que deveriam ser relembrados. Ao final do semestre, a aluna considerou as expectativas de curso cumpridas na maioria das vezes, pois se sentiu frustrada por não ter conseguido aprender parte do conteúdo ensinado.

No que se refere à importância das TIC em sua carreira profissional e sobre sua relação pessoal, no início do semestre, Natasha reconhecia a importância das TIC pois, profissionalmente, coloca o usuário à frente de informações que serão úteis e abrem portas para o conhecimento. Natasha possui um *smartphone* e um *notebook*, utilizados no início do semestre com finalidades mais básicas – consultar suas redes sociais, por exemplo; mas terminou aprimorando o uso de meios tecnológicos para auxiliar em sua aprendizagem. Em sua rotina de estudos, afirmou desabilitar as redes sociais, embora fizesse *log-in* de vez em quando para conferir as notificações⁸¹. Além disso, a aluna afirmou utilizar videoaulas para auxiliar a aprendizagem ao longo do semestre:

Sim. Utilizo para melhor entendimento de matérias e para sanar dúvidas.

(Natasha – Questionário Inicial)

Sim, foi um dos meios mais utilizados, obtive bons resultados em resoluções de exercícios.

(Natasha – Questionário Final)

Para avaliar as mudanças na rotina de estudos e estratégias de aprendizagem, analisaremos as tabelas a seguir:

Tabela 5 – Materiais utilizados na rotina de estudos – Natasha

Questionário Inicial	Questionário Final
Livro texto impresso	Livro texto impresso
Caderno com o conteúdo	Caderno com o Conteúdo
Videoaulas	Videoaulas
Calculadora Científica	Aplicativos relacionados ao conteúdo
	Smartphone
	Monitorias

Fonte: a partir dos dados da pesquisadora.

No que se refere aos materiais utilizados na rotina de estudo, percebemos que ela também acrescentou o *smartphone*, aplicativos relaciona-

⁸¹ Notificações de redes sociais são avisos enviados para os usuários informando sobre suas interações, comentários recebidos e marcações feitas pelos amigos.

dos ao conteúdo e monitorias à sua lista de materiais utilizados na rotina de estudos. Em alguns trechos das entrevistas clínicas, foi possível perceber algumas mudanças. Inicialmente, foi possível constatar que Natasha não tinha o hábito de utilizar aplicativos matemáticos para estudar:

P: Aí uma pergunta que eu te faço; se você estivesse estudando sozinha, como é que você faria pra saber que você acertou, por exemplo nesse exercício que não tem gabarito?

A: Essa é a minha maior dúvida; geralmente eu olho com algum amigo, alguma coisa assim...

P: Entendi. E você sabe que existem métodos na internet que te permitem descobrir se você acertou ou não?

A: Eu sei que existe um aplicativo, que o professor enviou pra gente, pra conferir alguns... mas eu não faço uso.

P: Por que não? Porque é isso que eu estou querendo saber; é por preguiça, por não saber usar...

A: Acho que é por não saber usar.

P: Quer aprender?

A: Quero

Em seguida, fica claro que ela não utilizava esses métodos de estudo por não saber programar. Dessa forma, parte de nossa primeira atividade é voltada para permitir que ela tivesse contato com esse tipo de ambiente de aprendizagem. No início da segunda entrevista, voltei a questionar sobre mudanças na rotina de estudos:

P: A primeira coisa que eu gostaria de te perguntar é se... a primeira atividade que a gente aplicou, você aprendeu a mexer com aplicativos e tudo mais, se ela trouxe alguma mudança no seu modo de estudar.

A: Sim, facilitou mais na hora de fazer exercício, a conferir resultados. Acho que ficou melhor

P: Você começou a aplicar então, independente, na sua rotina?

A: Em alguns exercícios, eu precisava conferir resultados, aí eu usava. Às vezes tinha um pouquinho de dificuldade porque o resultado que eu encontrava estava um pouquinho diferente do site, mas era a mesma coisa

P: Aí você conseguiu manipular para poder comparar os resultados?

A: Às vezes sim.

Na terceira atividade, a estudante afirmou manter a rotina de estudos que estabeleceu no semestre. A tabela seguinte nos permite observar as mudanças ocorridas; embora ela sempre iniciasse os estudos fazendo um resumo do assunto estudado, houve grande mudança no restante da tabela. As videoaulas com foco no conteúdo ganharam destaque em sua rotina, enquanto a busca dos exercícios resolvidos caiu para a última posição. A procura pelo professor ou monitor da disciplina e a utilização de aplicativos matemáticos também subiram um pouco na prioridade de ações, mas ainda ficaram atrás de estudar com a ajuda de amigos. O hábito de estudar também em grupo ficou registrado em suas entrevistas.

Tabela 6 – Comparativo da rotina de estudos – Natasha

Questionário Inicial	Questionário Final
Fazer um resumo do assunto estudado.	Fazer um resumo do assunto estudado.
Revisar a matéria com a ajuda de amigos	Ver videoaulas na internet com foco no conteúdo.
Resolver listas de exercícios propostas pelo professor	Resolver listas de exercícios propostas pelo professor
Ver videoaulas na internet com foco no conteúdo.	Resolver exercícios do livro texto.
Ver videoaulas na internet com foco na resolução de exercícios.	Ver videoaulas na internet com foco na resolução de exercícios.
Resolver exercícios do livro texto.	Revisar a matéria com a ajuda de amigos
Buscar na internet a resposta dos exercícios do livro texto.	Procurar o professor ou o monitor da disciplina para tirar dúvidas.
Procurar o professor ou o monitor da disciplina para tirar dúvidas.	Resolver listas de exercícios encontradas na internet.
Resolver listas de exercícios encontradas na internet.	Procurar algum aplicativo matemático que esteja relacionado à disciplina.
Procurar algum aplicativo matemático que esteja relacionado à disciplina.	Buscar na internet a resposta dos exercícios do livro texto.

Fonte: a partir dos dados da pesquisadora.

Falando especificamente sobre as entrevistas clínicas, a estudante desenvolveu muito bem a maior parte dos exercícios propostos. Uma característica muito forte foi a sua organização. Ela possuía um caderno apenas para o conteúdo e outro apenas para resolver exercícios. Ques-

tionada a respeito, alegou que, dessa forma, ela sempre tinha à disposição uma revisão teórica completa e muitos exercícios de cada tópico do conteúdo, sem correr o risco de intercalar um exercício entre duas partes teóricas que não estão relacionadas a ele. Além disso, o professor sugeriu que os estudantes fizessem uma tabela-resumo com as regras de derivação e, posteriormente, ele fez o mesmo pedido para integrais, ao que a aluna obedeceu prontamente. Então, antes de resolver cada item de cada lista de exercícios, ela recorria a uma das duas tabelas-resumo para diminuir a chance de erros.

Enquanto as questões que se baseavam em resolver derivadas, integrais ou construir gráficos eram resolvidas com muita facilidade, os exercícios que demandavam interpretação de texto e aplicação de conceitos teóricos eram mais difíceis de serem resolvidos.

Uma questão que chamou a atenção foi a questão 10 da primeira lista de exercícios:

P: Então... vou te dar o Google de presente, porque eu não vou te dar isso aqui fácil assim não. Porque o que fazer é muito simples, se você sabe o que fazer. Então, como você descobriria isso?

A: Deixa eu ver. (ela lê o exercício novamente)

A: Então, aqui tá pedindo pra um tempo de 6 segundos. Não seria o mesmo que eu substituir t por 6 não, né?

P: Não, porque senão você acha o deslocamento no tempo 6, e aí sua função se torna uma constante e aí você perde sua função. Trocar t por 6 é no final.

A: Ah, tá... (silêncio)

P: Vai, usa o Google! O que você pergunta pro Google?

A: Eu não sei o que vou perguntar pro Google!

P: Pensa um pouquinho... é um exercício de... velocidade, certo?

A: Então eu vou pegar a fórmula de velocidade então?

P: Não pensa em fórmula... mas eu estou te dando uma função... [...] isso aqui é a função deslocamento. Então, o que você pergunta para o Google? “Como calcular a velocidade dada a função deslocamento”

A: Ah, sim

(ela digita a questão sugerida, abre uma página da busca)

A: Tá falando de derivada

P: Tá falando?

(A estudante lê em voz alta o resultado da pesquisa, na página wikihow⁸², escolhida por ela)

P: Ou seja, o que é pra fazer?

A: Pera aí!

(Lê novamente)

A: Pera, aí eu quero achar a derivada da velocidade, certo?

P: Olha só, ele tá falando: “em outras palavras, a equação da derivada dá a velocidade média de um objeto”. Quer dizer, o que é isso aqui,? É pegar a função s...

A: E derivar

P: Em função ao tempo.

Esse diálogo mostra que a aluna estava relutante em precisar fazer uma pesquisa sobre a teoria que fundamenta o que deveria ser feito. Ela teve a liberdade para pesquisar o que quisesse, mas também não se movimentou para buscar exatamente o enunciado dessa questão na inter-

⁸² WikiHow, Como calcular a velocidade instantânea. [s.d.]. <https://pt.wikihow.com/Calcular-a-Velocidade-Instantanea> acesso em 19/03/2018

net. Além disso, houve dificuldade em compreender o texto teórico que foi pesquisado, precisando de auxílio para compreender qual deveria ser a forma de se resolver a questão. Outro ponto a ser destacado vem dos sinalizadores configurativos da ação observado ao longo das entrevistas clínicas. De acordo com os sinalizadores apresentados por Frota (2002), podemos atribuir a Natasha, o perfil prático-teórico:

Tabela 7 – Sinalizadores⁸³ configurativos da ação – Natasha

Sinalizadores configurativos da ação	EC1	EC2	EC3
4. buscar com desenvoltura uma teoria no livro, no caderno, na internet ou app do celular		X	X
8. explicitar com palavras, oralmente ou de forma escrita, as passagens realizadas quando da resolução das tarefas	X	X	X
9. acompanhar de modo participativo um diálogo de análise teórica a partir de um exercício resolvido do livro, ou de um exercício proposto para resolução		X	X
10. classificar os blocos de exercícios fundamentando-se principalmente na prática	X	X	X
13. ordenar os exercícios a serem resolvidos principalmente a partir da prática ou do treino	X	X	X
16. apresentar dificuldades ao localizar no livro/ caderno/ internet o assunto relativo a uma dúvida teórica	X		
19. utilizar estratégias de consulta teórica preferencialmente às anotações do caderno	X	X	X
20. apresentar dificuldades em associar a teoria a um exercício	X		
21. buscar preferencialmente exercícios resolvidos para localizar estratégias de solução		X	X
23. apresentar dificuldades em relembrar conceitos teóricos	X	X	X

Fonte: a partir dos dados da pesquisadora.

Pelos sinalizadores apresentados, podemos afirmar que, ao longo de nossa pesquisa, a aluna evoluiu ao apresentar os sinalizadores 4 e 9, e por deixar de apresentar os sinalizadores 16 e 20. Essa mudança também sinaliza amadurecimento metacognitivo, pois na primeira entrevista, Natasha apresentava sinalizadores alfa, beta e gama. No decorrer do

⁸³ O Quadro 3 apresenta todos os sinalizadores definidos por Frota (2002).

semestre, a aluna deixou de apresentar atitudes alfa, mas apresentava mais atitudes beta. Ela passou a apresentar, por exemplo, a capacidade de prever um problema a ser resolvido, porém ainda não estava sinalizando a capacidade de prever a solução de um problema:

Tabela 8 – Sinalizadores de atitudes metacognitivas – Natasha

<i>Atitude alfa</i>	EC1	EC2	EC3
1. desconhecimento da novidade da questão			
2. insistência no uso de estratégias inadequadas			
3. insistência em não buscar o recurso teórico	X		
4. dificuldade em reconhecer as próprias limitações			
<i>Atitude beta</i>			
5. diálogo com a novidade	X	X	X
6. assimilação e acomodação da novidade		X	X
7. consciência das dificuldades	X	X	X
8. expectativa de superação das dificuldades			
9. persistência diante dos obstáculos	X	X	X
10. atenção centrada mais na atividade	X	X	X
<i>Atitude gama</i>			
11. antecipação de problemas			
12. antecipação de soluções			
13. autonomia ao lidar com as situações		X	X
14. expectativa de bom desempenho	X	X	X
15. persistência ao lidar com o novo			
16. atenção extrapolando, por vezes, a tarefa			

Fonte: a partir dos dados da pesquisadora.

A conduta beta de Natasha fica clara a cada questão onde era necessário buscar um pouco mais de teoria para resolvê-la. Na segunda entrevista, ela deixou claro que faria os exercícios de otimização e taxas relacionadas por último, pois eram os tópicos onde ela apresentaria mais dificuldade, ou seja, ela foi capaz de compreender em qual ponto do

conteúdo ela teria dificuldade. Entretanto, ao precisar pesquisar a respeito de certos assuntos, pedia ajuda sobre qual deveria ser a busca a se fazer na internet, não conseguia interpretar todo o texto teórico sozinha e, ao dialogar sobre esses pontos, não foi capaz de antecipar os problemas que poderiam surgir dessa teoria, tampouco antecipar a solução de algum exercício que fosse realizado nessas condições. A aluna foi aprovada na disciplina, porém não com a mesma proficiência de um aluno que apresenta conduta gama.

5.5.3 Luciano

Luciano é um estudante com um perfil diferente dos demais, pois voltou a estudar aos 30 anos, casado, com filhos e um emprego com horário flexível. Devido ao tempo que passou sem estudar, iniciou o semestre com a expectativa de aprender ao máximo, mas finalizou o período com suas expectativas frustradas justificando a reprovação pela falta de pré-requisitos.

Quanto à importância das TIC no campo profissional, o estudante afirmou que a Engenharia da Computação abrange o domínio de todas as tecnologias. No campo pessoal, reconheceu ter boa relação prática, mas que, a partir do ingresso na universidade, seria necessário um domínio teórico a respeito. Luciano informou que buscava utilizar o máximo de recursos disponíveis em seu *smartphone* e *notebook*, e afirmou não desabilitar as redes sociais enquanto estudava, para consultar os amigos em caso de dúvida. Ao final do semestre, afirmou ter modificado a maneira como utilizava as mídias digitais, aumentando as pesquisas na internet em busca de livros, apostilas, videoaulas, mas também diminuindo as redes sociais na intenção de não perder o foco. A respeito do uso de videoaulas, o estudante declarou:

Sim, procuro os conteúdos dados em sala com os temas similares e avalio a didática para que eu possa compreender da melhor forma

(Luciano – Questionário Inicial)

Utilizei, mas não obtive bons resultados, uma vez que meu problema era a base.

(Luciano – Questionário Final)

Em contrapartida, apesar de ter participado de nossa pesquisa e ter acesso à utilização de mídias digitais, afirmou no questionário final que não fez uso de sites especificamente matemáticos ou aplicativos para auxiliar em sua aprendizagem.

Novamente, iremos avaliar as mudanças na rotina de estudos e estratégias de aprendizagem, analisando as tabelas a seguir:

Tabela 9 – Materiais utilizados na rotina de estudos – Luciano

Questionário Inicial	Questionário Final
Livro texto impresso	Livro texto impresso
Caderno com o conteúdo	Livro em PDF
Videoaulas	Caderno com o conteúdo
Calculadora Científica	Videoaulas
	Notebook
	Monitorias

Fonte: a partir dos dados da pesquisadora.

No que se refere aos materiais utilizados na rotina de estudo, Luciano parou de usar calculadoras e começou a usar o notebook, utilizou tanto a versão impressa quanto em PDF do livro texto, e passou a frequentar a monitoria. Ressaltamos que, apesar dos incentivos do monitor e do professor, o estudante preferiu não trabalhar com aplicativos matemáticos. Ao contrário dos outros dois entrevistados, quando perguntado acerca da sua rotina de estudos, Luciano não citou em nenhum momento o uso de ambientes virtuais de aprendizagem como uma estratégia de aprendizagem, embora essa alternativa tenha sido apresentada durante a primeira entrevista clínica:

P: Tá, mas então como a gente verifica se você acertou?

A: Refazendo o cálculo de novo!?

P: É uma opção... mas tem outra forma?

A: Que eu conheça não... que eu me lembre agora, não.

P: Então vou te dar uma opção que está à mão. Existem sites e aplicativos que te dão derivadas matemáticas, você sabia disso?

A: Não.

Nas entrevistas posteriores, a primeira pergunta sempre tinha o objetivo de verificar mudanças na rotina de estudo:

P: A primeira coisa que eu queria te perguntar é se você notou alguma mudança no seu método de estudo ao longo do semestre.

A: Notei. Mudei algumas atitudes porque bem no início do semestre eu era muito mais videoaula, procurar questões resolvidas... E agora, mais da metade do semestre pra cá, procurar ler, por exemplo, tem o livro de cálculo. É ler o livro de cálculo, escrever o que você entendeu do livro de cálculo, então eu mudei um pouco a minha postura e vi uma melhora

P: Você viu uma melhora?

A: De interpretar a matéria. De repente... não de resolver.

Na terceira atividade, o estudante afirmou manter a rotina de estudos que estabeleceu no semestre. A tabela seguinte apresenta a mudança mais brusca dentro das prioridades de estudo. Um dos pontos críticos a se observar foi que o momento de fazer resumos, ler a matéria no livro texto ou no caderno e sintetizar o que foi compreendido, em ambos os questionários, ficou entre as últimas atividades a serem cumpridas no processo de aprendizagem. Também perderam a prioridade as visitas

ao professor ou monitor da disciplina e as videoaulas com o foco no conteúdo. Essas escolhas deixam em dúvida se estávamos diante de um estudante com características prático-teóricas ou de um estudante incipiente, com dificuldades de desenvolver ações que contribuam positivamente para sua aprendizagem:

Tabela 10 – Comparativo da rotina de estudos – Luciano

Questionário Inicial	Questionário Final
Ver videoaulas na internet com foco no conteúdo.	Revisar a matéria com a ajuda de amigos
Procurar o professor ou o monitor da disciplina para tirar dúvidas.	Resolver exercícios do livro texto.
Buscar na internet a resposta dos exercícios do livro texto.	Ver videoaulas na internet com foco na resolução de exercícios.
Ver videoaulas na internet com foco na resolução de exercícios.	Resolver listas de exercícios propostas pelo professor
Procurar algum aplicativo matemático que esteja relacionado à disciplina.	Resolver listas de exercícios encontradas na internet.
Resolver listas de exercícios encontradas na internet.	Procurar o professor ou o monitor da disciplina para tirar dúvidas.
Resolver listas de exercícios propostas pelo professor	Ver videoaulas na internet com foco no conteúdo.
Resolver exercícios do livro texto.	Buscar na internet a resposta dos exercícios do livro texto.
Revisar a matéria com a ajuda de amigos	Fazer um resumo do assunto estudado.
Fazer um resumo do assunto estudado.	Procurar algum aplicativo matemático que esteja relacionado à disciplina.

Fonte: a partir dos dados da pesquisadora.

Para obter mais respostas, devemos analisar os sinalizadores configurativos da ação apresentados ao longo da pesquisa. O sinalizador 11

foi demonstrado em todas as entrevistas, porque o aluno sempre preferiu resolver os exercícios na ordem apresentada, ao contrário de seus colegas, que classificavam as questões em grupos e resolviam primeiro as que julgavam ter mais facilidade:

Tabela 1 – Sinalizadores configurativos da ação – Luciano

Sinalizadores configurativos da ação	EC1	EC2	EC3
11. não apresentar justificativa teórica na classificação dos blocos	X	X	X
14. escolher inadequadamente o método de derivação/integração a ser usado na resolução de um exercício	X		X
16. apresentar dificuldades ao localizar no livro/ caderno/ internet o assunto relativo a uma dúvida teórica	X		
18. recorrer sempre a exemplos para o entendimento de um texto teórico	X	X	X
21. buscar preferencialmente exercícios resolvidos para localizar estratégias de solução	X	X	X
24. empregar técnicas de forma rotinizada, adotando, muitas vezes, a estratégia de sempre tentar resolver por um primeiro método, sempre numa mesma ordem de procedimentos;	X	X	X
28. exibir poucos conhecimentos prévios sobre o assunto	X	X	X
30. demonstrar pouco rigor matemático ao resolver os exercícios	X	X	X
31. apresentar dificuldades fortes na leitura assistida do texto teórico	X	X	X

Fonte: a partir dos dados da pesquisadora.

Os sinalizadores sugerem que o estudante realmente tivesse dificuldade com a disciplina, afinal teria dificuldade na leitura de textos teóricos e apresentava baixo rigor matemático. Segundo Luciano, tais dificuldades decorriam do tempo que separou seu Ensino Médio do Ensino Superior – cerca de 12 anos, e que aumentavam os obstáculos para obter sucesso na disciplina:

A: Tô entrando em parafuso... Se a derivada da primeira de $x^2 \cot x$, é $2x \operatorname{cosec}^2 x$, vezes a segunda, que é $-1/x^2$, menos a primeira, $x^2 \cot x$, vezes a derivada da segunda... a derivada da segunda é... não.. se a segunda é $1/x^2$, a derivada de

$1x^2$.. isso é igual.. não a derivada, mas isso aqui é a mesma coisa de x^2 . Agora estou me embotando por causa desse sinal de “menos” aqui. Se é, por exemplo... geralmente.. um exemplo, se aqui fosse $1/x^2$, automaticamente isso aqui é igual a x^{-2} .

P: Sim...

A: Se $-1/x^2$, se essa expressão é negativa, isso aqui vai subir negativo. Negativo vezes essa expressão negativa...

P: Olha aqui o -1 ... você concorda comigo que ele é uma constante multiplicando as coisas?

A: Sim...

P: Você acha então, que uma constante multiplicando a base, pode influenciar no expoente? No sinal do expoente?

A: (rindo sem graça) Não. Que pergunta que mata a charada... Isso aqui é a mesma coisa que -1 elevado a 1 . O expoente dele seria esse aqui, não pode então influenciar no expoente do x .

P: Do x^2 ... E qual o expoente do x ?

A: Expoente do x é 2 !

P: Quando ele tá no denominador. Quer subir ele pro numerador...

A: Ele sobe negativo... mas esse -1 aqui pode influenciar no x !

P: Mais ou menos... é -1 vezes isso aí...

A: Então, -1 vezes .

P: É ... você só tem que entender que esse “menos” não vai mexer na potência.

A: Tá! Vou raciocinar aqui pra ver se tenho uma luz. Isso aqui seria vezes... então tá! Se isso é -1 vezes , a derivada disso é... Tem esse -1 aqui, vou descer esse -2 multiplicando...

P: Mais um passo, mais uma dor... seria isso aqui a derivada dele então -1 vezes -2 vezes x elevado à -2 que eu subtraio 1 ...?

A: Pega a fórmula da regra de derivada de polinômio... Qual a regra?

P: A regra é: eu desço o expoente e diminuo 1 no expoente.

A: Então pronto! Você desceu e subtraíu, que vai dá?

P: .
A: Pronto!

Apesar dos problemas curriculares tenderem a uma classificação de Luciano como incipiente, do ponto de vista metacognitivo, ele apresentou condutas beta na maioria do tempo:

Tabela 12 – Sinalizadores de atitudes metacognitivas – Luciano

<i>Atitude alfa</i>	EC1	EC2	EC3
1. desconhecimento da novidade da questão	X	X	X
2. insistência no uso de estratégias inadequadas			
3. insistência em não buscar o recurso teórico			
4. dificuldade em reconhecer as próprias limitações			
<i>Atitude beta</i>			
5. diálogo com a novidade			
6. assimilação e acomodação da novidade			
7. consciência das dificuldades	X	X	X
8. expectativa de superação das dificuldades			
9. persistência diante dos obstáculos	X	X	X
10. atenção centrada mais na atividade	X	X	X
<i>Atitude gama</i>			
11. antecipação de problemas			
12. antecipação de soluções			
13. autonomia ao lidar com as situações			
14. expectativa de bom desempenho			
15. persistência ao lidar com o novo			
16. atenção extrapolando, por vezes, a tarefa			

Fonte: a partir dos dados da pesquisadora.

De acordo com os sinalizadores, isso significa que ele não é um aluno que pretendesse eliminar as perturbações causadas a cada novo conteúdo ministrado pelo professor, embora a cada novo exercício havia algum de-

talhe desconhecido – a maioria deles de natureza algébrica, pré-requisito do Ensino Médio. Na maior parte do tempo, nos é apresentada a conduta beta, ou seja, a cada novo exercício, ele tentava incorporar as novidades recebidas às habilidades preexistentes. Infelizmente ele não foi rápido o suficiente para desenvolver atitudes gama, que prevêm novas perturbações no sistema e tentam resolvê-las antes mesmo de aparecerem:

P: Você já ouviu falar que e^x é a mesma coisa que e^{-x} ?

A: Hum...

P: Agora pensa aqui. Aqui quando você deriva A , você vai ter e^x . E aí você escreve e^{-x} vezes e^x .

A: Em função do tempo.

P: Clareia pra você alguma coisa?

A: Clareia muito pra mim assim, só mais um passo. Porque depois disso eu sei que tem outro passo. Até o próximo passo, até o próximo passo...

Descritos e analisados os dados obtidos em nossa pesquisa, já temos condições de tecer um conjunto de considerações sobre a questão motivadora de nossa investigação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino [...]. Enquanto ensino, continuo buscando, reprocurando. Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquiso para constatar, constatando intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade.

Paulo Freire

Apresentamos agora algumas considerações com a finalidade de convergir os dados coletados em campo para um conjunto de respostas à questão de investigação que norteou nossa pesquisa:

No contexto digital, como as tecnologias podem auxiliar no desenvolvimento de estilos de aprendizagem de alunos de Cálculo Diferencial e Integral?

Para tanto, precisamos retomar alguns pontos para tecer considerações consistentes a respeito do trabalho desenvolvido.

Primeiramente, é importante relembrar nossa compreensão de contexto digital, definido como o conjunto de possibilidades que convergem às ações dos usuários de uma rede. Isso significa que, uma vez que o usuário está inserido em uma rede, são abertas portas para uma infinidade de ações que poderão direcionar suas atitudes dentro e fora desse ambiente digital, tendo ou não finalidades de aprendizagem.

O conceito de seres-humanos-com-mídia está intimamente relacionado a tal definição, pois, afinal, as pessoas podem agir de duas formas: pessoalmente ou virtualmente. Também devemos nos atentar aos estilos de aprendizagem, que são consolidados ao longo de uma trajetória educacional. Tais estilos, teórico-prático, prático-teórico ou incipiente, podem variar de acordo com o perfil do estudante e se alterar à medida

que ele se envolve em processos reflexivos sobre sua aprendizagem, sejam eles estimulados por terceiros ou por eles próprios.

É importante ressaltar que não existe um estilo “correto” de aprendizagem, mas é importante analisar / refletir sobre aquele que melhor se adequa à personalidade de cada estudante.

Nosso objetivo geral centrou-se na investigação dos processos de ensino e de aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral, no contexto digital. Dessa forma, nosso primeiro movimento foi observar como estudantes imersos dentro do conceito de seres-humanos-com-mídia para fins pessoais utilizavam tais mídias em seu processo de aprendizagem, ou seja, passamos a observar como suas ações reais e virtuais influenciaram em seus resultados acadêmicos.

Dentro desse contexto, podemos estabelecer algumas categorias / eixos de análise, à guisa de conclusão de nossa pesquisa:

- Estímulos / interações com as tecnologias disponibilizadas no contexto digital;
- Estímulos / interações com as tecnologias inseridas no contexto acadêmico;
- Estímulos / interações com as tecnologias mobilizadas no contexto da aprendizagem.

Adentremos um pouco mais detalhadamente em cada uma dessas categorias, apoiando-nos nos dados obtidos em nossos aportes teórico e metodológico, delineados nos capítulos anteriores.

1 Estímulos / interações com as tecnologias disponibilizadas no contexto digital

Da maneira como entendemos e definimos o contexto digital, nossa pesquisa mostrou que os estudantes já se apresentam inseridos nesse contexto digital com finalidades pessoais. Assim, eles já possuem co-

nhecimento das tecnologias disponibilizadas nesse contexto, ainda que, prioritariamente façam uso delas direcionadas para a comunicação e interação social, coadunando com o que afirmam Castells (2000) e Jenkins (2015).

A análise do diário de campo nos mostrou que, de fato, os estudantes estão inseridos em um contexto que favorece o uso de mídias digitais e ambientes virtuais em suas estratégias de aprendizagem. Entretanto, eles ainda não reconhecem e/ou não potencializam a utilização das tecnologias disponíveis no contexto digital nos processos de aprendizagem, de forma consistente e contínua, como revelaram nossas observações e entrevistas clínicas.

2 Estímulos / interações com as tecnologias inseridas no contexto acadêmico

Como descrito e analisado anteriormente, nossa pesquisa mostrou que o próprio contexto acadêmico atual já estimula o uso de tecnologias com fins educacionais, desde a instituição que propicia a utilização de um ambiente virtual de aprendizagem riquíssimo como o Moodle, até professores e monitores que incentivam a utilização de aplicativos e *softwares* que podem cumprir relevante papel educacional, como destacam Gravina e Santarosa (1999) e Kawasaki (2008).

A análise da entrevista com o professor nos mostrou que, ainda que um professor ou um monitor incentive a utilização de *softwares* e que os livros-textos apresentem atividades que sugerem a utilização de aplicativos matemáticos, a interação dos estudantes com professor e monitor é fundamental para a potencialização das tecnologias inseridas no contexto acadêmico em prol da aprendizagem. Em nossa pesquisa, entretanto, percebemos que essa interação ainda é muito tênue e unívoca.

3. Estímulos / interações com as tecnologias mobilizadas no contexto da aprendizagem

A partir de todos os dados descritos e analisados, nossa pesquisa mostrou que o contexto digital no qual os estudantes estão inseridos, aliado ao contexto acadêmico ao qual eles estão relacionados em busca de uma formação profissional formam uma base acolhedora para a mobilização das tecnologias no contexto da aprendizagem desses estudantes, em particular nesse estudo, no contexto da aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral, como pontuam Almeida e Valente (2001) e Maltempi (2005).

A análise do diário de campo com os participantes de nossa pesquisa nos mostrou que, diversas vezes, os estudantes sinalizaram involuntariamente a utilização de tecnologias ora como potencializadores da aprendizagem, ora como distratores da aprendizagem. Esse livre arbítrio é dado justamente pelo contexto digital, pois os estudantes não estão *on-line* em uma atividade planejada e controlada pelo professor, mas sim de posse dos seus *smartphones* concomitantemente a uma aula tradicional.

Por fim, ainda destacamos que as respostas obtidas nos questionários também sinalizam a utilização de videoaulas e/ou aplicativos de linguagem simples como estratégias de aprendizagem, “de forma complementar” às aulas ministradas pelo professor e aos recursos tradicionalmente disponibilizados, especialmente o livro-texto e as listas de exercícios. Entretanto, há que se fazer duas considerações relevantes e não necessariamente dicotômicas sobre tal ação por parte dos estudantes:

- Enquanto seres-humanos-com-mídia, tenham eles consciência ou não de sua inserção nesse coletivo pensante (BORBA & VILLAREAL, 2005) parece-nos que as mídias digitais têm sido utilizadas como “repositório teórico” ou, simplesmente, como “calculadoras gráficas”, sem uma reflexão mais profunda sobre as influências reais para sua aprendizagem;

- Enquanto protagonistas do processo de aprendizagem, tenham eles consciência ou não de sua inserção no contexto digital subjacente, parece-nos que os sinalizadores configurativos das ações e das atitudes metacognitivas não apontam para o movimento consciente da afirmação e consolidação de certo estilo de aprendizagem (FROTA, 2002).

Concluimos, portanto, nossa pesquisa, reafirmando a relevância do contexto digital para o desenvolvimento dos estilos de aprendizagem de estudantes de Cálculo Diferencial e Integral, a partir das tecnologias disponibilizadas / inseridas / mobilizadas de forma madura e consciente em prol da aprendizagem.

Com relação à pergunta do professor de Cálculo, “Então, professora, já descobriu como os alunos aprendem matemática?”, concluimos este trabalho conscientes de que esta é uma questão que não possui uma resposta fechada, principalmente no que se refere ao “como aprender”. Primeiramente, fica claro que o estudante não está alheio ao processo de ensino-aprendizagem, que começa na sala de aula e acompanha-o por todos os lugares, físicos ou não, onde se propõe aprender. Em segundo lugar, percebe-se que, às vezes os esforços para compreender um novo conteúdo não são suficientes, embora não sejam totalmente inválidos ou escassos, e que o sucesso dependerá das estratégias adotadas baseadas em seu estilo e na autoavaliação da aprendizagem. Finalmente fica claro que o domínio do estudante sobre as mídias digitais é uma escolha e, como tal, não é condição necessária para a aprendizagem de cálculo, embora seja um facilitador nesse processo.

Ademais, várias outras questões relacionadas ao contexto digital e sua concepção como ambiente virtual de aprendizagem matemática podem motivar pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

ADEY, P. It all depends on the context, doesn't it? searching for general, educable dragons. *Studies in Science Education*, v. 29, p. 45-92, 1997.

BEZERRA, C. A. **Proposta de abordagem para as Técnicas de Integração usando o software GeoGebra**. 86f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza – CE, 2015.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K; **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto Editora, 1994.

BORBA, M. C., VILLAREAL, M. E., **Humans-with-Media and the reorganization of mathematical thinking**. Springer, 2005.

BRIEN, R.; EASTMOND, N. **Cognitive science and instruction**. New Jersey: Educational Technology Publications. 1994. p.39-64.

BROWN, A. L. Knowing when, where, and how to remember: A problem of metacognition. Em R. Glaser (Org.), **Advances in instructional psychology** (Vol. 1, pp. 77-165). Hillsdale, N.J.: Erlbaum. 1978

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. 3a. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2000.

CHAGAS, A. T. R., **O questionário na pesquisa científica**. 2000. Disponível em http://www.fecap.br/adm_online/art11/anival.htm. Acesso em 13/04/2010.

COXE, I. C. **Funções racionais na integração: da técnica e tecnologia à discussão de conteúdos básicos em um curso de licenciatura em matemática**. 157f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC – MG), Belo Horizonte – MG, 2013.

CRAWFORD, K. et al. Conceptions of mathematics and how it is learned: the perspectives of students entering university. **Learning and Instruction**, v.4, p. 331-345, 1994.

CUNHA, L. G. A. **Estudo do comportamento de funções por meio da análise de suas derivadas, utilizando objeto de aprendizagem em ambientes educacionais informatizados** 152f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC – MG), Belo Horizonte – MG, 2013.

DUBINSKY, E. Reflective abstraction in advanced mathematical thinking. In: TALL, D. (Ed). **Advanced mathematical thinking**. Netherlands: Kluwer, 1991. p. 95-123.

ESTRATÉGIA. Dicionário online Aulete. Disponível em: <<http://www.aulete.com.br/estratégia>> Acessado em 03/10/2018.

FLEMMING, D. M.; GONÇALVES, M. B. **Cálculo A: Funções, limite, derivação e integração**. 6ª Edição; Ed. Pearson, 2006.

FOLLADOR, Dolores; **Tópicos especiais no ensino de matemática: tecnologias e tratamento da informação** – 2 ed. Curitiba: IbpeX, 2011 (Coleção Metodologia do Ensino de Matemática e Física, v.7)

FROTA, M. C. **O Pensar Matemático no Ensino Superior: Concepções e Estratégias de Aprendizagem dos Alunos**. 2002. 287p. Tese (Doutorado em Educação) - UFMG. Belo Horizonte.

GRAVINA, M. A., SANTAROSA, L. M. C., A aprendizagem da matemática em ambientes informatizados. In: **Informática na educação: teoria & prática**. v.2. n°1, maio 1999. p.73 – 88.

GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999

GIUSTA, A. S., Concepções de aprendizagem e práticas pedagógicas. In: **Educação em Revista**. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-46982013000100003>> Acesso em 03/10/2018.

GONÇALVES, D. C. **Aplicações das Derivadas no Cálculo I: Atividades Investigativas utilizando o GeoGebra**. 110f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática). Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Ouro Preto – MG, 2012. Resumo.

GUIDORIZZI, H. L., **Um curso de cálculo**. v.1, 5ª Ed, Editora LTC, 2001.

HAREL, G.; KAPUT, J. The role of conceptual entities and their symbols in building advanced mathematical concepts. In: TALL, D. (Ed). **Advanced mathematical thinking**. Netherlands: Kluwer, 1991. p. 82-93.

HIEBERT, J.; LEFEVRE, P. Conceptual and procedural knowledge in mathematics: an introductory analysis. In: HIEBERT, J. (Ed.). **Conceptual and procedural knowledge: the case of mathematics**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1986. p.1-27.

JENKINS, H. **A cultura da convergência**. Ed Aleph, 2015.

JACOBS, J. E.; PARIS, S. G. Children's metacognition about reading: Issues in definition, measurement and instruction. **Educational Psychologist**, 22(3/4), 1987. p.255-278.

KAWASAKI, T. F. **Tecnologias na sala de aula de matemática: resistência e mudanças na formação continuada de professores.** 212f. Tese. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMS), Belo Horizonte – MG, 2008.

LEITHOLD, L. **O Cálculo com geometria analítica.** 3ª Edição. Ed. Harbra, 1994.

LOPES, V. R. **Aprendizagem em um ambiente construcionista: explorando conhecimentos de Cálculo I em espaços virtuais.** 152f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande – MS, 2015. Resumo

MACEDO, M. A. **Manifestação geométrica das formas indeterminadas de funções: Situações Didáticas apoiadas na Tecnologia.** 118f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza – CE, 2015.

MACHADO, J. T. **A utilização do GeoGebra no ensino de Cálculo de área no curso de Química: um relato da práxis docente.** 80f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo – SP, 2016. Resumo

MALTEMPI, M. V. (2005) **Novas Tecnologias e Construção do Conhecimento: reflexões e perspectivas.** In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5., Porto. **Anais...** Porto: APM, 2005. p. 1-10.

MARTINS, E. R. **O uso dos softwares Winplot e Winmat no curso de Licenciatura em Matemática: potencialidades, possibilidades e desafios.** 126f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) – Fundação Vale do Taquari de Educação e Desenvolvimento Social (FUVATES), Lajeado – RS, 2013. Resumo

MARTINS, H. T. S. **Metodologia qualitativa de pesquisa**. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 30, n.2, p. 289-300, maio/ago. 2004.

MARTINS JUNIOR, J. C. **Ensino de Derivadas em Cálculo I: aprendizagem a partir da visualização com o uso do GeoGebra**. 123f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática). Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Ouro Preto – MG, 2015. Resumo.

MEYER, R. E. Study habits and strategies. In: ANDERSON, L. M. (Ed). **International encyclopedia of teaching and teacher education**. Oxford: Elsevier, 1995. p.434-436.

MINAYO, M. C. S., DESLANDES, S. F., GOMES, R., **Pesquisa Social – teoria, método e criatividade**. Ed. Vozes, Petrópolis, 2009.

MOURA, D. A. S. **Perspectivas no estudo de Limite: Numa perspectiva figural e conceitual - foco em objetos de aprendizagem**. 145f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC – MG), Belo Horizonte – MG, 2014.

NASSERALA, A. M. **Elaboração e descrição de situações didáticas com amparo na sequência Fedathi: O caso da integral imprópria**. 135f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza – CE, 2014.

NISBET, J.; SCHUCKSMITH, J. **Learning strategies**. New York: Routledge, 1991. p. 24-34.

PIAGET, J.; GARCIA R. **Psicogênese e história das ciências**. Lisboa: Dom Quixote, 1987. 251p.

PINTO, M.F. **Student's understanding of real analysis**. 1998. 337p. Tese (PhD) - University of Warwick, England.

PINTO, R. L. **Definições matemáticas sobre funções e suas derivadas como um eixo de discussão para o ensino e a aprendizagem do cálculo**. 144f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática). Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Ouro Preto – MG, 2014.

PIRES, L. F. R. **As Influências das Tecnologias da Informação e Comunicação nas Estratégias de Ensino e Aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral**. 242f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática). Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora – MG, 2016. Resumo

POLYA, G. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, (1944) 1995. 196p.

POZO, J. I. Estratégias de aprendizagem. In: COLL, C.; PALACIOS, J.; MARCHESI A. (Org.). **Desenvolvimento psicológico e educação: psicologia da educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p.176

REIS, T. L. B. **Integral definida: conteúdos de ensino e estratégias de aprendizagem**. 238f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC – MG), Belo Horizonte – MG, 2015.

RIBEIRO, C. Metacognição: Um apoio ao processo de aprendizagem. In: **Psicologia: Reflexão e Crítica**. 2003, p.109-116.

RICALDONI, M. A. G. **Construção e interpretação de gráficos com o uso de softwares no ensino de Cálculo: trabalhando com imagens conceituais relacionadas a Derivadas de Funções Reais**. 114f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática). Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Ouro Preto – MG, 2014. Resumo.

SKOVSMOSE, O. Cenários para investigação. In: **BOLEMA – Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro (SP), n.14, 2000, p.66-91.

SOUZA, A. A. A. **Do castelo de esperas à chegada da tecnologia: O uso do Graphmatica para o Ensino de Cálculo**. 110f. Dissertação. (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) – Fundação Vale do Taquari de Educação e Desenvolvimento Social (FUVATES), Lajeado – RS, 2015.

STERNBERG, R. J. **Psicologia cognitiva**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000. 494p.

STEWART, J. **Cálculo**, v.1. 7ª Edição, Ed. Cengage Learning, 2013.

TALL, D. Advanced mathematical thinking. In: DENZIN N. K.; LINCOLN, Y. S. (Ed). **Advanced mathematical thinking**. Netherlands: Kluwer, 1991. p. 3-21.

TAVARES, M. A entrevista clínica. In: CUNHA, J. A; **Psicodiagnóstico-V**. 5 ed. Rev. e ampl. Porto Alegre: Artmed, 2007, p. 45- 56.

TECNOLOGIA. Dicionário online Aulete. Disponível em: <<http://www.aulete.com.br/tecnologia>>Acessado em 03/10/2018.

TIKHOMIROV, O. K., **The psychological consequences of computerization**, in: *The concept of activity in Soviet Psychology*, J.V. Wertsch, ed., M.E. Sharpe Inc., New York, 1981. pp. 256-278.

THOMAS, G.B.; WEIR, M. D., HASS, J., **Cálculo**, v.1, 12ª Ed., Editora Pearson, 2012.

VIEIRA, A. F. **Ensino de cálculo diferencial e integral: das técnicas ao humans-with-media**. 204f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo (USP), São Paulo – SP, 2013.

VIGOTSKY, L.S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1994. 191p.

VOSNIADOU, S. Towards a revised cognitive psychology for new advances in learning and instruction. **Learning and Instruction**, v. 6, n.2, p. 95-109, 1996.

WEINERT, F. E. Metacognition and motivation as determinants of effective learning and understanding. Em F. E. Weinert & R. Kluwe (Orgs.), **Metacognition, motivation, and understanding** (1987. p. 1-16), Hillsdale, N. J.: Erlbaum.

SOBRE A AUTORA

Daniela Cotta Bicalho Figueiredo é licenciada em Matemática pela Universidade Federal de Viçosa (2011) e Mestre em Educação Matemática pela Universidade Federal de Ouro Preto (2019). Trabalhou por dez anos em escolas públicas e particulares com alunos do Ensino Fundamental II e Ensino Médio na cidade de Itabira, Minas Gerais. Nessa cidade, ao longo de oito anos, desenvolveu na escola SEPRO projetos interdisciplinares, cujos objetivos foram de estimular a percepção dos alunos quanto à aplicação da Matemática em diversos campos de atuação da vida estudantil. No ensino superior, lecionou na Funcesi de Itabira e na Unifei – Campus Itabira - entre os anos de 2014 a 2016. Ao ter contato com os alunos desse nível de ensino, encontrou a problematização que motivou este trabalho: a relação existente entre os alunos de Cálculo I e a internet, quando esta é utilizada como potencial ferramenta de estudo. Paralelamente, a autora coordena desde 2018 a Olimpíada Itabirana de Matemática, evento voltado inicialmente a alunos das cidades da região itabirana, mas que em 2021, em sua quarta edição, tornou-se nacional e totalmente on-line. Atualmente é professora titular no Instituto Federal do Triângulo Mineiro.

Este livro foi desenvolvido com as fontes Berkeley
Oldstyle e Pill Gothic, conforme Projeto Gráfico
aprovado pela Diretoria da Editora UFOP.

