

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Cecília Elenir dos Santos Rocha

**A DINÂMICA DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE
CÁLCULO I: UMA INVESTIGAÇÃO NO CURSO DE LICENCIATURA
EM FÍSICA DA UFSM**

Santa Maria, RS

2019

Cecília Elenir dos Santos Rocha

**A DINÂMICA DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE CÁLCULO I:
UMA INVESTIGAÇÃO NO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA DA UFSM**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª. Maria Cecília Pereira Santarosa

Coorientadora: Prof^ª Dr^ª. Carla Beatriz Spohr

Santa Maria, RS

2019

FICHA CATALOGRÁFICA

Rocha, Cecília Elenir dos Santos
A DINÂMICA DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE
CÁLCULO I: UMA INVESTIGAÇÃO NO CURSO DE LICENCIATURA EM
FÍSICA DA UFSM / Cecília Elenir dos Santos Rocha.- 2019.
193 p.; 30 cm

Orientadora: Maria Cecília Pereira Santarosa
Coorientadora: Carla Beatriz Spohr
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de
Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e
Saúde, RS, 2019

1. Cálculo 2. Física 3. Ensino e aprendizagem 4.
Unidade de Ensino Potencialmente Significativa 5.
Etnometodologia I. Santarosa, Maria Cecília Pereira II.
Spohr, Carla Beatriz III. Título.

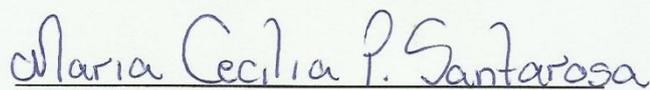
Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Cecília Elenir dos Santos Rocha

**A DINÂMICA DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE
CÁLCULO I: UMA INVESTIGAÇÃO NO CURSO DE LICENCIATURA EM
FÍSICA DA UFSM**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação em Ciências**.

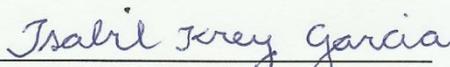
Aprovado em 25 de fevereiro de 2019:



Maria Cecília Pereira Santarosa, Dra. (UFSM)
(Presidente/Orientador)



Carla Beatriz Spohr, Dra. (UNIPAMPA)
(Coorientadora)



Isabel Krey Garcia, Dra. (UFSM)



Italo Gabriel Neide, Dr. (UNIVATES)

Santa Maria, RS.
2019

AGRADECIMENTOS

À professora Dr^a. Maria Cecília Pereira Santarosa, pela orientação, acolhimento, carinho e pelos ensinamentos ao longo desses dois anos de estudo. Obrigada por me proporcionar tantas possibilidades de crescimento e de reflexão, pelos diálogos sábios e ternos, por não medir esforços para que este trabalho fosse realizado.

À professora Dr^a. Carla Beatriz Spohr, pela orientação, por toda sua dedicação, incentivo, amizade e confiança. Palavras não serão suficientes para agradecer por tudo que fizestes por mim, por todos os ensinamentos passados desde a graduação e imenso empenho ao longo deste trabalho.

Aos membros da banca, professor Dr. Italo, professoras Dr^a. Isabel e Dr^a Cristiane, pela disponibilidade e pelas contribuições.

Aos meus pais, Homero e Marilene, pelas lições de vida e perseverança que me deram, pelo auxílio mesmo eu estando quilômetros de distância, pelos abraços afetuosos a cada retorno. Aos meus irmãos, em especial à Marenilce, que me sempre me motivou, sendo uma grande amiga nas horas mais difíceis. Ao Homero, Leonardo e Meyri, pelos momentos de alegria e pelos laços de cumplicidade que temos, saibam que podem sempre contar comigo. E ao pequeno Asafe, meu sobrinho, que trouxe felicidade para toda família.

Ao Alan Dal Forno, por ressignificar minha existência, ser meu amigo, companheiro e parceiro em todos os momentos. Obrigada pelo teu carinho e cuidado, amo-te. Agradeço à Leonice Weber, pelo zelo, pela amizade e por ter me recebido tão amorosamente em sua família.

Aos meus amigos, muitos que cruzaram meu caminho ao longo desse período, estiveram comigo me apoiando e auxiliando de inúmeras formas: Maiara Büttendebender, Ane Caroline Mello, Hariel Amaral, Daniel Soares, Ana Cantarelli, Júlia Spohr, Elisangela Brauner, Felipe Mendes, Fabiane Righi, Valéria Domingas, Amabelli Rodrigues, Paula Trindade. Especialmente, quero agradecer ao Guilherme Salgueiro Goulart, pela generosidade e empatia, por muitos momentos partilhados e pelo auxílio na elaboração da UEPS.

À Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade de formação e a realização deste estudo.

Aos professores e colegas do PPGEQVS, pelos momentos de aprendizagens e construção de conhecimentos.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa em Ensino e Aprendizagem em Ciências e Matemática pelas vivências e aprendizados.

Ao curso de Física – Licenciatura: coordenação, corpo docente, acadêmicos e demais participantes desta pesquisa.

À CAPES, pelo auxílio financeiro.

Por fim, agradeço a todos que de forma direta ou indireta contribuíram ao longo desta jornada.

*Se as coisas são inatingíveis... ora!
Não é motivo para não querê-las...
Que tristes os caminhos, se não fora
A presença distante das estrelas!*

(Mário Quintana)

RESUMO

A DINÂMICA DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE CÁLCULO I: UMA INVESTIGAÇÃO NO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA DA UFSM

AUTORA: Cecília Elenir dos Santos Rocha

ORIENTADORA: Maria Cecília Pereira Santarosa

COORIENTADORA: Carla Beatriz Spohr

No ensino superior, assim como no ensino básico, a Matemática é separada da Física em disciplinas, pois não se costuma pensar em uma abordagem integradora ao se estruturar um currículo. Esta fragmentação na formação inicial de professores de Física pode reforçar a ideia que o papel da Matemática é unicamente subsidiar aprendizagens no campo conceitual da Física, não evidenciando as articulações possíveis e importantes na busca de aprendizagens significativas. Desta forma, a presente dissertação investigou o processo de ensino e aprendizagem de Cálculo I e propôs reflexões para guiar a elaboração de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa de “Derivada” a partir de uma abordagem mais abrangente – ou integrada, no contexto de formação inicial de professores de Física. Para tanto, realizou-se um estudo fundamentado na etnometodologia, um conjunto de métodos que descreve, interpreta e constrói o mundo social, desenvolvida com alunos e professores do curso de Física da UFSM. Neste sentido, foi realizada observação participante, análise de registros e entrevistas semiestruturadas. Observou-se que as aulas assemelham-se a aspectos tradicionais de ensino, o baixo desempenho na resolução de questões avaliativas, dificuldades de compreensão, de representação gráfica, o uso do livro didático e avaliações formais de aprendizagem. A importância desta pesquisa versa sobre investigar e reconhecer dificuldades existentes, para que seja possível propor melhorias no processo de ensino e aprendizagem em cursos da área de Ciências.

Palavras-chave: Cálculo; Física; Ensino e aprendizagem; Unidade de Ensino Potencialmente Significativa; Etnometodologia.

ABSTRACT

A DYNAMICS OF THE PROCESS OF TEACHING AND LEARNING OF CALCULATION I: AN INVESTIGATION IN THE PHYSICS COURSE OF UFSM

AUTHOR: CECÍLIA ELENIR DOS SANTOS ROCHA

ADVISOR: MARIA CECÍLIA PEREIRA SANTAROSA

ADVISOR: CARLA BEATRIZ SPOHR

In higher education, as in basic education, Mathematics is separated from Physics in disciplines, because it is not usually thought of an integrative approach when structuring a curriculum. This fragmentation in the initial formation of physics teachers may lead to the idea that the role of mathematics is solely to subsidize learning in the conceptual field of physics, not evidencing the possible and important articulations in the search for meaningful learning. In this way, the present dissertation investigated the teaching and learning process of Calculus I and proposed reflections to guide the elaboration of a Potentially Significant Teaching Unit of "Derivative" from a more comprehensive - or integrated approach in the context of initial formation of physics teachers. Therefore, a study based on ethnomethodology is proposed, a set of methods that describes, interprets and builds the social world, developed with students and professors of the UFSM Physics course. In this sense, participant observation, records analysis and semi-structured interviews were carried out. It was observed that the classes resemble traditional aspects of teaching, poor performance in solving evaluative questions, difficulties in comprehension, graphic representation, use of textbooks and formal appraisals of learning. The importance of this research is to investigate and recognize existing difficulties, so that it is possible to propose improvements in the teaching and learning process in courses in the area of Sciences.

Keywords: Calculation; Physics; Teaching and learning; Potentially Significant Teaching Unit; Ethnomethodology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustração do processo de aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa. .	59
Figura 2 - O processo de aprendizagem subordinante e aprendizagem combinatória	61
Figura 3 - As formas de aprendizagem subordinada	61
Figura 4 - O processo de aprendizagem significativa segundo Ausubel.....	62
Figura 5 - A Etnometodologia enquanto método de pesquisa.....	68
Figura 6 - A Etnometodologia e a Aprendizagem Significativa como referenciais para o desenvolvimento desta pesquisa.....	70
Figura 7 - Mapa Conceitual da estrutura e procedimentos do processo de pesquisa.	72
Figura 8 - Ambiente virtual Moodle utilizado nas aulas de Cálculo I.....	85
Figura 9 - Livro de Cálculo utilizado como referência na disciplina	86
Figura 10 - Mapa conceitual sobre derivada	89
Figura 11 - Ilustração da definição de reta tangente à curva.	91
Figura 12 - Exercício resolvido pela professora para exemplificar o conteúdo de Derivada...92	
Figura 13 - Exercício resolvido pela professora para exemplificar o conteúdo de Derivada...92	
Figura 14 - Gráfico da relação de erros e acertos na questão de modelagem matemática.	95
Figura 15 - Exemplo de identificação dos dados feita pelo A5.....	96
Figura 16 - Exemplo de resolução feita pelo A16.	96
Figura 17 - Gráfico da relação de erros e acertos na questão de função definida por partes. ..97	
Figura 18 - Exemplo de gráfico incorreto feito pelo A7.	98
Figura 19 - Exemplo de resolução feita pelo A15.	99
Figura 20 – Gráfico com a relação de erros e acertos na questão de função definida por partes com alternativas.....	100
Figura 21 - Exemplo de resolução feita pelo A14.	100
Figura 22 - Gráfico da relação de erros e acertos na questão de interpretação geométrica e definição da derivada.....	101
Figura 23 - Exemplo de resolução feita pelo A1	102
Figura 24 - Exemplo de resolução feita pelo A30.	102
Figura 25 - Exemplo de representação gráfica construída pelo A18.....	103
Figura 26 - Gráfico da relação de erros e acertos na questão de derivação e equação da reta tangente à curva.	104
Figura 27 - Exemplo de resolução feita pelo A19.....	105

Figura 28 - Gráfico da relação de erros e acertos na questão de cálculo com aplicação na física	106
Figura 29 - Exemplo de resolução feita pelo A13.	107
Figura 30 - Gráfico da relação de erros e acertos na questão de resolução de cálculos.	107
Figura 31 - Exemplo de resolução feita pelo A7	108
Figura 32 - Exemplo de resolução feita pelo A18	108
Figura 33 - Exemplo de resolução feita pelo A13.	108

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação dos artigos selecionados por periódico e suas respectivas classificações nas unidades de análise e categorias emergentes.....	35
Quadro 2- Registros do diário de bordo por conteúdo desenvolvido na disciplina de Cálculo I.	79
Quadro 3 - Relação das categorias e subcategorias elaboradas na análise das entrevistas dos alunos.....	112
Quadro 4 - Relação das categorias e subcategorias elaboradas na análise das entrevistas dos professores.....	123

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATD	Análise Textual Discursiva
CE	Categorias Emergentes
ITA	Instituto Tecnológico De Aeronáutica
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
UA	Unidades De Análise
UEPS	Unidades De Ensino Potencialmente Significativas
UFOP	Universidade Federal De Ouro Preto
UFRJ	Universidade Federal Do Rio De Janeiro
UFSM	Universidade Federal De Santa Maria
UNIPAMPA	Universidade Federal Do Pampa

SUMÁRIO

SUMÁRIO	22
1 INTRODUÇÃO	23
1.1 JUSTIFICATIVA.....	25
1.2 OBJETIVOS.....	25
1.2.1 Objetivo Geral	26
1.2.2 Objetivos Específicos	26
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	26
2 REVISÃO DA LITERATURA	29
2.1 MANUSCRITO: O ENSINO E APRENDIZAGEM DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL: PESQUISAS E IMPLICAÇÕES NA SALA DE AULA.....	29
2.2 IMPORTÂNCIA DO ESTADO DO CONHECIMENTO PARA ESTA DISSERTAÇÃO	53
3 REFERENCIAL TEÓRICO: TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA ...	55
3.1 CONDIÇÕES PARA OCORRÊNCIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	55
3.2 ATRIBUIÇÃO DE SIGNIFICADOS: O PAPEL DO SUBSUNÇOR	57
3.3 APRENDIZAGEM MECÂNICA E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	57
3.4 TIPOS E FORMAS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	60
3.5 O MATERIAL POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO	63
3.6 UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS	64
4 ASPECTOS METODOLÓGICOS	67
4.1 REFERENCIAL METODOLÓGICO ADOTADO: A ETNOMETODOLOGIA.....	67
4.2 DESENHO DO ESTUDO.....	72
4.3 OS ATORES ENVOLVIDOS E ASPECTOS ÉTICOS	73
4.4 CRITÉRIOS DE ANÁLISE:.....	73
4.5 O CONTEXTO DA INVESTIGAÇÃO: A UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA.....	74
4.6 O CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA	74
4.7 O CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL NO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA DA UFSM	75
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
5.1 ETAPA I – INVESTIGAÇÃO ETNOMETODOLÓGICA.....	77
5.1.1 Observação participante na disciplina de Cálculo I	78
5.1.2 Síntese das observações e discussão	82
5.1.3 Observações da Avaliação I	93
5.1.4 A concepções dos atores envolvidos: análise das entrevistas	110
5.1.4.1 <i>Os discentes</i>	110

6 ETAPA II - ENCAMINHAMENTOS E PROPOSTAS	133
6.1 UEPS PARA O ENSINO DE DERIVADA: ESTRATÉGIAS POSSÍVEIS NO PROCESSO DE ENSINO DE CÁLCULO VISANDO UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	134
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	137
7.1 PERSPECTIVAS FUTURAS	140
8 REFERÊNCIAS	141
9 ANEXOS	149
ANEXO 1 - REGISTRO DO CEP	149
ANEXO 2 – ROTEIRO DE ENTREVISTAS PARA ALUNOS	153
ANEXO 3 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	154
ANEXO 4 – ROTEIRO DE ENTREVISTAS PARA PROFESSORES	156
ANEXO 5 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	157
ANEXO 6 – ENTREVISTA COM ALUNOS	159
ANEXO 7 – ENTREVISTAS COM PROFESSORES	172

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho é fruto de minha pesquisa de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, desenvolvida no âmbito da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Nascida em Uruguaiana, cidade da fronteira oeste do Rio Grande do Sul, minha trajetória acadêmica iniciou em 2012, ao ingressar no curso de Ciências da Natureza – Licenciatura, ofertado na Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) campus Uruguaiana.

Uma composição de fatores teve influencia direta nesta escolha. Enquanto aluna na escola básica, sempre tive curiosidade e interesse pelas disciplinas de matemática, física e química. Ao mesmo tempo, admirava as pessoas que se dedicavam a tarefa de ensinar, seja através de conteúdos, saberes ou valores. No ano de 2011, quando cursei o terceiro ano do ensino médio tive a oportunidade de participar de um curso de férias, intitulado “*Os alimentos e a nossa saúde*”, ofertado pela UNIPAMPA e UFSM na escola que eu frequentava, com caráter investigativo na área de ciências. Por estes aspectos, aliado a ocasião de estudar em uma universidade pública, que se estabelecia na cidade há poucos anos, minha escolha foi feita sem muita demora.

Ao cursar Ciências da Natureza, um curso com a proposta de formação na área do conhecimento, onde uma das palavras mais utilizadas por professores e alunos no decorrer das disciplinas é *interdisciplinaridade*, me vi por vezes motivada com as propostas de atividades que nos eram feitas, porém, algumas vezes foi perceptível que havia determinada fragmentação entre as disciplinas de física – química – biologia. Alguns dos conceitos eram relativos a duas ou às três áreas, e poderiam ter sido melhores compreendidos caso tivessem sido trabalhados de maneira articulada. Da mesma forma, durante todo curso percebia que colegas apresentavam dificuldades principalmente na disciplina de física, que muitas vezes estavam relacionadas à falta de domínio de conceitos da matemática.

Na realização dos Estágios Supervisionados em 2015 e 2016, nos últimos semestres da graduação, na qual escolhi fazê-los na Física, novamente percebi que os alunos tanto do ensino fundamental (8^a série) quanto do ensino médio (3^o ano) apresentavam grandes receios e problemas quando o conteúdo exigia deles o uso da linguagem matemática. A percepção destas dificuldades enquanto acadêmica e estagiária conduziram-me a questionamentos relacionados à superação das referidas problemáticas e a intenção de investigar a temática.

Em 2017, ao ingressar no mestrado, houve a possibilidade de realizar uma investigação no contexto da UFSM, que após alterações, orientações e aprendizados, tem resultado na elaboração da presente pesquisa.

No ensino de Ciências é comum que muitas dificuldades de aprendizagem sejam relacionadas pelos alunos às suas limitações no que diz respeito à apropriação de conceitos oriundos do campo de estudos da Matemática. Professores alegam que os estudantes não entendem Física devido à fragilidade de conhecimentos matemáticos, e apontam que a linguagem matemática é a grande responsável pelo insucesso escolar no ensino de física (PIETROCOLA, 2002). Porém, conforme descrito por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009) fala-se muito da necessidade de pré-requisitos, a exemplo da capacidade de leitura e escrita ou domínio de certas habilidades matemáticas, como se essas linguagens existissem de forma isolada, sem que fosse preciso adquirir um significado de expressão ou comunicação para representar determinada ideia ou conhecimento.

Ataíde e Greca (2013) relatam que em níveis mais avançados de ensino é preciso descrever os fenômenos físicos de uma determinada teoria ou mesmo resolver problemas referentes a ela, o que requer tanto a compreensão da teoria quanto a sua formulação matemática. Segundo Santarosa e Moreira (2011, p.329) *“o uso da linguagem e das notações da Matemática nas aulas de Física pode esclarecer o papel que a abstração deve exercer como instrumento facilitador da aprendizagem conceitual e experimental dos fenômenos físicos”*. Em contrapartida, ressalta-se a importância que a Física exerce para a matemática, pois como descreve Pietrocola (2002, p. 106) *“não se trata apenas de saber Matemática para poder operar as teorias Físicas que representam a realidade, mas de saber apreender teoricamente o real através de uma estruturação matemática”*. Deste modo, considerando ser indispensável valer-se da Matemática para ensinar ou aprender Física, cabe pensar qual seria a melhor abordagem para favorecer uma aprendizagem satisfatória e significativa baseada na essência desta relação.

No ensino superior, assim como no ensino básico, a Matemática é separada da Física em disciplinas, pois não se costuma pensar em uma abordagem integradora ao se estruturar um currículo. Existe a ideia que, primeiramente, precisa haver o domínio das ferramentas matemáticas, e nesse caso, os cursos das áreas de exatas começam com disciplinas como Cálculo e Geometria Analítica, para que depois se mencione as aplicações destes conhecimentos nas disciplinas de Física (KARAM; PIETROCOLA, 2009). Por terem uma

formação inicial assim constituída, não raro no futuro esses profissionais, e nesse caso estão inclusos principalmente professores de Física, atribuirão as dificuldades enfrentadas pelos alunos no processo de aprendizagem à falta de pré-requisitos ou de domínio matemático para compreender de forma esperada os conteúdos trabalhados em sala de aula.

Este processo resulta na reflexão sobre como a configuração do ensino ao longo da formação acadêmica pode levar os alunos a compreenderem ambas as disciplinas de maneira articulada e integrada, e com isso, promover aprendizagens que façam sentido ao aluno. Desta forma, emerge a seguinte questão: *de que forma a investigação das dificuldades existentes no processo de ensino e aprendizagem de cálculo pode contribuir na construção de um material supostamente potencialmente significativo direcionado a alunos do curso de Licenciatura em Física?*

Se considerarmos a Matemática como linguagem que permite estruturar o pensamento para apreender o mundo, o ensino da ciência deve garantir os meios para que os estudantes adquiram esta habilidade, que não se restringe ao mero domínio operacional dos conteúdos matemáticos (PIETROCOLA, 2002). Neste sentido, tem-se então a preocupação com o ensino integrado, articulado e significativo para que exista uma formação adequada à uma perspectiva científica atual.

1.1 JUSTIFICATIVA

Esse trabalho se justifica pela necessidade de investigar e reconhecer as dificuldades de aprendizagem no ensino de Ciências e Matemática, mais especificamente às que estão relacionadas com a formação de professores de Física, em nível de ensino superior, propondo alternativas para melhorar a compreensão dos estudantes. Santarosa e Moreira (2011, p.319) afirmam que realmente *“Física não é Matemática. Contudo não há como fugir da articulação que se faz necessária no ensino, entre as duas áreas. Não levar em conta esta possível articulação pode subentender um isolacionismo da matemática com relação às áreas científicas”*. Desta forma, identificar e buscar alternativas que contribuam na formação de professores, superando limitações de um ensino fragmentado é válido no aprimoramento dos processos de ensino e aprendizagem em Educação em Ciências.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Investigar o processo de ensino e aprendizagem de Cálculo I e guiar a elaboração de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa visando uma possível aprendizagem do conceito matemático de “Derivada”, no contexto de formação inicial de professores de Física.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Verificar como a Matemática é transposta nas aulas de Cálculo I para alunos da licenciatura em Física;
- Investigar o Estado do Conhecimento sobre a temática Ensino de Cálculo e sua contribuição para esta pesquisa;
- Averiguar concepções dos professores de Cálculo I e Mecânica acerca do sistema de ensino e aprendizagem nesta área do conhecimento, para alunos da Física Licenciatura;
- Identificar as concepções dos alunos da Física Licenciatura com relação ao sistema de ensino e aprendizagem nesta área do conhecimento;
- Propor reflexões para a elaboração de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o ensino de Derivada para alunos da licenciatura em Física.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O texto que compõe a presente dissertação está estruturado através dos seguintes capítulos:

Revisão da Literatura, apresentada através do artigo nomeado “O ensino e a aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral: pesquisas e implicações em sala de aula”. Através desta seção, a intencionalidade é resgatar, descrever e analisar os estudos já realizados nesta área do conhecimento, e considerações relevantes à temática escolhida, na qual possam contribuir para o cumprimento do que se propõe o presente trabalho de mestrado.

Referencial Teórico, que compreende características da teoria que proveem o embasamento teórico adotado durante a pesquisa, e guia o enfoque que se pretende assumir. Este está relacionado aos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa.

Aspectos metodológicos, que indica o percurso da pesquisa, quais procedimentos adotados para coleta e análise de dados, os indivíduos envolvidos e o contexto na qual as

ações são executadas. O referencial metodológico adotado foi a Etnometodologia, que guiou as etapas que compõem este percurso investigativo.

Resultados e Análises, que abrange os dados e transformações sobre a etapa de observação participante e entrevistas realizadas.

Encaminhamentos e Propostas, que traz indicativos que emergiram dos resultados e considerações obtidos através das etapas realizadas na pesquisa, que podem auxiliar na elaboração do material supostamente potencialmente significativo no ensino de Cálculo para a Física.

Considerações Finais: relaciona as asserções do presente estudo, bem como suas perspectivas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo apresenta-se a revisão da literatura realizada ao longo do processo de pesquisa, na qual se optou por organizar na forma de manuscrito, a ser submetido em periódico científico para avaliação. Neste, foram mapeados e analisados os trabalhos já produzidos sobre o tema Ensino de Cálculo. Este tipo de pesquisa bibliográfica denomina-se Estado do Conhecimento, e permite conhecer o que vem sendo discutido pela comunidade acadêmica a respeito da temática de interesse.

2.1 MANUSCRITO: O ENSINO E APRENDIZAGEM DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL: PESQUISAS E IMPLICAÇÕES NA SALA DE AULA

RESUMO

O objetivo deste trabalho é identificar e analisar artigos publicados em periódicos que abordem o tema Ensino de Cálculo no período de 2007 a 2017, para conhecer o que vem sendo discutido e as contribuições nos processos de ensino e aprendizagem desta temática. Foi realizado um estudo qualitativo, caracterizado como Estado do Conhecimento onde se encontraram dezenove artigos, analisados na perspectiva da Análise Textual Discursiva. Observou-se que dificuldades são referenciadas por grande parte dos autores, e que impulsionam estudos e desenvolvimento de estratégias como a utilização de softwares, mapas conceituais, análise de erros, ambientes virtuais de aprendizagem para superar as problemáticas existentes no contexto de diferentes cursos superiores. Considera-se que esta pesquisa traça um panorama dos trabalhos desenvolvidos e que as discussões elencadas possam colaborar com investigações futuras e desenvolvimento de ações visando melhorias no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos matemáticos do Cálculo.

Palavras-chave: Estado do Conhecimento. Interdisciplinaridade. Dificuldades. Análise Textual Discursiva. Ensino de Física.

ABSTRACT

The objective of the present work is to identify and to analyze articles published in scientific magazines that they approach the theme Teaching of Calculation in the period from 2007 to 2017, to know what has been discussed as well as the contributions in the teaching processes and learning of this theme. A qualitative study was accomplished, characterized as State of the Knowledge where they met nineteen articles, analyzed in the perspective of the Discursive Textual Analysis. It was observed that the existent difficulties are referenced for the authors, and that impel studies and development of strategies as the use of softwares, conceptual maps, analysis of mistakes, virtual atmospheres of learning, to overcome the existent problems in the context of different higher education. Its is considered that this research moth a panorama of the works that has been developed and that the discussions can collaborate with future investigations and development of actions seeking improvements in the teaching process and learning of the mathematical concepts of the Calculation.

Keywords: *State of the knowledge. Interdisciplinarity. Difficulties. Discursive Textual Analysis. Physic teaching.*

INTRODUÇÃO

A matemática enquanto disciplina é uma ciência que está presente ao longo de toda trajetória escolar básica dos alunos e em muitos dos diferentes cursos de graduação existentes nas instituições de ensino. Segundo Xavier (2015), ela vem sendo constituída há milhares de anos, em constante desenvolvimento mesmo com resultados e teorias milenares que se mantêm e são úteis até os dias de hoje; ela é uma ferramenta essencial para áreas como Engenharia, Medicina, Física, Química, Biologia e para as Ciências Sociais, está presente no cotidiano de todos e é utilizada em situações simples, como separar o dinheiro para pagar uma passagem de ônibus ou planejar a aquisição de um novo bem.

Mesmo desempenhando tamanha importância, algumas vezes a disciplina de matemática acaba tendo conotação negativa, alguns alunos sentem dificuldades na sua aprendizagem, o que acarreta reprovações na disciplina, ou mesmo quando aprovados, não se sentem seguros para utilizar o conhecimento adquirido, construindo até uma baixa autoestima devido a insucessos na área (SANTOS; FRANÇA; SANTOS, 2007). Messias e Brandemberg (2015) apontam que os relatos das dificuldades na aprendizagem em matemática nos diferentes níveis de ensino são apresentados em diversos estudos a partir das últimas décadas do século XX, sendo estas, no ensino superior, manifestadas de forma expressiva em Cálculo.

A origem do Cálculo está relacionada com as dificuldades de lógica que os antigos matemáticos gregos encontravam ao tentar exprimir suas ideias intuitivas sobre as relações e proporcionalidades das linhas que eram vagamente reconhecidas como contínuas (GARZELLA, 2013, p. 23). Segundo Richit (2010) ao longo dos anos, o processo de constituição do Cálculo ocorreu com a contribuição de vários matemáticos, como Cavalieri, Barrow, Fermat e Kepler, mesmo que de forma imprecisa ou não rigorosa para resolver vários problemas matemáticos. De acordo com este autor, nesta época ainda não existia uma construção logicamente estruturada do cálculo, que só veio a acontecer quando Newton e Leibniz realizaram a união das partes que até então eram conhecidas e utilizadas, fazendo um aperfeiçoamento e desenvolvimento das técnicas, dando origem aos conceitos mais relevantes no campo conceitual do cálculo: a Derivada e a Integral.

No Brasil, inicialmente o cálculo foi introduzido nos cursos superiores como uma disciplina que deveria fornecer as ferramentas matemáticas necessárias para que futuros militares e engenheiros fossem capazes de resolver problemas nas suas respectivas áreas de atuação. Com a fundação da Universidade de São Paulo em 1934 houve mudanças no ensino de cálculo, e uma excessiva valorização do rigor simbólico-formal na apresentação dos

conteúdos, em um sistema de ensino de Análise. Desde então, o ensino de cálculo passou por inúmeras transformações ao longo dos anos, sem que existisse uma preocupação em discutir quais deveriam ser os objetivos específicos dessa disciplina, bem como o seu papel nos mais diversos cursos de graduação (LIMA, 2013).

Alvarenga, Dorr e Vieira (2016) afirmam não serem poucas as pesquisas e inquietações que envolvem o ensino e a aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral. Segundo os autores, na década de 80 aconteceu o movimento Reforma do Cálculo, que veio de outros países chegando ao Brasil, buscando a inserção de metodologias que abrangessem o uso de computadores e mais contextualizações no intuito de melhorar a aprendizagem neste campo do saber. Porém, o debate em torno dos processos de ensino e aprendizagem que ocorre nas salas de aula da educação superior ainda é recorrente e as inquietações geradas impulsionam pesquisas como a apresentada neste trabalho. De acordo com Morelatti (2002, p. 1-2):

O papel da universidade, historicamente assumido, de transmitir informações produzidas e sistematizadas pela humanidade, está em cheque. O professor, em geral, especialista na área, detém a informação que é transmitida aos alunos, de maneira hierarquizada e em ordem crescente de complexidade, sem relacioná-la aos diferentes domínios do saber ou com a vida cotidiana. Ao estudante resta memorizar e reproduzir. A parte mais difícil – ser capaz de tornar as informações que lhe foram transmitidas, integrá-las e transformá-las em conhecimento próprio – não lhe é ensinado ou exigido. E ainda, fica na dependência de sua iniciativa preparar-se para quando sair da universidade, ser capaz de aplicar seus saberes em situações reais. A elaboração de conhecimentos, conceitos, procedimentos, atitudes pelo próprio aprendiz é deixada em segundo plano. O pensar, o criar, o elaborar e sistematizar o próprio conhecimento são negligenciados. Isto significa que o pensar, o inovar, o comprometer-se não são cuidados diretamente. A própria organização acadêmica nesta instituição revela o que é nela valorizado. O conhecimento é fragmentado em disciplinas justapostas, que muitas vezes não se comunicam e não se relacionam entre si.

Na pesquisa deste trabalho, o foco está voltado para os processos de ensino e aprendizagem de Cálculo realizado no ensino superior, mais especificamente aos que tenham relação com a formação de professores de Física. Isto porque, “consideramos que a Física e o Cálculo compartilham uma base comum de linguagem e de conceitos” (FLORES; LIMA; FONTELLA, 2017, p. 60). Ademais, o presente trabalho compõe parte de uma pesquisa de mestrado que busca analisar as dificuldades na aprendizagem de Cálculo por alunos da Licenciatura em Física, visando a elaboração de materiais que auxiliem na aprendizagem destes estudantes.

A problemática que orienta a pesquisa busca responder à seguinte questão: em artigos científicos, quais as discussões, investigações e abordagens vêm tendo destaque no ensino e

na aprendizagem de Cálculo por alunos de cursos superiores, com ênfase para os de licenciatura em física?

Portanto, o objetivo deste trabalho é identificar e analisar trabalhos publicados em revistas científicas que abordem o tema Ensino de Cálculo ao longo dos últimos 10 anos, para conhecer o que vem sendo discutido e as contribuições nos processos de ensino e aprendizagem. Ainda, buscamos investigar os estudos realizados nesta área do conhecimento, identificar o contexto de ensino e aprendizagem e como ele é descrito pelos autores nos trabalhos científicos, averiguando as relações estabelecidas com outras áreas, com destaque para a Física. Por último, analisam-se quais as ferramentas, estratégias, metodologias e articulações vêm sendo utilizadas no ensino de Cálculo e como estas favorecem aprendizagens mais relevantes aos alunos.

ASPECTOS PROCEDIMENTAIS

Para cumprir o objetivo a que se propõe o presente trabalho, optou-se por realizar um estudo qualitativo, caracterizado como estado do conhecimento. Ao realizar a pesquisa, foi necessária a utilização de um referencial para o tratamento das informações, sendo a mais adequada neste contexto a Análise Textual Discursiva. O detalhamento do estudo e procedimentos adotados na recolha e análises dos artigos estão nas duas seções descritas na sequência.

Características do estudo e coleta de dados: Estado do Conhecimento

Neste estudo buscaram-se fazer a identificação e análise dos trabalhos publicados nos periódicos ao longo dos últimos 10 anos (2007 – 2017), portanto, foi realizado um estudo qualitativo, de caráter descritivo classificado como *estado da arte* ou *estado do conhecimento*. De acordo com Ferreira (2002) as pesquisas com esta classificação são definidas como de caráter bibliográfico, e comumente se desafiam a mapear e discutir determinada produção acadêmica em campos distintos do conhecimento, buscando caracterizar os aspectos e dimensões que vêm tendo destaque em diferentes épocas e lugares. Ainda, estas pesquisas são reconhecidas pela metodologia com característica inventariante e descritiva da produção

acadêmica e científica sobre um tema, à luz de categorias e aspectos de cada trabalho e no conjunto deles (FERREIRA, 2002).

Assim como Morosini e Fernandes (2014) trabalharemos com o estado de conhecimento como objeto formativo e instrumental que propicia a leitura da realidade do que está sendo discutido na comunidade acadêmica e da formalização metodológica que favorece o desenvolvimento do percurso investigativo.

Desta forma, para mapear os estudos que compõem a análise realizada, inicialmente consultou-se na Plataforma Sucupira¹ a listagem de periódicos classificados com Qualis A1 e A2 na área de ensino (correspondente ao quadriênio 2013-2016), por se tratar do alvo da investigação. A partir da listagem obtida, foram selecionadas revistas considerando as que possuem ênfase na publicação de manuscritos que abordem o ensino de matemática, ensino de ciências, formação em nível superior e ensino de física. Após esta seleção, em cada uma das revistas foram feitas buscas pelos artigos de interesse, com as seguintes palavras-chave: *cálculo*, *cálculo diferencial*, *ensino de cálculo*, *cálculo para a física*, *cálculo no ensino superior*.

Quando a revista não possuía a ferramenta *buscar* em sua página, a busca foi feita através da leitura do título e resumos dos artigos disponíveis em cada edição, durante o período correspondente aos anos da investigação. Finalmente, foram realizadas buscas no portal SciELO – Scientific Electronic Library Online², com as mesmas palavras-chave, visando mapear os demais artigos disponíveis em revistas que não haviam sido anteriormente selecionadas, mas que poderiam contribuir com a investigação.

O enfoque dado ao presente trabalho é voltado ao ensino de Cálculo, por este motivo, os textos selecionados são aqueles cujo conteúdo faz alguma referência ao processo de ensino e aprendizagem, bem como pesquisas que trazem esta preocupação, não optando pelos que se atentam as definições e assuntos teóricos dos conteúdos que compõe o campo do saber de Cálculo Diferencial e Integral. Não se trata de preferir o conhecimento pedagógico em detrimento ao conhecimento de conteúdos, mas investigar como o processo de ensino e aprendizagem deste vem sendo descrito considerando o contexto em que ele é realizado, isto é, em sala de aula. No total, foram encontrados dezenove artigos, disponíveis em nove periódicos diferentes.

¹ Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/index.xhtml>.

² Disponível em <http://www.scielo.org/php/index.php>.

Método para Análise dos Dados: a Análise Textual Discursiva

Concluída a etapa de coleta dos artigos relativos ao tema que nos propomos a investigar, o método escolhido e utilizado na análise destes denomina-se Análise Textual Discursiva (ATD). Nela, parte-se de um conjunto de documentos que compreende as informações da pesquisa, sendo necessária uma seleção e delimitação rigorosa para que se obtenham resultados válidos e confiáveis, na qual, dá-se o nome de *Corpus* (MORAES, 2003). O *corpus* do presente estudo compreende os dezenove artigos relacionados à questão que norteia a pesquisa, encontrados em periódicos científicos.

De acordo com Moraes e Galiazzi (2006) nesse tipo de análise qualitativa, o processo de análise propriamente dito inicia com a desconstrução do corpus e a realização da unitarização dos textos separados em unidades de significado; estas, por sua vez, podem gerar outros conjuntos de unidades resultantes da interlocução empírica, teórica e das interpretações do pesquisador. Depois desta unitarização intensa e profunda, efetiva-se a articulação dos significados semelhantes, unindo as unidades que se assemelham: processo que recebe o nome de categorização.

Através da leitura de cada um dos artigos encontrados, buscaram-se identificar em cada um dos textos disponíveis, qual seu objetivo principal e qual metodologia os autores utilizaram no desenvolvimento do estudo. Por exemplo, ao tentar compreender o que já vem sendo discutido na comunidade acadêmica sobre o ensino de cálculo, dois dos dezenove trabalhos apresentam semelhanças em relação ao objetivo que o trabalho se propõe a cumprir. E assim, ao realizar esta análise com cada um dos elementos correspondente ao *corpus* da pesquisa, após a unitarização dos textos encontrados, obtivemos um total de três *unidades de análise* (UA), são elas:

- A. *Discussões e levantamentos anteriores*: pesquisas cujo enfoque é descrever algum estado do conhecimento sobre o tema ensino de cálculo, fazendo uma revisão na literatura científica disponível no momento da investigação;
- B. *Contexto e processo de ensino e aprendizagem*: artigos na qual os textos estão voltados às problemáticas e ações que podem envolver mudanças estruturais na disciplina, ou na forma que ocorre o ensino e a aprendizagem, investigadas pelos autores dos estudos;

C. *Estratégias para o ensino de cálculo*: trabalhos que utilizam e descrevem experiências com determinado recurso de ensino no processo de ensino e aprendizagem de cálculo.

A partir da constante releitura dos textos encontrados entre os elementos que compõe cada uma das UA estabelecidas, quando possível procurou-se novamente realizar a articulação entre os instrumentos que possuíam características semelhantes no que se refere às asserções obtidas nos estudos, processo na qual foi possível chegar às seguintes categorias emergentes (CE):

- I. Estado do Conhecimento – UA A (2 artigos);
- II. Dificuldades na aprendizagem de Cálculo – UA B (3 artigos);
- III. Investigação do contexto do ensino – UA B (6 artigos);
- IV. Uso de mapas conceituais – UA C (3 artigos);
- V. Uso de tecnologias no ensino de cálculo – UA C (5 artigos);

A descrição detalhada dos artigos encontrados em cada periódico e a classificação por unidade de análise e categoria emergente está disponível no quadro 1.

(continua)

Quadro 1 - Relação dos artigos selecionados por periódico e suas respectivas classificações nas unidades de análise e categorias emergentes.

Periódico	Autor(es) e Ano de Publicação	UA/CE
1. Revista Brasileira de Ensino de Física	ADMIRAL, T. D. (2016)	B – II
2. Ciência & Educação	FORNARI, A. ET. AL. (2017)	B – III
3. Formación Universitária	GORDILLO, W.; PINZÓN, W. J.; MARTÍNEZ, J. H. (2017)	C – IV
4. Caderno Brasileiro de Ensino de Física	FLORES, J. B.; LIMA, V. M. R.; FONTELLA, C. R. F. (2017)	B – III
5. Investigações em Ensino de Ciências	SANTAROSA, M. C. P. (2013)	A – I
	SANTAROSA, M. C. P.; MOREIRA, M. A. (2011)	B – III

		(conclusão)
	ALMEIDA, L. M. W.; FONTANINI, M. L. C. (2010)	C – IV
	FERRÃO, N. S.; MANRIQUE, A. L.(2014)	C – IV
6. Vidya	PAGANI, E. M. L.; ALLEVATO, N. S. G. (2014)	A – I
	ROCHA, M. M.; WAGNER, V. M. P. S. (2017)	B – II
	IGLIORI, S. B. C.; ALMEIDA, M. V. (2017)	C – V
	BORSSOI, A. H.; TREVISAN, A. L.; ELIAS, H. R. (2017)	B – III
	SANTOS, G. L. D.; BARBOSA, J. C. (2014)	C – V
	SANGOI, E.; ISAIA, S. M. A.; MARTINS, M. M. (2011)	C – V
7. Bolema	PAVANELO, E.; LIMA, R. (2017)	B – III
	MENDES, R. O.; MALTEMPI, M. V. (2015)	C – V
	PARADA, S. E.; CONDE, L. A.; FIALLO, J. (2016)	C – V
8. Ingeniare Revista Chilena de Ingeniería	BECERRA, E. I.; RIVILLA, A. M. (2014)	B – III
9. Educación Matemática	BORGES, A. C.; VEGA, J. E. E.; SALAZAR, M. A. M. (2013)	B – II

Fonte: construção das autoras.

Na presente investigação optamos por ressaltar alguns pontos relevantes de cada elemento que compõem as CE porque apenas com base nas três UA elaboradas seria possível extrair grande teor de informações, mas sem fazer uma análise aprofundada das particularidades que cada artigo apresenta. Os aspectos cuja relevância é enfatizada dizem respeito às principais contribuições dos estudos, o contexto descrito na pesquisa, o principal instrumento utilizado para chegar às conclusões. Para tanto, foi necessária a leitura e releitura do texto completo de cada um dos artigos analisados, visando atingir os objetivos deste estudo. Visto que, apesar de compartilharem um tema semelhante no ensino de cálculo, os autores dos trabalhos encontrados utilizaram estratégias, metodologias e em determinados casos, chegaram a conclusões semelhantes ou diferentes entre si.

Considera-se que entre as CE dispostas nas UA possa haver uma articulação, seja no objetivo do estudo ou na forma de abordagem utilizada, optamos por realizar uma análise densa, descritiva e reflexiva, buscando nos discursos ao longo dos textos selecionados, intersecções, diferenças e contribuições para esta área do saber. Assim como descreve Moraes (2003) o processo de análise textual que enfatizamos no presente trabalho busca elaborar sentidos, onde os textos encontrados assumem o papel de significantes, sendo possível exprimir sentidos simbólicos para construir compreensões baseadas neste conjunto de textos, pela análise e expressão de alguns dos sentidos e significados que neles estão presentes.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Unidade de Análise A – Discussões e levantamentos anteriores

Esta UA contempla apenas uma CE, composta por dois artigos. O ensino de cálculo nas instituições de ensino superior já vem sendo estudado e discutido há alguns anos, por este motivo, na literatura consultada foram encontrados trabalhos que abordam o tema com objetivos e questões relevantes e até certo ponto semelhantes ao do presente estudo. Nesse sentido, construiu-se a Unidade de Análise A – *Discussões e levantamentos anteriores*, que engloba dois artigos publicados nos anos de 2013 e 2014, tratando-se de um estado do conhecimento sobre o ensino de cálculo em periódicos e o outro em teses e dissertações, respectivamente.

Estado do conhecimento

Embasado por estudos presentes na literatura, o trabalho descrito por Santarosa (2013) parte da ideia que a aprendizagem dos conceitos matemáticos na disciplina de Cálculo I é mecânica, o que possivelmente é consequência de um sistema de ensino desarticulado entre os conceitos das disciplinas de matemática e física. Para Concheti (2014) as relações existentes entre a matemática e a física desde o ensino básico até o superior são semelhantes e diferenciadas apenas pelo nível de complexidade que existe em cada um deles, e o fato de a física ser integrada com a matemática em sua concepção e aprendizagem, mas ser estudada de forma separada nos diversos níveis de ensino, incluindo no ensino superior, interfere na formação dos professores de física.

Desta forma, Santarosa (2013) buscou em doze periódicos, nacionais e internacionais estudos que fizessem a relação entre as disciplinas descritas. Composto um estudo maior, o artigo é um recorte da tese de doutorado da autora, que pretendeu realizar esta articulação. Através da análise de vinte e seis artigos averiguando as relações, estratégias articuladoras entre a matemática e a física e as dificuldades na aprendizagem da Matemática no contexto da disciplina de Cálculo I e de Física I de estudantes de física, a autora constatou a desarticulação existente entre disciplinas de matemática com as áreas específicas de formação do aluno, o que pode ser prejudicial no desenvolvimento de habilidades matemáticas (SANTAROSA, 2013).

Pagani e Allevato (2014) realizaram um estudo através da análise de sete teses e vinte e uma dissertações encontradas nos programas de pós-graduação de instituições de Educação Superior, públicas e privadas do Brasil, constatando que existe uma grande preocupação sobre o ensino de cálculo, mesmo o artigo evidenciando que, o número de trabalhos sobre esta temática ainda era pequeno e com a prevalência da técnica sobre o significado. Nesta pesquisa foi observado que a produção dos trabalhos destaca-se em duas instituições, na Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), onde em cada uma delas foram encontradas seis dissertações. De acordo com os autores, uma das principais motivações para a realização dos trabalhos encontrados e analisados foram os altos índices de reprovações na disciplina de Cálculo, originados pela dificuldade por parte dos aprendizes.

Em ambos os trabalhos as discussões abrangem temáticas como a resolução de problemas, a modelagem matemática, as tecnologias de informação e comunicação e as dificuldades na aprendizagem de Matemática. Esta última, compõem 3 dos 28 trabalhos analisados por Pagani e Allevato (2014), sendo estes três, teses de doutorado; e 6 trabalhos investigados por Santarosa (2013), sendo eles categorizados como as dificuldades que são apresentadas na aprendizagem de Matemática no Cálculo e na aprendizagem de Matemática na Física.

Unidade de Análise B – Contexto do ensino e aprendizagem

Abrange as CE Dificuldades na aprendizagem de cálculo, composta por três artigos e Investigação do contexto do ensino com oito artigos. A importância de compreender as ações

desenvolvidas no contexto da sala de aula possui grande relevância, pois assim como descreve Garcia (2009) as transformações na educação superior estão relacionadas com as mudanças nas ideias e práticas que a constituem, assim como os indivíduos ali presentes. De acordo com Masola e Allevato (2016) As dificuldades de aprendizagem que os alunos do ensino superior manifestam por vezes são ocasionadas pelos diferentes estilos de aprendizagem que eles possuem.

Dificuldades na aprendizagem de Cálculo

Admiral (2016) realizou uma pesquisa com 23 alunos que cursavam o sexto, sétimo e oitavo períodos do curso de licenciatura em física de duas instituições distintas localizadas no estado do Rio de Janeiro. Foi aplicado um questionário semiestruturado com a investigação em torno de uma questão que anteriormente havia feito parte de um vestibular de uma universidade federal. Foi constatado que apenas um dos alunos conseguiu resolver com sucesso a questão, sendo que “outros alunos conseguiram determinar a forma de resolvê-la, mas não obtiveram êxito na manipulação matemática” (ADMIRAL, 2016, p. 2502-2507).

De forma complementar, Anjos, Sahelices e Moreira (2017) relatam que a compreensão do papel desempenhado pela Matemática é de vital importância ao longo da construção dos conhecimentos físicos, como também se faz necessário utilizá-la adequadamente no estudo e resoluções de situações problemas na Física.

Com o estudo desenvolvido, Admiral (2016) considera que o isolamento disciplinar entre física e matemática apresenta indicativos de ineficiência, pois é possível que a excessiva mecanização no ensino de cálculo seja uma barreira para que o aluno consiga estabelecer as relações de aplicabilidade no campo da física. O autor ainda destaca que pesquisas como a de Santarosa e Moreira (2011) indicam que resultados positivos possam ser alcançados com cursos de cálculo direcionados a alunos de cursos específicos.

Ao considerar que a matemática é a linguagem que permite ao cientista estruturar o pensamento para apreender o mundo, é necessário que o ensino de ciências favoreça os meios para que os estudantes dominem essa habilidade, não se tratando apenas em saber Matemática como forma de operar mecanicamente as teorias na qual a física se propõe a explicar, mas apreender teoricamente os conceitos do real e estruturá-los através da linguagem matemática (PIETROCOLA, 2002, p. 110-111).

Buscando compreender os motivos que ocasionam as inúmeras repetências de universitários na disciplina de Cálculo I, Rocha e Wagner (2017) investigaram quais as dificuldades e os erros que estudantes iniciantes e repetentes cometem ao resolverem problemas envolvendo o conceito de limites de funções, e se estes erros referem-se aos conteúdos de matemática básica ou especificamente ao Cálculo I. O estudo foi desenvolvido com 38 estudantes repetentes dessa disciplina nos cursos de bacharelado em Engenharia Agrônoma e Licenciatura em Ciências Agrárias utilizando como estratégia didática e metodológica a análise de erros. Segundo Ramos (2015, p.148):

O erro pode ser considerado uma pista para conduzir o professor na organização da aprendizagem do aluno, pois, nessas condições, a maior preocupação do professor é compreender como o aluno aprende. Partindo dos indicativos do erro, o professor será capaz de reavaliar o processo, propor novas estratégias didáticas e tomar atitudes que possam retificar os enganos.

Os autores Rocha e Wagner consideram que a análise de erros auxilia na compreensão tanto de conteúdos da matemática básica quanto alguns específicos da disciplina de cálculo I; e que, os erros cometidos eram ocasionados devido a complexidade dos conceitos que envolvem os conteúdos abordados, sobretudo os de Cálculo, fato que se deve porque o papel que a matemática assume no ensino superior é diferente daquele que ela possui no ensino fundamental. Ainda, afirmam que uma compreensão maior do conceito de limite de uma função pode ser alcançada quando o professor insere “na rotina de sala de aula e em listas de exercícios sobre limites de funções as três formas diferentes de explicação e resolução de tarefas: linguagem natural, representação geométrica e algébrica” (ROCHA; WAGNER, 2017, p. 380).

Borges, Vega e Salazar (2013) realizaram uma pesquisa aplicando um teste escrito composto por quatro problemas contextualizados sobre o conteúdo de determinação de máximos e mínimos, com 75 alunos de diferentes períodos de um curso de graduação em economia a fim de analisar as competências algébricas dos mesmos. Estes autores verificaram que a primeira dificuldade apresentada por estes alunos foi a incompreensão do enunciado ou do contexto do problema, e também de forma mais geral, as dificuldades apontam para uma existência de um problema que se relaciona ao nível de conhecimento que os alunos entram na universidade e nos conceitos fundamentais que não foram construídos de forma satisfatória nesta.

Neste sentido, uma das observações feitas em relação à grande maioria dos ingressantes na universidade está relacionada aos conteúdos tratados nas aulas de Cálculo, que

parecem desconhecidos, possivelmente indicando que muitos dos alunos ali presentes não tiveram ou não assimilaram o mínimo dos conhecimentos necessários (SANTOS; MATOS, 2012). Ainda, a reclamação recorrente dos professores faz referência ao fato dos alunos não saberem operar logicamente os conteúdos básicos de caráter indispensável na construção do conhecimento matemático.

Os trabalhos analisados abordam as dificuldades na aprendizagem de cálculo de formas distintas, porém, talvez seja a questão emergente dos trabalhos a falta de domínio das ferramentas matemáticas, o que pode ocasionar essas dificuldades em níveis elementares e mais avançados. Lima *et. al* (2014) afirmam ser de senso comum as dificuldades apresentadas na aprendizagem de Cálculo por alunos de diferentes cursos de ensino superior incluindo os da área de Exatas, constatando também que um dos fatores que mais implica na não aprendizagem é a falta de domínios dos conceitos básicos de matemática. Estes autores apontam para a alternativa de desenvolvimento de uma disciplina preliminar que compreenda os conteúdos básicos da matemática, construindo uma espécie de alicerce para a realização da disciplina.

Investigação do contexto do ensino

Interessados em superar os problemas relacionados às disciplinas de matemática, e mais especificamente as que relacionam o Cálculo Diferencial e Integral, Borssoi, Trevisan e Elias (2017) vem desenvolvendo desde 2014 um projeto que investiga os processos envolvidos em um ambiente educacional para a disciplina de cálculo diferencial e integral, bem como suas consequências na aprendizagem. Utilizando a situação de construção de uma calha como tema para produzir tarefas que favoreçam o desenvolvimento do pensamento matemático, realizaram a análise do percurso de aprendizagem por grupos de alunos de uma turma sem presença obrigatória por meio do ambiente virtual com suporte MOODLE constatando que, os alunos envolvidos nas duas atividades propostas foram ativos na busca de um modelo para resolver a situação proposta.

O MOODLE começou a ser desenvolvido em 2001 e é um dos ambientes virtuais de aprendizagem mais utilizados no mundo todo, onde os professores têm a possibilidade de criar e conduzir cursos a distância, inserir materiais para consulta e estudos organizados

através de um plano de ensino e realizar atividades que requerem a ação do aluno, como responder e discutir (MÜLLER, 2015).

O ambiente virtual de ensino e aprendizagem MOODLE também assume papel significativo no trabalho desenvolvido por Fornari *et al.* (2017) ao verificarem os resultados da implantação das disciplinas Cálculo Diferencial e Integral I e Geometria Analítica e Álgebra linear ao longo do ano letivo de 2014 por meio desta plataforma em um sistema de ensino semipresencial. Os dados foram obtidos através de questionários, indicando que os alunos reconhecem a necessidade de autodisciplina para buscar a construção do conhecimento, pois o professor não é mais a figura principal nesse processo de aprendizagem, e nesse sentido fica evidente a dificuldade dos alunos em se adaptar, o que pode ser ocasionado pela discrepância entre o ambiente escolar que anteriormente cursaram até o ensino médio. Segundo os autores, a nova realidade encontrada no ensino superior também encontra barreiras em relação à defasagem nos conteúdos da matemática básica, e que no caso do ambiente virtual de aprendizagem, alguns alunos afirmam utilizar sites de redes sociais ao acessarem a internet para estudar, não organizando uma rotina diária de estudos, o que acaba “indicando que a EaD³ não tem sido considerada por esses alunos como uma alternativa de ensino” (FORNARI, *et. al.*, 2017, p. 489).

Outra opção utilizada ao longo do processo de ensino e aprendizagem em instituições de ensino superior são as práticas de monitorias. Por serem caracterizadas pelo acompanhamento dos estudantes em seus tempos, ritmos e avanços próprios, elas facilitam o processo de aprender, auxiliam na superação de problemas, bloqueios, pressões, obstáculos que dificultam a aprendizagem (FRISON, 2016). Nesse sentido, Flores, Lima e Fontella (2017), investigaram a questão das monitorias em cálculo e física dos cursos de Engenharia em uma instituição de ensino superior no sul do Brasil, reconhecendo que as duas disciplinas partilham de uma base comum de linguagem e conceitos, porém, não foi identificada uma proposta integrada entre as monitorias de cálculo e de física. Os autores sugerem que “ambas as monitorias possam se articular de forma conjunta, pressupondo, inclusive, planejamento de forma unificada” (FLORES; LIMA; FONTELLA, 2017, p. 60).

Santarosa e Moreira (2011) realizaram um estudo utilizando a observação participante nas aulas de física introdutória na Universidade Federal do Rio Grande do Sul no segundo semestre de 2009 e primeiro de 2010 para os cursos de graduação em física. Através de uma

³ Educação a Distância.

análise interpretativa, verificou-se que as aulas são expositivas, que os professores de física no decorrer das atividades preocupam-se em valorizar a importância da matemática, que existe uma falta de sincronismo em relação aos conteúdos que são estudados em disciplinas de Cálculo e Física, pouca procura por monitorias, dificuldades por parte dos alunos quando se deparam na parte matemática para a resolução das situações e a falta de contextualização em Cálculo I com a área do conhecimento que estudantes estão buscando formação.

Partindo do entendimento que inovações e novas reformulações metodológicas são importantes para o ensino e aprendizagem, Pavanelo e Lima (2017) realizaram uma experiência no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) utilizando o conceito de Sala de Aula Invertida na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, em turmas ingressantes no primeiro semestre de 2015 de um Curso Fundamental em Engenharia. Os autores constataram que a metodologia provocou a motivação dos estudantes, mas que também, existe por parte dos alunos determinada dependência em relação à aula expositiva. O conceito de Sala de Aula Invertida mostrou-se como uma alternativa interessante para o desenvolvimento da disciplina de Cálculo, mas é necessário que exista uma mudança na postura do professor e dos alunos, e uma escolha adequada do material didático a ser utilizado no decorrer das atividades (PAVANELO; LIMA, 2017).

Becerra e Rivilla (2014) implementam desde 2010 a renovação curricular de disciplinas com base nas competências e em temas de matemática e física nos primeiros anos de cursos de engenharia através da metodologia de módulos – unidade curricular de duração necessária e suficiente – para desenvolver cada uma das matérias, sendo preciso a aprovação do aluno em todos os módulos de ensino. Em média, os alunos que participaram do processo de aprendizagem por módulos obtiveram melhores notas que os submetidos à metodologia tradicional do grupo de controle.

Unidade de Análise C – Estratégias para o ensino de cálculo

Esta unidade representa algumas das alternativas que podem vir a ser utilizadas nas aulas de Cálculo de forma que se modifiquem as práticas de ensino e aprendizagem, buscando novas formas de intervir no processo. De acordo com Garcia (2009, p.204) “transformar o currículo, desenhar experiências de aprendizagem e decidir sobre estratégias de avaliação representam alguns dos principais desafios com os quais convivem os professores

universitários”. Nesse sentido, os três trabalhos analisados na categoria emergente *uso de mapas conceituais* relacionam a utilização dos mapas aos preceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa. De acordo Ferrão e Manrique (2014) eles servem para representar as relações existentes entre os conceitos na forma de proposições, estão estruturados de forma hierárquica de acordo com a diferenciação progressiva, apresentado os conceitos mais gerais na parte superior e os mais específicos e menos inclusivos na parte inferior.

Marin e Penteadó (2011) afirmam que as tecnologias de informação e comunicação quando incorporadas às práticas sociais são capazes de modificar a forma de viver do ser humano através da comunicação, produção, divertimento e educação. É possível perceber no caso específico da educação matemática existem inúmeros softwares que possibilitam explorar conceitos de forma dinâmica e detalhada.

Uso de mapas conceituais

Gordillo, Pinzon e Martinez (2017) investigaram o processo de construção de mapas conceituais por docentes do curso de cálculo diferencial na *Facultad Del Medio Ambiente y Recursos Naturales da Universidad Distrital* na Colômbia com relação ao conteúdo de derivada partindo do conceito de reta tangente e outro mapa com os conceitos de velocidade instantânea e limite. A partir de uma construção colaborativa para a produção de um mapa mais completo e robusto entre os docentes, o objetivo da atividade foi comparar o resultado obtido com o livro texto utilizado nos cursos de cálculo diferencial da universidade, do autor James Stewart (2008). Com o estudo, os autores consideram que os professores ao utilizarem mapas conceituais conseguem regular o processo de ensino e aprendizagem que decorre dos textos dispostos nos livros, intervindo diretamente sobre os conceitos estudados e percebendo quais deles necessitam de reforços ou aprofundamento dentro da sala de aula.

Ferrão e Manrique (2014) realizaram uma pesquisa com 12 estudantes do curso de Licenciatura em Física em uma Universidade no estado de Minas Gerais, na disciplina de Computação Aplicada ao Ensino de Física. Após um primeiro contato com o software para a criação de mapas conceituais *CmapTools*⁴ os alunos foram convidados a elaborar um mapa

⁴ CmapTools é um software gratuito desenvolvido no Instituto de Cognição Humana e de Máquinas (IHMC) da Flórida, para ser utilizado, entre outras opções, como instrumento de elaboração de Mapas Conceituais digitais. Disponível em: <https://cmap.ihmc.us/>.

conceitual sobre o que sabiam de derivada de uma função. Os resultados apontam para a assertiva que, os mapas conceituais podem ser utilizados no Ensino Superior como elementos sinalizadores da aprendizagem dos alunos a respeito de determinado tema, inclusive como uma abordagem alternativa no ensino e aprendizagem de cálculo diferencial e integral.

Almeida e Fontanini (2010) desenvolveram uma proposta pedagógica com o uso de mapas conceituais em atividades de modelagem matemática na disciplina de Cálculo I, fundamentos da matemática e de um curso extracurricular para alunos do 1º período do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial Mecânica em uma Universidade Federal no interior do Paraná. As atividades eram relacionadas com situações-problemas relacionadas ao curso ou vivências do dia-a-dia, com vistas à uma possível aprendizagem significativa. As autoras observaram que, de um modo geral, ao longo das atividades de modelagem houve a modificação na estrutura cognitiva dos estudantes a cerca do conceito de função e função do 1º grau, aproximando-se do significado que é esperado que o aluno compreendesse no contexto da disciplina de Cálculo I.

Uso de tecnologias no ensino de cálculo

Embasados por teorias da área da educação matemática, Iglioni e Almeida (2017) elaboraram um material com vistas ao aprendizado de conceitos de continuidade e diferenciabilidade de funções reais de uma variável real, para ser utilizados em sala de aula em cursos da área de Exatas. Foram elaboradas cinco atividades que compõe o material de ensino descrito no artigo, utilizando o software *GeoGebra* que serão disponibilizadas no repositório digital *WordPress*.

Mendes e Maltempi (2015) realizaram um estudo teórico buscando semelhanças entre as significâncias entre os conceitos de rizomas e hipertextos, encontrados na internet, buscando respostas para o seguinte questionamento: “é possível estudar Cálculo Diferencial e Integral sem pré-requisitos ou sem uma estrutura hierárquica de conteúdos?” (p. 1066) Com a pesquisa, os autores encontraram web sites como o da Universidade Estadual de São Paulo, idealizado para alunos ingressantes no curso de química, que visam dar suporte sobre os conteúdos de cálculo organizado em diferentes links e abas para o aluno navegar. Ainda, encontraram um site da Universidade Estadual Paulista da cidade de Rio Claro/SP, onde os conteúdos não estão aprisionados em uma estrutura hierárquica, mas distribuídos em 15 temas

que buscam problematizar o conteúdo da ementa com o trabalho do biólogo, utilizando em algumas atividades, o software *GeoGebra* na manipulação de variáveis. As conclusões do estudo apontam para a assertiva que “a matemática caiu na net” (p. 1082) e para questionamentos de como este hipertexto digital (de matemática) funciona, muda, proporciona.

Parada, Conde e Fiallo (2016) também utilizando o *GeoGebra* realizaram um estudo com o enfoque da resolução de problemas buscando a contribuição do processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de função, limites e derivadas estudados através de uma abordagem interdisciplinar entre a matemática, a música e a física.

Santos e Barbosa (2014) investigaram as características que o uso do software gráfico *Winplot* como meio de mediação proporcionou na resolução de exercícios de cálculo na disciplina de Cálculo B onde participaram dois estudantes do curso de Engenharia Elétrica e dois do curso de Química em uma universidade pública da Bahia. Os autores afirmam que “os episódios analisados, portanto, sugerem que a presença da tecnologia digital possibilitou que os alunos desenvolvessem novas estratégias de resolução de exercício, quando comparados com a forma de resolver exercícios com lápis-e-caderno” (p. 270). Ainda, descrevem que a resolução de exercícios de cálculo utilizando tecnologias digitais possui características próprias, distanciando-se do modelo fechado do exercício-com-lápis-e-papel.

Sangoi, Isaia e Martins (2011) buscaram indícios de aprendizagem significativa através da resolução de dez problemas sobre o conteúdo de derivadas, no contexto da disciplina de Cálculo A, para o curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria, utilizando o software *Maple*. Os autores constataram que, o software foi um instrumento fundamental para a compreensão e o entendimento dos conceitos de taxa média e taxa instantânea de variação e suas interpretações geométricas, e que através de seu uso, o professor pode compreender como o aluno aprende e planejar o ensino voltado buscando a aprendizagem significativa dos estudantes.

DISCUSSÃO DAS ANÁLISES E ALGUMAS REFLEXÕES

Os artigos analisados circundam o mesmo tema – o ensino e/ou aprendizagem de cálculo – porém, apesar de utilizarem temas semelhantes, as asserções e o contexto são tratados de formas distintas, trazendo informações válidas para futuras pesquisas e melhorias

na área. Apesar de Alvarenga, Dorr e Vieira (2016, p. 55) afirmarem que “o CDI tem em sua proposta os conteúdos de funções, limites, derivadas, integrais e aplicações. Independente da área científica, aprender cálculo é compreender o significado de derivar e de integrar uma função” observa-se que esta não é uma ação simples, e nos últimos anos tem motivado muitos pesquisadores a observarem os fenômenos que envolvem este processo.

No presente estudo, optou-se por fazer uma análise dos dezenove textos encontrados, de forma a compreender melhor estes trabalhos e as contribuições que deles emergem. Segundo Moraes (2003, p.196) “fazer uma análise rigorosa é, portanto, um exercício de ir além de uma leitura superficial, possibilitando uma construção de novas compreensões e teorias a partir de um conjunto de informações sobre determinados fenômenos”. Ao apresentar uma breve síntese dos textos encontrados, buscou-se evidenciar quais as contribuições de cada artigo trazem significados e sentidos que deram subsídios na composição deste trabalho, e suas respectivas classificações nas categorias emergentes.

A disciplina de Cálculo Diferencial e Integral é considerada por Alvarenga, Dorr e Vieira (2016) como uma disciplina arterial, sendo encontrada em quase todos os cursos de exatas e em algumas outras ciências, refletindo a interdisciplinaridade entre as áreas. Constatamos este fato em nossa pesquisa, visto que os trabalhos analisados evidenciam pesquisas desenvolvidas no cenário dos cursos de Licenciatura em Física, Economia, Engenharia Agrônômica, Licenciatura em Ciências Agrárias, Cursos de Engenharia, da área das Exatas, Tecnologia em Manutenção Industrial Mecânica, Engenharia Elétrica e Química. Porém, dos artigos analisados, apenas quatro utilizam o termo *interdisciplinaridade*, sendo Santarosa (2013) e Santarosa e Moreira (2011) de forma indireta, para referenciar outros textos, e Flores, Lima e Fontella (2017) e Parada, Conde e Fiallo (2016) de forma articulada com as ideias desenvolvidas ao longo destes artigos.

A discussão em torno da interdisciplinaridade é relevante, pois, assumindo a matemática como uma ferramenta essencial para muitas áreas, cabe também investigar se ela vem sendo articulada e referenciada nos trabalhos encontrados. Assim como Terradas (2011) compreendemos por interdisciplinaridade a atitude assumida para superar todo e qualquer enfoque de fragmentação de nós mesmos, do mundo e da realidade que nos cerca. Ainda, a interdisciplinaridade implica na postura questionadora e de busca em entender a própria realidade, indo além dos seus limites do saber, acolhendo e agregando contribuições de outras

disciplinas; é a busca pelo rompimento da fragmentação, com intuito de compreender a realidade de forma mais ampla.

Talvez possa ser a compreensão desta realidade aplicada ao curso em específico em que a matemática desenvolve-se, uma possível estratégia na busca da melhoria do processo de ensino e aprendizagem que ocorre nas salas de aula de Cálculo. O desafio está em verificar quais são essas possíveis relações, e quais seriam os melhores instrumentos a serem utilizados considerando o contexto do ensino.

Nos textos analisados, o diálogo a respeito das *dificuldades* é um ponto em comum, estando inclusive presente na forma de categoria neste e nos artigos classificados em *discussões e levantamentos anteriores*, na qual fazem parte os trabalhos de Santarosa (2013) e Pagani e Alevato (2014). Concordamos com Pagani e Alevato (2014) a respeito da observação de que as dificuldades na aprendizagem de cálculo são descritas, ou até mesmo apontadas como uma das motivações dos autores e proponentes de projetos para a inovação nessa área do conhecimento, mesmo quando não é o ponto principal do trabalho descrever sobre. Os próprios autores afirmam terem observado e questionado tais dificuldades, e por isso desenvolvem pesquisas com este enfoque.

Estas dificuldades e os problemas que dela emergem como os altos índices de reprovação e evasão induzem pesquisas que envolvem o processo de ensino e aprendizagem de cálculo nos mais diferentes níveis de ensino e cursos de graduação que a disciplina está presente, buscando identificar as causas que a ela estão relacionadas e situações que permitam superar essas limitações. Dos dezenove artigos analisados, apenas três (BECERRA; RIVILLA, 2014; ALMEIDA; FONTANTINI, 2010; MENDES; MALTEMPI, 2015) não abordam em seus textos, as dificuldades no ensino e/ou aprendizagem de cálculo em nenhuma das seções publicadas. Neste sentido, além dos obstáculos que dizem respeito ao nível de abstração que é necessário para que aja o entendimento satisfatório dos conceitos e definições que envolvem os conteúdos de cálculo, existem alguns fatores podem estar diretamente relacionados com as dificuldades encontradas, e que acabam por influenciar diretamente na aprendizagem dos acadêmicos.

Por vezes, a estas dificuldades são atribuídas implicações no contexto da sala de aula de cursos superiores, pois acarretam no insucesso dos acadêmicos na disciplina de cálculo. De acordo com Oliveira e Raad (2012, p. 126) “ainda que diverjam quanto à natureza destes obstáculos, se de ordem didática ou epistemológica, em alguma medida, vinculam e justificam

tais dificuldades à alta reprovação na disciplina”. Elas dizem respeito à falta de conhecimentos prévios, complexidade dos conteúdos que compõem a disciplina de Cálculo, lacunas do ensino anterior, afastando cada vez mais a matemática do aluno e da formação que se busca nessa etapa. De acordo com Santarosa e Moreira (2011, p. 332) “as dificuldades oriundas da falta de conhecimentos prévios são detectadas exatamente na fase transitória do ingresso na academia, e se não resolvidas ainda nesta etapa, comprometem a aprendizagem ao longo de toda a graduação”.

Em contrapartida, um estudo realizado por Oliveira e Raad (2012) indica que a reprovação nas disciplinas de Cálculo possui características de uma tradição. Os autores indicam que apesar da existência de bons livros didáticos, boas práticas pedagógicas, iniciativas como monitorias, revisão de conteúdos de matemática básica e diminuição do rigor com a crescente valorização de aspectos intuitivos e aplicativos, as reprovações persistem como um problema crônico, uma cultura que não se modifica.

Porém, ao analisarmos o contexto da sala de aula, por exemplo, para que o estudante aprenda regras de derivação de Cálculo é necessário que para ele seja claro o significado das palavras ou símbolos envolvidos na definição das propriedades de derivação, combinando-os na sua estrutura cognitiva de forma que seja possível assimilar o que determinada propriedade da derivação significa (MÜLLER, 2015). Caso exista alguma lacuna no ensino anterior, a aprendizagem dessas regras fica comprometida, pois “em muitos casos, algumas dessas palavras ou símbolos foram memorizados sem compreensão, desde o Ensino fundamental, e, com isso, nem sempre há possibilidade de relacioná-los para aprender significativamente o novo conceito” (MÜLLER, 2015, p. 24-25).

Além disso, quando a aprendizagem se dá por memorização, um aluno é capaz de repetir ou utilizar mecanicamente o conteúdo memorizado, porém, como aquela informação para ele não possui um significado adequado, ele não consegue compreender de fato o que está dizendo ou fazendo (MORELATTI, 2002). Esta situação relaciona-se com o observado na análise do estudo de Admiral (2016), na qual de um total de 23 alunos do sexto, sétimo e oitavo semestre do curso de Licenciatura em Física, apenas um conseguiu realizar uma questão matemática com êxito, visto que os demais fracassaram na manipulação matemática.

Nos artigos analisados, o que também se apresenta é uma preocupação com a forma que o ensino de cálculo é tradicionalmente realizado nas salas de aula, com aulas exaustivas, em sua maioria mecânica, pautada no uso de livros didáticos que exigem um alto nível de

abstração matemática ou determinado domínio matemático para dar sequência ao aprendizado e muitas vezes, um extenso cronograma a ser alcançado em um limitado período de aulas. Estas características geraram a necessidade de investigar o processo de ensino, e a aplicação de estratégias para a melhoria no processo e superação dessas dificuldades. Nesse sentido, Santos e Barbosa (2014) afirmam que o que pode implicar em dificuldades para os alunos é a ênfase de uma única forma de representação, que são tradicionalmente, os registros algébricos feitos no caderno. Já para Moreno (2005 apud PARADA; CONDE; FIALLO 2016) o desenvolvimento de cursos a partir da teoria levou à perda da essência do cálculo, gerando o esquecimento de que ele surgiu para suprir a necessidade de resolver problemas do cotidiano e da ciência.

Em um ambiente tradicional de ensino, a aprendizagem é direcionada pelo professor-especialista, não saindo da forma pré-estabelecida e conhecida por este, o que é muitas vezes visto como única forma de ampliar o conhecimento (MORELATTI, 2002). Não cabe a este trabalho julgar a eficácia de um ambiente de ensino tradicional ou outros como sendo mais ou menos eficaz em relação aos demais, porém em muitos casos, ele ainda representa a realidade observada nas instituições de ensino superior. E nesse sentido, “é importante destacar que os estudantes, em muitos casos, estão acostumados à forma tradicional de aprendizagem. Por isso, é provável que ações que envolvem uma mudança no processo tradicional podem criar dificuldades no início, e isso pode frustrar as expectativas iniciais dos docentes” (FORNARI, *et al.* 2017, p. 480).

No entanto, o que a análise dos trabalhos publicados mostra é que boas alternativas vêm sendo desenvolvidas, trazendo situações que favorecem os processos de ensino e aprendizagem de Cálculo no ensino superior. Rocha e Santos-Wagner (2017, p.379) afirmam que “se nós soubermos aproveitar o potencial de nossos universitários e criarmos situações em sala de aula, deixando que exponham e defendam mais suas ideias e conceitos aprendidos, ou ainda em construção, possibilidades concretas de aprendizagem e de esclarecimentos de dúvidas surgem ou podem surgir”.

Observa-se com a análise feita, que a articulação entre o cálculo e a física, a sala de aula invertida, análise de erros, monitorias de física e matemática pensadas em conjunto, metodologia de módulos, situações de aprendizagem, resolução de problemas, assim como um sistema de ensino integrado e o uso de ambientes virtuais de aprendizagem como o MOODLE representam alternativas para promover melhorias na aprendizagem de Cálculo.

Ainda, a escolha por softwares como o *GeoGebra*, *Winplot*, *Maple* ou a utilização de mapas conceituais como descrito por Gordillo, Pinzon e Martinez (2017), Ferrão e Manrique (2014) e Almeida e Fontanini (2010) representam formas de repensar o ensino de cálculo, não sendo restrita sua implementação em um curso específico, modificando métodos tradicionais e apresentando os conteúdos com representações diferentes das comumente vistas. Isto proporciona outra forma de interagir com os conteúdos, pois inclui-se as tecnologias ao utilizar os softwares ou diversifica-se os instrumentos de ensino e aprendizagem com uso de mapas conceituais.

Além disso, conforme Marin e Penteado (2011) as tecnologias de informação e comunicação permitem a realização de atividades que seriam impossíveis de realizar utilizando apenas lápis e papel, o que sugere ser esta ferramenta uma alternativa para melhor organizar as situações pedagógicas e aumentar o potencial de aprendizagem. Corroborando com esta afirmação, pode-se dizer que pensar nas atividades das aulas de Cálculo como situações que envolvem ideias e possuem sentido aos alunos pode ser um importante fator para a aprendizagem dos alunos e que contribui para amenizar os problemas relacionados ao ensino e a aprendizagem desta disciplina; a atribuição de sentido e o desenvolvimento de ideias podem partir da relação com a realidade, dos trabalhos em grupo e da utilização de ferramentas computacionais (ALMEIDA; FATORI; SOUZA, 2010).

Assim como Alvarenga, Dorr e Vieira (2016) reconhecemos a notória importância dos conceitos como funções, derivadas e integrais na análise dos fenômenos físicos, biológicos, econômicos, administrativos, contábeis, matemáticos, químicos, computacionais, das engenharias e demais ciências que buscam não apenas o desenvolvimento tecnológico, mas compreender e aumentar o conhecimento humano utilizado no seguimento da vida ou manutenção dos negócios. A análise dos trabalhos nos permitiu traçar um panorama das pesquisas que vem tendo destaque na área, suas contribuições e desdobramentos que acarretam em situações de reflexão do ensino e aprendizagem de Cálculo que ocorre em sala de aula.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo identificar e analisar artigos científicos publicados em periódicos ao longo dos últimos 10 anos, que versam sobre o tema Ensino de

Cálculo, averiguando as situações descritas bem como suas contribuições para os processos de ensino e aprendizagem. Através de uma pesquisa caracterizada como Estado do Conhecimento foi identificado dezenove artigos, organizados e analisados utilizando o método da Análise Textual Discursiva.

O Cálculo tem suas origens desde a Antiguidade, e foi sendo constituído ao longo de muitos anos e com o trabalho de reconhecidos matemáticos para que se tenha o que hoje, nas instituições de ensino superior denominamos os conteúdos e conceitos que compõem as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral. Apesar das mudanças que a disciplina já passou, se faz presente a importância de discutir e investigar o que vem sendo tratado a respeito, pois algumas características como por exemplo o alto nível de reprovações que é frequente em diferentes contextos identificados gera a necessidade de compreender as problemáticas envolvidas ao tema.

Observou-se que um ponto em comum a quase todos os artigos encontrados dizem respeito às dificuldades na aprendizagem dos conceitos dessa disciplina que acabam por impulsionar muitos estudos, para identificar quais são estes obstáculos e possíveis formas para saná-los. As pesquisas encontradas não estão restritas a apenas uma área, pois tratam de ações e estudos realizados nos mais diferentes cursos de graduação existentes, como as Engenharias, Ciências Agrárias, Ciências Exatas, Ciências Econômicas e Ciências da Natureza, na qual faz parte cursos como o de Licenciatura em Física. Apesar disso, poucos são os trabalhos que tratam do tema interdisciplinaridade em seus textos.

Percebe-se que a presença da matemática nestes cursos possui importante relevância, pois é a união dela com outra área que resulta em grande potencial de crescimento e expansão do conhecimento existente. A este fator, que associamos ser uma característica interdisciplinar da matemática com outras ciências, poderia ser com mais ênfase evidenciado no âmbito dos cursos e representado nos trabalhos científicos, acarretando em possíveis melhorias nos processos de ensino e aprendizagem.

Possui destaque também, o desenvolvimento de ações que visam progressos no ensino de Cálculo, e nesse sentido as análises mostram uma variedade considerável de investigações desenvolvidas e estratégias que foram realizadas e podem ser adotadas no contexto da disciplina de Cálculo, favorecendo a aprendizagem dos estudantes. Faz parte dessas alternativas de ensino o uso de softwares, mapas conceituais, análise de erros, ambiente

virtual de aprendizagem, a sala de aula invertida, a articulação no ensino de cálculo e física, entre outras evidenciadas neste trabalho.

Conforme o exposto, consideramos que a presente pesquisa realiza um panorama dos trabalhos que vem sendo desenvolvidos no contexto do processo de ensino e aprendizagem de Cálculo nos últimos anos, bem como as intervenções realizadas em sala de aula e suas implicações para esta área do conhecimento. Esperamos que as discussões ao longo do texto elencadas sejam úteis para investigações futuras, e propiciem a aplicação e/ou desenvolvimento de ações, estratégias, uso e elaboração de materiais de ensino que contribuam para a aprendizagem dos conceitos matemáticos da disciplina de Cálculo.

2.2 IMPORTÂNCIA DO ESTADO DO CONHECIMENTO PARA ESTA DISSERTAÇÃO

De acordo com Pradanov e Freitas (2013) a revisão da literatura possui papel fundamental em um trabalho acadêmico, pois a partir dela pode-se situar um trabalho dentro da grande área de pesquisa na qual ela está inserida, contextualizando-o. Isto é muito importante, pois desta forma é possível que o pesquisador fundamente a pesquisa através de uma leitura vasta, constante e repetida, e para que o leitor identifique a linha teórica onde este trabalho se insere, com base nos autores selecionados.

Realizar esta pesquisa bibliográfica como parte da dissertação contribui para conhecer estudos que possam auxiliar nos demais passos adotados ao longo do processo de pesquisa de campo e reflexivo, tomando como base a intenção de reconhecer dificuldades no processo de ensino e aprendizagem de Cálculo, para a guiar a elaboração de um material de ensino voltado a possível aprendizagem significativa no âmbito de cursos de Licenciatura em Física. Com a busca e análises realizadas obtiveram-se informações para esta tarefa, enfatizando aspectos da disciplina de Cálculo como ambiente investigativo e formativo, que é o foco adotado também na presente pesquisa.

3 REFERENCIAL TEÓRICO: TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

O referencial teórico adotado na presente pesquisa é a Teoria da Aprendizagem Significativa. Proposta por David Ausubel (1918-2008) na década de 60, ela descreve que a aprendizagem é significativa quando o aprendiz consegue relacionar de forma não arbitrária e não literal uma nova informação a outras na qual já está familiarizado, adotando uma estratégia para assim proceder (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980). Isto vai ocorrer quando houver disposição do aluno em aprender, o uso de adequados subsunçores e de materiais potencialmente significativos.

Caracterizada como construtivista e cognitivista, sendo o conhecimento construído por aquele que aprende e onde se considera as interações que acontecem na mente do indivíduo durante o processo de ensino e aprendizagem, a Teoria da Aprendizagem Significativa traz inúmeras contribuições ao Ensino de Ciências.

A aprendizagem significativa é um processo na qual uma nova informação se relaciona com um ou mais conceitos relevantes presentes na estrutura cognitiva do indivíduo que aprende em um processo de ancoragem. A este conceito já existente, que é essencial para que a nova informação seja ancorada, dá-se o nome de subsunçor. O local de armazenamento de informações no cérebro humano, na qual de maneira altamente organizada forma-se uma hierarquia conceitual, onde os conceitos mais específicos são relacionados e assimilados a conceitos mais gerais e inclusivos recebe o nome de Estrutura Cognitiva (MOREIRA; MASINI, 1982).

O presente trabalho reconhece a importância da Teoria da Aprendizagem Significativa no processo de ensino e aprendizagem e a toma como base e fundamentação na estruturação da proposta de material de ensino supostamente significativo do conceito matemático de “Diferencial”. Na sequência apresentam-se os pressupostos que guiam esta teoria, bem com os conceitos a ela relacionados.

3.1 CONDIÇÕES PARA OCORRÊNCIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Para que ocorra a aprendizagem significativa é necessário que o material de aprendizagem seja potencialmente significativo, isto é, possua significado lógico e que o aprendiz tenha predisposição para aprender, apresentando em sua estrutura cognitiva os

subsunçores necessários para ancorar novos conhecimentos de forma não-arbitrária e não-literal (MOREIRA, 2012). A não-arbitrariedade quer dizer que o novo conhecimento a ser aprendido se relaciona com um conceito específico que o aluno já sabe, o subsunçor. Este possui um formato ideal para favorecer a incorporação, compreensão e fixação destes novos conceitos a serem apreendidos e retidos adequadamente na estrutura cognitiva. A não-literalidade representa a aprendizagem da substância do conhecimento, e não de um conjunto exato de palavras utilizadas para expressá-lo de forma particular (MOREIRA, 1997).

Na aprendizagem significativa o aprendiz deve utilizar os subsunçores que possui para poder captar os significados do novo material, identificando semelhanças e diferenças entre eles de modo a reorganizar seu conhecimento na estrutura cognitiva. Por este motivo, considera-se que o aprendiz não se comporta como mero receptor passivo, pois ele está constantemente construindo e produzindo o seu conhecimento (MOREIRA, 2006).

Moreira (2012) afirma que cabe ao aluno atribuir os significados aos materiais que lhe são apresentados, pois o que se pretende é que os novos conhecimentos assimilados pelo aprendiz estejam de acordo com o que é aceito no contexto da matéria de ensino, em um intercâmbio de significados que pode ser bastante demorado.

Beber e Pino (2017) afirmam que as condições para que ocorra a aprendizagem significativa devem ser consideradas como um conjunto, atuando decisivamente na aprendizagem do estudante. Ainda de acordo com estes autores, cabe ao aluno manifestar a intencionalidade em aprender e ao professor organizar um material potencialmente significativo, apresentando-os de acordo com a ordem dos conceitos mais inclusivos aos mais específicos. Além disso, é preciso que o professor identifique os conhecimentos prévios que podem servir de subsunçores antes de começar a trabalhar com o material potencialmente significativo. Porém, assim como relatado por Ausubel (2003) independentemente da quantidade de potenciais significados de um material, se a intenção do aprendiz for simplesmente memorizar as informações que lhe são apresentadas de forma arbitrária e literal, tanto o processo de aprendizagem quanto o resultado deste passam a ser de memorização e destituídos de sentido.

3.2 ATRIBUIÇÃO DE SIGNIFICADOS: O PAPEL DO SUBSUNÇOR

O subsunçor pode ser definido como um conhecimento prévio relevante (uma concepção, construto, proposição, representação, modelo) que servirá como ancoradouro para um novo conhecimento em um processo de interação. Determinado conceito subsunçor pode estar mais ou menos elaborado em termos de significado na estrutura cognitiva de um indivíduo, o que dependerá da estabilidade e diferenciação na qual se encontra. Ao ser ativado para ancorar um novo conceito ele acaba se modificando, em um processo interativo de aquisição de novos significados que complementam os já existentes (MOREIRA, 2012).

Os subsunçores desempenham um papel primordial para que ocorra a aprendizagem significativa. Eles estão relacionados a vivências, aprendizados e situações na qual um indivíduo teve contato anteriormente, porém não devem ser confundidos com conhecimentos prévios. Os conhecimentos prévios compõem um conjunto de conceitos que o indivíduo conhece, porém, para ocorrer a aprendizagem significativa será necessário que um ou mais conhecimentos específicos presente na estrutura cognitiva ancorem a nova informação.

No processo de aprendizagem significativa os subsunçores organizam-se e reorganizam-se formando um conjunto hierárquico repleto de interrelações acerca de determinado campo de conhecimento na estrutura cognitiva (MOREIRA, 2012). As interrelações estabelecidas são descritas por dois processos principais: diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Quando um subsunçor específico é utilizado na sucessiva atribuição de significados de novos conhecimentos, diz-se que ocorreu o processo de diferenciação progressiva, que parece estar mais relacionado à uma aprendizagem significativa subordinada. Para que exista a construção cognitiva é necessário ocorrer simultaneamente a reconciliação integrativa, que é quando diferenças aparentes são eliminadas para integrar os significados, aproximando-se de um processo de aprendizagem significativa superordenada (MOREIRA, 2012).

3.3 APRENDIZAGEM MECÂNICA E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

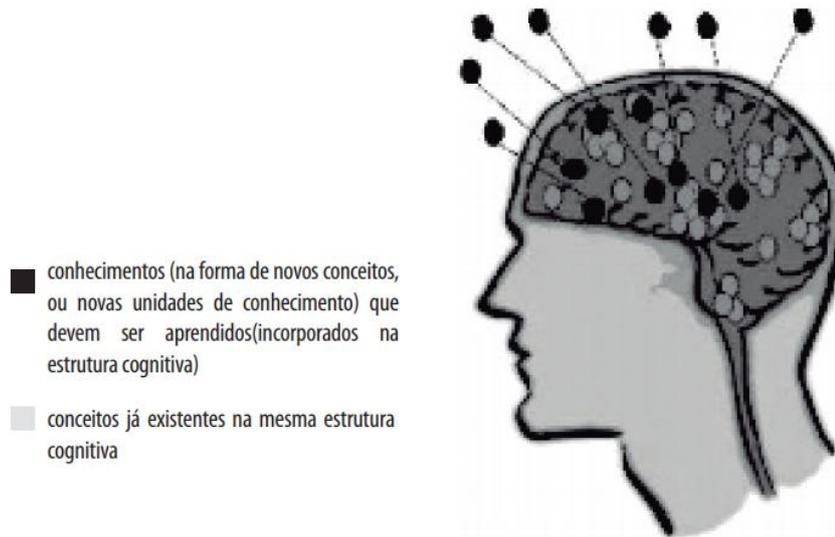
A aprendizagem mecânica é caracterizada pelo armazenamento de novas informações de maneira arbitrária, isto é, a incorporação de conceitos sem necessariamente relacioná-los com algo relevante que já é conhecido pelo aprendiz (MOREIRA; MASINI, 1982). A

aprendizagem mecânica tem por característica fundamental o exercício da memorização e repetição de conceitos e ideias, ou seja, uma aprendizagem que ocorre após um indivíduo internalizar um conjunto pré-estabelecido de informações que possuem significados neles mesmos, e não na interação com outras informações. Segundo Braathen (2012, p. 65) “o conhecimento mecânico consiste na incorporação de conceitos isolados. O significativo, por sua vez, é o conhecimento em rede com muitos conceitos (unidades de conhecimento) interligados”. Moreira (2012) descreve a aprendizagem mecânica e significativa em um processo contínuo de construção do conhecimento, que não é natural ou automático, mas sim progressivo e que depende da captação de significados entre discentes e docentes.

Pelizzari et al. (2002) relatam que a aprendizagem significativa possui três vantagens básicas em relação à aprendizagem mecânica: a) o conhecimento adquirido de forma significativa é retido e lembrado por mais tempo; b) mesmo se a informação original for esquecida, a aprendizagem de novos conteúdos pode acontecer de maneira mais fácil; c) caso haja o esquecimento das informações uma vez aprendidas significativamente, a “reaprendizagem” pode ser mais rápida que na aprendizagem mecânica.

Mesmo a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa apresentando diferenças significantes, elas não são opostas, e existem situações em que a aprendizagem mecânica pode representar uma alternativa de suma importância no processo de ensino e aprendizagem. A não existência de subsunçores é uma situação que ocorre quando, por exemplo, um indivíduo se depara com informações numa área do conhecimento completamente nova para ele. Neste caso, a aprendizagem mecânica pode ser necessária até que novos elementos relevantes do conhecimento situem-se na estrutura cognitiva e possam servir de subsunçores, no processo de aprendizagem formando um continuum (MOREIRA; MASINI, 1982). Braathen (2012) ilustrou uma representação dos conhecimentos na estrutura cognitiva onde é possível fazer uma analogia de como este processo pode ocorrer considerando a aquisição de novos conceitos a partir da interação com outros já existentes na estrutura cognitiva conforme figura 1. Nesse sentido, a imagem representa uma possível forma de organização da estrutura cognitiva de um indivíduo, com seus conhecimentos já estabelecidos, interligados uns aos outros ou não. No processo de ensino e aprendizagem, a incorporação de novas ideias dependerá, para que ocorra uma aprendizagem significativa, do estabelecimento de relações entre novos conhecimentos (que estão na parte externa da estrutura cognitiva) com os conhecimentos já consolidados, no processo de ancoragem característico da aprendizagem significativa.

Figura 1 - Ilustração do processo de aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa.



Fonte: Braathen (2012, p. 66).

A aprendizagem mecânica exige do aprendiz um esforço muito menor que a aprendizagem significativa, e por este motivo ela é muito utilizada por alunos antes de avaliações que requerem respostas literais, pouca ou nenhuma articulação entre os tópicos que compõem o conteúdo enfatizado; porém, este tipo de aprendizagem é extremamente volátil, permanecendo pouco dos conceitos aprendidos em períodos de médio e longo prazo (TAVARES, 2010). A aprendizagem mecânica é muito utilizada nos mais diferentes ambientes de ensino e por toda a trajetória escolar de um aluno como a principal forma de aprender, porém, ao terminarem a educação básica muitos dos conceitos estudados já foram esquecidos. Esta situação gera a discussão a respeito das fragilidades que a aprendizagem mecânica apresenta.

Contudo, esta problemática não se resume a escola básica. Seguindo um modelo de aprendizagem mecânica, onde alunos passam anos de sua vida estudando informações que serão esquecidas rapidamente, ao ingressar na universidade não possuem os subsunçores necessários para dar conta das disciplinas básicas, enquanto continuam no mesmo esquema ao cursarem o ensino superior, acarretando em altos índices de reprovação em disciplinas como Física e Cálculo (MOREIRA, 2012).

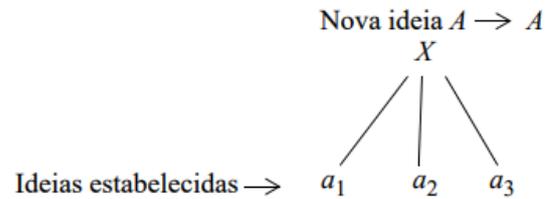
3.4 TIPOS E FORMAS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Inicialmente, pode-se dizer que são três os tipos de aprendizagem significativa: a representacional, a de conceitos e a proposicional. A primeira é o tipo mais básico, e envolve a atribuição de significados e símbolos arbitrários (por exemplo, as palavras), na qual os outros dois tipos são dependentes. A aprendizagem de conceitos é também representacional, pois os conceitos são basicamente, símbolos arbitrários organizados de forma genérica ou em categorias. Na aprendizagem proposicional existe um contraponto entre a aprendizagem representacional, pois se busca aprender o significado de ideias expressas como proposição, captar os significados que vão além das palavras ou conceitos que compõem a proposição. Esta última pode ser subordinada, superordenada ou combinatória (MOREIRA; MASINI, 1982).

A forma mais frequente em que ocorre a aprendizagem significativa denomina-se aprendizagem significativa subordinada. Nela, um novo conceito passa a ter significado ao aprendiz no momento em que ocorre a ancoragem interativa com algum conhecimento prévio especificamente relevante que esteja disponível na estrutura cognitiva da pessoa que aprende. Quando ocorre o processo inverso, onde um novo conceito mais abrangente passa a subordinar conhecimentos prévios ocorre a chamada aprendizagem significativa superordenada, pouco comum no processo de aprendizagem significativa (MOREIRA, 2012). Em casos como quando a aprendizagem significativa de leis científicas exige um conhecimento mais profundo da área e esta nova informação, conceito ou proposição não é subordinável a, e nem capaz de subordinar outros subsunçores, a aprendizagem é chamada combinatória (MOREIRA, 2006). Na figura 2 apresenta-se um esquema contendo a definição de aprendizagem superordenada (subordinante) e combinatória.

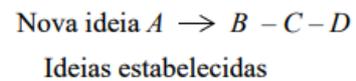
Figura 2 - O processo de aprendizagem subordinante e aprendizagem combinatória

2. Aprendizagem Subordinante:



Na aprendizagem subordinante, as ideias estabelecidas a_1 , a_2 e a_3 reconhecem-se como exemplos mais específicos da nova ideia A e tornam-se ligadas a A . A ideia subordinante A define-se através de um novo conjunto de atributos de critérios que acompanham as ideias subordinadas.

3. Aprendizagem Combinatória:



Na aprendizagem combinatória, considera-se que a nova ideia A está relacionada com as ideias existentes B , C e D , mas não é mais inclusiva nem mais específica do que as ideias B , C e D . Neste caso, considera-se que a nova ideia A tem alguns atributos de critérios em comum com as ideias preexistentes.

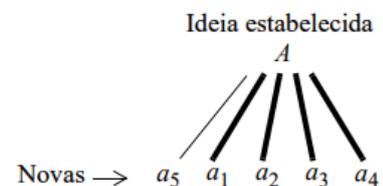
Fonte: Ausubel (2003, p.111).

A respeito do processo de modificação dos subsunçores durante a aprendizagem significativa subordinada, pode-se dizer que quando um subsunçor sofre bastante modificação ocorre a subsunção derivativa. Quando a modificação limita-se a reforçar a ideia que traz o subsunçor, utiliza-se o termo subsunção correlativa (MOREIRA, 2012). A figura 3 apresenta a forma como ocorre o processo de aprendizagem significativa subordinada, a partir de esquemas entre subsunçores.

Figura 3 - As formas de aprendizagem subordinada

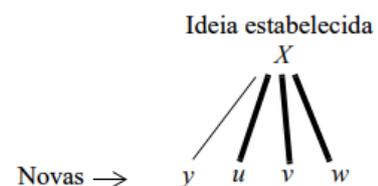
1. Aprendizagem Subordinada:

A. *Subsunção derivativa*



Na subsunção derivativa, a nova informação a_5 está ligada à ideia subordinante A e representa outro caso ou extensão de A . Os atributos de critérios do conceito A não se encontram alterados, mas reconhecem-se os novos exemplos como relevantes.

B. *Subsunção correlativa*



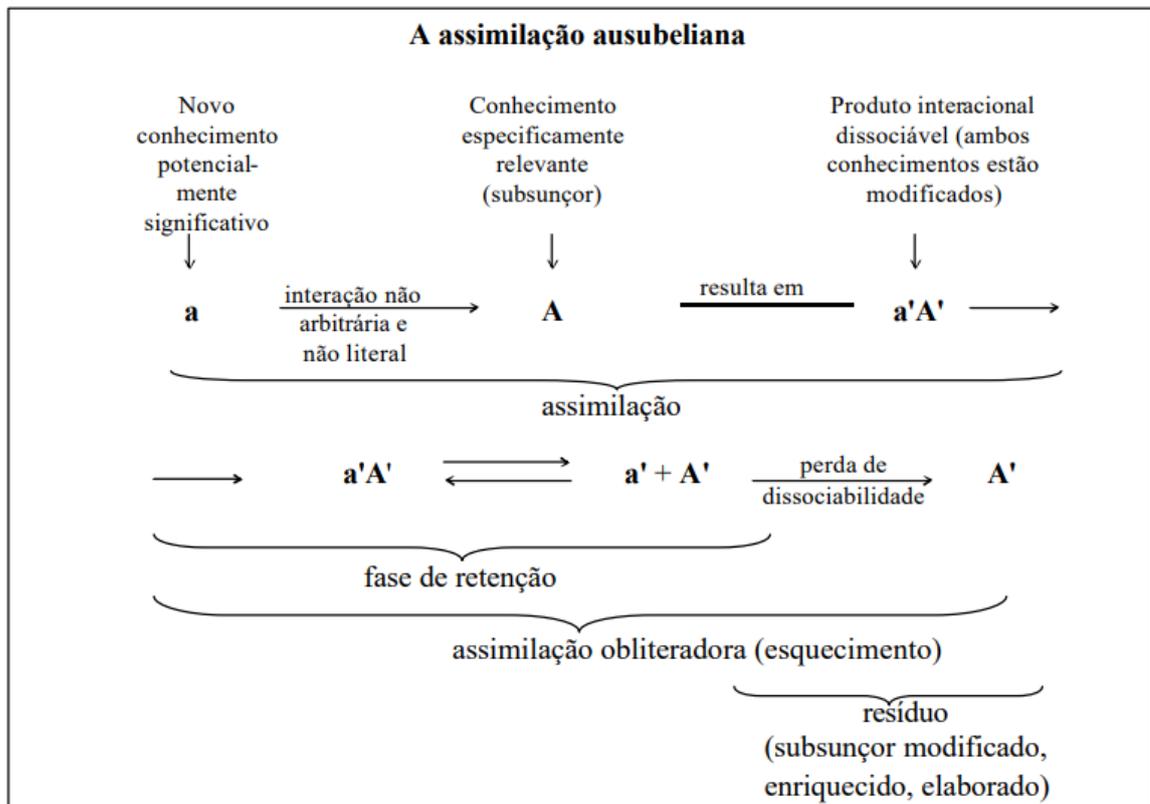
Na subsunção correlativa, a nova informação y está ligada à ideia X , mas é uma extensão, alteração ou qualificação de X . Os atributos de critérios do conceito de subsunção podem alargar-se ou alterar-se com a nova subsunção correlativa.

Fonte: Ausubel (2003, p. 111).

Um processo normal do funcionamento cognitivo denomina-se *assimilação obliteradora*, na qual ocorre uma espécie de “esquecimento” parcial de significados por parte do aprendiz. Neste caso, um conceito subsunçor muito elaborado acaba encolhendo-se, perdendo discriminabilidade e diferenciabilidade ao longo do tempo na medida em que não é frequentemente utilizado. Desta forma, aprendizagem significativa não é aquela onde o indivíduo nunca esquece, mas aquela onde a reaprendizagem é possível e relativamente rápida, o que difere-se da aprendizagem mecânica, onde ocorre o esquecimento total, como se determinado conteúdo nunca tivesse sido aprendido (MOREIRA, 2012).

De acordo com Moreira (2005) o esquecimento de alguns conceitos faz parte da aprendizagem significativa, mas eles de alguma maneira permanecem presentes no subsunçor, por isto a reaprendizagem é facilitada, pois novos conhecimentos acabam sendo obliterados, subsumidos, mas neles restará certo resíduo dos conhecimentos envolvidos no processo, conforme exposto na figura 4.

Figura 4 - O processo de aprendizagem significativa segundo Ausubel



Fonte: Moreira (2005, p. 2).

Se tratando de aprendizagem subordinada e combinatória, o processo de assimilação obliteradora parece bastante claro: o significado menos estável, mais específico de uma ideia subordinada sofre uma redução gradual até o significado mais estável (cada vez mais geral e inclusivo) da ideia a qual sobre subordinação (AUSUBEL, 2003).

Estes conceitos e a descrição de como acontece a aprendizagem estão diretamente relacionados ao processo interno de aquisição de conhecimentos que Ausubel descreveu ao delinear a TAS para a aprendizagem humana, onde percebe-se a importância dos subsunçores para a aprendizagem significativa.

3.5 O MATERIAL POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO

Uma das condições fundamentais para a ocorrência da aprendizagem significativa é a utilização de materiais potencialmente significativos, para que assim seja possível o estabelecimento dos pontos de ancoragem entre os novos conceitos e os que o aprendiz já sabe. De acordo com Ausubel (2003) chamar um material de *potencialmente* significativo é diferente de considerar um determinado material como significativo, visto que neste último caso, o processo de aprendizagem se concretizaria independentemente do tipo de mecanismo adotado ou da existência de conceitos relevantes na estrutura cognitiva. Segundo Praia (2010) um material comporta-se de maneira potencialmente significativa quando pode ser relacionável com a estrutura cognitiva do aprendiz de modo intencional e não arbitrário. Isto dependerá de dois fatores (PRAIA, 2010):

- Da natureza do material, ou seja, deve ser logicamente significativo, passível de compreensão humana, suficientemente não-arbitrário e não-aleatório para que possa se relacionar com os subsunçores relevantes.
- Da estrutura cognitiva de cada indivíduo, pois nela deve haver os subsunçores necessários para ancorar o novo conhecimento apresentado através do material potencialmente significativo.

Ou seja, um material pode ser considerado como potencialmente significativo se atender aos requisitos da Teoria da Aprendizagem Significativa, favorecendo uma aprendizagem não-arbitrária, substantiva, possuindo organização conceitual que realize a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa das ideias que pretende mediar, desde que o aluno ao querer assimilar os novos conhecimentos possua os subsunçores necessários

para aquela aprendizagem. Conforme descrito por Ausubel (2003) um material de aprendizagem não é potencialmente significativo se a tarefa de aprendizagem apenas buscar estabelecer relações com uma estrutura cognitiva hipotética. Estes materiais podem ser semelhantes a listas de sílabas sem sentido, listas de pares de adjetivos, frases desordenadas, pares arbitrários de adjetivos, enfim, materiais de aprendizagem que estejam baseados fundamentalmente na memorização da nova informação.

Desta forma a tarefa não favorece a existência de uma aprendizagem psicológica, mas sim, a incorporação de conhecimentos literais, sem estabelecer relações duradouras com conceitos relevantes. De maneira semelhante, se o aprendiz não tiver a pretensão de aprender de forma significativa, por mais potencialmente significativo que seja o material, a aprendizagem significativa não ocorre. Também, é importante destacar que um material que comporta-se como potencialmente significativo ao ser utilizado será incorporado de forma diferente por diferentes aprendizes, considerando fatores como idade, inteligência, ocupação, vivência cultural, entre outros. Sobre isto, Ausubel (2003, p. 1) afirma que “devido à estrutura cognitiva de cada aprendiz ser única, todos os novos significados adquiridos são, também eles, obrigatoriamente únicos”.

3.6 UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS

Chamamos de UEPS – Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, as sequências de ensino fundamentadas na Teoria da Aprendizagem Significativa que buscam através de oito passos, propiciar um ensino com vistas à aprendizagem significativa de tópicos específicos do conhecimento declarativo e/ou procedimental dos alunos em sala de aula (MOREIRA, 2011; 2012). As UEPS foram propostas por Moreira (2011) e representam uma alternativa na construção de materiais de ensino potencialmente significativos a ser aplicada no contexto educacional, tomando como base a busca pela aprendizagem significativa dos estudantes. Trata-se de um conjunto de atividades organizadas e aplicadas em nível crescente de complexidade do conhecimento a fim de favorecer a apropriação de conceitos de maneira crítica e ativa por parte do aluno no processo de ensino e aprendizagem (FACCIN, 2015). De acordo com Moreira (2012), autor desta proposta, é possível prosseguir a elaboração de uma UEPS com base nestes passos (apresentados de maneira resumida):

1. Definição do tópico a ser abordado pela UEPS;

2. Propor situações onde o aluno possa externalizar seu conhecimento prévio relevante ao tópico de estudo;
3. Propor situações-problemas em nível introdutório;
4. Apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido partindo dos aspectos mais gerais aos mais inclusivos;
5. Retomar os aspectos estruturantes do conteúdo em nível mais alto de complexidade, enfatizando semelhanças e diferenças entre situações e exemplos já apresentados;
6. Nova apresentação dos significados e características mais relevantes; propor novas situações-problema em níveis mais altos de complexidade;
7. Avaliação da aprendizagem ao longo de toda implementação e após o sexto passo, com questões e/ou situações que evidenciem a captação de significados e capacidade de transferência.
8. Caso o desempenho dos alunos evidencie a ocorrência de aprendizagem significativa, a UEPS passa a ser exitosa, considerando a assimilação progressiva dos conceitos estudados.

A escolha da Teoria da Aprendizagem Significativa como referencial teórico para fundamentar a construção de um material de ensino no contexto da disciplina de Cálculo para a Física foi baseada pelo pressuposto educacional a ela inerente: a aprendizagem com sentido para o aluno. A pesquisa envolve a etapa investigativa para se conhecer o cenário, os sujeitos envolvidos e o processo de ensino que ocorre na disciplina de Cálculo I. Para tanto, optou-se em realizar um estudo caracterizado com Etnometodológico, isto é, a partir de um referencial teórico-metodológico denominado Etnometodologia onde o pesquisador busca realizar a análise de situações cotidianas (como por exemplo, aprender Cálculo Diferencial) a partir das interações que ocorrem em um grupo, buscando investigar e compreender como sujeitos constituídos socialmente realizam as ações que guiam a pesquisa.

4 ASPECTOS METODOLÓGICOS

4.1 REFERENCIAL METODOLÓGICO ADOTADO: A ETNOMETODOLOGIA

A abordagem metodológica utilizada para fundamentar a presente pesquisa é denominada etnometodologia. Esta abordagem nos permite reconhecer que professores, alunos e gestores são atores sociais, sujeitos historicamente situados e não apenas pessoas que fornecem dados, estabelecendo assim, uma relação de reciprocidade, reconhecimento e respeito ao que é construído na pesquisa e socializado na comunidade acadêmica (ARAÚJO, 2012). Os estudos etnometodológicos tiveram início nos Estados Unidos, ao final da década de 1950, com Harold Garfinkel e a palavra etnometodologia significa o estudo dos etnométodos, ou seja, o conjunto de métodos que todo indivíduo utiliza ao descrever, interpretar e construir o mundo social (SILVA et al., 2015). Ainda de acordo com Silva et al. (2015, p. 244):

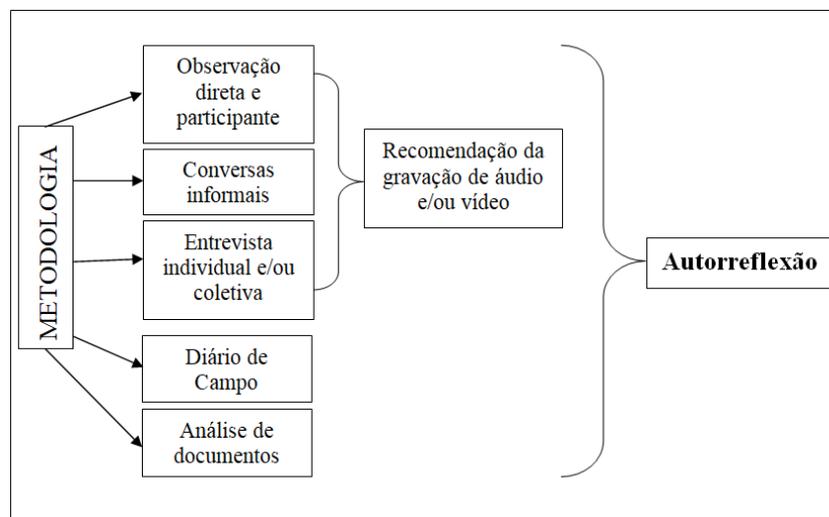
No campo do ensino, tradicionalmente marcado por metodologias diretivas e, em alguns casos, ativas, a perspectiva etnometodológica nos abre caminhos para uma aprendizagem disruptiva, que prioriza o saber construído em interação, cuja avaliação se dá por métodos documentários elaborados individualmente e coletivamente, a partir da interpretação dos elementos indiciais que se produzem nas ações dos grupos e que se manifestam por meio das diferentes linguagens. A relatabilidade (accountability) é um dos elementos que permite aos atores (professores, alunos, responsáveis, comunidade, diretores, coordenadores, secretários etc.) a prestação de contas necessária para que o conhecimento seja encarnado pela sociedade e não apenas internalizado.

De acordo com Machado (2012), o foco da etnometodologia é o estudo dos métodos que as pessoas utilizam para perceber, descrever, interpretar e explicar o mundo, privilegiando abordagens microssociais, enfatizando mais a compreensão que a explicação, isto é, valorizando o processo de construção do objeto pesquisado. Ainda, para compreender o universo de pesquisa e dar sentido e significado ao objeto pesquisado, a etnometodologia busca captar olhares atentos, que vão além de uma simples observação. França (2003) relata que ela, além de uma teoria, é uma perspectiva de pesquisa que considera a visão dos atores da pesquisa, destacando-se o sentido e o significado que estes atores atribuem aos objetos, situações, símbolos que o cercam, e que utilizam na construção do mundo social. Também, “é importante ressaltar que na literatura esse tipo de perspectiva de pesquisa tem uma aplicabilidade no campo da Educação” (França, 2003, p. 85).

A etnometodologia se diferencia da etnografia pelos pressupostos que orienta a investigação empírica de ambas: na etnografia tem-se a ênfase na descrição detalhada do que

se observa em campo, mas sem a preocupação de retomar a ordem vivida do grupo investigado, enquanto a etnometodologia possui grande foco na compreensão da ordem vivida de grupo estudado a partir da produção, reprodução e modificação das práticas em que o pesquisador integra no processo de pesquisa (BISPO; GODOY, 2014). Ainda de acordo com estes autores, na perspectiva da Etnometodologia, algumas possibilidades de técnicas utilizadas para coletar dados podem ser a observação direta, a observação participante, conversas informais, entrevistas, gravações em vídeo, em áudio, notas de campo, fotos, análise de documentos e debates. Na figura 6 estão relacionadas algumas destas possibilidades da pesquisa etnometodológica:

Figura 5 - A Etnometodologia enquanto método de pesquisa.



Fonte: Bispo e Godoy (2014, p. 121).

No contexto da etnometodologia, é importante mencionar que além das ações de campo cujo existe o contato direto com as pessoas e elementos não humanos do espaço pesquisado, uma técnica relevante é o processo de autorreflexão. Esta ideia fundamenta-se na condição que o pesquisador tem de também compor parte do mundo social como um todo, e ao mesmo tempo, do espaço social que investiga. Com esta técnica, o pesquisador pode utilizar seus conhecimentos e competências para analisar o fenômeno sob investigação, isto é, ele pode “decantar” informações e vivências que obteve em campo para que se torne possível melhores condições no que corresponde a avaliação e compreensão das práticas buscadas em campo (FRANCIS; HESTER, 2004, apud BISPO; GODOY, 2014).

Feita esta observação a respeito da autorreflexão, nesta pesquisa, foram utilizadas as seguintes técnicas de campo para coleta de dados: observação participante, diário de campo,

entrevistas e análise de documentos. A seguir, descreve-se um pouco sobre as principais características de cada uma delas.

Na observação participante, o pesquisador insere-se no grupo a ser estudado, assumindo até certo ponto, o papel de membro do grupo (PRODANOV; FREITAS, 2013). Nesta técnica, os sentidos (ver, ouvir, examinar os fatos e fenômenos investigativos) são utilizados para apreender aspectos da realidade. Na observação participante, que foi introduzida inicialmente nas ciências sociais por antropólogos, existe o contato direto do pesquisador com o fenômeno investigado, acessando informações sobre a realidade que pertencem os atores sociais no contexto que estão inseridos. Desta forma, é possível captar muitas situações ou fenômenos que não seriam obtidos por perguntas, apreendendo o que existe de mais imponderável e evasivo na vida real (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Ao realizar a observação do objeto de estudo, torna-se indispensável proceder com o registro das ações observadas, as reflexões feitas a partir do contato com o ambiente investigado. Desta forma tem-se a importância da construção de um diário de campo, um instrumento que contém as anotações a respeito das experiências vivenciadas pelo pesquisador. Com origens na Antropologia pela sistematização das observações realizadas em pesquisas etnográficas, o diário de campo é um instrumento de anotações, comentários e reflexão dos fatos que envolvem a pesquisa, formando um registro das informações (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

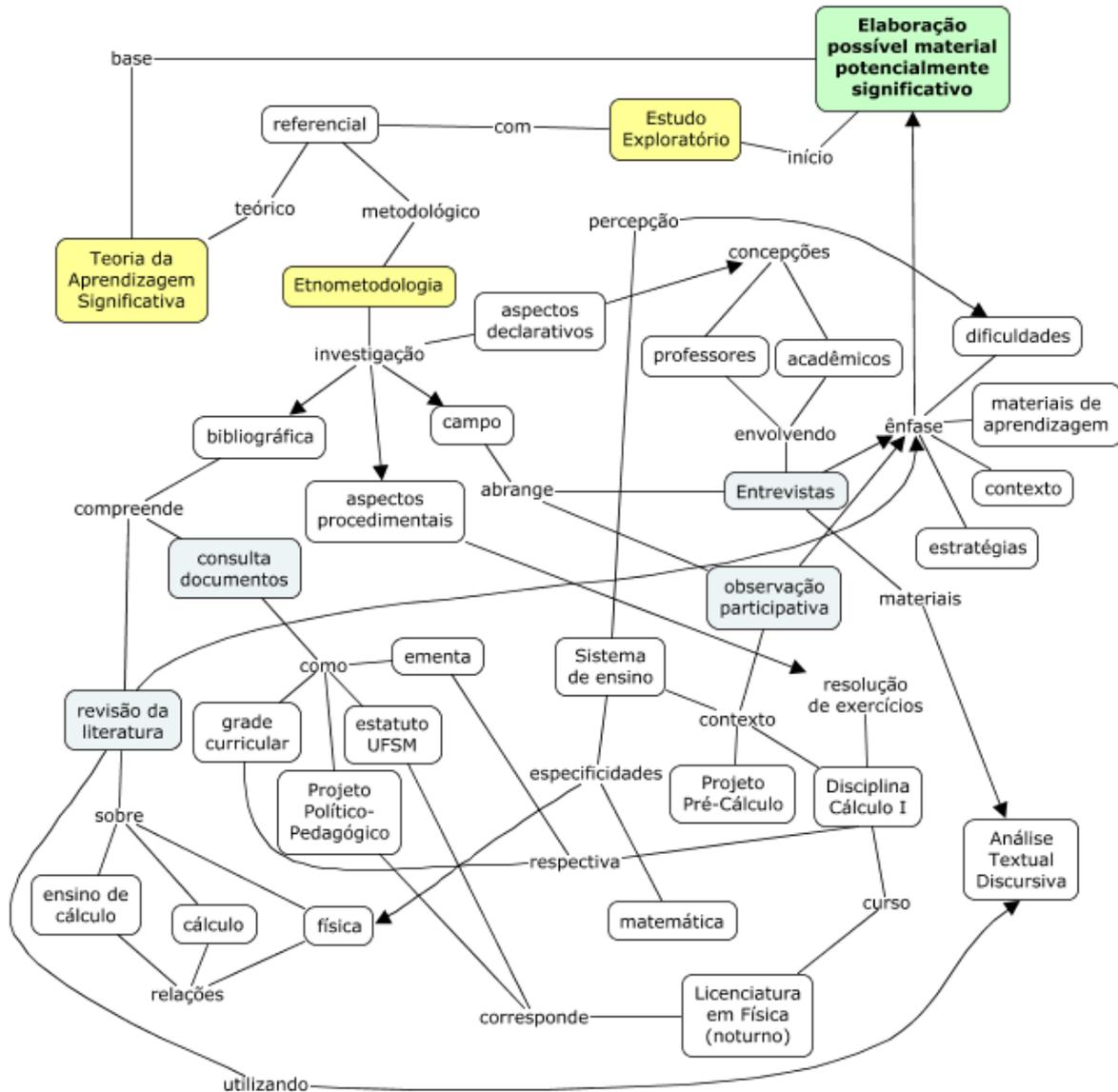
Outra forma de obter informações no processo de pesquisa é através da realização de entrevistas com sujeitos que fazem parte da realidade a ser investigada. A entrevista é uma técnica de interação social, onde uma das partes busca obter dados, e a outra, é a fonte de informação (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). É uma técnica de levantamento de dados primários, onde a descrição verbal dos informantes é muito importante (PRODANOV; FREITAS, 2013). Ela pode ser estruturada, semiestruturada, não-estruturada, orientada, em grupo ou informal. Na presente dissertação, a técnica para realização das entrevistas foi semiestruturada, pois desta forma, parte-se de um roteiro (conjunto de questões) sobre o tema a ser investigado, porém, o entrevistado tem permissão e incentivo para falar livremente sobre assuntos que possam surgir como desdobramentos do tema inicial (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Um ponto relevante da utilização da técnica de entrevistas é a necessidade da transcrição das mesmas, pois ela é fundamental para análise e interpretação de dados (BISPO; GODOY, 2014).

Portanto, apresentado o referencial teórico, o metodológico e a descrição das técnicas de coleta de dados utilizadas nesta investigação, que tem por objetivo investigar o processo de ensino e aprendizagem de Cálculo I, para elaborar uma UEPS que vise a possível aprendizagem significativa do conceito matemático de “Diferencial”, no contexto de formação inicial professores de Física. Elaborou-se um Mapa Conceitual contendo de forma sintetizada a estrutura e relações entre os procedimentos que envolvem a presente pesquisa (Figura 7).

No mapa conceitual explicitado, parte-se do conceito de Elaboração de um possível material potencialmente significativo, que diz respeito as questões e objetivos deste trabalho, para que se possa iniciar um estudo compreendido como exploratório realizado com base no referencial teórico da Teoria da Aprendizagem Significativa e como referencial metodológico a Etnometodologia. Esta, por sua vez é composta pelas investigações realizadas na pesquisa: uma investigação bibliográfica, compreendida pela revisão da literatura já mencionada, enfatizando o Estado do Conhecimento produzido sobre ensino de Cálculo, o Cálculo Diferencial e Integral e a Física, de forma que as relações entre as pesquisas já realizadas na área possam trazer contribuições. Foram consultados documentos oficiais, tais como a grade curricular do curso, o Projeto Político-Pedagógico, o Estatuto da UFSM e a ementa da disciplina de Cálculo I do curso de Licenciatura em Física. Também se investigou os aspectos procedimentais dos alunos, no que diz respeito a resolução de exercícios.

A investigação de campo abrange o estudo feito através da observação participativa, no contexto do projeto de extensão *Pré-Cálculo na transição: Ensino Médio/Ensino Superior*, e da disciplina de Cálculo I, durante o segundo semestre letivo do ano de 2017 e as Entrevistas realizadas com professores e acadêmicos, para buscar as concepções na investigação dos aspectos declarativos destes sujeitos. Nas entrevistas, na observação participativa e na revisão da literatura a ênfase dada foi pela compreensão das estratégias utilizadas por professores e alunos, o contexto, os materiais e as dificuldades que permeiam no processo de ensino e aprendizagem de Cálculo I, relacionando-se com a percepção destes atores sociais sobre o sistema de ensino no que tange as especificidades e relações entre a Matemática e a Física. Os indícios obtidos nas entrevistas e nas observações participativas geraram materiais, tratados pelo método de Análise Textual Discursiva.

Figura 7 - Mapa Conceitual da estrutura e procedimentos do processo de pesquisa.



Fonte: Autora.

4.2 DESENHO DO ESTUDO

Para sanar as questões que envolvem o presente estudo, caracterizado como exploratório, delimitamos uma pesquisa em duas etapas:

I – Etapa de investigação etnometodológica envolvendo revisão da literatura, observação participativa, entrevista com acadêmicos da disciplina de Cálculo I observada, entrevista com docentes da disciplina de Cálculo I e Física I para Licenciatura em Física.

II – Etapa de elaboração de orientações para a construção de um material instrucional supostamente potencialmente significativo (organizado na forma de UEPS) com base nas

observações, nos dados obtidos com as entrevistas e nas análises feitas na etapa I, fundamentado na integração conceitual pretendida.

4.3 OS ATORES ENVOLVIDOS E ASPECTOS ÉTICOS

A presente pesquisa foi registrada no Comitê de Ética em Pesquisa (**ANEXO 1**). Participaram alunos da disciplina de Cálculo do semestre letivo 02/2017, do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Santa Maria. A participação destes foi feita através de observação participante nesta disciplina, e de entrevistas semi-estruturadas com voluntários (**ANEXO 2**), que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (**ANEXO 3**). Todos os alunos da disciplina foram convidados a participar da entrevista via e-mail, sendo estas realizadas na universidade. No total, quarenta e oito alunos matricularam-se na disciplina, sendo que destes, seis participaram das entrevistas.

Ainda, participaram desta pesquisa cinco docentes de Cálculo e Mecânica, ainda em exercício, que tenham lecionado para o curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Santa Maria, nos últimos 5 anos. Estes indivíduos foram convidados a participar de uma entrevista semi-estruturada (**ANEXO 4**) de forma voluntária, na universidade, também constando a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (**ANEXO 5**).

4.4 CRITÉRIOS DE ANÁLISE:

Os critérios para analisar os dados gerados com a presente pesquisa serão a descrição e análise das observações, juntamente com a análise das entrevistas feitas com professores e alunos pelo método de Análise Textual Discursiva (ATD). Ela representa uma ferramenta importante no âmbito da pesquisa qualitativa, pois visa construir respostas a questionamentos propostos, que se inicia a partir da coleta de dados coerentes com a problemática que envolve a investigação, para se chegar à construção da nova compreensão de um fenômeno (RAMOS; RIBEIRO; GALIAZZI, 2015). De acordo com Pedruzzi et al (2015, p. 591) “a ATD se configura como uma metodologia de etapas extremamente minuciosas, requerendo do pesquisador a atenção e a rigorosidade em cada etapa do processo”. Esta forma de análise possui quatro focos: a) desmontagem dos textos, para que sejam examinados nos seus mínimos detalhes; b) estabelecimento de relações entre as unidades formadas; c) captar o que

emerge de todo o texto; d) total imersão do pesquisador e completa impregnação nas informações do texto analisado (PEDRUZZI *et al*, 2015).

A técnica de ATD inicia-se com o processo de unitarização: os textos são separados em unidades de significado, podendo estas gerar novos conjuntos de unidades dado o caráter empírico, teórico ou da interpretação do pesquisador. Após este processo, é feita a articulação dos significados semelhantes, processo que recebe o nome de categorização (MORAES; GALIAZZI, 2006).

4.5 O CONTEXTO DA INVESTIGAÇÃO: A UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

Vinculada ao Ministério da Educação, a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) foi criada em 14 de dezembro de 1960, tendo como sede a cidade de Santa Maria, no centro do estado do Rio Grande do Sul. A instituição possui autonomia didático-científica, disciplinar, administrativa e financeira, com sua organização e funcionamento regidos pela legislação federal pertinente e por outros cinco documentos legais, dentre eles, a Lei n. 9.394, que compreende as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (UFSM, 2014).

4.6 O CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

O curso superior em Licenciatura em Física da Universidade Federal de Santa Maria que passou por fortes modificações ao longo das décadas de 80 e 90 é resultado da evolução do primeiro curso de Licenciatura ofertado pela instituição, desde o final da década de 60. Na instituição, o curso de Licenciatura pode ser no período diurno ou noturno, com o diferencial de número máximo de horas-aula semanais, portanto, diferenciando-se apenas no que se refere ao período correspondente ao período previsto para conclusão do curso⁵.

No contexto da pesquisa, foram feitas observações no curso que funciona no turno noturno no campus sede da universidade, está organizado com 40 disciplinas obrigatórias e 2 optativas, distribuídas ao longo de 10 semestres letivos. O objetivo geral do curso é formar profissionais que estejam aptos a atuar no magistério de nível médio e em programas de extensão, bem como frequentar cursos de pós-graduação das áreas de pesquisa e ensino de Física.

⁵ Apresentação do Projeto Político-Pedagógico do curso de Licenciatura em Física. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/cursodefisica/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=2:apresentacao-licenciatura&id=1:ppp-fisica&Itemid=11>

4.7 O CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL NO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA DA UFSM

A disciplina de Cálculo I é obrigatória, ofertada no primeiro semestre letivo do curso, computando 90 horas (6 horas semanais, distribuídas em 3 períodos de 2 horas cada), trazendo como objetivos: “ao término da disciplina o aluno deverá ser capaz de: compreender e aplicar as técnicas do Cálculo Diferencial e Integral para funções reais de uma variável real, dando ênfase às suas aplicações”. O programa compreende 6 unidades onde estão distribuídos os conteúdos de:

Funções, limites e continuidade

Definição de função, domínio e imagem.

Representação gráfica de funções.

Taxas de variação.

Conceito e propriedades de limites, limites laterais.

Continuidade: conceito e propriedades.

Retas tangentes.

Derivadas

A derivada como função.

A derivada como taxa de variação.

Derivadas de produtos, quocientes e potências negativas.

Derivadas de funções trigonométricas.

A regra da cadeia e derivação implícita.

Derivadas de funções trigonométricas inversas.

Derivadas de funções exponenciais, logarítmicas e hiperbólicas.

Aplicações das derivadas

Extremos de funções.

Teorema de Rolle e do valor médio.

Taxas relacionadas.

O conceito de diferencial.

Linearização e diferenciais.

Integração

Integrais indefinidas: o conceito de primitiva.

Propriedades da integral: integração por substituição.

Estimando como somas finitas.

Somas de Riemann e integrais definidas.

Os teoremas do valor médio e o teorema fundamental do cálculo.

Substituição em integrais definidas.

Aplicações de Integrais

Volumes por fatiamento e rotação em torno de um eixo.

Modelando o volume usando cascas cilíndricas.

Comprimento de curvas planas.

Aplicações em Física.

Funções Transcendentes

Logaritmos.

Funções exponenciais

Funções hiperbólicas.

Os livros descritos na bibliografia da disciplina são os seguintes: Anton (2000); Boulos (1999); Courant (1965) e Guidorizzi (1998).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção são descritos os resultados da investigação, dividida em dois itens: 5.1. *Etapa I – Investigação Etnometodológica* e 5.2. *Etapa II – Encaminhamentos e Propostas: o material elaborado*. Desta forma, através do item 5.1.1 é apresentado aspectos referentes a *observação participante na disciplina de Cálculo I e registros do diário de bordo* realizados no semestre 02/2017; no item 5.1.2 *Síntese das observações e discussão* relaciona apontamentos sobre a observação participante. No item 5.1.3 *As observações da avaliação I*, no que diz respeito aos procedimentos que os alunos utilizam para resolver questões da disciplina de Cálculo foram analisadas para investigar quais as principais dificuldades que estes apresentam frente ao momento avaliativo; no item 5.1.4 *As concepções dos atores envolvidos: análise das entrevistas* estão organizadas as principais ideias investigadas divididas em *discentes* (item 5.1.4.1) e *docentes* (item 5.1.4.2.) a respeito do processo de ensino e aprendizagem de Cálculo I através da Análise Textual Discursiva. O item 5.2. *Etapa II – Encaminhamentos e Propostas: o material elaborado* contém algumas reflexões acerca do processo de pesquisa, a partir dos dados e análises realizadas, e a proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa com o conceito de “Derivada” sob o aporte da Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel.

5.1 ETAPA I – INVESTIGAÇÃO ETNOMETODOLÓGICA

Nesta seção são apresentados os registros iniciais a respeito dos dados obtidos com as técnicas de pesquisa utilizadas: a observação participante e entrevistas. A observação que possui destaque neste trabalho é a realizada na disciplina de Cálculo I, no curso de Licenciatura em Física (noturno) da Universidade Federal de Santa Maria. Mesmo não se tratando do foco da investigação, foi realizada a observação participante também em um projeto de extensão da mesma universidade, o Pré-Cálculo na Transição: Ensino Médio/Ensino Superior, pois, a abrangência deste era a acadêmicos ingressantes nos cursos da instituição que possuem em sua matriz curricular a disciplina de Cálculo, o que inclui acadêmicos da Licenciatura em Física. Portanto, um breve relato sobre o contexto observado será feito, visto que nesta ocasião, dos dez participantes voluntários, cinco eram ingressantes do curso de Licenciatura em Física (cursaram a disciplina Cálculo I observada).

Este projeto de extensão é embasado pela Teoria da Aprendizagem Significativa, e ocorre na universidade desde 2013, com a intenção de diminuir discrepâncias entre os conteúdos matemáticos necessários ao aluno na transição do Ensino Médio para o Superior. O

desenvolvimento de ações é feito por acadêmicos dos cursos de Matemática da instituição, que atuam como monitores ao longo de duas etapas: a primeira, antes do começo do semestre (na qual ocorreu a observação), e a segunda, ao longo do semestre. A metodologia, os conteúdos estudados e as estratégias utilizadas são as mesmas, cumprindo um total de 20 horas em cada etapa. O projeto é baseado em aulas com bastante interação entre os monitores e os acadêmicos ingressantes, que em todo percurso de desenvolvimento do projeto busca motivar os alunos, questionar e ser questionados, exemplificar os conceitos e tentar relacioná-los (os conteúdos da matemática básica, como números reais, funções) com a disciplina que será cursada. Também apresentam vídeos sobre o conteúdo, resolvem exercícios com auxílio da lousa e indicam livros de pré-cálculo. Algumas dificuldades dos alunos já nesta etapa mostram-se evidentes, como a resolução de operações da matemática básica e afirmações que supõe a existência de aprendizagens mecânicas no ensino anterior, como na fala “no ensino médio a gente decorava para fazer a prova”, cujo aluno ao ter uma explicação mais elaborada, acaba relatando. Um artigo de nossa autoria, em formato de relato de experiência descrevendo esta observação participante intitulado “Projeto Pré-Cálculo na Universidade Federal de Santa Maria: reflexões sobre a contribuição para acadêmicos da matemática e outras áreas científicas” (ROCHA; SANTAROSA; SPOHR, 2018), foi submetido em 10/04/2018 e aceito em 11/06/2018 na Revista Thema, cujo objetivo foi relatar a dinâmica do desenvolvimento da primeira etapa do projeto, que compreende cinco encontros, ministrados por acadêmicos do curso de Licenciatura e Bacharelado em Matemática.

Na sequência são descritos os demais resultados obtidos com a observação participante e entrevistas.

5.1.1 Observação participante na disciplina de Cálculo I

As observações correspondem ao semestre 02/2017, na disciplina de Cálculo I – MTM 1008, no âmbito da UFSM, no curso de Licenciatura em Física. As aulas foram ministradas três dias por semana, no horário compreendido das 19 às 21 horas. No total, foram observadas 34 aulas, que corresponde a um total de 68 das 90 horas da carga horária total da disciplina de Cálculo I. Todas as aulas foram registradas através de áudio e por um diário de bordo, que contém os conteúdos que eram disponibilizados para os alunos durante as aulas, comentários, observações e características que compõe a dinâmica do processo de ensino e aprendizagem de Cálculo no contexto da formação inicial de professores de física. Assim como realizado por Santarosa (2013), em todas as aulas foram anotados os conteúdos transcritos na lousa, os

comentários da professora (CP), comentários dos alunos (CA) e comentários da observadora (CO) relevantes aos objetivos da pesquisa. Alguns destes registros estão descritos no quadro 2.

(continua)

Quadro 2- Registros do diário de bordo por conteúdo desenvolvido na disciplina de Cálculo I.

Datas	Tema ou conteúdo	Forma de abordagem e estratégias utilizadas	Observações das aulas e comentários da pesquisadora
07/08	Apresentação da disciplina	Ideia geral da disciplina e breve apresentação e revisão dos conteúdos, demonstrando graficamente com exemplo e utilizando conceitos do Cálculo I.	CP: “Vejam que a Matemática é o modelo para a Física” CP: “Quando o Cálculo foi descoberto, se buscava encontrar a área”. CO: primeira aula da disciplina, com o total de 21 alunos matriculados. A professora buscou mostrar um panorama da disciplina de Cálculo, os conteúdos que seriam abordados, o livro referencia e o ambiente virtual MOODLE que foi utilizado ao longo do semestre.
09/08 11/08 14/08 16/08 18/08	Funções	Utilização de exemplos: sismógrafos, variação; Proposta de exercícios em duplas; Interpretação gráfica, resolução de exercícios; proposta de exercícios individuais.	CP: “O que vocês entendem por funções?” (questão inicial). CA: “Para ter uma caixa não teria que tirar o número 0 e o número 3?” (domínio da função). CP: “Não queiram ficar só com o que eu estou passando aqui” (em relação aos conceitos em aula explorados). CA: “Eu não me lembro de nada”. CA: “Era para saber aquela fórmula ali? Eu nunca vi” (em relação às coordenadas do vértice da parábola). CO: a partir do dia 11/08 a disciplina passou a ter 47 alunos matriculados, vindos de outros cursos. A professora ficou mais próxima dos alunos, utilizou exemplos contextualizados com a Física, os alunos ao longo das aulas passaram a esclarecer dúvidas entre si, pedir auxílio à professora, resolver exercícios sozinhos. Por vezes, um aluno ia ao quadro para resolver uma das questões propostas.

Quadro 2 – Registros do diário de bordo por conteúdo desenvolvido na disciplina de Cálculo I.

(continuação)

21/08 23/08 25/08 28/08	Limites	Ideia intuitiva, exemplos. Proposta de exercícios, interpretação gráfica, apresentação dos teoremas.	CA: “Tem que ter um curso de matemática básica” (após apresentação dos conceitos e cálculo de Limites). CA: “Eu nunca tinha aprendido assim, este é o melhor jeito” (de calcular limites). CO: Foram propostos exercícios com tempo para resolver em sala de aula. CP: “Como vocês interpretariam de outra forma?” (sobre limites envolvendo radicais, após a exemplificação no quadro) – CA: “Só aprendi do modo conjugado”. CP: “Não se pensa numa situação contextualizada sem a base matemática” CO: As aulas ocorreram com a explicação de muitos conceitos, interpretação gráfica dos exemplos realizados e constante retomada de conceitos básicos da matemática, como de fatoração, estudo do sinal, operações.
01/09	Teste 1	Em duplas, sem consulta.	Observou-se que muitos alunos apresentam dificuldades quando se deparam com situações da matemática básica, como caso zero dividido por um número real, não terminando a resolução de um problema.
04/09 06/09 08/09	Continuidade	Definição, exemplos, resolução de exercícios. Revisão do Teste 1.	CP: “O que vocês acham dessa matemática?”. CO: Apresentação de conceitos, exemplos e teoremas no quadro. Revisão do Teste 1.
11/09 13/09 18/09 22/09 25/09 27/09 29/09	Derivada	Definição teórica, definição gráfica. Resolução de exercícios; revisão de conceitos; velocidade; função derivada. Teorema, notação e exercícios. Interpretação, exemplos, regras, contexto.	CA: “A instantânea (velocidade instantânea) então seria a própria derivada?”. CP: “Se o problema tivesse pedido para calcular a reta em (-1), o que aconteceria? Qual seria a inclinação?”. CA: “Professora, tem como mostrar geometricamente o gráfico de posição <i>versus</i> tempo?” (durante o estudo da Função Derivada). CP: “Formação humana, social e profissional” (em relação ao papel da universidade). CO: Em diálogo com alunos, a professora questionou sobre as dificuldades que os alunos possuíam, e sobre os problemas enfrentados na disciplina de Cálculo. Alguns indicaram que “a prova” é o grande obstáculo. Outros

Quadro 2 – Registros do diário de bordo por conteúdo desenvolvido na disciplina de Cálculo I.

(continuação)

			<p>falaram que:</p> <p>CA: “A gente não fez essas relações quando devia ter feito (entre os conceitos matemáticos), era tudo estático, a gente não aprendeu assim”.</p> <p>CA: “A gente já aprendeu de maneira errada”.</p> <p>CA: “O professor falou que tinha que ter cálculo antes da Física” (em relação às disciplinas de Cálculo I e Física I).</p>
04/10	Avaliação 1	Individual, sem consulta.	<p>As respostas dos alunos nestas questões foram consultadas pela pesquisadora e posteriormente organizadas de acordo com o nível de desenvolvimento, com destaque para as principais dificuldades observadas. Elas encontram-se no item 5.1.3 deste material.</p>
06/10 09/10 16/10 18/10 20/10	Derivada Diferenciais	<p>Definição, interpretação exemplos, exercícios.</p> <p>O conceito de Diferencial e sua interpretação geométrica.</p>	<p>CA: “eu poderia apenas relacionar esse resultado com o da outra unidade que pede, porque existe um incremento ‘h’ igual?” – CP: “Não sei se o gráfico possui simetria para poder ter o mesmo incremento, pois a reta $f(x)$ pode não ser simétrica”.</p> <p>CO: Discussão sobre a inclusão do pré-cálculo na química, a falta de base em matemática aliado às dificuldades da educação básica, falta de conhecimentos prévios. Exercícios propostos para serem resolvidos em sala de aula; após, foram corrigidos no quadro.</p> <p>CA: “eu tive que aprender por conta própria” – aluna do curso de Física licenciatura, que fez a disciplina de Cálculo I e II ao mesmo tempo, e não obtendo aprovação em Cálculo I.</p> <p>CA: “extremamente importante ter física elementar” – Aluna do curso de Matemática.</p> <p>CA: “O pessoal se decepciona, esperam algo mais dinâmico, que abordem mais a física”.</p> <p>CA: “São poucos professores que sentam e conversam”.</p> <p>CA: “Parte do desinteresse é dos alunos, parte dos professores”.</p> <p>CA: “Já discuti isso com um professor, que disse que direciona a aula dele para o bom aluno, para transformá-lo num ótimo aluno”.</p>

Quadro 2 – Registros do diário de bordo por conteúdo desenvolvido na disciplina de Cálculo I.

(conclusão)

30/10 01/11	Funções exponenciais, logarítmicas e trigonométricas inversas	Exemplos, exercícios. Problematização sobre o fólio de Descartes.	CA: “O valor de ln é 2,71... de onde surgiu esse número?” CP: “Do limite fundamental $\lim_{x \rightarrow +\infty} \left(1 + \frac{1}{x}\right)^x = e$. É um irracional, não se repete, e tanto faz se tu fizer tender a $-\infty$ ”.
01/11	Teste 2	Em duplas, sem consulta.	CO: Mesmo com todas as aulas já realizadas, a dificuldade de uma aluna no teste 2 dizia respeito a substituição no cálculo de limites (se em f ou f’).
06/11 08/11	Funções exponenciais, logarítmicas e trigonométricas inversas	Tipos de indeterminação, exemplos, exercícios. Revisão do Teste 2.	CA: “a hora que tu inverte a fração de baixo não muda o sinal?”. CO: algumas das dúvidas dos alunos dizem respeito a regras básicas de matemática.
13/11 17/11	Revisão Derivada em gráficos e aplicações.	Mapa Conceitual. Aula com exemplos e exercícios.	CO: Como forma de revisar, e integrar todo o conteúdo que já havia sido trabalhado no semestre, a professora fez a apresentação de um mapa conceitual por ela elaborado, explicitando as relações entre os conceitos, bem como os significados destes. CP: “Se vocês tem dúvida em alguma parte me perguntem”. CO: Um aluno mostrou o gráfico de um exemplo realizado em sala de aula através de um aplicativo de seu celular.

CP: Comentário da Professora. CA: Comentário de aluno/a. CO: Comentário observadora.

Fonte: Autora.

5.1.2 Síntese das observações e discussão

A partir destes registros, faz-se a discussão dos dados observados com base nos objetivos da presente dissertação, considerando as seguintes categorias emergentes: contexto, materiais de aprendizagem, estratégias utilizadas, dificuldades e relato de uma das aulas observadas. Em cada uma delas, descreve-se um pouco mais da dinâmica do processo de ensino e aprendizagem observado, resumindo o total de informações que foi coletado nesta

etapa, em gravações, diário de bordo, dados da pesquisa, conversas informais, registros e reflexões das 34 aulas que compreendem o período de observação participante.

5.1.2.1 Contexto

As aulas foram ministradas na universidade, no período noturno, para uma turma que atingiu o máximo de até 47 alunos. Estes, no decorrer do semestre foram evadindo paulatinamente, principalmente os oriundos de outros cursos, que não da Licenciatura em Física. A sala era organizada com os alunos sentados observando a narrativa da professora sobre conteúdos, fórmulas e teoremas. Em muitas das aulas, a professora estimulava e dialogava com os alunos sobre a disciplina, suas dificuldades e limitações. Nesse sentido, e indo ao encontro dos dados já mencionados na revisão bibliográfica, faz-se importante ressaltar que

“A educação precisa olhar para si, se reconhecer e quem sabe se reinventar. Dessa forma as Instituições de ensino superior têm papel fundamental na formação absoluta dos acadêmicos. No processo educativo os futuros profissionais devem ser criativos diante do mundo em constantes transformações, desenvolvendo seu discernimento em meio à complexidade, bem como sua ação e atitude para decidir e ousar” (LUIZ; CÓL, 2014, p.887).

O modelo de aprendizagem observado nas aulas desta disciplina vai ao encontro dos perfis já descritos como tradicionais, focados no professor e em instrumentos de ensino e aprendizagem já conhecidos e consolidados, como o quadro e giz, o livro didático, a forma de organização da classe, que ocorre desde a inclusão do cálculo nas universidades. Ainda assim, pode-se observar ao longo das aulas que alguns instrumentos mostraram-se diferentes dos habituais, como a inserção de resolução de problemas, modelagem matemática, estudos em duplas, explanação de mapa conceitual integrando os conteúdos, retomada de conceitos e aplicação de conceitos matemáticos na física, desempenhando papéis pontuais ao longo do semestre.

5.1.2.2 Materiais de aprendizagem

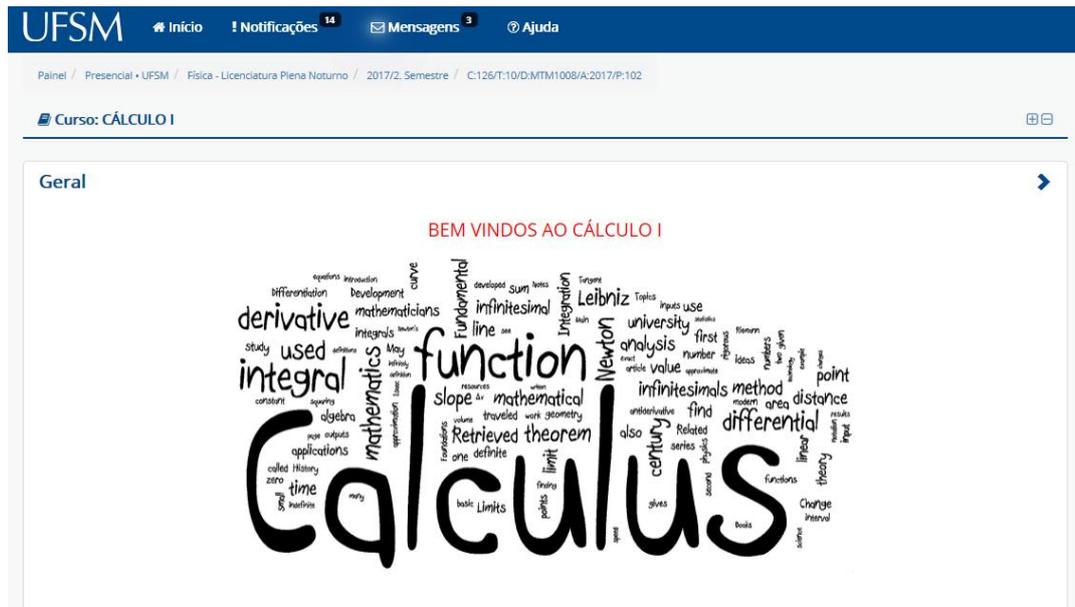
Os materiais de aprendizagem aqui relacionados são aqueles que foram utilizados no decorrer das aulas, através da mediação entre o conteúdo pela professora para com os alunos. Estes materiais são: *quadro e giz, o ambiente virtual Moodle, o projetor e o Livro didático*. Na sequência, descrevem-se como tais materiais estiveram presentes ao longo do semestre.

Quadro e giz (ou quadro e caneta): muito utilizado pela professora para realizar demonstrações de fórmulas e equações, auxiliar nas explicações e conteúdos trabalhados. Em

todas as aulas foi importante a presença destes materiais, visto que os símbolos, números, exercícios e exemplos foram nele expostos. Todas as sentenças exibidas foram explicadas e exemplificadas pela professora, não sendo simplesmente mostrados no quadro ou apenas conduzidos aos alunos, mas sempre relacionados com os conteúdos vistos anteriormente, ou com exemplos que algumas vezes estavam relacionados à conceitos da Física. A respeito da organização do trabalho da professora desta forma, explorando este material, Rodrigues (2017) faz uma afirmação importante, que vai ao encontro do que foi observado em muitas aulas, no que diz respeito a essa exposição, este trabalho oral que ocorre em sala de aula na explanação do professor ou no desenvolvimento e correção das atividades que são propostas, pois elas podem envolver toda a turma na discussão das possíveis estratégias de resolução de uma situação-problema, com base na dúvida de um único aluno.

Plataforma Moodle: a Plataforma Virtual Moodle foi um instrumento empregado na postagem dos materiais de ensino e aprendizagem, como o livro utilizado na disciplina, materiais para retomar conceitos de matemática básica úteis para o melhor desenvolvimento da disciplina (pré-cálculo), informes como notas, listas de exercícios, avisos, horários de monitorias disponíveis para tirar dúvidas, links para outros materiais interessantes relacionados aos conteúdos, disponíveis na internet. Conforme visto na revisão da literatura, a Plataforma Moodle representa um infinito de possibilidades, desde a implementação de atividades de ensino até a elaboração de disciplinas de Cálculo na modalidade semipresencial. É mais um instrumento tecnológico que contribui no processo de ensino e aprendizagem, e nesse caso foi também utilizado pela docente. Na figura 8 é possível ver a parte inicial do ambiente virtual disponibilizado pela professora.

Figura 8 - Ambiente virtual Moodle utilizado nas aulas de Cálculo I.

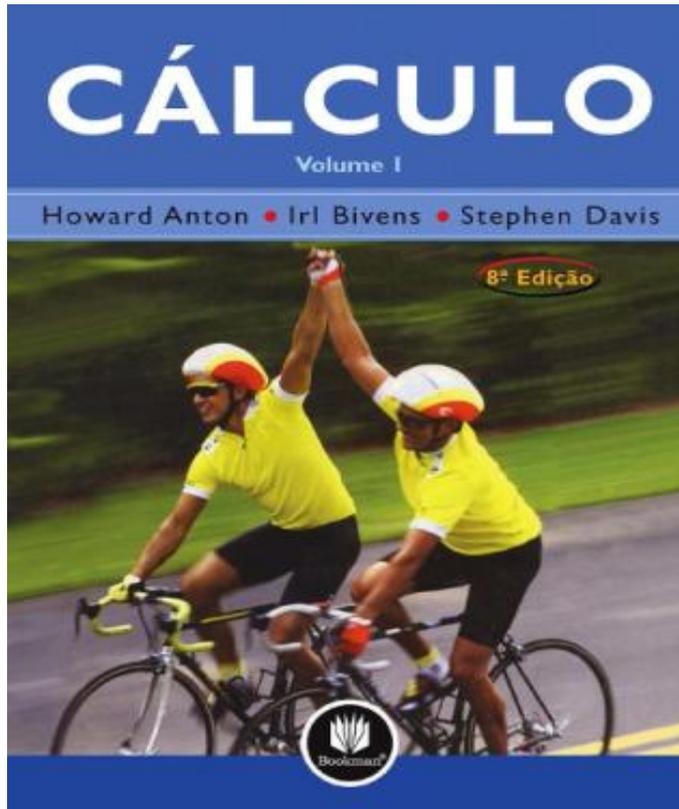


Fonte: Dados da pesquisa.

Projektor: este instrumento foi utilizado como apoio e suporte na reprodução e explicação de algumas atividades e materiais que haviam sido disponibilizados via MOODLE, ou do Mapa Conceitual apresentado pela professora da disciplina.

Livro didático: principal referência na sequência de conteúdos trabalhados, teoremas, exemplos e exercícios. Santarosa (2013) relata que os conteúdos apresentados em livros texto encontram-se prontos, e que os torna aparentemente de fácil execução, porém, são resultado de um processo único, e possuem a visão pessoal de diferentes autores. Neste sentido, é importante evidenciar que o Cálculo e seus conjuntos de conceitos foram construídos ao longo do tempo, e que, conforme descrito por Garzella (2013, p. 24), as definições como derivadas e integrais “são descritas em livros-texto tão claramente e suas operações são expostas de maneira tão prontamente dominadas, que facilmente se esquece das dificuldades de desenvolvimento dos seus conceitos básicos”. O livro didático utilizado foi o Cálculo Volume I, dos autores Howard Anton, Irl Bivens e Stephen Davis (Figura 9).

Figura 9 - Livro de Cálculo utilizado como referência na disciplina



Fonte: Anton, Bivens e Davis (2007).

5.1.2.3 Estratégias

As ações aqui descritas como estratégias correspondem ao conjunto de situações utilizadas para facilitar ou conduzir a aprendizagem dos conhecimentos, conceitos e saberes que compõem a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I. Estas estratégias podem ter sido exploradas pela professora (P), pelos alunos (A) ou ambos (P e A) e foram naturalmente identificadas através da observação participante realizada ao longo do semestre. São elas:

a) Aulas expositivas dialogadas (P)

Todas as aulas, com exceção dos Testes e da Avaliação foram aulas que podem ser classificadas como aulas expositivas dialogadas, na qual a professora era a principal responsável em apresentar os conceitos aos alunos. Mesmo a professora sendo o centro do processo que estava a acontecer em sala de aula, em vários momentos durante as aulas ela incentivou que eles participassem, fizessem questionamentos e expusessem suas percepções e opiniões. Neste sentido, Rodrigues (2017) afirma ser a forma como o professor gerencia a sala de aula uma importante influência no processo de ensino e aprendizagem, isto é, o modo como os alunos são incentivados, organizados e a comunicação existente entre os indivíduos,

com negociações de comportamento e devido tempo estabelecido para o desenvolvimento das atividades propostas pode influenciar positiva ou negativamente os resultados que serão obtidos pelos alunos. Além disso, vale ressaltar que atualmente existem muitas possibilidades para serem adotadas em sala de aula, porém o ensino de matemática continua centrado no professor, a estratégia de ensino ainda está atrelada à exposição formal e discursiva dos conteúdos, o que implica apenas em exigir do aprendiz a capacidade de memorizar e reproduzir conceitos (LUIZ; CÓL, 2014).

b) Resolução de Problemas e exercícios (P)

A professora propôs, em vários momentos, a resolução de problemas e exercícios relacionados aos conteúdos de Cálculo, para serem feitos em sala de aula ou em casa. Para Silva e Felicetti (2014), desenvolver um trabalho utilizando situações-problema é necessário planejamento, capacidade de variação e renovação por parte do professor e também direcionamento à aprendizagens específicas, pois as situações-problema precisam ser suficientemente surpreendentes e estimulantes para mobilizar os alunos. Nesse sentido, alguns dos exercícios explorados em sala de aula estavam voltados para alunos do curso de Física, com enunciados ou aplicações nesta área.

c) Repetição (P e A)

Tanto a professora quanto os alunos utilizaram como estratégia de ensino e aprendizagem situações cujo enfoque consistia em repetição de conceitos, teoremas e exercícios. A retomada dos conceitos, algumas das vezes ocorreram no início ou final da aula, de forma resumida pela professora, ao expor as regras no quadro. Da mesma forma, ao refazer exercícios e exemplos, os alunos acabavam retomando os conceitos e as formas de resolução.

d) Formas de representação (P)

Na matemática toda a comunicação ocorre baseada em representações, e o que se pretende estudar pode apresentar-se em forma de conceitos, propriedades, estruturas, relações aplicadas nas mais diversas situações, o que nos leva a compreensão que um mesmo objeto matemático pode apresentar diferentes formas de representação (DAMM, 2008). As representações dos conteúdos utilizadas pela professora eram essencialmente numéricas e gráficas, quando a intencionalidade era explicar equações, fórmulas e teoremas. Da mesma

forma, em momentos avaliativos, os alunos deveriam resolver e representar as respostas das questões pedidas de forma numérica, gráfica, ou com o uso da linguagem matemática.

e) Grupos de estudos (A)

Alguns dos alunos organizavam grupos de estudos na universidade, para retomar conceitos, realizar os exercícios extraclasse propostos, e revisar conteúdos. Para Rodrigues (2017), o trabalho em grupo é uma forma de estimular o desenvolvimento de habilidades relacionadas à negociação do conhecimento, além de favorecer o trânsito e comunicação de ideias por parte dos integrantes do grupo. É ao escrever e falar sobre Matemática, utilizando a linguagem para partilhar significados, compreendendo os argumentos de outros alunos e do professor o aluno pode se desenvolver sua capacidade de comunicação matemática (Ponte *et al.* 2007).

f) Aplicativos (A)

Atualmente, existem aplicativos disponíveis com temas relacionados aos conceitos de Cálculo, principalmente na representação gráfica e na resolução de exercícios, como o aplicativo gratuito *Malmath: Resolver passo a passo*, que auxilia na resolução de problemas e gráficos de integrais, derivadas, limites, trigonometria, logaritmos, equações e problemas algébricos⁶. Observou-se que, alunos utilizam esses aplicativos como uma estratégia para auxiliar no processo de aprendizagem. Neste sentido, Rodrigues (2017, p. 128) afirma que seria benéfico para a formação de professores se o uso de recursos tecnológicos em sala de aula fossem abordados na formação inicial e continuada, pois existe uma grande variedade de recursos disponíveis, e o uso destes seria importante na própria formação e utilização em sala de aula.

g) Mapa conceitual (P)

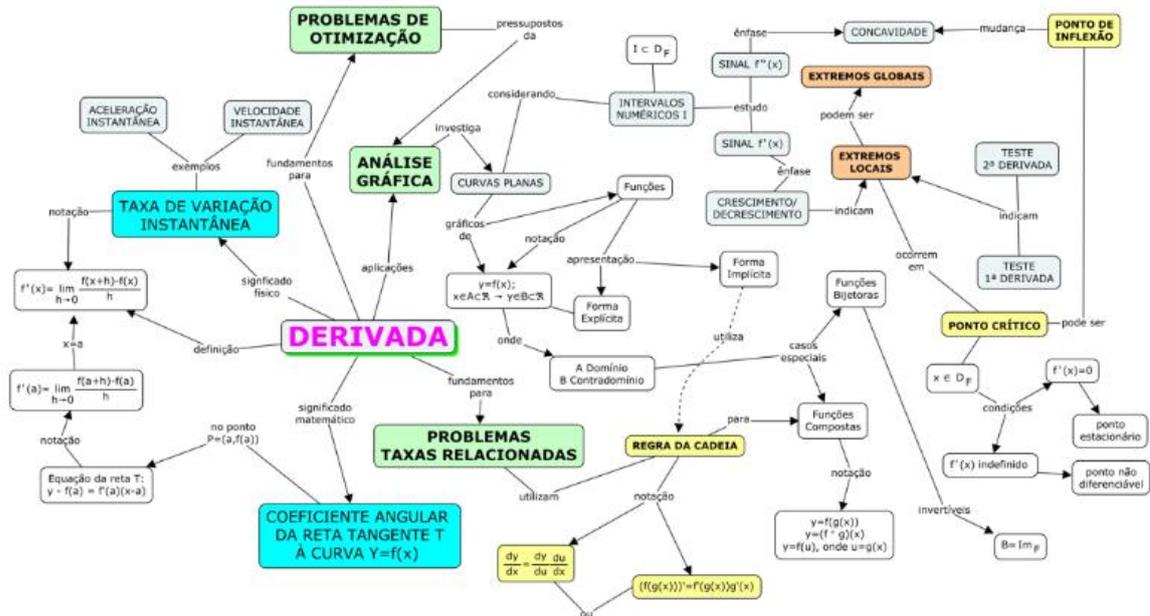
Em uma das aulas, como forma de integrar todo o conteúdo de derivada que havia sido abordado, a professora fez a apresentação de um Mapa Conceitual (figura 10) para os alunos, exposto no quadro através do uso do projetor. Inicialmente, a professora realizou uma breve explicação sobre o significado de um mapa conceitual, passando para a explicação dos conceitos e relações do mapa utilizado em questão. Neste momento, os alunos ficaram atentos

⁶ O aplicativo *MalMath: resolver passo a passo* está disponível em https://play.google.com/store/apps/details?id=com.malmath.apps.mm&hl=pt_BR Acesso em 19/01/2019.

e também anotando algumas observações em seus cadernos. Após a explicação, a aula continuou com a apresentação de novos conceitos, exemplos e exercícios.

Figura 10 - Mapa conceitual sobre derivada

MAPA CONCEITUAL SOBRE O CONTEÚDO DE DERIVADA



Fonte: dados da pesquisa.

5.1.2.4 Dificuldades

As dificuldades aqui descritas estão relacionadas com a percepção da observadora e principalmente com as falas dos alunos durante as aulas de Cálculo. Neste sentido, percebeu-se que a transição que alguns dos alunos estavam passando, como ensino médio para a universidade, ensino técnico para a universidade e também alunos que há muitos anos estavam sem estudar sentem. Esta dificuldade é algo relatado por eles, visto que percebem as diferenças entre metodologias de ensino, isto é, um modelo de ensino diferente do que estão acostumados.

Há também, como um obstáculo enfrentado, a decepção e frustração das expectativas quando o indivíduo se percebe como aluno na universidade, excesso de conteúdos, aulas, e dinâmica dos processos de ensino e aprendizagem. Observou-se por parte de alguns dos estudantes certo desinteresse, que era perceptível através de atrasos frequentes, desistências, saídas após a chamada, falta de diálogo com a professora e colegas para esclarecer dúvidas, situar-se dentro da disciplina e tarefas, falta de comprometimento com os estudos (na

realização de atividades, busca por monitorias para auxílio e frequência nas aulas). Sobre isso, Luiz e Cól (2014, p.878) relatam que

A desistência e reprovação nas disciplinas de matemática são demonstrações da não aprendizagem e ineficiência dessa prática pedagógica. Visando a formação global do acadêmico, o ensino deve contribuir para o pleno desenvolvimento das potencialidades, exigidas pela sociedade atual. Em relação aos futuros profissionais: criatividade, raciocínio crítico, caráter integrador na dinâmica das relações, habilidades empreendedoras e de autogestão, entre outras.” “Na atualidade frente a tantas possibilidades diferenciadas para sala de aula, o ensino de matemática continua centrado no professor, onde a estratégia de ensino se desenvolve a partir da exposição formal e discursiva dos conteúdos. Nesse contexto, pode-se dizer que se está exigindo dos educandos apenas a capacidade de memorização e reprodução dos conceitos”.

Outra dificuldade é em relação à retomada de conceitos básicos para compreender o que estava sendo mostrado, principalmente em relação a fragilidades no ensino anterior. Dificuldades em estabelecer e desenvolver um “pensamento matemático”: saber de onde partir no momento que precisa resolver um problema, como proceder na obtenção de dados, relacionar as grandezas envolvidas para chegar a um resultado.

5.1.2.5 *Relato de aula*

Nesta seção, descreve-se com mais detalhes a dinâmica de uma das 34 aulas observadas, em forma de relato de observação. A aula escolhida foi a que começa a ser abordado o conceito de Derivada, considerando os objetivos da presente pesquisa.

Registros de Aula – Aula N° 15

DATA: 11/09/2017

Conteúdos trabalhados na aula: Limites e continuidade; introdução ao estudo de derivada.

A aula iniciou com a retomada de limite trigonométrico fundamental, informes sobre a prova, conteúdos a serem cobrados (devido a questionamento de uma aluna). Após essa conversa inicial, a professora explicou com o auxílio do quadro e giz um exemplo do livro (segundo capítulo). Ela começa a explicação com a seguinte afirmação:

CP: “Nós já fizemos esse tipo de exercício”

A orientação do problema pedia para encontrar um valor para k diferente de 0, tal que f seja contínua em $x = 0$. Assim, a professora prosseguiu, retomando o conceito de continuidade no ponto, e limite trigonométrico fundamental para poder resolver o exercício em questão, sempre questionando os alunos, que observavam atentamente as proposições.

CP: “O que tem que acontecer para a função ser contínua no ponto gente?”

A professora termina de resolver o exercício e cita todos os conteúdos que foram trabalhados: limites, assíntota horizontal, assíntota vertical, continuidade, limites de

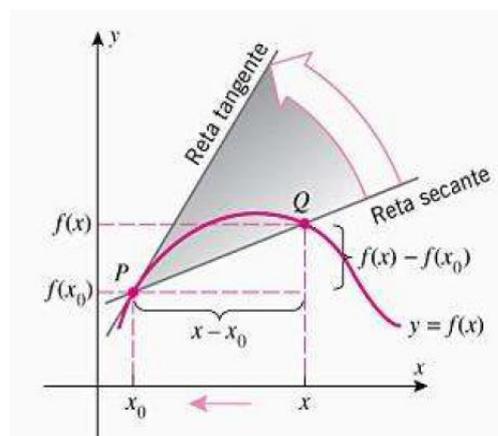
polinômios, limite de função racional, função contínua no ponto, limites trigonométricos, limites exponenciais (trabalhados em aulas anteriores), continuando sua fala narrando que:

“Por que a gente precisou estudar limites? Porque agora vem derivada, o capítulo 3 (do livro utilizado na disciplina) que é um limite, e por isso a gente tinha que saber as regras de limite. Então, capítulo 3, A Derivada”.

A professora começa então, a traçar no quadro enquanto procede com a explicação, o gráfico para mostrar o conceito de Derivada, lembrando das origens do cálculo citadas no primeiro dia de aula. Os alunos permaneciam em silêncio, observando e anotando o que era posto no quadro.

CP: “No primeiro dia de aula eu acho que falei pra vocês da motivação do Cálculo Diferencial e da motivação do Cálculo Integral né? Então é de lá que a gente vai partir. A nossa motivação vai ser essa, a gente vai colocar uma curva, y dependendo de x , uma curva qualquer, nós vamos tomar dois pontos, o ponto P e o ponto Q , nós vamos dizer que o ponto P tem coordenadas a e $f(a)$ e o ponto Q tem coordenadas x e $f(x)$. Aquela (mostrando o gráfico representado na figura 11) função é contínua no intervalo. Ai a gente vai desenhar uma reta passando por esses pontos, nós vamos traçar uma reta secante... O que é uma reta secante? É uma reta que intersecta a curva em dois pontos e ai, a primeira observação que a gente vai fazer é saber qual é a inclinação dessa reta S (reta secante)”.

Figura 11 - Ilustração da definição de reta tangente à curva.



Fonte: Anton, Bivens e Davis (2007, p. 166).

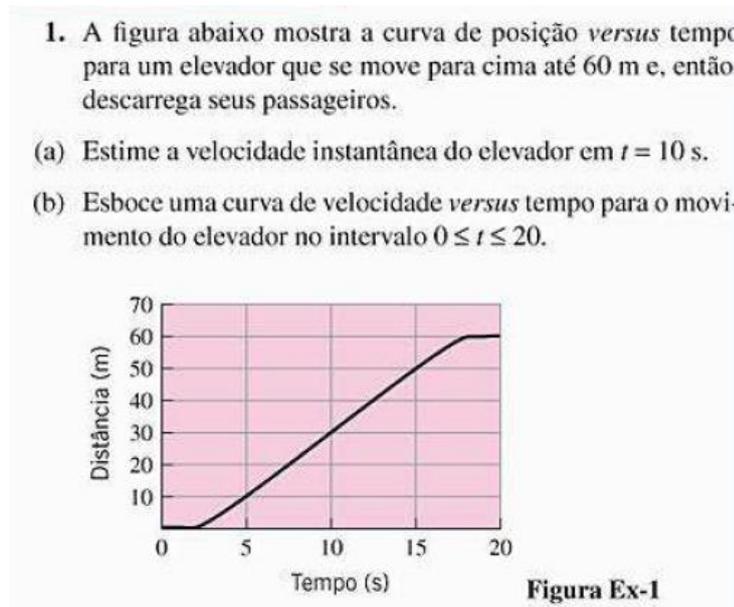
As explicações continuaram, onde a professora falava e fazia perguntas aos alunos, exemplificando, relacionando com conceitos como velocidade média, aceleração, e passando para observações e exemplos. Em um determinado ponto das explicações, houve o seguinte diálogo entre a professora e um aluno:

CP: “Então, foi daí que partiu a ideia do Cálculo Diferencial, um limite, uma aproximação, para calcular o coeficiente angular da reta tangente a partir da secante. Agora, o que lembra esta equação para vocês gente? Por exemplo, no contexto da física?”.

CA: “a instantânea então seria a própria derivada?”.

A partir deste ponto, a professora e alunos resolveram exercícios do livro (ANTON; BIVENS; DAVIS, 2007, p. 176) como os da figura 12 e figura 13:

Figura 12 - Exercício resolvido pela professora para exemplificar o conteúdo de Derivada.



Fonte: (ANTON; BIVENS; DAVIS, 2007, p. 176).

Figura 13 - Exercício resolvido pela professora para exemplificar o conteúdo de Derivada.

9-12 São dados uma função $y = f(x)$ e os valores de x_0 e x_1 .

- Encontre a taxa de variação média de y em relação a x no intervalo $[x_0, x_1]$.
- Encontre a taxa de variação instantânea de y em relação a x no valor especificado de x_0 .
- Encontre a taxa de variação instantânea de y em relação a x em um valor arbitrário de x_0 .
- A taxa de variação média em (a) é a inclinação de uma certa reta secante, e a taxa de variação instantânea em (b) é a inclinação de uma certa reta tangente. Esboce o gráfico de $y = f(x)$ junto com essas duas retas.

9. $y = 2x^2$; $x_0 = 0$, $x_1 = 1$

Fonte: (ANTON; BIVENS; DAVIS, 2007, p. 177).

5.1.3 Observações da Avaliação I

Nesta seção apresentam-se as observações feitas com base nas respostas dos acadêmicos frente ao momento avaliativo, onde de forma individual e sem consulta era preciso resolver questões referentes aos tópicos do conteúdo de Matemática abordados nas aulas. Para cada uma das questões, observou-se quais os indícios apresentados sobre o domínio dos conceitos que correspondem à esta disciplina. A avaliação foi composta por sete questões, com uma ou mais alternativas para resolução, que deveriam ser feitas no período de duas horas. No total, 32 acadêmicos realizaram esta avaliação, no dia 01/10/2017.

O objetivo da análise destes registros é identificar as dificuldades, e, por conseguinte, os erros cometidos por acadêmicos de Licenciatura em Física na resolução de questões de Cálculo Diferencial. No primeiro momento, faz-se a descrição dos erros observados em cada questão, seguido da categorização destes erros e considerações sobre possíveis enfrentamentos. De acordo com Spinillo *et al* (2016) a análise de erros na solução de problemas de matemática de diferentes segmentos da escolaridade é de interesse de pesquisadores e estudiosos no campo da psicologia da educação e no da educação matemática há muitos anos. Para estes autores, no que diz respeito às pesquisas de educação matemática, o erro é concebido de formas distintas, como indicador do conhecimento matemático pelo aluno quando em tarefa de avaliação ou como estratégia didática, através da análise de erros buscando a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem nessa área do conhecimento. Desta forma, nas palavras de Spinillo *et al* (2016, p. 1189):

O primeiro tem como foco identificar em que nível de dificuldade os indivíduos apresentam em alguns itens de um determinado instrumento avaliativo, para construir novos mais apropriados, que sejam capazes de indicar os níveis crescentes de dificuldades dos itens. A segunda forma de conceber o erro nos estudos que foram produzidos, como uma estratégia didática, o foco atem-se a identificação, mapeamento e categorização das dificuldades apresentadas por participantes durante a solução de cada problema e as possíveis causas dessas dificuldades. A ideia principal é que, partindo do conhecimento sobre formas de raciocínio, possam ser sugeridas situações de ensino para superar as dificuldades observadas.

Conhecer e identificar as dificuldades que os alunos encaram no processo de ensino e aprendizagem de Cálculo é o intuito que guia a análise das respostas e conseqüentemente os erros cometidos pelos alunos no momento avaliativo. Desta forma é possível observar com maior clareza as origens dessas dificuldades e propor estratégias que visem a superação e melhoria dos resultados com base nas análises efetuadas.

Para cada questão, elaborou-se um gráfico contendo o número de alunos que não respondeu, apenas identificou os dados, respondeu errado, parcialmente correto ou correto de acordo com a resolução esperada e aceita cientificamente. Para efeitos de análise, destaca-se

qual o principal “erro” cometido pelo aluno que respondeu errado ou parcialmente correto. Estes erros foram agrupados em cinco *tipos*, para melhor discussão a respeito das falhas cometidas nestas sete questões que compõem a avaliação a que foram submetidos os acadêmicos desta disciplina. Os tipos de erros são:

- I. Cálculos incompletos: foram agrupadas as respostas em que o aluno iniciou o cálculo conforme pedido no exercício, de forma coerente, porém não prosseguiu ou concluiu o desenvolvimento da questão.
- II. Erros conceituais: contempla aquelas respostas cujo foram apresentados erros relativos aos conceitos de Cálculo Diferencial, expostos e dialogados em sala de aula.
- III. Erros na utilização de conceitos básicos da matemática: corresponde às respostas onde o aluno não conseguiu concluir de maneira satisfatória a resolução da questão devido à erros em conceitos fundamentais da matemática, como resolução de produtos notáveis, operações básicas ou valores incorretos. Ainda, aquelas respostas cujo aluno não fez uso da notação matemática para finalizar a resposta.
- IV. Erros de interpretação: quando o aluno não conseguiu observar e realizar o que foi solicitado na questão, considerou-se que houve um erro de interpretação, pois, ele respondeu algo que não estava coerente com o esperado, com a resposta compreendida como correta. Rodrigues (2017) afirma que este é um dos grandes problemas enfrentados por professores brasileiros, esta existência de uma grande dificuldade dos alunos em compreender os textos matemáticos, com destaque para os enunciados de situações-problema.
- V. Erro na representação gráfica: São erros cujo aluno teve dificuldades na hora de construir o gráfico requerido pela questão disposta na avaliação.

Para melhor compreender como foram feitas as correções e classificações, as provas foram identificadas de acordo com a classificação A+N°, que corresponde ao aluno e o número aleatório de identificação (aluno número 1 = A1, aluno número 2 = A2, e assim sucessivamente até o A32). Desta forma, algumas imagens são apresentadas, retiradas das avaliações, para fins de análise e exemplificação. A seguir, encontram-se os resultados obtidos e algumas discussões desta etapa da investigação, obedecendo a ordem em que as questões foram dispostas no material avaliativo.

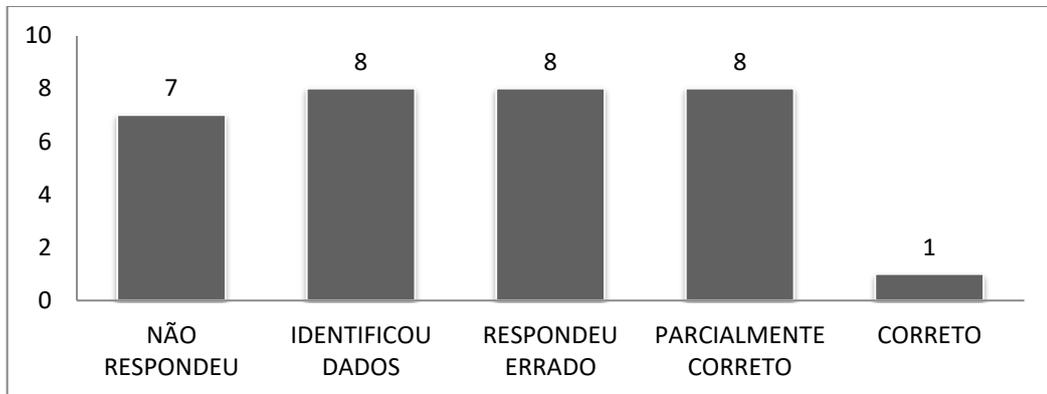
5.1.3.1 Questão 1 – Modelagem Matemática

(1) Uma caixa sem tampa, na forma de um paralelepípedo, tem um volume de 10 cm^3 . O comprimento da base é o dobro da largura. O material da base custa R\$ 2,00 por m^2 ao passo que o material das laterais custa R\$ 0,02 por m^2 .

- (a) Encontre uma fórmula que expresse o custo total desses materiais como uma função da largura da base;
 (b) Qual é o domínio da função custo obtida em (a)?

Nesta questão, a intencionalidade era que os alunos obtivessem a equação que relaciona o custo com a quantidade de material necessário para obter uma caixa sem tampa, questão relativa à modelagem matemática, ou modelagem de funções. De acordo com Luiz e Cól (2014) quando utiliza-se a Modelagem Matemática enquanto estratégia de ensino e aprendizagem é possível que o aluno interaja com situações reais, que se resgate a investigação e a construção de conteúdos matemáticos, a reflexão e a possibilidade de argumentação crítica em sala de aula. Desta forma, apresentamos a relação do número de alunos e o nível de desenvolvimento da questão de Modelagem Matemática no gráfico da figura 14.

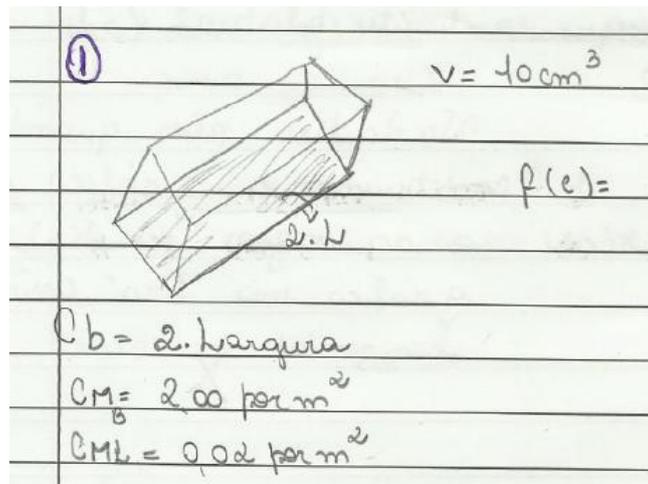
Figura 14 - Gráfico da relação de erros e acertos na questão de modelagem matemática.



Fonte: Autora.

Observou-se que, apenas um dos alunos conseguiu resolver a questão corretamente, destacando tanto a fórmula que expressa a relação solicitada, quanto o domínio correspondente. Sete, dos trinta e dois alunos não responderam, oito apenas identificaram os dados, isto é, conseguiram perceber as grandezas envolvidas no problema, mas sem relacioná-las. Neste sentido, a figura 15 mostra como o Aluno 5 (A5) representou a resolução desta questão, na qual o aluno apenas conseguiu fazer a identificação dos dados. Dos demais alunos, oito responderam de forma totalmente errada, e oito de maneira parcialmente correta.

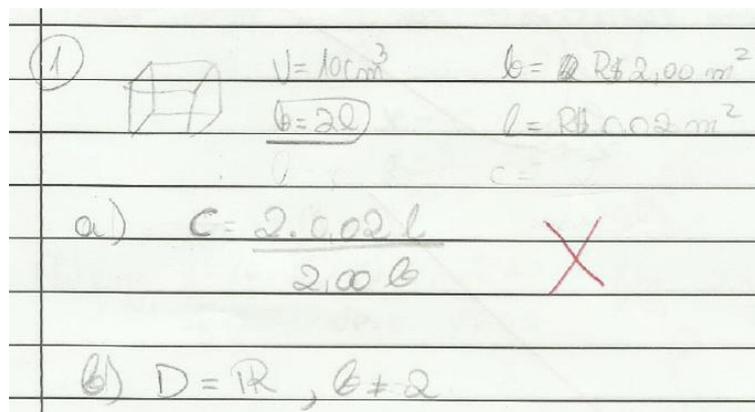
Figura 15 - Exemplo de identificação dos dados feita pelo A5.



Fonte: dados da pesquisa

Dentre as respostas erradas, observou-se a dificuldade em perceber a estrutura que o problema pedia (caixa sem tampa) no sentido de interpretação das dimensões e relações entre estas, interpretação incoerente das relações e grandezas envolvidas, conforme a figura 16, que mostra a resolução apresentada pelo Aluno 16 (A16), ao buscar a resposta para esta questão. Ainda, nesse caso deveria ser apresentada uma fórmula geral, e muitos alunos erraram a questão por apresentarem um valor numérico para tal ou calcularam o volume de outro sólido geométrico (IV – Erros de interpretação).

Figura 16 - Exemplo de resolução feita pelo A16.



Fonte: dados da pesquisa.

No que tange as respostas parcialmente corretas, percebe-se que alguns alunos conseguiram identificar os dados e fazer algumas relações corretas, mas sem apresentar o desenvolvimento e fórmula final ou não apresentou o conjunto domínio da função (I –

Cálculos incompletos). Houve casos, onde o aluno desenvolveu o cálculo de maneira coerente, porém a resposta final não estava correta (III – Erros na utilização de conceitos básicos da matemática).

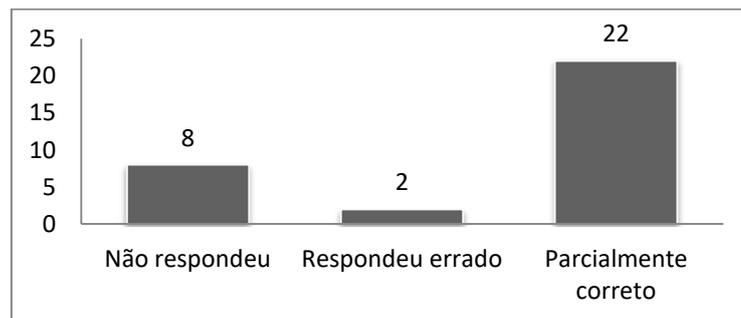
5.1.3.2 Questão 2 – Função Definida por Partes

(2) Considere a função $f(x) = \begin{cases} x^2, & x \leq 1 \\ 2x - 1, & x > 1 \end{cases}$

- (a) $f(x)$ é derivável em $x = 1$? Justifique sua resposta;
- (b) $f(x)$ é contínua em $x = 1$? Justifique sua resposta;
- (c) Esboce o gráfico de $y = f(x)$

Na questão número 2, os alunos deveriam identificar a função que é definida por partes, demonstrando o domínio que possuem em relação a resolução de exercícios cujos conceitos de funções, continuidade e derivação são necessários. Ainda, nesta questão, era preciso a elaboração da representação gráfica correspondente a função destacada. Observou-se que nenhum dos alunos conseguiu responder toda a questão de forma correta, que oito dos trinta e dois alunos não responderam e que apenas dois responderam de forma incorreta. A grande maioria dos alunos (vinte e dois) conseguiu resolver a questão de maneira parcialmente correta conforme gráfico da figura 17.

Figura 17 - Gráfico da relação de erros e acertos na questão de função definida por partes.

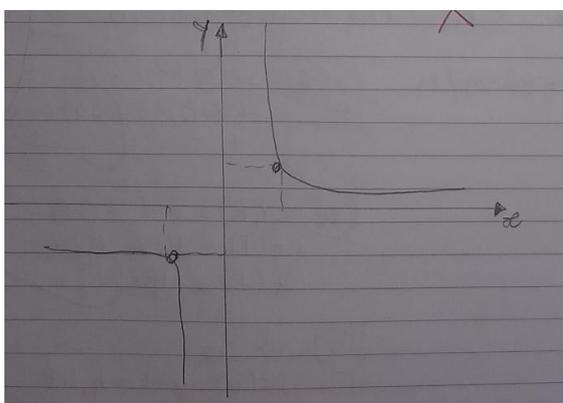


Fonte: Autora.

Destaca-se que as respostas incorretas foram assim classificadas, pois os alunos conseguiram apresentar alguns conceitos de Cálculo I corretos, porém, estes conceitos não foram aplicados de forma correta no exercício (IV – Erros de interpretação), o gráfico foi elaborado de forma incoerente com o exercício (V – Erros de representação gráfica) e também o conceito foi apresentado de maneira errada, como em: “a derivada de uma constante é a própria constante” (II – Erros conceituais).

As respostas parcialmente corretas foram as que o aluno realizou o cálculo dos limites laterais, e apresentou como condição suficiente para dizer que a função é contínua no ponto. Quando este não conseguiu fazer o gráfico corretamente (figura 18), gráfico elaborado pelo Aluno 7 como resposta a esta questão). Apresentou duas funções no gráfico, ao invés de uma definida por partes. Houve uma situação onde o aluno apresentou todos os cálculos de forma correta, mas um salto na função quando esboçou o gráfico. Justificou que a função é contínua, mas ao representar o gráfico, apresenta uma função sem continuidade. Construiu o gráfico como sendo apenas uma parábola (V – Erros de representação gráfica).

Figura 18 - Exemplo de gráfico incorreto feito pelo A7.



Fonte: dados da pesquisa

Ainda, foram consideradas como respostas parcialmente corretas, aquelas cujo acadêmico não apresentou a justificativa conforme a notação utilizada na matemática. Quando realizou o gráfico corretamente, e o desenvolvimento pela notação, de forma coerente, porém com erros em operações matemáticas, especificamente, na resolução de produtos notáveis (III – Erros na utilização de conceitos básicos da matemática).

Houve a interpretação incorreta da questão, e justificada como: “*f é contínua o que significa que é diferenciável*”. Não apresentou o resultado pela definição, conforme solicitado; descreve que “*é derivável em $x=1$, pois existe uma reta tangente em $x=1$ e $d'(1)=2$ que é o ângulo de elevação da reta*”, construindo o gráfico corretamente. Fez interpretação gráfica apenas, indicando ele a existência do “*ponto de uma d_x não derivável*” (um ponto de bico). Desenvolve apenas o cálculo do limite lateral pela direita (ou pela esquerda) como justificativa para considerar a função como derivável, conforme exemplificado pelo Aluno15 (A15) na figura 19. Derivou o número (1) ao invés de buscar os limites da função quando tende a 1, justificando que “*não é, pois derivada da constante é igual a 0*” (II – Erros conceituais)

Figura 19 - Exemplo de resolução feita pelo A15.

$f'(1) = x^2 = 2x = 2$
 $f'(1) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(1+h) - f(1)}{h} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{(1+h)^2 - 1^2}{h} = \frac{1^2 + 2 \cdot 1 \cdot h + h^2 - 1^2}{h}$
 $= \frac{2+h}{1} = 2+0 = 2 \leftarrow f'_-(1)$ $f'_+(1) = ?$

Fonte: dados da pesquisa

Por último, ainda considerando uma das respostas parcialmente corretas apresentadas, um aluno destaca em sua resolução que “ $f(x)$ é contínua em $x=1$ ”, mas não justifica a sua resposta (I – Cálculos incompletos).

5.1.3.3 Questão 3 – Função Definida por Partes – Responda V ou F e justifique

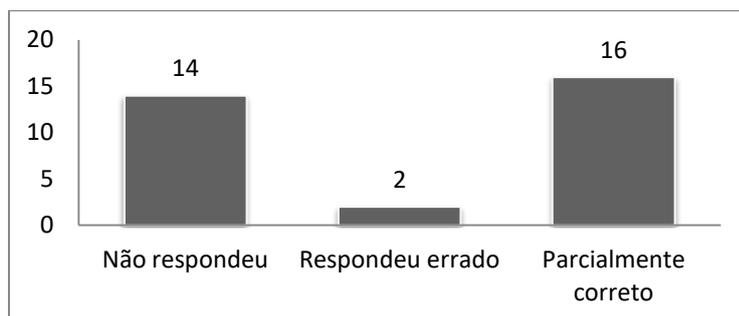
(3) Considere a função $f(x)$ definida abaixo e responda verdadeiro (V) ou falso (F), justificando sua resposta:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{x}, & x < 0 \\ x^2, & 0 \leq x < 1 \\ 2, & x = 1 \\ 2-x, & x > 1 \end{cases}$$

- (a) () O gráfico de $f(x)$ não possui assíntotas horizontais;
 (b) () O gráfico de $f(x)$ possui uma assíntota vertical em $x = 0$;
 (c) () Não existe o limite bilateral $\lim_{x \rightarrow 1} f(x)$;
 (d) () A função não está definida em $x = 2$.

Para responder a esta questão, composta por uma função definida por partes, os alunos deveriam assinalar se cada uma das quatro alternativas estava correta ou incorreta, justificando a escolha com o uso de conceitos estudados na disciplina de Cálculo I na resolução da questão. Dos trinta e dois alunos, nenhum acertou a questão em sua totalidade, quatorze deles não respondeu, dois responderam de maneira errônea e dezesseis responderam de forma parcialmente correta, conforme pode ser observado no gráfico da figura 20.

Figura 20 – Gráfico com a relação de erros e acertos na questão de função definida por partes com alternativas.

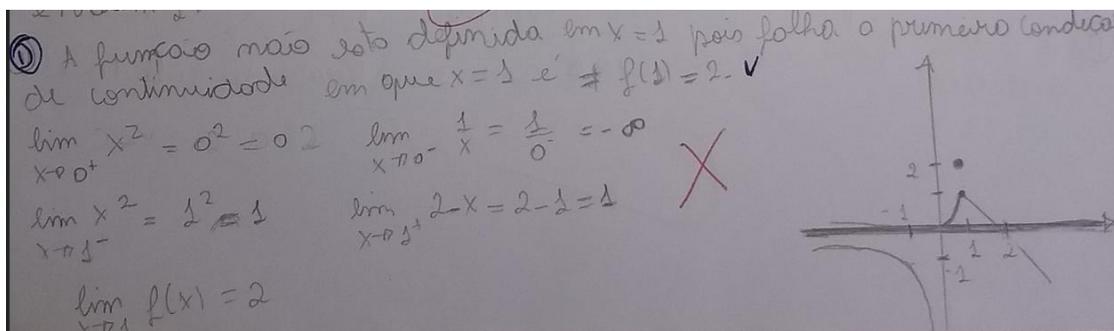


Fonte: autora.

Um dos alunos que respondeu errado estabeleceu a relação “o gráfico $f(x)$ possui assíntotas horizontais, devido ao fato de quando x está definido entre 0 e menor que 1”. O outro aluno que respondeu incorretamente destaca na alternativa “d” que “A função não está definida em $x=2$ ”, verificando a existência, mas assinalando como verdadeira a questão (IV – Erros de interpretação).

Dentre as respostas classificadas como parcialmente corretas, observou-se que na alternativa (a) uma aluna justificou que a afirmativa é verdadeira “pois quando construímos o gráfico usando as regras de $f(x)$ o gráfico não terá assíntota horizontal”. Já na alternativa (b) um aluno destaca que a alternativa é Falsa, “pois o gráfico encosta no eixo x no ponto 0”, ao invés de ter buscado o limite quando a função tende a zero pela esquerda. Ainda, houve casos onde o aluno não soube aplicar de forma adequada os conceitos do cálculo, como pode ser observado na figura 21, correspondente a resposta do Aluno 14 (A14) para a alternativa “d”. Nestes casos, consideramos que os erros cometidos pelos alunos são do tipo II – Erros conceituais.

Figura 21 - Exemplo de resolução feita pelo A14.



Fonte: dados da pesquisa.

Ademais, dentre as respostas classificadas como parcialmente corretas, observou-se dificuldades em justificar o resultado, como um aluno que justificou a alternativa (b) como “A

$f(x)$ é descontínua em $x=-2$, como pode ser observado no gráfico”. Outro aluno escreveu o seguinte: “a maioria da questão foi feita analisando ela mesma, sem a necessidade de contas”. Nesta questão, a maioria das dificuldades apresentadas pelos alunos foi relativa à interpretação do que precisava ser feito para chegar ao resultado da questão, ou dificuldades na hora de proceder com a justificativa da escolha de sua resposta (IV – Erros de interpretação).

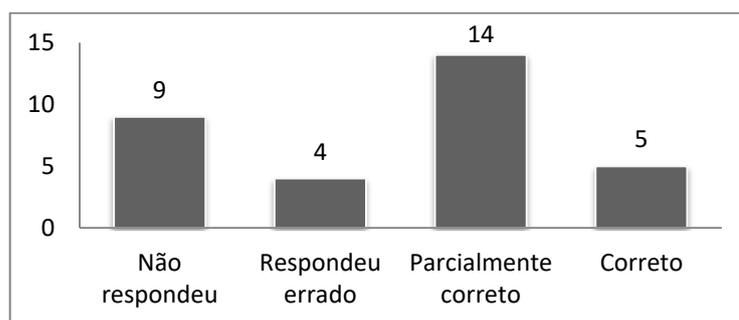
5.1.3.4 Questão 4 – Interpretação geométrica e definição da Derivada

(4) Qual é o significado da fórmula abaixo? Interprete geometricamente, esboçando a situação num sistema de coordenadas retangulares:

$$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

Esta questão foi formulada para que o aluno pudesse expressar como ele interpreta e define a equação correspondente ao conceito de “Derivada” de uma função, expressando seu significado e procedendo com um esboço representando a definição. Observou-se que dos trinta e dois alunos, nove não responderam, quatro responderam errado, quatorze responderam de forma parcialmente correta e apenas cinco de maneira correta, conforme exposto na figura 22.

Figura 22 - Gráfico da relação de erros e acertos na questão de interpretação geométrica e definição da derivada.

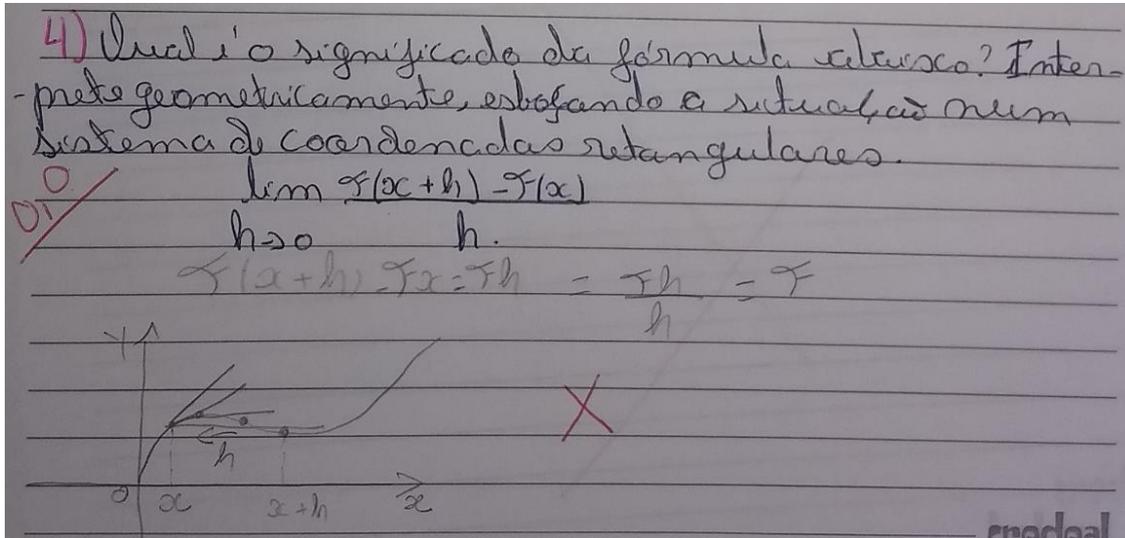


Fonte: Autora.

Dentre as respostas erradas, destaca-se que um dos alunos desenhou uma parábola e escreveu que ela representa “fórmulas para calcular sistemas geométricos”. Outro aluno expressa que “é a fórmula de derivadas, mas não sei o que é ‘interprete geometricamente’ e nem o que são ‘coordenadas retangulares’”. Estes são erros cometidos pelos alunos na qual se considera do tipo II – Erros conceituais. OS demais alunos que responderam errado não

procederam com uma resposta que pudesse adquirir um significado mais aprofundado para análise, conforme figura 23, em que o Aluno 1 (A1) expressa sua resolução.

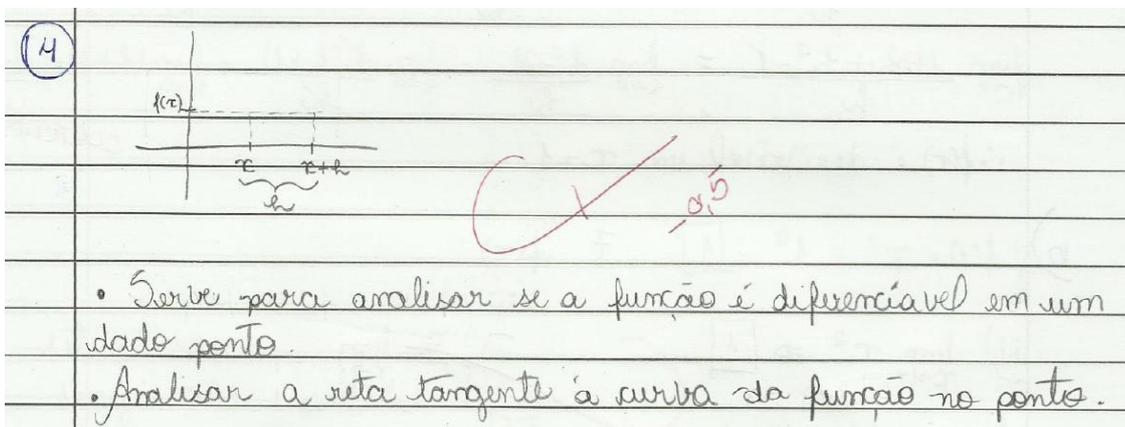
Figura 23 - Exemplo de resolução feita pelo A1



Fonte: dados da pesquisa

Dentre as respostas parcialmente corretas, os alunos ou cometeram erros conceituais ou responderam de forma incompleta à questão. Neste sentido, uma das justificativas de um aluno foi que a expressão “significa dizer que o $h \rightarrow 0$, pois P e Q se aproximam e as retas Secante e Tangente também, sendo $\theta = 0^\circ$ ”. Acontece que esta situação descrita pelo aluno é um caso particular, vale para qualquer $\theta \neq \frac{\pi}{2}$ ou $x \neq \frac{3\pi}{2}$, $\theta \in [0, 2\pi]$. Outro aluno (A30) destaca que a equação “serve para analisar se a função é diferenciável em um dado ponto. Analisar a reta tangente à curva da função no ponto” e não representa graficamente a situação, conforme exposto na figura 24 (II – Erros conceituais).

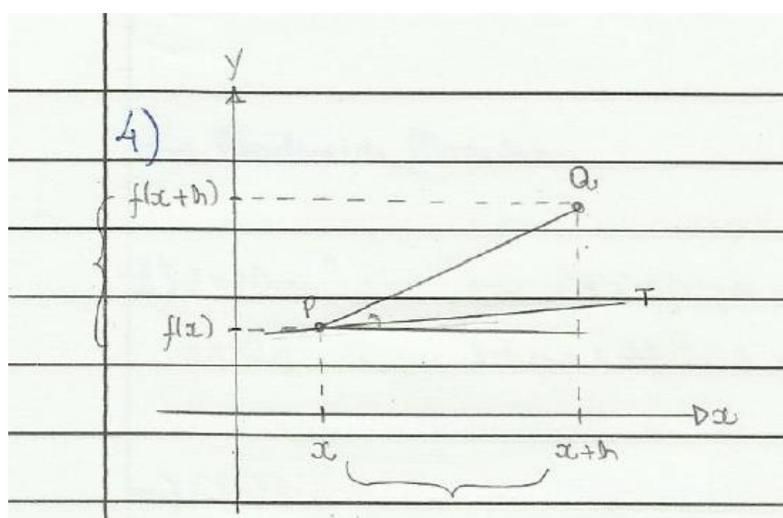
Figura 24 - Exemplo de resolução feita pelo A30.



Fonte: dados da pesquisa.

As demais respostas também consideradas como parcialmente corretas, referem-se a casos em que o aluno não expressou de forma total a resposta esperada. Nesse caso, estão agrupados na categoria I – Cálculos incompletos respostas como: “É a fórmula que define ‘derivadas’. Representa a inclinação da reta tangente em 2 pontos da curva quando ‘h’ tende a ‘0’”. Quando o aluno apenas procedeu com a interpretação geométrica, sem uma definição ou explicação (figura 25), ou quando apenas destaca que a equação “é a fórmula da definição da derivada”.

Figura 25 - Exemplo de representação gráfica construída pelo A18.



Fonte: dados da pesquisa

Ainda, um aluno expressa que a fórmula representa “a secante que passa entre os dois se torna a inclinação da reta tangente quando os valores de h tendem a 0, assim fazendo com que tenhamos a inclinação da reta tangente ao ponto definido”, enquanto deveria ser a inclinação da secante que... Outro aluno destacou que “o significado da fórmula abaixo é para calcularmos o valor da derivada das funções, temos uma função e queremos saber o seu valor quando derivada então aplicamos nesta fórmula que é a fórmula da definição de função”, mas não esboçou gráfico da situação. Um dos alunos citou apenas “-Coeficiente de variação. - Coeficiente angular. – instante no ponto” e outro explica que a fórmula “refere-se a definição de derivada, essa fórmula ajuda a encontrar a reta tangente no ponto x .” Ou então, a simples resposta dada por um dos alunos explicando que trata-se do “significado de definição de derivação”.

Dentre as respostas classificadas como corretas, além do gráfico que representa a equação ter sido construído corretamente, os alunos descreveram que “a fórmula abaixo apresenta a definição de derivada por limite, quando um $h \rightarrow 0$. Adicionando um h em x e

depois faz tender a zero para achar a equação da reta tangente a curva”. Outro afirma que “quanto mais aproximamos $(a+h)$ de (a) , mais próximo $f(a+h)$ de $f(a)$, a equação serve para calcular a inclinação da reta tangente ao ponto”. De forma mais específica, porém em linguagem própria, outro aluno relata que para ele, esta equação “é utilizada para se calcular o comportamento de uma equação ‘função’ onde acrescenta-se um valor muito próximo ao valor pego como ponto de partida podendo calcular assim sua taxa de variação, quando nos aproximamos pela esquerda e pela direita do ponto”. Além da representação, um aluno destacou que “quando $h \rightarrow 0$ i o ponto $P \rightarrow Q$, assim pela fórmula encontramos a reta tangente no ponto $Q (a, f(a))$. Fórmula da derivada pela definição”. Finalmente, a última resposta correta para esta questão foi a seguinte: “é a fórmula da derivação por definição, nela basicamente se transpõe sobre a curva uma reta secante tocando dois pontos a um intervalo h , porém, deve-se aproximar esse valor a x e tender h a 0 obtendo-se uma reta tangente e calculando o valor de inclinação de um ponto da curva.”

5.1.3.5 Questão 5 – Equação da reta tangente à curva

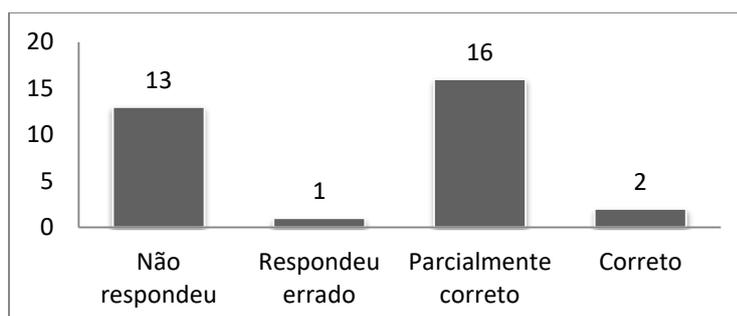
(5) Considere a função $f(x) = x^3 - 4x + 1$

(a) Calcule $f'(2)$ usando a fórmula da definição

(b) Obtenha a equação da reta tangente à curva $y = f(x)$ no ponto $P(2, f(2))$.

Nesta questão o aluno deveria aplicar os conceitos matemáticos necessários para derivar e encontrar a equação da reta tangente à curva considerando a função dada. Treze alunos não responderam, apenas um respondeu errado, dezesseis procederam com a resolução parcial do exercício e dois conseguiram completar corretamente o que era pedido na questão, como pode ser observado na figura 26.

Figura 26 - Gráfico da relação de erros e acertos na questão de derivação e equação da reta tangente à curva.



Fonte: Autora.

O único aluno que respondeu de maneira errada não fornece na resposta subsídios necessários para que seja feita uma análise ou classificação desta resposta. Dentre as dezesseis respostas consideradas como parcialmente corretas, um dos alunos procedeu com a resolução apenas da alternativa (a), mas não realizou a alternativa (b), sendo um erro do tipo I - Cálculos incompletos. Observou-se que um dos alunos não derivou pela definição, conforme pedido e apresentou dificuldades no desenvolvimento do cálculo. Os demais alunos tiveram dificuldades em realizar os cálculos, e na letra (b) trocaram os valores (subentendem que não sabem como calcular a inclinação da secante) como pode ser observado através da figura 27 que mostra como o Aluno 19 (A19) procedeu com a resolução desta questão, não obtendo êxito na manipulação dos valores (II – Erros conceituais);

Figura 27 - Exemplo de resolução feita pelo A19

5.0 $f(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{(x+h)^3 - 4(x+h) + 1 - (x^3 - 4x + 1)}{h}$

$f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{x^3 + 3x^2h + 3xh^2 + h^3 - 4x - 4h + 1 - x^3 + 4x - 1}{h}$

$f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{3x^2h + 3xh^2 + h^3 - 4h}{h}$

$f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{h(3x^2 + 3xh + h^2 - 4)}{h} \Rightarrow 3x^2 + 3xh + h^2 - 4$

$f'(x) = 3x^2 - 4$

$f'(2) = 3(2)^2 - 4$

$f'(2) = 8$

b)

$y = f'(a)(x-a) = 8 \cdot (x-2)$

$y - f(a) = f'(a)(x-a)$

$y = 8x - 16$

Fonte: dados da pesquisa.

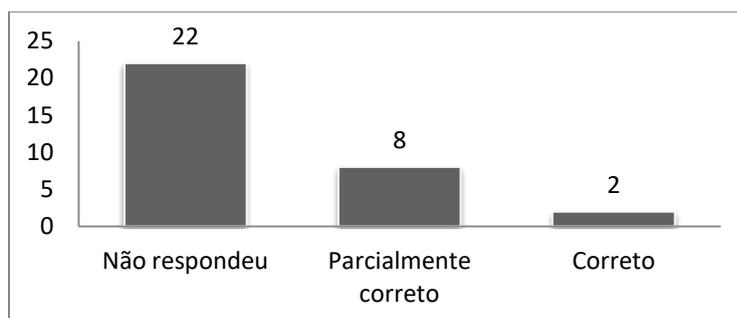
5.1.3.6 Questão 6 – Aplicação na Física

(6) Uma pedra é atirada verticalmente para cima na superfície da Lua com velocidade de 24 m/s (cerca de 86 km/h) atinge uma altura de $s(t) = 24t - 0,8t^2$ metros em t segundos.

- Determine a velocidade e a aceleração da pedra no instante t . (Nesse caso, a aceleração é a aceleração da gravidade na Lua).
- Quanto tempo a pedra leva para atingir o ponto mais alto?
- Qual é a altura máxima atingida pela pedra?
- Quanto tempo a pedra leva para atingir metade de sua altura máxima?
- Quanto tempo a pedra fica no ar?

A questão 6 compreende um problema da Física cujo enfoque era a aplicação dos conceitos abordados na disciplina de Cálculo I para a resolução das alternativas correspondentes. Esta era a única questão da prova, que teve este enfoque integrador e interdisciplinar, o que de acordo com Luiz e Cól (2014, p.881) pode ser descrito como “o processo interdisciplinar, no sentido de deslocamento para outros contextos, induz a materializar o saber no mundo externo, pois a ciência é uma alma que precisa de corpo”. A necessidade de resolver esta questão como um todo utilizando os conceitos da matemática que haviam sido trabalhados foi passada como instrução aos alunos pela professora no dia da avaliação. Observou-se que a maioria dos alunos (vinte e dois) não respondeu, oito alunos responderam de forma parcialmente correta e apenas dois conseguiram resolver de forma correta, utilizando os conceitos do Cálculo, conforme exibido na figura 28.

Figura 28 - Gráfico da relação de erros e acertos na questão de cálculo com aplicação na física.



Fonte: Autoras.

Rodrigues (2017) afirma que “a resolução de um problema, por exemplo, pode contemplar diferentes formas de se chegar a uma resposta satisfatória, da mesma forma que é preciso estar atento aos possíveis erros conceituais, lógicos ou de puro cálculo, associados a elas”. As dificuldades observadas nessa questão pela análise das respostas dos alunos que responderam de forma parcialmente correta foi que poucos alunos realmente utilizaram os conceitos do cálculo para resolver todas as questões, eles buscaram um desenvolvimento pelos conceitos da física, ou fizeram apenas parte da questão, a exemplo da figura 29, na qual o Aluno 13 (A13) consegue resolver parte da questão sem utilizar conceitos de Cálculo (I – Cálculos Incompletos).

Figura 29 - Exemplo de resolução feita pelo A13.

$V_0 = 24 \text{ m/s}$ $V = 0$ $t = ?$ $h_{\text{máx}} = ?$ $t = 15$
 $a = -1,6 \text{ m/s}^2$ $V = V_0 - g \cdot t$ $S = 24t - 0,8t^2$
 $S(t) = 24t - 0,8t^2$ $0 = 24 - 1,6t$ $S = 24 \cdot 15 - 0,8(15)^2$
 $V(t) = 24 - 1,6t$ $-24 = -1,6t$ $S = 360 - 180$
 $t = \frac{24}{1,6} = 15 \text{ s}$ $S = 180 \text{ metros}$

 $h_{\text{máx}} = 180 \text{ metros}$ em $t = 15 \text{ s}$ $h = 90 \text{ metros}$ em $t = 7,5 \text{ s}$ $t = 15 \text{ s}$ $h_{\text{máx}}$
 X $t = 30 \text{ s}$ até retornar ao solo.

Fonte: dados da pesquisa.

5.1.3.7 Questão 7 – Calcule o que se pede

(7) Calcule o que se pede:

(a) $\lim_{x \rightarrow 3} \frac{2x^3 - 6x^2 + x - 3}{x - 3}$

(b) $\lim_{k \rightarrow 4} \frac{k^2 - 16}{\sqrt{k} - 2}$

(c) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\text{tg}(7x)}{\text{sen}(3x)}$

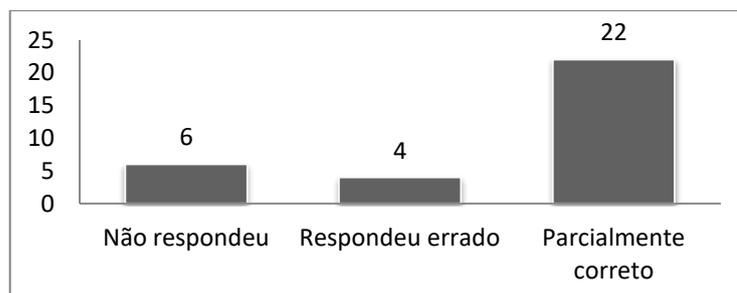
(d) $\lim_{x \rightarrow 6} \frac{x + 6}{x^2 - 36}$

(e) $\frac{d}{dx} [(2x + 7)^6 (x - 2)^5]$

(f) Os valores de x para os quais a curva $y = \frac{x^2 + 1}{x - 1}$ tem tangente horizontal

A última questão da prova era composta por seis alternativas, cujo objetivo era proceder com a aplicação de cálculos matemáticos para chegar aos resultados. Nesta, seis alunos não responderam a nenhuma das questões, quatro responderam de forma errada e vinte e dois dos trinta e dois conseguiram realizar de forma parcialmente correta a questão como um todo, o que pode ser observado na figura 30.

Figura 30 - Gráfico da relação de erros e acertos na questão de resolução de cálculos.



Fonte: autora.

Dentre as respostas erradas, os alunos indicaram qual a determinação correspondente, mas não desenvolveram os cálculos. Dificuldades em calcular produtos notáveis ou em interpretar a indeterminação (0/0, por exemplo), e não desenvolvendo o cálculo, conforme pode ser observado na resolução feita pelo Aluno 7 (A7) na figura 31 (III – Erros na utilização de conceitos básicos da matemática).

Figura 31 - Exemplo de resolução feita pelo A7

$$\lim_{x \rightarrow 3} \frac{2x^3 - 6x^2 + x - 3}{x - 3} = \frac{0}{0}$$

$$\lim_{x \rightarrow 3} \frac{2 \cdot 3^3 - 6 \cdot 2x + 1 - 0}{x - 3} \Rightarrow \lim_{x \rightarrow 3} \frac{6x^2 + 12x + 1}{x - 3}$$

Fonte: dados da pesquisa.

Observou-se que as respostas parcialmente corretas estão relacionadas com dificuldade em exprimir o resultado utilizando a notação científica adequada; “ $1/0 = \neq$ ao invés de $+\infty$ ”, $1/0$ como resposta final ao invés de $+\infty$, e também erros nos cálculos como pode ser observado pela resolução do Aluno 18 (A18) na figura 32 e pela resolução da alternativa (c) feita pelo Aluno 13 (A13) na figura 33 (II – Erros na utilização da matemática básica).

Figura 32 - Exemplo de resolução feita pelo A18

$$\lim_{k \rightarrow 4} \frac{k^2 - 16}{\sqrt{k} - 2} = \lim_{k \rightarrow 4} \frac{k^2 - 16}{\sqrt{k} - 2} \cdot \frac{(\sqrt{k} + 2)}{(\sqrt{k} + 2)} = \lim_{k \rightarrow 4} \frac{(k^2 - 16)(\sqrt{k} + 2)}{k - 4}$$

$$= \lim_{k \rightarrow 4} \frac{(k - 4)(k + 4)(\sqrt{k} + 2)}{(k - 4)} = 8(2\sqrt{2} + 2) = 16\sqrt{2} + 16 = 16(\sqrt{2} + 1)$$

Fonte: dados da pesquisa.

Figura 33 - Exemplo de resolução feita pelo A13.

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\operatorname{tg}(7x)}{\operatorname{sen}(3x)} = \frac{7}{3} \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\operatorname{tg} x}{\operatorname{sen} x} = \frac{7}{3} \cdot \frac{1}{1} = \frac{7}{3}$$

Fonte: dados da pesquisa.

Os demais erros são devido a cálculos incompletos, alternativas que não foram respondidas como o caso da alternativa (f) que não foi realizada por nenhum dos alunos (I – Cálculos incompletos).

Possíveis enfrentamentos para as dificuldades encontradas:

- Estabelecer formas para que o aluno adquira determinado domínio do pensamento matemático e forma de interpretação e abstração: representar de alguma outra maneira, retomar noções de “volumes de sólidos geométricos”, favorecer ao aluno a noção e interpretação de função, não esperando que ele busque sempre valores numéricos para atribuir sentido (mas que reconheça a ideia de dependência entre grandezas, e possa estabelecer relações entre elas em um dado problema ou questão). Uma possível forma de auxiliar os alunos na aquisição deste domínio é buscando ao longo do processo de ensino e aprendizagem, atividades que representem determinado conceito de maneira não usual – não apenas quadro e giz, utilizando situações-problema que desenvolvam nos alunos habilidades e competências: em manipular dados, em compreender o que está sendo pedido em uma determinada situação, em relacionar grandezas partindo de exemplos reais.
- Propor atividades de ensino e avaliação que busquem fazer determinada articulação dos conceitos estudados na disciplina de Cálculo com os conceitos da Física, em situações contextualizadas, problematizadoras, interdisciplinares. Desta forma, pode ser possível fazer com que o aluno relacione a importância de aprender tal conceito ou perceba sua aplicação, através da interligação de conceitos e significados.
- Propiciar que incertezas ou receios sejam abandonados, que o aluno assuma uma postura crítica e investigativa frente à resolução de problemas. Desta forma, pode vir a ser possível a construção de uma confiança em relação aos domínios de conceitos, contribuindo para a aquisição e aplicação das noções matemáticas para estabelecer as respostas solicitadas. De acordo com Silva e Felicetti (2014, p. 25):

Diferentemente de uma máquina, as pessoas podem sentir, analisar e refletir sobre o que fazem. Por isso, as questões devem ser elaboradas pensando nisso, uma vez que a competência mais importante é a relacional porque esta permite trabalhar com o sujeito e com o objeto e com as relações entre eles.
- Observações dos erros tornam a mostrar os quão próximos os alunos estão de compreender os conteúdos, mas os erros podem ser superados através de exemplos e

exercícios cujos dados possam ser confrontados pelo próprio aluno ao longo da resolução.

- Orientar o aluno para que proceda com a execução completa da resposta.

5.1.4 A concepções dos atores envolvidos: análise das entrevistas

Nesta etapa da pesquisa buscou-se investigar a percepção dos acadêmicos que cursaram a disciplina de Cálculo I, e de professores da UFSM sobre os processos de ensino e aprendizagem dos alunos neste curso. As entrevistas foram realizadas na universidade, no término do semestre 02/2017 e 01/2018. Dentre os acadêmicos entrevistados é válido ressaltar que eles fizeram parte da disciplina investigada, bem como suas avaliações constam nas análises feitas no item 5.2.3. Todas as entrevistas foram registradas em áudio, transcritas, e, o tratamento dos dados foi feito seguindo princípios da Análise Textual Discursiva, pela unitarização e estabelecimento de categorias, enfatizando quais as principais dificuldades relatadas pelos sujeitos entrevistados, bem como os demais aspectos referentes ao processo de ensino e aprendizagem, na visão destes. Dividimos em dois itens, para fins de análise, em *os discentes* e *os docentes*, na qual se buscou inicialmente, traçar um perfil que possa caracterizar e descrever cada um dos alunos participantes com base nas observações, conversas informais e interação.

5.1.4.1 Os discentes

Seis foram os alunos voluntários que participaram das entrevistas, realizadas na universidade ao término do mês de novembro de 2017. A transcrição das entrevistas está presente no Anexo 6. A seguir são trazidas algumas informações sobre os alunos:

ALUNA 1 (A1): ingressou no curso de licenciatura no semestre 02/2017, possui dois cursos técnicos concluídos pela mesma instituição, nas áreas de agronomia e enfermagem. Estava presente no curso de pré-cálculo ofertado antes do começo das aulas, e era assídua, até desistir desta e de outra disciplina do curso, devido à dificuldades pessoais, profissionais e na aprendizagem. Tinha a intenção de realizar a transferência para o curso de Educação Especial e estava concorrendo à vaga pelo edital naquele semestre.

ALUNO 2 (A2): ingressou no curso de licenciatura em física no semestre 02/2017, anteriormente cursava o ensino médio. Participou do curso pré-cálculo realizado antes do

começo das aulas, era assíduo, participava nas aulas e demonstrava muito interesse pelo curso.

ALUNO 3 (A3): ingressou no curso de licenciatura em física no semestre 02/2017, anteriormente cursava Meteorologia pela mesma instituição. Era um aluno assíduo, que demonstrava interesse, porém sempre saía antes do horário previsto para o término das aulas (cerca de 30 minutos antes).

ALUNO 4 (A4): cursava o 4º semestre do curso de Engenharia de controle e automação, fazendo de forma especial a disciplina de cálculo I no curso de Licenciatura em Física. O aluno desempenha atividades profissionais na qual precisa viajar, não sendo possível estar presente em algumas aulas ao longo do semestre. Demonstrava interesse e tirava dúvidas com a professora ao término das aulas.

ALUNA 5 (A5): aluna do 4º semestre do curso de Matemática, realizando a disciplina de forma especial com a licenciatura em física. Era assídua, demonstrava interesse, tirava dúvidas com a professora.

ALUNO 6 (A6): ingressante do curso de licenciatura em física, já havia cursado alguns anos atrás o mesmo curso, porém desistiu logo no começo, voltando agora após aposentado. Era assíduo, participava nas aulas demonstrando interesse em aprender.

Todos os alunos que cursaram a disciplina foram convidados a participar voluntariamente, tanto por email, quanto presencialmente na aula de Cálculo. De todos os alunos matriculados, os seis alunos já caracterizados foram os que aceitaram participar, em entrevistas individuais, realizadas na universidade com assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Após a transcrição, para fins de análise de acordo com a ATD, procedeu-se com a desintegração dos textos o *corpus* da pesquisa, acompanhada da formação de conjuntos mais complexos com a criação de categorias para agrupar as respostas semelhantes e terminando com a emergência de novas compreensões (MORAES, 2003). Estas categorias, relacionadas aos propósitos da investigação da presente pesquisa, emergiram principalmente considerando a intencionalidade de cada uma das questões da entrevista semiestruturada.

Deste modo, as duas categorias que compõem esta etapa da análise são: 1. *O papel do cálculo na física* e 2. *O ensino e a aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral*. Cada categoria foi reagrupada e distribuída em outras partes a partir da análise dos significados

semelhantes, compondo as seguintes subcategorias: *Percepções da disciplina*, *Habilidades desenvolvidas e Relações entre Cálculo I e Física I* (oriundas da categoria que destaca o papel do cálculo na física) e as subcategorias *Entendimento dos conceitos*, *Dificuldades*, *Facilidades e Melhorias* (tratando-se mais especificamente dos processos de ensino e aprendizagem de CDI). Pode-se observar esta categorização feita no quadro 3.

Quadro 3 - Relação das categorias e subcategorias elaboradas na análise das entrevistas dos alunos

CATEGORIAS FINAIS	SUBCATEGORIAS
1. O papel do cálculo na física	Percepções da disciplina
	Habilidades desenvolvidas
	Relações entre Cálculo I e Física I
2. O ensino e a aprendizagem de CDI	Entendimento dos conceitos
	Dificuldades
	Facilidades
	Melhorias

Fonte: Autora.

Observou-se que destes participantes, quatro já haviam cursado CDI, não obtendo a aprovação.

Categoria 1: o papel do Cálculo na Física

A esta categoria pertencem as seguintes subcategorias: *Percepções da disciplina*, *Habilidades desenvolvidas e Relações entre Cálculo I e Física I*. O papel desempenhado pelo Cálculo enquanto conjunto de saberes e disciplina na Física são investigados e debatidos por inúmeros autores, e consultando a literatura é possível observar diferentes concepções acerca de qual deve ser este papel desempenhado pela matemática na física. Santarosa (2013, p.157) afirma que considerando o contexto da Física, a matemática irá desempenhar “um papel de subordinação, de representação simbólica e abstrata frente às situações física. Isto é, o papel da Matemática fica evidente quando o estudante tem que operacionalizar os conceitos físicos com que se depara quando tem que lidar com uma situação problema”.

A função desempenhada pela matemática para a física não se restringe a simples forma operacional de números e teoremas destituídos de sentido. Existe uma mútua relação entre ambas as disciplinas, o que justifica sua inserção nos cursos de formação de professores de física nas instituições de ensino superior. E em relação a este assunto, Karam e Pietrocola (2009) destacam ser necessário estar atento a generalizações feitas quando se fala dessa

relação, pois buscar compreender o papel que a Matemática ocupa na Física sem definir um recorte ou contexto específico pode incorrer falsas conclusões gerais.

Desta forma, parte-se para a interpretação dos resultados obtidos a partir das falas dos alunos, buscando compreender de que forma é percebido por eles as relações existentes e as concepções acerca do papel do Cálculo na Física.

Percepções da disciplina

A subcategoria *Percepções da disciplina* aborda quais as visões são descritas pelos alunos a respeito da pertinência da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, ministrada logo no primeiro semestre do curso de física. De acordo com Lima *et al* (2014) apesar da aplicabilidade e importância, esta disciplina é vista pelos alunos como um componente de difícil entendimento, e alto número de reprovações. Verificamos que, para os alunos entrevistados, os conceitos estudados representam a base para outras disciplinas, reconhecendo sua importância de forma semelhante a um pré-requisito a ser utilizado no futuro, como pode ser observado pelas falas da Aluna 1 e do Aluno 2.

“Muito importante, porque depois no trabalho tu vai ter que ter essa matéria para poder passar pros alunos” A1.

“Ela é muito importante, porque os conceitos que são apresentados nela ajudam e vão ajudar em muitos cálculos futuros e em outras disciplinas (...) ela é como se fosse uma base” A2.

Uma vez observada estas respostas, parte-se para a reflexão do quão inserida e integrada está a disciplina no curso, na visão destes alunos. Os significados que eles atribuem a partir das vivências e conteúdos que são abordados na disciplina de Cálculo, tem sentido na sua futura utilização, seja em disciplinas ou no ambiente de trabalho (como condição). Leite (2012) afirma que o tipo de relação que se estabelece entre aluno e um determinado conteúdo podem ser de aproximação ou de afastamento, dependendo em grande parte, da concretude das práticas de mediação pedagógica que são planejadas e desenvolvidas em sala de aula pelos professores. Identificar, muito além da sua futura utilização em outros momentos, mas também sua aplicação no agora, e no real, seria o esperado de uma percepção do aluno que é próximo dos conteúdos específicos desta disciplina.

Esta aproximação deve ser pensada quando se planeja os objetivos e as estratégias de ensino a serem utilizadas no processo de ensino e aprendizagem, para que os alunos compreendam o porquê e a importância de aprender o significado de limites, derivadas,

funções e outros conceitos no contexto de um curso de física, para as aplicações nas situações desta área.

Habilidades Desenvolvidas

Nesta categoria, buscou-se investigar quais as habilidades que os alunos acreditam que sejam desenvolvidas ao cursar a disciplina de Cálculo I. Neste sentido, Silva e Felicetti (2014) afirmam que as habilidades estão vinculadas a competências, em uma inter-relação com conhecimentos para que exista uma atuação competente do indivíduo. Se considerarmos as relações existentes entre a matemática e a física, desenvolver habilidades matemáticas, como interpretar e pensar matematicamente irá contribuir imensamente para um melhor aproveitamento dos entendimentos físicos. Pietrocola (2002) relata que o ensino de ciências deve favorecer os meios para que os estudantes adquiram a habilidade em utilizar a linguagem matemática para estruturar o pensamento e apreender o mundo, não apenas sabendo matemática para operar teorias que representam a realidade, mas também, adquirir a capacidade de construir teoricamente o real através de uma estruturação matemática.

Na investigação, observou-se que, dos seis alunos, dois não identificam quais habilidades podem ser desenvolvidas ao cursar a disciplina, como pode ser observado na fala da Aluna 1:

“Eu, particularmente, nenhuma porque sou péssima em cálculo” A1.

Dois alunos percebem a disciplina de Cálculo como uma forma de aplicação, de aproveitamento para compreender melhor fenômenos da vida real. Nas palavras do Aluno 2:

“Toda ela tu consegue ver na vida real, o fenômeno, mas as taxas relacionadas eu gostei bastante” A2.

Finalmente, dois dos seis alunos percebem que na disciplina de cálculo é possível desenvolver habilidades procedimentais, para resolução de problemas teóricos, conforme trechos relatados pelo Aluno 3 e Aluno 6:

“Acredito que o cálculo se destine totalmente a análise gráfica e dos conceitos gráficos e basicamente isso, só” A3.

“Em relação à física, o cálculo é uma ferramenta para ti estudar a física (...) se não houvesse o cálculo tu não conseguiria modelar, ter um pensamento científico” A6.

Tanto os alunos que percebem uma aplicação do cálculo na vida real, quanto os que veem a potencialidade do cálculo para desenvolver habilidades procedimentais, de resolução e modelagem, estão mais perto de associar, compreender a matemática na física, estabelecendo um pensamento que relacione as duas áreas. Os dois alunos que relatam não desenvolverem

habilidades na disciplina de cálculo, mesmo cursando disciplinas de física ao mesmo tempo na universidade, na qual os conceitos da matemática são explorados a todo o momento, representam muitos alunos e professores, que interagem com os conhecimentos dessas disciplinas, mas não refletem e associam de forma significativa, com sentido o que estão fazendo, aprendendo, ensinando. De acordo com Mendes e Batista (2016, p.758):

Diariamente, professores que lecionam a disciplina de Física, tanto no Ensino Médio quanto no Ensino Superior, utilizam a Matemática para definir leis, conceitos e resolver exercícios. No entanto, conforme apresentaremos a seguir, muitos professores não conseguem definir o papel da matematização nem a relação entre a Matemática e a Física no ensino de Física.

Desta forma, em resumo, observou-se que de acordo com as falas obtidas nas entrevistas com os alunos, a disciplina de cálculo pode não auxiliá-los na construção de habilidades, pode ser uma forma de reconhecer a aplicação destes conceitos ou técnicas para proceder com a resolução de problemas teóricos e interpretação de gráficos e funções.

Relações entre Cálculo e Física

A última subcategoria aponta para as concepções dos alunos sobre as relações que eles estabelecem entre a disciplina de Cálculo I e Física. Concheti (2015) relata que a discussão a respeito do papel da matemática na física é semelhante a discussão do papel da gramática na língua portuguesa: permite-se visões e atuações diferentes, conforme o contexto. Ainda de acordo com este autor, a matemática é aplicada na física em diversas situações, como elaboração de cálculos, resolução de equações, interpretação física de um sinal ou simplesmente na aquisição do raciocínio lógico necessário em diversos problemas. Na análise das entrevistas, observou-se que dois alunos não conseguem estabelecer, identificar as relações entre Cálculo I e Física I, como pode ser observado na transcrição da fala da Aluna 1:

“Não fiz (...) a professora de cálculo I passava uma coisa e o professor de física passava outra, totalmente diferente” A1.

A maioria dos alunos (quatro deles) relata que existe uma desarticulação entre as duas disciplinas no decorrer do semestre e do curso de Física, sendo que um destes alunos ainda insere a percepção que para cursar a disciplina de Física que ocorre concomitante com a de Cálculo, seria necessário já ter os conhecimentos da disciplina de matemática bem elaborados. Para fins de análise, são destacados dois trechos das entrevistas do Aluno 3 e Aluno 6:

“No primeiro dia de aula o professor já deu uma derivada no quadro e a gente não sabia nada, então assim a relação é clara, o próprio Newton criou o Cálculo para a Física e como a maior parte da física é análise de movimentos, análise de fenômenos naturais, é

focada no gráfico, o cálculo é a forma de analisar estes movimentos de entender eles de uma forma matemática, não só também entender como expressar eles de uma forma matemática”

A3.

“Sim, todas as equações que a gente usa no cálculo tu usa na física também né, inclusive em física I tem coisas até que teria que estar com o cálculo I já pronto, para depois vir a física” A6.

Categoria 2: O ensino e aprendizagem de CDI

A segunda categoria de análise das entrevistas realizadas com os alunos aborda mais especificamente as concepções destes que estão relacionadas diretamente com o processo de ensino e aprendizagem de Cálculo I, são elas: *Entendimento dos conceitos, Dificuldades, Facilidades e Melhorias*. De acordo com Gemignani (2012) os atos de ensinar e aprender compõe um movimento harmônico onde a estrutura cognitiva humana é utilizada para combater a fragmentação de conhecimentos, articulando teoria e prática e propiciando a elaboração de novos saberes. Desta forma, investigar este processo auxilia na compreensão de como a disciplina de Cálculo vem sendo vivenciada e descrita pelos acadêmicos, que são os atores que começam a se familiarizar com tais conhecimentos desde o começo da graduação. Nesta seção são descritas e analisadas as quatro subcategorias citadas que pautam as percepções do processo de ensino e aprendizagem de Cálculo I.

Entendimento dos conceitos

Esta categoria relaciona as concepções dos alunos a respeito das condições necessárias para que exista um bom entendimento dos conceitos estudados na disciplina de cálculo, e consequentemente, um bom aproveitamento desta. De acordo com Lima *et al* (2014) apesar da importância e aplicabilidade desta disciplina em muitas áreas do conhecimento, ela acaba por ser vista pelos alunos como algo de difícil entendimento e elevado número de reprovações. Investigamos como estes seis alunos participantes das entrevistas descrevem que conseguem compreender os conceitos da disciplina. Observou-se que um aluno relaciona o entendimento satisfatório dos conceitos abordados em Cálculo I quando existem conhecimentos prévios relevantes e satisfatórios, ou seja, atribuem o efetivo aprendizado à conhecimentos que deveriam estar plenamente estabelecidos na estrutura cognitiva, a exemplo da fala da Aluna 1:

“Tendo uma boa base matemática. Sem essa base da matemática tu não consegue ter um bom entendimento em cálculo” A1.

Três alunos relatam que o bom entendimento dos conceitos ocorre quando os estudos partem de diferentes fontes de ensino e aprendizagem. Ou seja, quando existe além da participação das aulas e atividades propostas pelo professor, um acompanhamento frequente dos estudos, procura pela professora ou monitorias para esclarecer dúvidas, revisar os conteúdos, e busca de outras fontes de aprendizagem, como pode ser observado nos trechos retirados da fala do Aluno 2 e da Aluna 5:

“Não é só ir na aula para assistir (...) porque se tu ficar só na aula e ficar sem tirar dúvidas ali com o professor ou com o pessoal do PET alguma coisa assim tu vai ficar com bastante dificuldade, são muitos conceitos, não que seja difícil, mas são muitos conceitos e tem que treinar também, fazer bastante exercícios” A2.

“Eu presto atenção na aula, mas assim, tem dias que eu não entendo muita coisa, então eu tenho que ir para casa e ver vídeo aula, ver o livro de novo, estudar pelo livro, às vezes até eu não entendo, aí eu tenho que vir na sala da professora pedir ajuda” A5.

Os outros dois alunos consideram que as formas de representação e o papel do professor durante o processo de ensino e aprendizagem são os fatores decisivos que vão auxiliar no melhor entendimento dos conceitos da disciplina, conforme as falas do Aluno 3 e do Aluno 6:

“Eu acredito que consiga aprende bem melhor quando o professor demonstra com figuras porque é muito difícil tu entender olhando a própria fórmula em si” A3.

“Isso depende muito do que o professor transmite, da didática do professor, de transmitir, porque às vezes ou ele simplifica demais ou complica demais” A6.

Dificuldades

Um dos caminhos seguidos no presente trabalho é a observação acerca das dificuldades enfrentadas pelos alunos ao cursarem a disciplina de Cálculo I, e nas entrevistas estas dificuldades tornam-se mais evidentes pelas falas dos entrevistados. Xavier (2015) relata que além da histórica e clássica dificuldade que alunos apresentam na aprendizagem de matemática, eles também chegam às universidades apresentando dificuldades nessa disciplina. Desta forma, a subcategoria Dificuldades, nesta etapa da análise, destaca quais são as principais dificuldades relatadas pelos alunos. A respeito deste tema, Luiz e Cól (2014, p. 880) descrevem que:

Alunos de todos os níveis de ensino, em geral, apresentam dificuldades de aprendizagem nos conteúdos matemáticos. Encontramos na literatura estudos que buscam entender as razões dessas dificuldades e, ao mesmo tempo, encontrar alternativas no sentido de contribuir para a aprendizagem dos conteúdos estudados nas disciplinas de Matemática.

Na investigação, observou-se que as dificuldades relatadas pelos alunos dividem-se em dois grupos, as correspondem aos conceitos que estes acreditam que não foram construídos, aprendidos anteriormente, e são relatados como sendo uma característica da fragilidade no ensino anterior (três alunos) ou dizem respeito às dificuldades de manipular os procedimentos de aprendizagem próprios da disciplina de Cálculo I (três alunos). A respeito das dificuldades oriundas pela fragilidade no ensino anterior e a falta de conhecimentos prévios necessários para compreender satisfatoriamente os conceitos de limites, derivadas e integrais, Santarosa (2013) afirma que essas dificuldades são detectadas justamente na fase em que os alunos ingressam na universidade, e caso não resolvidas ainda nesta etapa podem comprometer a aprendizagem destes estudantes ao longo de toda a graduação. Neste sentido, destaca-se uma das falas da Aluna 5, que relaciona suas dificuldades com a fragilidade do ensino anterior:

“Eu tenho quase só dificuldade, eu não sei, eu acho que a minha base no ensino médio foi muito fraca, então, tipo, eu vejo que o básico ali eu tenho que revisar, tenho que procurar, correr atrás pra entender aquilo ali” A5.

Dentre as dificuldades apontadas pelos alunos que consideram os procedimentos e conceitos próprios do Cálculo o maior obstáculo, estas dificuldades podem estar relacionadas com aspectos da abstração ou do ensino, que precisa estar atento a estas questões. Santos e Matos (2012) afirmam que o fracasso na aprendizagem de Cálculo pode ser atribuída justamente ao nível de abstração necessário que é exigido para a compreensão dos conceitos, da mesma forma que a metodologia adotada pelo professor influencia nesse processo. Constatamos que estas também são dificuldades apontadas pelos alunos, visto que de acordo com o Aluno 3 e o Aluno 6:

“A maior dificuldade é de ver o que está acontecendo na própria questão, ver o que aquilo significa o que cada variável significa, o que cada unidade significa porque é tudo muito disperso e aí tu geralmente acaba indo para o caminho mecânico, que é o mais fácil” A3.

“Às vezes tu entende o que o professor fala, o que o professor te transmite ali, mas o que ele te transmite ali muitas vezes em outras situações como fazer um exercício ou estudar para uma prova e muitas vezes tu estuda errado, e as vezes a gente precisa de uma orientação do professor nesse sentido (...) seja lá com exercícios, com dicas, orientação, é bem mais fácil” A6.

Esta subcategoria destaca quais as facilidades relatadas pelos alunos, uma forma de observar também os aspectos positivos que vem sendo construídos em sala de aula. Neste sentido, observou-se que dois alunos apontam apenas as dificuldades, ou relacionam a parte mais simples, como de fácil entendimento, conforme fala da Aluna 1:

“Facilidades só na parte inicial mesmo, que é mais simples” A1.

Em relação as respostas positivas, as facilidades relatadas estão relacionadas com a afinidades em estudar estes conteúdos (um aluno, A1) ou quando o estudante consegue identificar meios de aplicação dos conteúdos e conceitos que são trabalhados em sala de aula, uma contextualização que acaba facilitando a compreensão dos mesmos (três alunos):

“A física foi a matéria que mais me interessou, e nela tem muita matemática e muito cálculo, não é só fenômenos, tem muita parte teórica por exemplo, então eu acho que isso facilitou e está facilitando, eu sempre gosto das exatas e cálculo” A2 (facilidade associada a afinidade).

“Usar temática para explicar eu acho que no meu caso acaba sendo mais atrativo” A4 (facilidade associada a contextualização).

Sobre a facilidade em aprender matemática ser associada a afinidade com a disciplina ou com “as exatas”, Guizelini *et al* (2005) afirmam que diferentes significados ou explicações para ou gostar de estudar matemática remetem a uma espécie de “consciência pessoal” sobre a capacidade do indivíduo, sua prontidão ou destreza em compreender matemática. Ainda de acordo com os autores, o “gostar” da disciplina favorece a ocorrência de um esforço reduzido por parte do aluno nesse processo, que é encarado como a facilidade em aprender os conceitos e procedimentos da matemática. Nesse caso, o gostar de matemática relaciona-se com a garantia de sucesso na disciplina, uma percepção de que o aluno, por possuir esta afinidade irá ser bem sucedido, se comparado com os demais alunos, que não possuem essa aproximação (GUIZELINI, *et al.*, 2005).

A contextualização, a aplicação dos conceitos no ensino de Cálculo e o uso de temas relacionados à formação do acadêmico é um fator apontado como facilitador da aprendizagem, indo ao encontro com os dados descritos na literatura científica. Segundo Ponte *et al* (2007, p. 46) *“os significados matemáticos emergem das conexões entre as ideias matemáticas em discussão e os outros conhecimentos pessoais do aluno”*. Diversos autores apontam que este é um elemento primordial para um ensino de cálculo mais significativo. No caso específico do curso de física é fundamental que exista essa associação, essa interligação no processo de ensino e aprendizagem para que o aluno perceba o sentido nos conceitos que aprende. Santarosa (2013) aponta que o professor de Cálculo deve estar ciente que para

contextualizar o ensino de cálculo, considerando obter o bom domínio da Física, deve-se preservar o essencial ao entendimento das leis e teorias físicas e “debulhar” de várias formas possíveis os resultados matemáticos obtidos com as situações físicas trabalhadas.

Melhorias

A última subcategoria diz respeito às possíveis alternativas de melhorias, aperfeiçoamentos, que os alunos apontam como sendo necessários ou interessantes para que no processo de ensino e aprendizagem, as lacunas e dificuldades sejam amenizadas. Neste sentido, as melhorias apontadas pelos alunos compõem três grupos: a necessidade de revisar conceitos, de pensar cuidadosamente nos procedimentos adotados no processo de ensino e na possível articulação entre matemática e física.

Nesta etapa, foram identificadas uma ou mais possíveis melhorias na fala de cada aluno.

Deste modo, observou-se que cinco alunos apontam a necessidade de uma revisão dos conceitos básicos da matemática, visto que ela pode ser útil para melhorar a aprendizagem. Dois alunos apontam que a questão da preocupação com o ensino que ocorre em sala de aula é fundamental para que existam melhorias, e um aluno relata que a articulação entre matemática e física seria um instrumento válido para melhorar esse processo, como pode ser observado nos trechos dos entrevistados A6, A4 e A2:

“Eu acho que tem que ter um pré-cálculo ou alguma coisa como matemática básica antes, anterior ao cálculo e primeiro tu tem que aprender o cálculo para depois ir para as outras disciplinas na física, porque se o cálculo é uma ferramenta para ti usar na física, como que tu vai usar paralelo ou usar depois” A6 (melhoria associada à revisão de conceitos).

“Fazer uma DCG com o pré-cálculo eu acho que é uma boa” A4 (melhoria associada à revisão de conceitos).

“Se tu não tem uma pessoa que tenha didática para ensinar eu acho que o aluno também começa a patinar, desistir, começa a pensar acho que não é isso que eu quero (...) acho que é importante ter duas semanas ou três semanas antes o pré-cálculo, mas bem forte né” A2 (melhoria relacionada com a preocupação no ensino e revisão de conceitos).

“Podiam aproximar mais ele com a física básica digamos que com demonstrações, com animações, gráficos, desenho eu acho que ficaria bem mais fácil para entender o que está acontecendo do que só diferenciar números no quadro, de só observar” (melhoria pautada na possível articulação).

Feita a descrição e discussão das categorias e subcategorias estabelecidas na análise das entrevistas dos alunos, nesta seção, conclui-se que os relatos obtidos auxiliam a compreender algumas das dificuldades e obstáculos que os acadêmicos enfrentam na aprendizagem de cálculo, evidenciando a necessidade de ações que melhorem a compreensão destes conceitos, bem como destaquem o papel da matemática na formação de professores de física. Observou-se que existe determinada fragmentação, separação entre as disciplinas de cálculo e física, e que a possibilidade de estabelecer essa articulação pode vir a propiciar ambientes de ensino de cálculo mais significativo para os estudantes. Sobre este assunto, Karam (2007, p.6) afirma que

Diante dessas reflexões epistemológicas acerca das relações entre Matemática e Física, direcionamos nossa atenção para a forma como essas duas disciplinas vêm sendo desenvolvidas em nossas escolas. Não é preciso um grande esforço para perceber que essas duas áreas vêm sendo tratadas de forma independente e que, dessa forma, nossos estudantes não têm percebido suas inter-relações. Basta observarmos os índices dos principais livros didáticos do Ensino Médio, por exemplo, para concluir que não existe preocupação alguma com uma distribuição de conteúdos que possa conciliar os objetivos de ambas as disciplinas. No ensino superior encontramos situação semelhante, pois não se costuma pensar em uma abordagem integradora ao se estruturar um currículo. Baseando-se na idéia de que seja necessário dominar o ferramental matemático primeiramente, os cursos da área de exatas iniciam com disciplinas matemáticas, como Cálculo e Geometria Analítica, para posteriormente mencionar aplicações das mesmas nas disciplinas da Física. Essa postura, como vimos, é contrária ao próprio desenvolvimento histórico desses conteúdos.

Os dados obtidos na análise das entrevistas apontam para a necessidade de ações que melhorem a compreensão dos conceitos desta disciplina, seja através do resgate de conhecimentos básicos de matemática, da exploração de diferentes representações, da contextualização, da articulação do ensino ou da diversificação de instrumentos utilizados nos processos de ensino e aprendizagem. Desta forma, talvez seja possível melhorar o entendimento dos conceitos de cálculo e a percepção dos estudantes para as inter-relações existentes entre o cálculo e matemática, evidenciando o papel que a matemática deve exercer na formação de professores de física.

5.1.4.2 *Os docentes*

Nesta etapa são apresentadas as análises e discussões sobre as entrevistas realizadas com docentes da UFSM, no semestre 01/2018. Os professores foram contatados via e-mail e presencialmente, para averiguar a disponibilidade e interesse em participar voluntariamente da pesquisa. As entrevistas ocorrem na universidade, com duração de no mínimo sete e no

máximo 25 minutos, foram gravadas em áudio e transcritas (**ANEXO 7**). A intencionalidade deste instrumento para a pesquisa foi de averiguar como os docentes da universidade investigada relacionam a matemática com a física e investigar outros aspectos que possam ser relevantes no presente estudo. No total, foram entrevistados cinco docentes da instituição, e algumas das informações relativas a cada um destes pode ser observada a seguir.

Professora 1 (P1): atua na UFSM desde 2010, é graduada em Física- Licenciatura, mestre, doutora em Ensino de Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Realizou Pós-Doutorado pela Universidad Autónoma de Madrid, Espanha.

Professora 2 (P2): atua na UFSM desde 1996, é graduada em Matemática – Licenciatura e mestre em Física pela Universidade Federal de Santa Maria, doutora em Ensino de Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Professor 3 (P3): atua na UFSM desde 1995, é graduado em Matemática – Bacharelado, mestre em Matemática e doutor em Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Professora 4 (P4): atua na UFSM desde 2010, é graduada em Matemática – Licenciatura pela UFSM, mestre em Matemática Aplicada pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, doutora em Física pela UFSM. Realizou Pós-Doutorado pelo Institute of Atmospheric Sciences and Climate, Itália.

Professor 5 (P5): atua na UFSM desde 1992, é graduado em Matemática pela UFSM, mestre em Matemática pela Universidade de Brasília e doutor em Matemática Aplicada pela Universidade Estadual de Campinas.

Após a transcrição das entrevistas, procedeu-se com a análise das falas dos professores. Desta forma, foi possível identificar duas categorias finais e sete subcategorias, são elas: A atuação docente no curso de Licenciatura em Física, categoria final da qual fazem parte as seguintes subcategorias: planejamento da disciplina, materiais de aprendizagem e avaliação da aprendizagem. E a categoria final denominada: Os processos de ensino e aprendizagem no curso de Licenciatura em Física, que compreende as subcategorias aprendizagem de conceitos, dificuldades observadas, importância da matemática e melhorias, conforme quadro 4.

Quadro 4 - Relação das categorias e subcategorias elaboradas na análise das entrevistas dos professores

CATEGORIAS FINAIS	SUBCATEGORIAS
1. A atuação docente no curso de Licenciatura em Física	Planejamento da disciplina
	Materiais de aprendizagem
	Avaliação da aprendizagem
2. Os processos de ensino e aprendizagem no curso de Licenciatura em Física	Aprendizagem de conceitos
	Dificuldades observadas
	Importância da matemática
	Melhorias

Fonte: Autora.

A atuação docente no curso de Licenciatura em Física

Uma educação efetiva não pode ser pensada de forma dissociada da realidade dos sujeitos que aprendem, do mesmo modo que não é possível ignorar a importância dos profissionais que orientam os alunos no processo de apreensão dos conhecimentos científicos (OLIVEIRA; OBARA, 2018). Desta forma, são elencados os aspectos relativos à metodologia e instrumentos utilizados pelos professores entrevistados, no âmbito da UFSM, para conhecer e investigar mais a respeito do contexto vivenciado pelos alunos do curso de Física. A respeito disto, Almeida (2015, p. 2) destaca que cabe ao professor investigar as ferramentas adequadas que despertem no aluno vontade de aprender e continuar aprendendo e “o planejamento, a metodologia, o diálogo, são essenciais para o sucesso da aula”. Neste sentido, são destacadas as falas que dizem respeito mais especificamente a como o professor interage com o conteúdo que será trabalhado em sala de aula, os materiais que utiliza e como avalia a aprendizagem dos estudantes, nas seguintes subcategorias: *Planejamento da disciplina, materiais de aprendizagem e avaliação da aprendizagem*.

Planejamento da disciplina

Todas as pessoas planejam suas ações, com o objetivo de transformar e melhorar suas vidas ou a de pessoas próximas e na educação, isso não é diferente. (CASTRO; TUCUNDUVA; ARNS, 2008). Em relação à forma de planejamento das disciplinas que ministram na universidade, os professores destacam modos semelhantes e ao mesmo tempo diferenciados de organização. A Professora 1 (P1) destaca que planeja considerando o calendário acadêmico e a importância dos conteúdos de acordo com a ementa. De forma

semelhante, a Professora 4 (P4) segue o especificado no programa da disciplina. Segundo estas:

“A primeira coisa que eu faço é distribuir estes tópicos no calendário para eu saber mais ou menos quanto eu tenho de tempo para trabalhar cada um e nesse momento eu faço a escolha, isso aqui não vou trabalhar, isso aqui vou trabalhar mais, isso daqui vou trabalhar menos em cima do calendário” P1.

“Eu pego o programa da disciplina, eu vejo qual é a ementa e eu tento sempre direcionar para o curso que eu estou ministrando então eu sempre tento levar o cálculo, no da licenciatura, levar alguma coisa que faça o aluno perceber que ele vai ter que ter o conhecimento técnico da disciplina ele vai ter que se relacionar com o futuro, no caso quando ele for ensinar o que ele pode levar daquele conteúdo lá quando ele for professor” P4.

A Professora 2 (P2) aborda tópicos mais importantes, e destaca que o seu planejamento é configurado o mais próximo de um currículo flexível. Ela afirma que busca propiciar um diálogo maior em sala de aula, o que de acordo com Rodrigues (2017, p. 122) é fundamental, pois “a forma como se estabelece a interação e a comunicação entre alunos e professores é essencial para que a sala de aula se constitua em um ambiente com clima propício e adequado para a implementação e manutenção de um ritmo de aprendizagem profícuo”. Desta forma, de acordo com o relato da Professora 2:

“Eu tenho conversado muito em sala de aula, e tentando abordar os aspectos mais importantes, partindo de situações problema, que envolvem a matemática que eu estou querendo ensinar, eu procuro abrir para discussão, depois eu falo do conteúdo em si” P2.

Já o Professor 3 (P3) afirma ter feito um planejamento inicial para a disciplina de cálculo, que ao longo dos anos como docente da universidade só foi sendo modificado e aperfeiçoado. O Professor 5 (P5) destaca que o procedimento não muda em sala de aula, o que varia é a inserção de aplicações do conteúdo de acordo com o curso que será ministrado. Nas palavras utilizadas por estes professores:

“Eu tenho 23 anos aqui na UFSM, então essas disciplinas eu lecionei várias vezes, então o planejamento dela começa desde a primeira vez que eu dei a disciplina e depois vai só acrescentando, mudando ao longo do tempo” P3.

“Eu não mudo assim o procedimento de curso para curso (...) eu tento puxar para apresentar algumas aplicações sempre alguma aplicação do conceito dentro de uma motivação de conceitos definir a derivada procuro fazer algum exemplo, uma motivação para chegar no conceito” P5.

Materiais de aprendizagem

Nesta subcategoria, são elencados os materiais de aprendizagem descritos pelos professores, utilizados nas aulas que são ministradas para o curso de Licenciatura em Física. Com a utilização de materiais didáticos o professor pode observar, fazer estimativas, relacionar informações, buscar soluções para os problemas, comparar resultados, produzir novas ideias para depois chegar à abstração, no processo de construção do conhecimento, pois o uso desses materiais possibilita que o aluno perceba e construa significados, conduzindo-o ao raciocínio (SILVA; VICTER, 2016). Em relação aos materiais de aprendizagem descritos pelos professores, que são utilizados em sala de aula, observou-se que o livro didático e listas de exercícios são os instrumentos apontados pelos cinco professores entrevistados. Além desses, os outros materiais de aprendizagem utilizados pelos professores são mapas conceituais (P1), quadro e giz (P1, P5) e apostilas (P1, P3), Moodle como instrumento de apoio na postagem dos materiais de ensino (P2 e P5), softwares e vídeos (P4). De acordo com estes:

“Nas disciplinas de física eu utilizo um livro texto e trabalho esse livro com os alunos mas eu mesma produzo meu mapa, faço minha seleção de exercícios, alguns exercícios eu mesma desenvolvo” P1.

“Eu uso o livro né outros livros lista de exercício quando eu tenho eu posso passo os softwares tanto gráficos quanto numérico eu tento sites blogs eu tento colocar uma base de coisas que eles possam identificar as vezes eles não entendem a minha linguagem mas às vezes assistindo um vídeo de muitas aulas como de outras universidades a USP e outras que tem muito vídeo aula então eu tento passar em isso essas endereços para eles procurarem” P4.

“Quadro e giz, muito eventualmente eu uso data show eu usei pouco (...) Normalmente ao quadro lista de exercícios tem algum material escrito que a passo para eles, no MOODLE eu ponho listas, com as listas às vezes algum conteúdo extra que está relacionado ao assunto, mas que não estava assim diretamente no programa e às vezes eu coloco ali para quem tiver interesse ler e às vezes a pessoa pergunta e a gente discute” P5.

Avaliação da aprendizagem

No contexto das práticas educacionais, a importância da avaliação possivelmente é uma marca de nossa época, refletindo na obrigatoriedade de sua aplicação nos ambientes formativos em qualquer nível de ensino, envolvendo também, aspectos complexos a respeito

de sua construção (GARCIA, 2009). Em relação à avaliação da aprendizagem dos alunos, a prova enquanto avaliação formal é apontada como sendo utilizada por todos os professores entrevistados. De acordo com Madoni e Lopes (2009) a prova é um modelo de avaliação a qual os professores têm estado há muito tempo presos como sendo a única alternativa para avaliar a aprendizagem, porém, ela é um instrumento que apenas evidencia aquilo que os alunos não sabem, ou que na maioria das vezes, foi simplesmente memorizado. Porém, conforme observado nas respostas de quatro professores, ela tem sido utilizada juntamente à outros instrumentos. Além de provas, observa-se nas falas a utilização de trabalho em grupo (P1, P2), trabalhos (P4), listas de exercícios (P4 e P5) e o acompanhamento contínuo da aprendizagem (P1).

“Eu nunca faço uma avaliação final, eu sempre acompanho no decorrer. Nas disciplinas de física geral eu faço as duas avaliações principais que são as duas prova, mas pra compor a nota eu também faço trabalhos em grupo, porque eu considero que o momento dos alunos fazerem esse trabalho em grupo eles estão trocando ideias e estão trocando informações nesse momento” P1.

“Atividades colaborativas em grupo, eu procuro valorizar as atividades, os trabalhos que eles fazem (...) independentemente do turno, eu acho que o trabalho colaborativo é muito importante porque é um compartilhamento de significados, então eu acho que tem que ser avaliado para que o aluno se motive a procurar esse tipo de atividade, então eu faço as provas, porque eu acho que o aluno também tem que ser avaliado individualmente” P2.

“Eu faço duas ou três provas duas provas em cadeiras de 60 horas 90 horas eu faço três provas e se houver necessidade daí, que eu digo necessidade se os alunos não estão digamos assim entendendo de forma satisfatória nas avaliações nas provas, eu faço listas de exercícios, o objetivo é, digamos assim, refinar avaliação para ela não ficar tão rígida” P5.

Os processos de ensino e aprendizagem no curso de Licenciatura em Física

A partir da interpretação da natureza do processo de ensino e aprendizagem, com suas complexidades e multidimensionalidade, para avaliarmos este processo é necessário fazê-lo considerando as várias fontes nele envolvidas, e por este motivo, existe a necessidade de considerar a visão dos atores do processo, estudantes e docentes (RAMOS, *et al*, 2013). Desta forma, nesta categoria a intenção é discorrer sobre os aspectos diretamente relacionados ao contexto de sala de aula, os processos de ensino e aprendizagem na visão dos docentes que lecionam na universidade para o curso de Física – Licenciatura. Estão presentes as seguintes

subcategorias: *Aprendizagem dos conceitos, dificuldades observadas, importância da matemática e melhorias.*

Aprendizagem dos conceitos

A efetiva aprendizagem dos conceitos, por parte dos alunos, é associada por quatro dos cinco professores entrevistados aos conhecimentos prévios, que são necessários para que ela ocorra de forma eficaz. Três professores relacionam, como um fator importante para a aprendizagem dos conceitos, a construção de uma autonomia por parte dos alunos, para que eles aprendam os conteúdos necessários nas disciplinas. “O aluno, ao sair da escola, muito mais do que ter conhecimentos específicos, precisa saber localizar e fazer uso desses conhecimentos da melhor maneira possível. Não se aprende mais por aprender, mas sim, se aprende a aprender” (ROSA; ROSA, 2012, p.22). Como pode ser observado na fala da professora 2 e do Professor 3:

“Eu acho que a gente tem que fazer o aluno entender aqui, que aquela forma como ele agia, ou interagia com aquele conteúdo muda muito quando ingressa na faculdade, então ele vai ter que ter um olhar mais qualitativo e não só quantitativo do que está sendo abordado” P2.

“A maioria dos alunos estuda errado, a maioria dos alunos não sabe estudar. Então precisa ensinar eles a estudar, além do conteúdo, ensinar eles estudarem. E da física é ainda pior, os alunos geralmente vem com uma auto-estima muito baixa. A auto-estima assim é incrível, é lá embaixo, então tu precisa levantar a auto estima (...) a primeira coisa da disciplina que os alunos tem que saber é que tem condições de aprovar. E no momento que eles assimilaram isso, e saberem “não, eu tenho condições de aprovar”, mas tem que interiorizar, tem que entrar lá no psíquico da pessoa, e a hora que ele faz isso, tu pode puxar que ele vai te corresponder” P3.

Dois professores apontam ainda, a necessidade de considerar os aspectos afetivos e psicológicos dos alunos, ao longo do processo de ensino e aprendizagem.

Um dos professores destaca que a aprendizagem dos conceitos está relacionada com os aspectos cognitivos e outro, ainda destaca que é necessária para a efetiva aprendizagem, a existência de didática por parte do professor que ensina:

“O professor eu acho que tem que procurar, e eu tento fazer isso pelo menos, apresentar aos conceitos da forma mais clara possível né de forma mais didática, com bastante exemplos, pelo menos tem que ter bastante e exemplos dos conceitos apresentados, propor vários exercícios, o professor estará disponível para tirar dúvidas e responder os

exercícios. E por parte dos alunos eles têm que ter os pré-requisitos né, às vezes a gente percebe que infelizmente eles não têm” P5.

Dificuldades observadas

Dentre as dificuldades que os professores relatam observar em sala de aula, quatro deles destacam que estas estão relacionadas à base dos alunos, aos conhecimentos que não foram construídos e consolidados de forma efetiva nos ambientes de ensino anteriores à universidade, o que dificulta a aprendizagem de novos conceitos, mais específicos e elaborados. De acordo com a Professora 4:

“Eu acho que a maior dificuldade deles é porque falta a base do ensino médio a parte matemática com que eles chegam aqui na universidade... É... os conhecimentos básicos de função funções e até mesmo de operações aritmética eu acho que essa é a maior dificuldade aí quando você vai ensinar a partir por exemplo limites derivada às vezes ele entende o que é um limite , o que é uma derivada o problema dele está na parte básica é operar com as funções, eu acho que é o básico” P4.

Esta dificuldade que está relacionada à base dos alunos também foi verificada na revisão da literatura, na observação participante, análise das questões da prova e na própria fala de alguns dos alunos entrevistados. As alternativas para a superação deste obstáculo são muitas, o que vai depender tanto do esforço do aluno quanto de professores e sistemas de ensino. Enquanto as atividades são desenvolvidas em sala de aula, de acordo com Rodrigues (2017), estas dificuldades podem ser superadas retomando conceitos, como descreve a partir da reflexão de que

“Um bom professor deve se certificar se os alunos dispõem dos conhecimentos necessários para desenvolver a aula planejada e, assim, atingir ao objetivo estipulado inicialmente. Muitas das vezes é necessário retomar a aula anterior, a uma unidade de ensino anteriormente dada ou até mesmo a um conteúdo que deveria ter sido aprendido em séries anteriores” (RODRIGUES, 2017, p. 125).

Além desta, três professores destacam que existe uma dificuldade por parte dos alunos que refere-se à transição entre a metodologia de ensino e aprendizagem que vivenciavam no ensino médio e a que é aplicada em sala de aula na universidade. Por fim, as demais dificuldades relatadas pelos professores centralizam-se na utilização de generalizações para desenvolver atividades propostas, na dificuldade de assimilação própria dos conceitos abordados e também na falta de dedicação por parte dos alunos, para com as disciplinas, no sentido de comprometimento com o aprendizado.

“Uma das dificuldades que os alunos tem é que se tu apresenta um caso especial, um caso específico, eles vão querer aplicar aquela forma do caso específico para o geral, eles querem generalizar tudo, até numa questão de economia psicológica, de querer economizar passos, de querer “um eu fiz assim de um jeito eu vou querer fazer assim em todos”” P1.

“Eu percebo que algumas coisas que eles aprenderam foram de forma errada, então os conteúdos a serem ensinados no ensino médio e ensino fundamental tem muita coisa errada que eles aprenderam, e ai para tu desconstruir para depois construir fica muito complicado” P3.

Importância da matemática

Faz parte desta subcategoria as concepções dos professores acerca da importância, do papel da matemática na física. Observou-se que duas professoras descrevem como a matemática sendo fundamental para dar sentido à física, pois a partir dela, pode-se prever e exprimir situações físicas.

“O cálculo I é muito mais que a ferramenta matemática para a física. A física tem que ser pensada através da matemática. Quando se pensa nos fenômenos físicos essa matematização tem que estar incluída na percepção do estudante. Eu acho que o aluno tem que entender que independentemente de regras e fórmulas a matemática fornece modelos que possam aproximar a realidade. Eles vão poder prever coisas no futuro e prever coisas do passado eu acho que é o termo certo e ter uma ideia do que pode acontecer no futuro” P2.

Um professor descreve que ambas disciplinas estão relacionadas, e a partir desta inter-relação foi possível gerar aplicações e desenvolvimento na sociedade.

“Se tu for pegar pela história, tu vai lá nas equações de Maxwell, da física, são equações definidas, por exemplo, o aluno tendo o cálculo I ele já consegue ter ideia das Equações de Maxwell que são enunciadas a partir de derivadas e as coisas de eletromagnetismo, e com essas equações, para mostrar que Maxwell estava certo a gente vai pela história (...)O cálculo foi a base, e graças ao cálculo que se tem hoje o rádio, a televisão, a internet, o celular, começa ali. E depois o cálculo vai ter uma aplicação em várias coisas” P3.

Dois professores identificam a importância e a relação da matemática como uma base para a física, sendo fundamental tanto para o aluno que irá aproveitar os conceitos da matemática em outras disciplinas ou para a modelagem de conceitos, uma relação estabelecida através do uso da matemática pela física ou outras ciências.

“Eu acho que é a base para qualquer curso de graduação. No caso engenharias física e matemática eu acho que o curso de cálculo um bem dado e que o aluno tenha um bom aproveitamento acredito que os outros cálculos que venham e mesmo as outras disciplinas equações o que for eles vão ter menos dificuldades” P4.

Melhorias

Em relação às possíveis melhorias citadas pelos professores entrevistados, observou-se por parte de dois docentes que o pré-cálculo seria uma alternativa para suprir carências relacionadas ao domínio de conceitos básicos da parte dos alunos ao ingressarem na universidade. De acordo com o Professor 3:

“Eu sugiro que os alunos façam pelo menos um pré-cálculo, para daí do cálculo já estejam mais... Talvez não todos os alunos, mas os alunos classificados de um certo índice para baixo que fosse dado a chance para eles fazerem um pré-cálculo” P3.

Dois professores apontam que uma melhoria seria o aumento da carga horária da disciplina de cálculo, para que os conteúdos possam ser trabalhados de maneira mais aprofundada. Ainda, em relação às melhorias sugeridas, o P5 destaca que monitores e o uso de recursos computacionais trariam benefícios se inseridos de forma efetiva:

“Talvez mais tempo, mais horas/aula seria uma opção né, mas claro tudo isso envolve vários outros problemas, mas se tiver mais tempo seria bom, se tivesse monitor sempre (...) Talvez se tivesse recursos computacionais seria uma outra forma da gente usar computadores com certos programas para ensinar ou reforçar vamos dizer assim, de formas exclusivas reforçar os conceitos” P5.

A P2 destaca que as possíveis melhorias seriam obtidas caso o cálculo pudesse ser aproximado da física e o ensino partisse de situações-problemas. Nesse sentido, Luiz e Cól (2014, p. 884) afirmam que “cada vez mais, o conhecimento a ser buscado precisa ser significativo, que os acadêmicos, entendem a importância, na medida em que conseguem resolver problemas reais”.

A P1 relata que a integração entre teoria e experimento (Física), o uso de situações experimentais, a pré-física e o ensino que trabalhe conceitos e capacidades podem ser utilizados para aperfeiçoar o processo de ensino e aprendizagem que ocorre em sala de aula no curso de física.

“O ideal é que houvesse uma integração entre a teoria e o experimento. Que a teoria partisse do experimento, que o experimento servisse como situações apresentadas para os estudantes e a partir dessas situações fosse construído, fosse conceitualizado os conceitos,

fossem construídos os conceitos a partir dessas situações, e essas situações então, não todas mas algumas experimentais” P1.

Ao findar os resultados e análises das entrevistas, nesta etapa da investigação, cabe fazer algumas observações acerca dos dados obtidos. Um dos pontos mais importantes a ser destacado de toda a pesquisa e análise realizada é que, para que exista uma mudança real e aprendizagens mais significativas no âmbito da disciplina de Cálculo I, possa ser interessante a inclusão de práticas e atividades diferenciadas no processo de ensino e aprendizagem, que favoreçam principalmente, a reflexão sobre os conteúdos trabalhados. Sobre esse assunto, Rodrigues (2017, p. 128) afirma que

Ao mesmo tempo em que uma das principais condições para ser professor é dominar o conteúdo e utilizar a linguagem matemática correta e adequada ao nível da turma, um bom professor também deveria propiciar aos seus alunos oportunidades não só para expor suas ideias e validar suas hipóteses, mas também para instigar a reflexão e comunicação sobre os diferentes procedimentos que eles adotaram na resolução das tarefas matemáticas, e contribuir para o domínio e aprimoramento da linguagem matemática. Assim, o docente deveria propor situações para que os estudantes averiguem por que determinado procedimento é adequado a uma situação e não a outra e porque uma solução é ou não verdadeira.

Foi verificado ao longo da revisão da literatura efetuada que as práticas tradicionais de ensino, aquelas mais próximas da aprendizagem mecânica, e distante de significativa são problematizadas devido ao insucesso das disciplinas quando desta forma elas são ministradas. Ao ir à campo, no processo de pesquisa, observação, análises, verificou-se a existência destas mesmas práticas: ensino centrado no professor, livro como um dos principais instrumentos de ensino, listas de exercícios baseados em repetição, provas como principal instrumento avaliativo – mesmo assim, o curso e a universidade aplica alternativas a esses instrumentos, não sendo apenas um ensino totalmente mecânico, pois os professores preocupam-se em buscar aplicações para a área que irão ministrar, utilizam instrumentos diferenciados de ensino, mesmo que não sendo os principais, realizam diferentes tipos de avaliação além da tradicional prova, e também há, pela instituição, a realização de projetos de pré-cálculo e monitorias. Para Garcia (2009) as possíveis transformações na educação superior não podem ser separadas de mudanças nas concepções e práticas que as constituem, bem como dos atores ali envolvidos, em articulação com o currículo. Ainda de acordo com este autor, é importante que se considere a centralidade das experiências de aprendizagem: sua concepção, desenvolvimento e avaliação, o que implica repensar a própria noção de educação que embasa os currículos e as práticas pedagógicas desenvolvidas pelos professores.

No que tange à reflexão da aproximação de um ensino de Cálculo mais significativo, acredita-se que com algumas modificações, que possam dar espaço para mais discussões e

principalmente para a reflexão sobre a importância de estudar a matemática que é abordada nesta disciplina, favoreça essa melhoria. Neste sentido, concordamos com a afirmação de que “é emergente a necessidade da adoção de novos comportamentos no que diz respeito à prática docente dessa disciplina, com intuito de promover um aprendizado mais significativo” (LUIZ; CÓL, 2014, p. 880). Ainda, é importante salientar, que para um ensino significativo, considerando a Teoria da Aprendizagem Significativa, é fundamental que os subsunçores dos alunos sejam investigados, que as situações de ensino façam sentido para este aluno, que seja possível retomar aqueles conceitos que os alunos já não reconhecem ou não aprenderam, e a partir daí, proceder para aprendizagem com significado.

6 ETAPA II - ENCAMINHAMENTOS E PROPOSTAS

A formação de conceitos matemáticos relacionado a outras ciências deve, essencialmente, acontecer não apenas no ensino superior, mas desde a educação básica. É preciso abandonar a ideia que matemática e toda a abstração que a ela é inerente, tem nela mesma um fim. A Matemática e a Física partilham de conhecimentos, e os conceitos utilizados numa das áreas pode e deve ser utilizada para dar sentido a outra. Para que o aluno reconheça o papel da matemática na física devemos, antes de tudo, estruturar os conhecimentos de forma articulada, e reconstruir a forma de buscar a resolução de problemas e situações de maneira associada, interdisciplinar, mesmo que para isso, seja necessário mesclar instrumentos, estratégias e situações, tanto dentro quanto fora da sala de aula.

Não se trata de pensar que conteúdo não tem mais valia, mas que ele não existe por ele só, sem relação com todo o resto. É uma discussão que trata de um assunto difícil de ser aplicado, mas relevante, principalmente no ensino de ciências feito na universidade, pois os alunos, em 2018, ainda não compreendem o sentido de aprender determinados conteúdos, ou cursar determinadas disciplinas. A partir das pesquisas, leituras e estudos realizados, elencamos algumas sugestões que norteiam a elaboração de um material cujo enfoque busque comportar-se como potencialmente significativo no ensino de Cálculo para a Física:

- Considerar que alunos podem estar tendo dificuldades com elementos do domínio de conceitos da matemática básica, e que por este motivo, o material pode evidenciar as relações existentes partindo dos conceitos básicos da matemática, dos mais gerais até chegar aos mais elaborados de Cálculo;
- Preocupar-se com as representações, utilizando como material de ensino instrumentos que possibilitem aproximar o significado do conteúdo aos alunos como livros, softwares, aplicativos;
- Estabelecer e evidenciar as relações entre o conceito estudado em Cálculo com o curso de Licenciatura em física, através do contexto e aplicação do conhecimento na proposta de elaboração de uma UEPS.
- Buscar apresentar os conceitos do Cálculo com vínculo para a Física, evidenciando as relações entre ambas as disciplinas sempre que desta forma for possível proceder.

Desta forma, nesta seção pretendeu-se elaborar a orientação para elaboração de uma UEPS que considere as situações observadas durante a pesquisa, na intenção que este possa

vir a favorecer aprendizagens significativas no contexto da disciplina de Cálculo a partir das reflexões, contribuições e desdobramentos da investigação.

6.1 UEPS PARA O ENSINO DE DERIVADA: ESTRATÉGIAS POSSÍVEIS NO PROCESSO DE ENSINO DE CÁLCULO VISANDO UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

1º PASSO – Definição do tema da UEPS: o tema proposto nessa UEPS surge a partir das dificuldades dos estudantes do curso de Física licenciatura da UFSM. Durante o período de desenvolvimento do mestrado em Educação em Ciências – Química da Vida e Saúde (2017-2019) verifiquei que os alunos deste curso, na disciplina de Cálculo I, apresentavam muitas dificuldades em compreender qual a interpretação geométrica de derivada de uma função bem como a apreensão do conceito de Derivada. Desta forma, as discussões apresentadas neste item, e organizadas de acordo com os passos de uma UEPS foram elaboradas visando a aplicação de ações que possam favorecer a aprendizagem significativa em um curso de Física – Licenciatura para iniciar o estudo de Derivada de uma função a partir da retomada de conceitos básicos da matemática e sua integração com conceitos da física.

2º PASSO – Propor situações para identificar os conhecimentos prévios: Objetivando motivar os estudantes a externalizar o conhecimento prévio sobre os conceitos a serem trabalhados, os alunos podem ser orientados a construir Mapas Conceituais, explorando ao máximo a relação entre os conceitos. Para isso, inicialmente deve ser realizada uma instrução sobre o que são Mapas Conceituais, sua utilidade e formas de construção. Os alunos então serão orientados a proceder com a realização individual dos mapas, destacando as possíveis relações que estabelecem sobre o tema proposto e conceitos mais básicos que serão de extrema importância no decorrer das atividades a serem desenvolvidas.

3º PASSO – Situação-problema inicial: Apresentar situações problemas simples objetivando motivar os alunos a buscar aprendizagem significativa. Este passo pode ser realizado através da reprodução de um vídeo, situação problema, jogo didático ou simulação. Ao apresentar um vídeo, como a História do Cálculo⁷, o aluno pode observar o contexto de criação e desenvolvimento deste campo do saber, reconhecendo suas técnicas e métodos como um construto histórico, pensado para resolver problemas reais, e assim, através de uma

⁷ Disponível em: <https://youtu.be/6HI47rcOiAE> Acesso em 20 de março de 2019.

discussão após a apresentação do vídeo, reconhecer as relações do cálculo com o cotidiano. O objetivo de utilizar este instrumento é gerar a motivação e interesse do aluno, buscar resgatar conhecimentos que serão utilizados no processo de ensino e aprendizagem de Cálculo, apoiando-se em uma diferenciação progressiva de conceitos.

4º PASSO – Diferenciação progressiva: Neste passo podem ser trabalhados conceitos de função e derivada (ênfase a interpretação geométrica da derivada de uma função). Nesse sentido pode ser feita uma revisão dos conceitos elementares: função do primeiro e segundo grau, e também a utilização de técnicas de derivação de funções polinomiais. Paralelo a essas atividades, o professor pode e sugerir a realização de exercícios de fixação, avaliativos ou não, disponíveis na bibliografia dos livros de Cálculo tomados como base e referência no ensino de Derivada. Para complementar esta etapa, sugere-se a realização de uma atividade de análise de erros, a partir da resolução de questões da Física, com aplicação de conceitos do cálculo em situações da Física.

5º PASSO – Aumento da complexidade: As novas situações problemas servirão para aumentar gradativamente o grau de dificuldade e especificar mais os conteúdos trabalhados. Desta forma, podem-se desenvolver atividades experimentais e/ou utilizando softwares, aplicativos e demais instrumentos de aprendizagem que tenham foco na interpretação da derivada da função correspondente, novamente relacionando os conceitos de cálculo com as situações e o contexto da física.

6º PASSO – Reconciliação integrativa: Nesta etapa, como forma de integrar as atividades e conteúdos estudados, os alunos deverão realizar mapas conceituais decorrentes dos passos anteriores da UEPS e explaná-los aos demais colegas. O material deverá ser entregue.

7º PASSO – Avaliação somativa individual: Nesta etapa, deverão ser apresentadas situações-problema organizadas em formato avaliativo, que relacionem os conceitos de Cálculo e Física, para que o aluno resolva individualmente, manifestando possíveis indícios de aprendizagem significativa.

8º PASSO – Avaliação da UEPS: Será feita com base na busca de indícios de aprendizagem significativa nas atividades desenvolvidas no passo 2 ao 7, como análise dos Mapas Conceituais produzidos e respostas às atividades propostas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A matemática, presente em toda trajetória escolar básica e também em diferentes cursos de ensino superior é repleta de significados, construção histórica e aplicações. A disciplina de Cálculo I, inserida em diversas graduações é objeto de estudo e investigações por muitos autores, que enfatizam além de suas dificuldades, altos índices de reprovação, possíveis melhorias e desenvolvimento de estratégias que busquem modificar as práticas de ensino, tornando os processos de aprendizagem mais eficazes.

No presente estudo, guiado pelo seguinte questionamento: *“de que forma a investigação das dificuldades existentes no processo de ensino e aprendizagem de cálculo pode contribuir na construção de um material supostamente potencialmente significativo direcionado a alunos do curso de Licenciatura em Física?”* foi realizado na disciplina de Cálculo I, para alunos do curso de Física, na busca de subsídios para guiar a elaboração de uma UEPS que possa vir a ser uma alternativa no ensino mais significativo do conceito de Derivada.

Propondo-se a cumprir o objetivo principal da pesquisa, que foi investigar o processo de ensino e aprendizagem de Cálculo I e guiar a elaboração de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa visando uma possível aprendizagem do conceito matemático de “Derivada”, no contexto de formação inicial de professores de Física, desenvolveu-se este trabalho, embasado pela TAS – Teoria da Aprendizagem Significativa e tendo a Etnometodologia como guia no desenvolvimento das ações a serem realizadas. Considera-se que o objetivo foi alcançado de forma satisfatória, pois ao longo da investigação e análise, obtiveram-se asserções úteis na orientação quanto ao processo de construção da UEPS sobre Derivada.

Durante o processo de pesquisa, dividido em duas etapas, foram realizadas as seguintes ações: revisão densa da literatura científica, apresentada em forma de artigo, retomando os trabalhos publicados em periódicos ao longo de dez anos, cujo foco tenha sido o processo de ensino e aprendizagem de cálculo, as dificuldades e estratégias utilizadas para superação dos obstáculos. Observou-se que a motivação para o desenvolvimento de muitos dos estudos foi o alto nível de reprovações na disciplina, e que os autores preocupam-se em publicar trabalhos que apresentem alternativas para a melhoria do processo, como sala de aula invertida, análise de erros, uso de mapas conceituais e tecnologias.

No trabalho de campo, onde os instrumentos de coletas de dados utilizados foram a observação participante, análise de registros (avaliação de Cálculo realizada por alunos da Licenciatura em Física) e entrevistas observou-se de forma mais próxima detalhes e aspectos relativos às dificuldades e potencialidades que vem acontecendo na disciplina de Cálculo para a física, no âmbito da UFSM. Durante as aulas observadas, foi possível perceber que o professor é majoritariamente o centro do processo de ensino, que as aulas foram ministradas de forma expositivo-dialogadas, com o uso de quadro e giz e o livro didático como referência no desenvolvimento e ritmo das aulas. Na análise das provas, observou-se que o desempenho, de forma geral, não foi altamente satisfatório, e que a maior parte das questões não eram respondidas, eram respondidas de forma incorreta ou parcialmente correta, com erros conceituais, de representação gráfica, na matemática básica, respostas incompletas ou erros de interpretação.

Na análise das falas dos discentes, obtidas através de entrevistas semiestruturadas observou-se a existência de determinado distanciamento entre a disciplina de cálculo e os alunos, suas percepções e potencialidades. Que existem dificuldades na compreensão e na matemática básica. De forma semelhante, essas dificuldades são apontadas pelos professores nas entrevistas, juntamente com demais aspectos referente ao trabalho docente para o curso de física, que ainda, de certa forma, assemelha-se a aspectos do ensino tradicional e voltado para aprendizagens mecânicas.

Talvez, possa ser válido durante o processo de ensino e aprendizagem de cálculo, propiciar situações em que o aluno venha refletir sobre os conteúdos que estão sendo estudados, de forma crítica e não apenas mecânica e procedimental. Observou-se tanto nas aulas de cálculo, quanto nas falas dos alunos e professores um distanciamento entre o aprender e o refletir – o que pode ser analisado pelas atividades propostas, tanto aquelas onde o aluno é sempre quem recebe o conhecimento já consolidado, quando pelos instrumentos utilizados no processo de ensino e aprendizagem. Observou-se que o livro ainda é um dos principais recursos utilizados pelos professores, e claro que não apenas ele, mas que seu papel e importância é tão grande que as atividades em sala de aula versam sobre ele.

Foi observado também, o desenvolvimento do projeto Pré-Cálculo realizado na universidade, o qual representa uma alternativa para que os alunos enfrentem a transição do ensino médio para o superior de forma menos impactante. O projeto é desenvolvido com a utilização de linguagem, instrumentos e metodologia diferente das observadas em sala de

aula, o que favorece que muitos alunos participantes obtenham um auxílio diferenciado para conseguir retomar conceitos básicos necessários ao melhor entendimento da disciplina de Cálculo. Observou-se, porém, que existe pouca procura por este projeto, e que alguns alunos ainda assim, enfrentam dificuldades no domínio dos conceitos, fazendo-se refletir sobre a importância e eficácia destas ações para a melhoria dos processos de aprendizagem.

Ao longo deste percurso, foi fundamental a utilização da TAS, como subsídio para interpretação dos resultados, na observação feita e nas reflexões que podem ser utilizadas na elaboração de um material de ensino. A busca por um ensino mais significativo aproxima-se de reflexões sobre o processo de ensino e aprendizagem, e da proposição de alternativas que superem lacunas e evidenciem conceitos com sentido. Desta forma, tecemos comentários a respeito de possíveis estratégias na elaboração e execução de uma UEPS a ser aplicada para alunos da Licenciatura em Física, e que talvez venha a apresentar-se como uma das muitas possíveis alternativas no ensino de Cálculo. Esta proposta foi organizada de acordo com as observações e reflexões oriundas das leituras, pesquisas e vivências ao longo do período de mestrado.

A importância desta pesquisa, considerando todos os passos percorridos, é a investigação e o reconhecimento das dificuldades e dos obstáculos existentes no processo de ensino e aprendizagem para que assim, tomando a realidade de um determinado grupo, seja possível traçar estratégias e melhorias que tornem o ensino mais significativo. Ressalta-se que a problemática envolvendo estas dificuldades no ensino de cálculo são recorrentemente apontadas por diversos autores, e nesse sentido, buscou-se conhecer a fundo como são observados, sentidos, enfrentados e entendidos tais problemas. Cabe também observar, que a pesquisa teve como foco uma turma específica de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Santa Maria, com um docente específico. Em outros contextos, mesmo que utilizando as mesmas técnicas de coleta de dados, possivelmente os resultados não sejam os mesmos, visto que os atores que constroem a realidade serão outros.

No sentido de contribuir para melhorias nos processos de ensino e aprendizagem de Ciências, a pesquisa traz o impacto de refletir sobre a importância e o papel desempenhado pela matemática nos cursos que formam professores desta área. De que forma a matemática é abordada nestes cursos? Como ela é percebida pelos alunos? Como são estabelecidas as relações entre cursos da área de ciências com a matemática? Como já identificado na literatura, o ensino que integre a física com a matemática pode representar a alternativa

buscada para melhorias no ensino de cálculo, por trazer sentido e significado ao aluno, aos conteúdos abordados. Para que desta forma, seja possível um aprendizado que proporcione ao aluno perceber a importância de saber tais conceitos, adquirir habilidades para resolver problemas reais e hipotéticos, tendo o domínio pleno dos conceitos de ambas as áreas.

De igual forma, não seria possível chegar aos dados obtidos se não fosse pela utilização da Etnometodologia como referencial metodológico ao longo do percurso investigativo, indicando os possíveis instrumentos de coleta de dados e viés a ser tomado, considerando todos os envolvidos no processo de pesquisa, como sujeitos historicamente construídos, que constroem o mundo e interagem conscientemente sobre as ações que realizam. A inserção no ambiente investigado, as conversas, compartilhamento de saberes foram fundamentais para a construção de significados durante minha pesquisa, onde pude aprender de forma incomensurável com cada um dos sujeitos que interagi na busca de percepções e informações que compõem o presente estudo.

7.1 PERSPECTIVAS FUTURAS

Com os resultados obtidos durante a revisão bibliográfica realizada, a observação participativa e nas entrevistas mostra-se evidente aspectos semelhantes a respeito do processo de ensino e aprendizagem de cálculo, bem como os indicativos que norteiam como e porque existem dificuldades e/ou facilidades no domínio dos conceitos que envolvem este campo do saber. Como forma de continuidade deste trabalho, é viável a revisão, implementação, avaliação e reformulação da UEPS elaborada, para que esta se torne uma alternativa válida a ser aplicada no ensino de Cálculo para cursos de Licenciatura em Física.

8 REFERÊNCIAS

- ADMIRAL, T. D. Dificuldades conceituais e matemáticas apresentadas por alunos de física dos períodos finais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.38, n.2, 2016.
- ALMEIDA, H. M. Didática no ensino superior: práticas e desafios. **Estação Científica**, Juiz de Fora, n. 14, 2015.
- ALMEIDA, L. M. W.; FATORI, L. H.; SOUZA, L. G. S. Ensino de cálculo: uma abordagem usando a modelagem matemática. **Revista Ciência e Tecnologia**, Campinas, v.10, n.16, 2007.
- ALMEIDA, L. M. W.; FONTANINI, M. L. C. Aprendizagem significativa em atividades de modelagem matemática: uma investigação usando mapas conceituais. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.15, n.2, 2010.
- ALVARENGA, K. B.; DORR, R. C.; VIEIRA, V. D. O ensino e a aprendizagem de cálculo diferencial e integral: características e interseções no centro-oeste brasileiro. **Revista Brasileira de Ensino Superior**, v.2, n.4, 2016.
- ANJOS, A. J. S.; SAHELICES, C. C.; MOREIRA, M. A. A matemática nos processos de ensino e aprendizagem em física: funções e equações no estudo da quantidade de movimento e sua conservação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.34, n.3, 2017.
- ANTON, H. **Cálculo**: um novo horizonte. São Paulo: Bookman, 2000.
- ARAÚJO, M. L. F. A etnometodologia como abordagem metodológica desveladora de práticas pedagógicas. In.: **ENDIPE – Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino**, Campinas, 2012.
- ARREDONDO, M. G. R.; BOJÓRQUEZ, A. G. D. C.; MOLL, V. F. Análisis y valoración de un proceso de instrucción sobre la derivada. **Educación Matemática**, v.24, n.1, 2012.
- ATAÍDE, A. R. P.; GRECA, I. M. Estudo exploratório sobre as relações entre conhecimento conceitual, domínio de técnicas matemáticas e resolução de problemas em estudantes de licenciatura em Física. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, v.12, n.1, 2013.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Paralelo Editora, LDA, 2003.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.
- BECERRA, E. I.; RIVILLA, A. M. Aplicación de un diseño curricular modular para la enseñanza del cálculo diferencial. **Ingeniare Revista chilena de ingeniería**, v.22, n.4, 2014.
- BEBER, S. Z. C.; PINO, J. C. D. Princípios da teoria da aprendizagem significativa e os saberes populares: referenciais para o ensino de ciências. In: **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

BRAATHEN, P. C. Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem de Química. **Revista Eixo**, n.1, v. 1, 2012.

BISPO, M. S.; GODOY, A. S. Etnometodologia: uma proposta para pesquisa em estudos organizacionais. **Revista de Administração da UNIMEP**, v.12, n.2, 2014.

BORGES, A. C.; VEGA, J. E. E.; SALAZAR, M. A. M. Impacto de los cursos universitarios em la formación de competencias algebraicas. **Educación Matemática**, v.25, n.1, 2013.

BORSSOI, A. H.; TREVISAN, A. L.; ELIAS, H. R. Percursos de aprendizagem de alunos ao resolverem uma tarefa de cálculo diferencial e integral. **Vidya**, Santa Maria, v.37, n.2, 2017.

BOULOS, P. **Cálculo Diferencial e Integral**. São Paulo: Makros Books, 1999.

CASTRO, P. A. P. P.; TUCUNDUVA, C. C.; ARNS, E. M. A importância do planejamento das aulas para organização do trabalho do professor em sua prática docente. **Athena Revista Científica de Educação**, v. 10, n. 10, 2008.

CONCHETI, A. F. A pluralidade da relação entre a física e a matemática em um curso inicial de licenciatura em física. **Universidade de São Paulo**, (dissertação de mestrado), 2015.

COURANT, R. **Cálculo Diferencial e Integral**. Rio de Janeiro: Globo, 1965.

DAMM, R. F. Registros de representação. **In.: Educação Matemática: uma (nova) introdução**. 3º Ed., São Paulo, 2008.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2009.

DIAS SOBRINHO, J. Avaliação educativa: produção de sentidos com valor de formação. **Avaliação**, v.13, n.1, 2008.

FACCIN, F. Implementação de Unidades de ensino potencialmente significativas sobre física térmica para alunos do 2º ano do ensino médio. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física, 2015.

FERRÃO, N. S.; MANRIQUE, A. L. O uso de mapas conceituais como elemento sinalizador da aprendizagem significativa em cálculo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.19, n.1, 2014.

FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. **Educação & Sociedade**, v.23, n.79, 2002.

FLORES, J. B.; LIMA, V. M. R.; FONTELLA, C. R. F. Análise das monitorias de Cálculo e de Física: um estudo de caso em cursos de Engenharia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.34, n.1, 2017.

FORNARI, A.; CARGNIN, C.; GASPARIN, P. P.; ARAÚJO, E. C. Cálculo diferencial e integral e geometria analítica e álgebra linear na educação a distância. **Ciência & Educação**, Bauru, v.23, n.2, 2017.

FRANÇA, T. L. **Educação-corporeidade-lazer: saber da experiência cultural em prelúdio**. (tese) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências sociais aplicada, programa de pós-graduação em educação, linha de pesquisa educação e corporeidade, maio de 2003.

FRISON, L. M. B. Monitoria: uma modalidade de ensino que potencializa a aprendizagem colaborativa e autorregulada. **Pro-Posições**, v.27, n.1, 2016.

GARCIA, J. Avaliação e aprendizagem na educação superior. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, v. 20, n. 43, 2009.

GARZELLA, F. A. C. **A disciplina de Cálculo I: análise das relações entre as práticas pedagógicas do professor e seus impactos nos alunos**. (Tese de doutorado), Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, 2013.

GEMIGNANI, E. Y. M. Y. Formação de professores e metodologias ativas de ensino-aprendizagem: ensinar para a compreensão. **Revista Fronteira das Educação**, Recife, v. 1, n. 2, 2012.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. Editora: UFRGS, Porto Alegre, 2009.

GORDILLO, W.; PINZÓN, W. J.; MARTÍNEZ, J. H. Los mapas conceptuales: una técnica para el análisis de la noción de derivada em un libro de texto. **Formación Universitaria**, v.10, n.2, 2017.

GUIDORIZZI, H. L. **Um curso de Cálculo**. Rio de Janeiro: LTC, 1998. v. 2.

GUIZELINI, A; ARRUDA, S. M.; CAVALHO, A. M. F. T.; LABURÚ, C. E. O “gostar de matemática”: em busca de uma interpretação psicanalítica. **Boletim de Educação Matemática**, v. 18, n. 23, 2005.

IGLIORI, S. B. C.; ALMEIDA, M. V. Material para o ensino de cálculo diferencial: continuidade e diferenciabilidade. **Vidya**, Santa Maria, v.37, n.2, 2017.

KARAM, R. A. S. Matemática como estruturante e física como motivação: uma análise de concepções sobre as relações entre matemática e física. In.: **IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis, 2007.

KARAM, R.; PIETROCOLA, M. Habilidades técnicas versus habilidades estruturantes: resolução de problemas e o papel da matemática como estruturante do pensamento físoc. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.2, 2009.

KARAM, R. PIETROCOLA, M. Discussão das relações entre matemática e física no ensino de relatividade restrita: um estudo de caso. **Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em**

Educação em Ciências, Florianópolis, 2009. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/1529.pdf>> Acesso em 10 dez 2018.

LEITE, S. A. S. Afetividade nas Práticas Pedagógicas. **Temas em Psicologia/Sociedade Brasileira de Psicologia**, v. 20, n. 2, 2012.

LIMA, G. L. O ensino de Cálculo no Brasil: breve retrospectiva e perspectivas atuais. **In: Anais do XI Encontro Nacional de Educação Matemática** Curitiba – Paraná, 2013.

LIMA, S. A.; SILVA, S. C. R.; JUNIOR, G. S.; ALMEIDA, M. F. A. O ensino de cálculo diferencial e integral em um curso de administração: principais dificuldades de aprendizagem dos alunos. **IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Ponta Grossa, 2014.

LIMA, S. A. L.; SILVA, S. C. R.; JUNIOR, G. S.; ALMEIDA, M. F. A. O ensino de cálculo diferencial e integral em um curso de administração: principais dificuldades de aprendizagem dos alunos. **In: IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, 2014.

LUIZ, E. A. J.; CÓL, L. D. Interdisciplinaridade entre as disciplinas de cálculo diferencial e estatística no curso de engenharia. **In: IV Colóquio Internacional de Educação: Educação, Diversidade e Ação Pedagógica**, 2014.

MACHADO, L. M. L. Etnometodologia abordagem metodológica de estudos na formação de professores: leitura de olhares curiosos. **XVI ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino - UNICAMP - Campinas – 2012.**

MADONI, M. H. A.; LOPES, C. E. O processo de avaliação no ensino e na aprendizagem de matemática. **Bolema**, Rio Claro, v. 22, n. 33, 2009.

MARIN, D.; PENTEADO, M. G. Professores que utilizam tecnologia de informação e comunicação para ensinar Cálculo. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v.13, n.3, 2011.

MASOLA, W. J.; ALLEVATO, N. S. G. Dificuldades de aprendizagem matemática de alunos ingressantes na educação superior. **Revista Brasileira de Ensino Superior**, v.2, n.1, 2016.

MENDES, R. O.; MALTEMPI, M. V. Caiu na net: e agora? **Bolema**, Rio Claro, v.29, n.53, 2015.

MESSIAS, M. A. V. F.; BRANDEMBERG, J. C. Discussões sobre a relação entre limite e continuidade de uma função: investigando imagens conceituais. **Bolema**, Rio Claro, v.29, n.53, dez. 2015.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v.9, n.2, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. D. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v.12, n.1, 2006.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa em mapas conceituais**. In.: Textos de Apoio ao Professor de Física, Porto Alegre, v.24, n.6, 2013.

MOREIRA, M. A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v.1, 2011.

MOREIRA, M. A. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.7, n.1, 2002.

MOREIRA, M. A. M.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa**: a teoria de Davis Ausubel. São Paulo: Moraes LTDA, 1982.

MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? *Qurrriculum, la laguna*, 2012.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa subversiva. **Série-Estudos** – Periódico do Mestrado em Educação da UCDB, Campo Grande, n. 21, 2006.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente. In: Actas Del Encuentro Internacional sobre el aprendizaje significativo. Burgos, España, 1997.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: da visão clássica à visão crítica. In: I Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa, Campo Grande, 2005. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/visaoclasicavisao critica.pdf> > Acesso em 05 de julho de 2018.

MORELATTI, M. R. M. A abordagem construcionista no processo de ensinar e aprender cálculo diferencial e integral. In.: **Congreso Iberoamericano Informática Educativa**, v.6, 2002. Recuperado de: <http://www.igm.mat.br/profweb/sala_de_aula/mat_computacional/2006_2/artigos/artigo3.pdf >

MOROSINI, M. C.; FERNANDES, C. M. B. Estado do conhecimento: conceitos, finalidades e interlocuções. **Educação Por Escrito**, Porto Alegre, v.5, n.2, 2014.

MÜLLER, T. J. **Objetos de aprendizagem multimodais e ensino de cálculo: uma proposta baseada em análise de erros**. (Tese de doutorado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias na Educação, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, 2015.

OLIVEIRA, A. L.; OBARA, A. T. O ensino de ciências por investigação: vivências e práticas reflexivas de professores em formação inicial e continuada. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 2, 2018.

OLIVEIRA, M. C. A.; RAAD, M. R. A existência de uma cultura escolar de reprovação no ensino de Cálculo. **Boletim GEPEM**, Rio de Janeiro, n. 61, 2012.

PAGANI, E. M. L.; ALLEVATO, N. S. G. Ensino e aprendizagem de cálculo diferencial e integral: um mapeamento de algumas teses e dissertações produzidas no Brasil. **Vidya**, Santa Maria, v.34, n.2, 2014.

PARADA, S. E.; CONDE, L. A.; FIALLO, J. Mediación Digital e interdisciplinariedad: una aproximación al estudio de la variación. **Bolema**, Rio Claro, v.30, n.56, 2016.

PAVANELO, E.; LIMA, R. Sala de aula invertida: a análise de uma experiência na disciplina de cálculo I. **Bolema**, Rio Claro, v.31, n.58, 2017.

PEDRUZZI, A. D.; SCHMIDT, E. B.; GALIAZZI, M. C.; PODEWILS, T. L. Análise textual discursiva: os movimentos da metodologia de pesquisa. **Atos de Pesquisa em Educação**, Blumenau, v. 10, n. 2, 2015.

PIETROCOLA, M. A matemática como estruturante do conhecimento físico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.19, n.1, 2002.

PONTE, J. P. GUERREIRO, A.; CUNHA, H.; DUARTE, J.; MARTINHO, H.; MARTINS, C.; MENEZES, L.; MENINO, H.; PINTO, H.; SANTOS, L.; VARANDAS, J. M.; VEIA, L.; VISEU, F. A comunicação nas práticas de jovens professores de matemática. **Revista Portuguesa de Educação**, v.20, n. 2, 2007.

PRAIA, J. F. Aprendizagem significativa em D. Ausubel: contributos para uma adequada visão da sua teoria e incidências no ensino. In: Teoria da Aprendizagem Significativa – Contributos do **III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa**, Peniche, 2000.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Editora: Feevale, Novo Hamburgo, 2013.

RAMOS, A.; DELGADO, F. AFONSO, F. CRUCHINHO, A. PEREIRA, P. SAPETA, P. RAMOS, G. Implementação de novas práticas pedagógicas no ensino superior. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 26, n. 1, 2013.

RAMOS, M. G.; RIBEIRO, M. E. M.; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva em processo: investigando a percepção de professores e licenciandos de química sobre aprendizagem. **Campo Abierto**, v. 34, n. 2, 2015.

RAMOS, M. L. P. D. A importância da análise didática dos erros matemáticos como estratégia de revelação das dificuldades dos alunos. **REVEMAT**, Florianópolis, v.10, n.1, 2015.

RICHIT, A. **Aspectos conceituais e instrumentais do conhecimento da prática do professor de cálculo diferencial e integral no contexto das tecnologias digitais**. (Dissertação de mestrado). Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2010.

ROCHA, C. E. S.; SANTAROSA, M. C.P.; SPOHR, C. B. Projeto pré-cálculo na Universidade Federal de Santa Maria: reflexões sobre a contribuição para acadêmicos da matemática e outras áreas científicas. **Revista Thema**, Pelotas, v.15, n. 3, 2018.

ROCHA, M. M.; WAGNER, V. M. P. S. Impacto de análises de acertos e erros em uma disciplina de cálculo I. **Vidya**, Santa Maria, v.37, n.2, 2017.

RODRIGUES, S. S. Eficácia docente no ensino da matemática. **Ensaio: aval. Pol. Públ. Educa.**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 94, 2017.

ROSA, C. W.; ROSA, A. B. O ensino de ciências (física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 58, v. 2, 2012.

SANGOI, E.; ISAIA, S. M. A.; MARTINS, M. M. Aprendizagem significativa da derivada com o uso do software maple através da metodologia da resolução de problemas. **Vidya**, Santa Maria, v.31, n.1, 2011.

SANTAROSA, M. C. P. Investigação da aprendizagem em física básica universitária a partir de um ensino que integra situações e conceitos das disciplinas de cálculo I e de física I. (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Porto Alegre, 2013.

SANTAROSA, M. C. P. Os lugares da matemática na física e suas dificuldades contextuais: implicações para um sistema de ensino integrado. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.18, n.1, 2013.

SANTAROSA, M. C. P.; MOREIRA, M. A. O cálculo nas aulas de física da UFRGS: um estudo exploratório. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.16, n.2, 2011.

SANTOS, G. L. D.; BARBOSA, J. C. O que acontece quando os alunos resolvem exercícios de cálculo com um software? **Vidya**, Santa Maria, v.34, n.1, 2014.

SANTOS, J. A.; FRANÇA, K. V.; SANTOS, L. S. B. **Dificuldades na aprendizagem de matemática**. (Trabalho de conclusão de curso) Centro Universitário Adventista de São Paulo, Curso de Licenciatura em Matemática, 2007.

SANTOS, S. P.; MATOS, M. G. O. O ensino de cálculo I no curso de licenciatura em matemática: obstáculos na aprendizagem. **Revista Eventos Pedagógicos**, v.3, n.3, 2012.

SILVA, C. A. F. S.; DEVIDE, F. P.; FERRAZ, M. R.; PETEREIT, I.; PEÇANHA, L. M. B. A contribuição da etnometodologia para os estudos sociológicos na educação física brasileira. **Movimento**, Porto Alegre, v.21, n.1, 2015.

SILVA, G. B.; FELICETTI, V. L. Habilidades e competências na prática docente: perspectivas a partir de situações-problema. **Educação Por Escrito**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, 2014.

SILVA, K. C. N. R.; VICTER, E. F. O uso de materiais didáticos no processo de ensino-aprendizagem. **In.: Encontro Nacional de Educação Matemática**, São Paulo, 2016.

SPINILLO, A. G.; SOARES, M. T. C.; MORO, M. L. F.; LAUTERT, S. L. Como professores e futuros professores interpretam erros de alunos ao resolverem problemas de estrutura multiplicativa? **Bolema**, Rio Claro, v. 30, n. 56, 2016.

STEWART, J. Cálculo de uma variable. Transcendentes y tempranas, 6º Edición, Cengage Learning, México, 2008.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem. **Brazilian Journal of Computers in Education**, v. 18, n. 2, 2010.

TERRADAS, R. D. A importância da interdisciplinaridade na educação matemática. **Revista da Faculdade de Educação**, v.9, n.16, 2011.

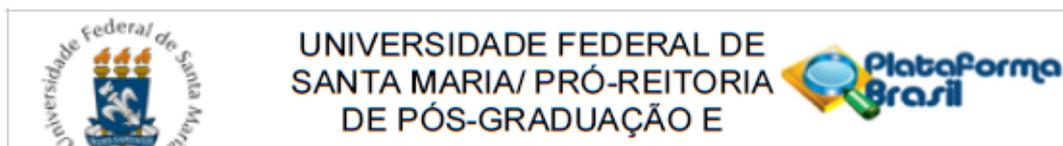
UFSM, 2014: <http://site.ufsm.br/arquivos/uploaded/arquivos/d526dcf3-df9c-4d04-ae38-022695bef98c.pdf>

VERGNAUD, G. La théorie des champs conceptuels. **Récherches em Didactique des Mathématiques**, v.10, n.23, 1990.

XAVIER, A. F. A. Matemática no ensino superior: a avaliação da prática docente. (Dissertação de mestrado) **Centro Universitário UMA**, Curso de Mestrado em Gestão Social, Educação e Desenvolvimento Local, 2015.

9 ANEXOS

ANEXO 1 - REGISTRO DO CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ANÁLISE DAS DIFICULDADES NA APRENDIZAGEM DE CÁLCULO POR ALUNOS DA LICENCIATURA EM FÍSICA: UMA PESQUISA BASEADA NA

Pesquisador: MARIA CECILIA PEREIRA SANTAROSA

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 73539717.9.0000.5346

Instituição Proponente: Universidade Federal de Santa Maria/ Pró-Reitoria de Pós-Graduação e

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.319.677

Apresentação do Projeto:

O projeto tem o título: "ANÁLISE DAS DIFICULDADES NA APRENDIZAGEM DE CÁLCULO POR ALUNOS DA LICENCIATURA EM FÍSICA: UMA PESQUISA BASEADA NA ETNOMETODOLOGIA" e se trata de um projeto de pesquisa do "PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E ENSINO DE FÍSICA" da UFSM.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo primário: investigar e elaborar atividades de ensino para uma possível aprendizagem significativa do conceito matemático de "Diferencial", no contexto de formação inicial de professores de Física, fundamentado na articulação entre os conceituais do Cálculo Diferencial e da Mecânica.

Objetivo secundário: observar como a Matemática é transposta nas aulas de Cálculo I para alunos da licenciatura em Física; Analisar o Projeto Político Pedagógico do curso de Licenciatura em Física no contexto investigado; Investigar quais esquemas e ações são mobilizados por estes alunos, na disciplina de Cálculo I; Verificar, em livros didáticos de Mecânica e de Cálculo, quais situações-problema do campo conceitual da Mecânica podem dar sentido ao conceito matemático de

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar

Bairro: Camobi

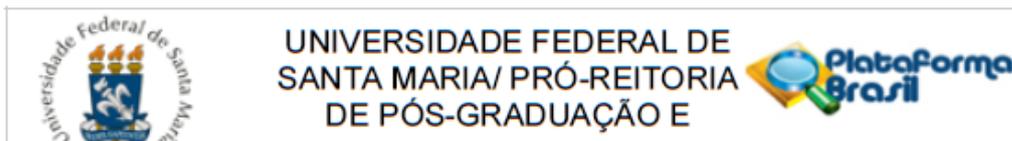
CEP: 97.105-970

UF: RS

Município: SANTA MARIA

Telefone: (55)3220-9362

E-mail: cep.ufsm@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.319677

"Diferencial"; Averiguar concepções dos professores de Cálculo I e Mecânica acerca do sistema de ensino e aprendizagem nesta área do conhecimento, para alunos da Física Licenciatura; Identificar as concepções dos alunos da Física Licenciatura com relação ao sistema de ensino e aprendizagem nesta área do conhecimento.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: a participação no presente estudo está sujeita ao caráter voluntário do assentimento através do TCLE, a confidencialidade e privacidade, sem nenhum prejuízo aos sujeitos envolvidos, bem como a preservação do anonimato dos participantes. É possível que aconteçam os seguintes desconfortos ou riscos: incômodo ou desconforto ao falar e compartilhar informações, sendo direito do participante se recusar a responder quaisquer perguntas ou informar sobre algo que lhe cause desconforto ou incômodo.

Benefícios: os benefícios que esperamos como estudo são compreender como vem ocorrendo os processos de ensino e aprendizagem de Cálculo em um curso de licenciatura em Física. Além disso, busca-se caracterizar as dificuldades dos alunos na aprendizagem de Cálculo, para que seja possível propor alternativas válidas para a articulação significativa entre a área da Matemática e da Física, com a elaboração de um material instrucional potencialmente significativo.

Os riscos e benefícios estão razoavelmente descritos nos documentos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados o Termo de Confidencialidade, o TCLE e a Autorização Institucional.

Recomendações:

Veja no site do CEP - <http://w3.ufsm.br/nudeodecomites/index.php/cep> - na aba "orientações

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar	
Bairro: Camobi	CEP: 97.105-970
UF: RS	Município: SANTA MARIA
Telefone: (55)3220-9362	E-mail: cep.ufsm@gmail.com



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA MARIA/ PRÓ-REITORIA
DE PÓS-GRADUAÇÃO E



Continuação do Parecer: 2.319677

gerais", modelos e orientações para apresentação dos documentos. ACOMPANHE AS ORIENTAÇÕES DISPONÍVEIS, EVITE PENDÊNCIAS E AGILIZE A TRAMITAÇÃO DO SEU PROJETO.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_957972.pdf	03/10/2017 19:11:34		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Docente_Cec.pdf	03/10/2017 19:11:08	MARIA CECILIA PEREIRA SANTAROSA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Discentes_Cec.pdf	03/10/2017 19:10:48	MARIA CECILIA PEREIRA SANTAROSA	Aceito
Outros	Roteiro_Entrevistas.pdf	23/09/2017 21:11:29	MARIA CECILIA PEREIRA SANTAROSA	Aceito
Outros	projeto_integra.pdf	16/08/2017 09:57:01	MARIA CECILIA PEREIRA SANTAROSA	Aceito
Outros	Confidencialidade_Cecilia.pdf	16/08/2017 09:55:54	MARIA CECILIA PEREIRA SANTAROSA	Aceito
Outros	Aut_Inst_Cecilia.pdf	15/08/2017 17:19:25	MARIA CECILIA PEREIRA SANTAROSA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_Rosto_Cecilia.pdf	15/08/2017 17:16:40	MARIA CECILIA PEREIRA SANTAROSA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_CECILIA.pdf	09/08/2017 23:58:08	MARIA CECILIA PEREIRA SANTAROSA	Aceito

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar

Bairro: Camobi

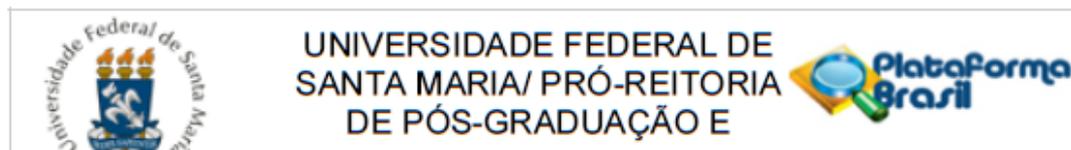
CEP: 97.105-970

UF: RS

Município: SANTA MARIA

Telefone: (55)3220-9362

E-mail: oep.ufsm@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.319.677

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SANTA MARIA, 06 de Outubro de 2017

Assinado por:
CLAUDEMIR DE QUADROS
(Coordenador)

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar

Bairro: Camobi

CEP: 97.105-970

UF: RS

Município: SANTA MARIA

Telefone: (55)3220-9362

E-mail: oep.ufsm@gmail.com

ANEXO 2 – ROTEIRO DE ENTREVISTAS PARA ALUNOS

1. É a primeira vez que está cursando a disciplina de Cálculo I? O que você tem a dizer sobre esta disciplina (importância, aplicabilidade, relação com o curso, forma que foi desenvolvida, habilidades exploradas)?

Objetivo da pergunta: explorar a percepção que o aluno possui da disciplina.

2. Como você considera ser possível ter um bom aproveitamento e entendimento dos conceitos estudados na disciplina de Cálculo I?

Objetivo da pergunta: investigar características sobre o desempenho e dedicação durante a aprendizagem de Cálculo.

3. Você sente alguma dificuldade ou facilidade em relação a aprendizagem de Cálculo I?

Objetivo da pergunta: identificar o que os alunos sentem nas aulas (dificuldades, desafios, facilidades).

4. Como você percebe a relação entre a disciplina de Cálculo I com a Física?

Objetivo da pergunta: investigar como o aluno articula a Matemática e a Física no contexto do curso de Licenciatura em Física.

5. Você tem sugestões que possam melhorar a aprendizagem de Cálculo I no contexto do curso que está inserido?

Objetivo da pergunta: averiguar aspectos que apontem para melhorias no ensino desse campo conceitual.

ANEXO 3 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(Para alunos)

Título do estudo: *Análise das dificuldades na aprendizagem de Cálculo I por alunos da Licenciatura em Física: uma pesquisa baseada na etnometodologia.*

Pesquisador responsável: *Maria Cecília Pereira Santarosa.*

Pesquisadora: *Cecília Elenir dos Santos Rocha*

Pesquisadora: *Carla Beatriz Spohr.*

Instituição/Departamento: Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Matemática.

Telefone e endereço postal completo: (55) 3220-8136. Avenida Roraima, 1000, prédio 13, sala 1221-B, 97105-970 - Santa Maria - RS.

Local da coleta de dados: Santa Maria.

Eu, Maria Cecília Pereira Santarosa, responsável pela pesquisa *Análise das dificuldades na aprendizagem de Cálculo I por alunos da Licenciatura em Física: uma pesquisa baseada na etnometodologia*, o (a) convido a participar como voluntário (a) deste estudo.

A pesquisa pretende investigar e elaborar atividades de ensino para uma possível aprendizagem significativa do conceito matemático de *Diferencial*, no contexto de formação inicial de professores de física, fundamentado na articulação entre os campos conceituais do Cálculo Diferencial e Integral, e da Mecânica. A importância do estudo deve-se a necessidade de investigar e reconhecer as dificuldades de aprendizagem no ensino da disciplina de Cálculo I, mais especificamente às que estão relacionadas com a formação de professores de Física, em nível de ensino superior, propondo alternativas para melhorar a compreensão dos estudantes.

O estudo é de cunho qualitativo, caracterizado como: exploratório e descritivo, com base em uma pesquisa etnometodológica, envolvendo revisão da literatura, análise dos livros didáticos utilizados pelos docentes nas disciplinas de Cálculo I e de Física I, respectivamente; observação participativa; entrevista com os docentes das referidas disciplinas e com os discentes do Curso de Licenciatura em Física, matriculados na disciplina de Cálculo I.

Os resultados da pesquisa favorecerão posterior elaboração de material instrucional potencialmente significativo para o ensino da disciplina de Cálculo I, por meio de articulações conceituais com a disciplina de Física I. Os instrumentos a serem utilizados na coleta de dados serão: observação participante, diário de bordo, questionário e entrevistas semiestruturadas.

Sua participação constará de ter a presença de uma pesquisadora realizando a observação

Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM: Av. Roraima, 1000 - 97105-900 - Santa Maria - RS -
2º andar do prédio da Reitoria. Telefone: (55) 3220-9362 - E-mail: cep.ufsm@gmail.com.

participativa nas aulas de Cálculo I e responder as questões do questionário e da entrevista proposta.

É possível que que lhe ocorra algum tipo de incômodo ou constrangimento ao compartilhar informações, sendo seu direito recusar-se a respondê-las. Contudo, o grande benefício de sua participação será contribuir com informações e concepções relevantes, para a melhoria do sistema de ensino e aprendizagem do Cálculo I, no seu contexto de formação profissional.

Durante todo o período da pesquisa você terá a possibilidade de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento. Para isso, entre em contato com algum dos pesquisadores ou com o Comitê de Ética em Pesquisa.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e poderão divulgadas, apenas, em eventos ou publicações, sem a identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação. Também serão utilizadas imagens. Os gastos necessários para a sua participação na pesquisa serão assumidos pelos pesquisadores. Fica, também, garantida indenização em casos de danos comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa.

Você deverá assinar este documento em duas vias, ficando uma sob sua posse, e outra sob posse do pesquisador responsável.

Autorização

Eu, _____, após a leitura ou a escuta da leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, estou suficientemente informado (a), ficando claro para que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade. Diante do exposto e de espontânea vontade, expresso minha concordância em participar deste estudo e assino este termo em duas vias, uma das quais foi-me entregue.

Assinatura do voluntário

Maria Cecília Pereira Santarosa
Assinatura do responsável pela obtenção do TCLE

Local e data,

Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM: Av. Roraima, 1000 - 97105-900 - Santa Maria - RS -
2º andar do prédio da Reitoria. Telefone: (55) 3220-9362 - E-mail: cep.ufsm@gmail.com.

ANEXO 4 – ROTEIRO DE ENTREVISTAS PARA PROFESSORES

1. Como você costuma realizar o planejamento e desenvolvimento de uma disciplina lecionada para o curso de Licenciatura em Física? (Metodologias utilizada, epistemologia seguida).
2. Quais fatores implicam na aprendizagem satisfatória dos estudantes e bom desempenho da turma em disciplinas como Cálculo I e Física I?
3. Quais as principais dificuldades que você percebe em relação a aprendizagem dos alunos na disciplina de Cálculo I ou Física I?
4. Quais os materiais de aprendizagem costuma utilizar em suas aulas e no decorrer do semestre? (Livro, apostila, cartilhas, softwares, lista de exercícios...).
5. Como realiza a avaliação da aprendizagem dos estudantes?
6. Como você percebe a importância e aplicabilidade da disciplina de Cálculo I ou Física I?
7. Possui sugestões para a melhoria da aprendizagem dos alunos nessas disciplinas?

ANEXO 5 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(Para professores)

Título do estudo: *Análise das dificuldades na aprendizagem de Cálculo I por alunos da Licenciatura em Física: uma pesquisa baseada na etnometodologia.*

Pesquisador responsável: Maria Cecília Pereira Santarosa.

Pesquisadora: Cecília Elenir dos Santos Rocha

Pesquisadora: Carla Beatriz Spohr.

Instituição/Departamento: Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Matemática.

Telefone e endereço postal completo: (55) 3220-8136. Avenida Roraima, 1000, prédio 13, sala 1221-B, 97105-970 - Santa Maria - RS.

Local da coleta de dados: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Eu, Maria Cecília Pereira Santarosa, responsável pela pesquisa *Análise das dificuldades na aprendizagem de Cálculo I por alunos da Licenciatura em Física: uma pesquisa baseada na etnometodologia*, venho convidá-lo (a) a participar como voluntário (a) deste estudo.

A pesquisa pretende investigar e elaborar atividades de ensino do Cálculo I para graduandos da Licenciatura em Física desta Instituição, com vistas à uma possível aprendizagem significativa do conceito matemático de *Diferencial*, a partir de situações-problema da Física I. Considerando-se que as situações físicas podem dar sentido aos conceitos matemáticos, as atividades propostas, serão elaboradas a partir da articulação entre os campos conceituais do Cálculo Diferencial e Integral e da Mecânica.

O desenvolvimento da pesquisa, está atrelado à investigação da realidade vivenciada por docentes das disciplinas de Cálculo I e de Física I, no sistema de ensino e aprendizagem das referidas disciplinas, no contexto proposto para a investigação.

O estudo é de cunho *qualitativo*, caracterizado como *exploratório e descritivo*, com base em uma *pesquisa etnometodológica*. Para a elaboração das atividades propostas, inicialmente será proposta: *revisão da literatura, análise dos documentos legais que regem o funcionamento do Curso de Licenciatura em Física da UFSM e observação de aulas nas disciplinas de Cálculo I.*

Além da observação participativa nas aulas da disciplina de Cálculo I, pretende-se realizar uma entrevista semiestruturada e gravada, para ambos docentes, para as quais conta-se com sua colaboração.

Ao longo das observações das aulas da disciplina de Cálculo I e das entrevistas

Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM: Av. Roraima, 1000 - 97105-900 - Santa Maria - RS -
2º andar do prédio da Reitoria. Telefone: (55) 3220-9362 - E-mail: cep.ufsm@gmail.com.

semiestruturadas, pode ocorrer algum desconforto ou constrangimento de sua parte, ao falar e compartilhar informações. Contudo, sua participação trará elementos que favorecerão a elaboração de material instrucional com potencialidade significativa para a aprendizagem do conceito matemático de *Diferencial*, por meio da articulação entre a Física e a Matemática. Durante todo o período da pesquisa você terá a possibilidade de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento. Para isso, entre em contato com algum dos pesquisadores ou com o Comitê de Ética em Pesquisa.

Você tem garantida a possibilidade de não aceitar participar ou de retirar sua permissão a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo pela sua decisão. As informações desta pesquisa serão confidenciais e poderão ser divulgadas, apenas, em eventos ou publicações, sem a identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação. Também serão utilizadas imagens.

Os gastos necessários para a sua participação na pesquisa serão assumidos pelos pesquisadores. Fica, também, garantida indenização em casos de danos comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa.

O presente termo deverá ser assinado em duas vias, ficando uma sob sua posse e outra, de posse do responsável pela pesquisa.

Autorização

Eu, _____,

após a leitura ou a escuta da leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, estou suficientemente informado, ficando claro para que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade. Diante do exposto e de espontânea vontade, expresso minha concordância em participar deste estudo e assino este termo em duas vias, uma das quais foi-me entregue.

Assinatura do voluntário

Maria Cecília P. Santarosa (orientadora)

Assinatura do responsável pela obtenção do TCLE

Local e data,

ANEXO 6 – ENTREVISTA COM ALUNOS

ALUNA 1 (A1)*Transcrição da entrevista*

Cecília: é a primeira vez que você cursa a disciplina de cálculo I? O que você tem a dizer sobre essa disciplina?

A1: é a primeira vez que eu faço cálculo, eu acho o cálculo no caso desse curso de Física muito importante porque depois no trabalho tu vai ter que ter essa matéria pra poder passar pros alunos.

Cecília: como você vê a relação da disciplina de cálculo com o curso?

A1: acho que ela é bem importante, porque sem ela nenhum aluno vai ter base nenhuma para fazer o resto do curso, né, ela é bem importante.

Cecília: E sobre as habilidades, quais tu acha que consegue desenvolver em cálculo I?

A1: Eu, particularmente nenhuma, porque eu sou péssima em cálculo. Mas eu sou mais da parte da física, eu gosto muito da parte de física só que eu me vi muito mal nessa parte de cálculo, então, eu aprendi bem a parte de função e limites simples, ai quando começou a aumentar a dificuldade eu me perdi e não fui à frente assim.

Cecília: como você considera ser possível ter um bom aproveitamento e um bom entendimento dos conceitos estudados na disciplina de Cálculo I?

A1: tendo uma boa base de matemática. Sem essa base da matemática tu não consegue ter um bom entendimento em cálculo, porque o que mais me pega mesmo é a base da matemática, se tu não tem essa base tu não vai pra frente no cálculo.

Cecília: você sentiu alguma dificuldade ou facilidade em relação a aprendizagem de cálculo I? Quais dificuldades e quais facilidades?

A1: eu pra mim na verdade eu fui no início que era função e limite simples eu fui bem. Mas o meu problema é base lá no ensino médio na matemática, que eu não tenho essa base no ensino médio então pra mim dificultou muito a aprendizagem do cálculo, o meu problema foi esse.

Cecília: você acha que se no teu ensino médio tu tivesse tido uma base melhor, que tivesse aprendido mais conceitos da matemática tu teria ido melhor agora?

A1: eu teria conseguido assimilar mais, com certeza, não digo que eu iria 100% mas eu iria assimilar muito melhor, eu iria ter mais facilidade para entender a matéria.

Cecília: e quanto às facilidades que tu teve?

A1: só na parte inicial mesmo, que é mais simples.

Cecília: você percebe alguma relação entre a disciplina de cálculo I e física I? Você continuou fazendo a disciplina de Física I?

A1: meio que não fiz também, mas com o professor de física I não deu pra assimilar nada, porque a professora de cálculo I passava uma coisa e o professor de física passava outra totalmente diferente e daí quando a gente tentava aprender lá ele ‘embananava’ tudo então era mais fácil entender cálculo do que física.

Cecília: você tem alguma sugestão que possa melhorar a aprendizagem de cálculo I no contexto do curso de física?

A1: olha... para mim tinha que ter invés de cálculo I no primeiro semestre tinha que ter uma revisão só de matemática, no primeiro semestre ter só a base da matemática uma boa revisão para os alunos conseguir pegar melhor o cálculo I, e talvez da física também, eu acho que ia ajudar muito, porque como lá no final do curso tem várias aulas, vários períodos que ficam sobrando, dava pra colocar cálculo IV lá, e daí no segundo semestre colocar cálculo I, eu acho que isso seria o melhor.

ALUNO 2 (A2)

Transcrição da Entrevista

Cecília: é a primeira vez que está cursando a disciplina de Cálculo I? O que você tem a dizer sobre essa disciplina?

A2: Sim, Bom, como eu sou de física licenciatura ou tanto o bacharel né, essa disciplina é de suma importância, ela é muito importante porque os conceitos que são apresentados nela

ajudam e vão ajudar em muitos cálculos futuros e em outras disciplinas, pois se não tivesse ela, nós teríamos dificuldades no futuro em alguma disciplina, ela é como se fosse uma base.

Cecília: Quais são as habilidades que a disciplina de cálculo I explora? O que fica dela pra tua formação, para a tua atuação?

A2: Bom, uma disciplina dela que eu consegui ver assim no real são as taxas relacionadas, eu gostei bastante dessa parte, mas em si acho que tudo, toda ela tu consegue ver ela na vida real, o fenômeno, mas as taxas relacionadas eu gostei bastante.

Cecília: Como você considera ser possível ter um bom aproveitamento e entendimento na disciplina de Cálculo I?

A2: No meu caso o que eu faço pra entender não é só ir na aula pra assistir, eu chego em casa descanso um pouco mas reviso sempre, sempre em constante revisão, porque se tu ficar só pela aula e ficar sem tirar dúvidas ali com o professor ou com o pessoal do pet alguma coisa assim tu vai ficar com bastante dificuldade, são muitos conceitos, não que seja difícil, mas são muitos conceitos e tem que treinar também, fazer bastante exercícios, tem que ser na prática né.

Cecília: Você sente alguma dificuldade ou facilidade em relação a aprendizagem de Cálculo I? Quais dificuldades? Quais facilidades?

A2: Eu acho que as facilidades no Cálculo I, talvez porque eu gosto, eu sempre gostei das exatas, desde o ensino médio eu sempre gostei, e a física foi a matéria que me interessou, e nela tem muita matemática e muito cálculo, não é só fenômenos, tem muita parte teórica por exemplo, então eu acho que isso facilitou e está facilitando, eu sempre gostar das exatas e cálculo... Dificuldades tem né, cansa, é bastante cansativo, como são muitos conceitos e muitos conteúdos cansa, mas faz parte, acho que toda profissão tem suas dificuldades também.

Cecília: E em relação a ser muito cansativo, muito exaustivo, tu acha que isso acaba se tornando uma barreira para aprender cálculo?

A2: normalmente sim, porque se tu não gostar, se tu entrar só no curso por sei lá, achar que é bonito talvez seja, cansa e tem muita gente que desiste por causa disso, não é nem por causa

da dificuldade mas é por ser cansativo mesmo, acham que gostam mas não gostam na verdade, acho que isso dá uma dificuldade para o pessoal em continuar.

Cecília: Você percebe alguma relação entre a disciplina de cálculo I e física I? E quais são essas relações?

A2: Bom, na nossa disciplina de Física I até o professor ele diz que queria que fosse o Cálculo antes da física I, a física I no segundo semestre, mas ele mostra alguns exemplos tipo o de integral, mas ele sabe que nós não tivemos isso, mas derivada ele dá exemplos, então dá pra ver uma relação, eu consigo ver uma relação, só que mesmo assim seria melhor se tivesse no segundo semestre física I, como se fosse um pré-requisito.

Cecília: Você tem sugestões que possam melhorar a aprendizagem de cálculo I no contexto do teu curso?

A2: Acredito que depende do professor, por exemplo, a nossa professora ela tem muita didática, ela sabe ensinar. Eu acho que, não sei, talvez alguns dos outros professores não tenham a didática que nem a dela, e se tu não tem uma pessoa que tenha didática para ensinar eu acho que o aluno também começa a patinar, desistir, começa a pensar acho que não é isso que eu quero, e também o aluno, acho que é importante ter duas semanas ou três semanas antes o pré-cálculo, mas bem forte né.

Cecília: você participou do curso pré-cálculo, e acha que foi interessante, ter participado?

A2: foi, foi muito importante porque muita gente que entra nos cursos de licenciatura a grande maioria vem de escola pública, e o ensino na escola pública é precário, e o pré-cálculo ajuda bastante a retomar as vezes ideias que tu nem teve no ensino médio e talvez vá procurar ir atrás, correr atrás, entrar no curso meio que com uma certa base, uma certa noção do que vai ser, a matemática básica é um suporte para o curso, se não tiver a matemática básica forte eu acho que tu vai ter mais dificuldade, não que tu não consiga, mas tu vai ter bastante dificuldade.

Cecília: e você continuou fazendo alguma monitoria, além do pet?

A2: sim, os dois, tanto na matemática quanto de física eu faço monitoria.

ALUNO 3 (A3)*Transcrição da Entrevista*

Cecília: É a primeira vez que está cursando a disciplina de cálculo I? O que você tem a dizer sobre esta disciplina?

A3: sim, mas antes de cursar essa disciplina eu já cursei em outro curso não foi bem um cálculo que eu tive, foi mais aprendizagem mecânica simples eu ele (professor) deu as fórmulas, mas sim, eu tive uma certa base antes de entrar.

Cecília: Quais tu acha que são as habilidades exploradas na disciplina de cálculo?

A3: eu acredito que o cálculo se destine totalmente análise gráfica e dos conceitos gráficos e basicamente isso, só.

Cecília: como você considera ser possível ter um bom e entendimento dos conceitos estudados na disciplina de calculo I?

A3: eu acredito que consiga aprende bem melhor quando o professor demonstra com figuras porque é muito difícil tu entender olhando a própria fórmula em si o que tá acontecendo ali e ai quando tu vê por exemplo assim quando tive o começo da derivada ela deu pela definição, e pela definição eu consegui entender o que estava acontecendo, tu aproximando os pontos, só que ai ela deu por notação mas e como as notações $dy dx$ ali já sumiu para mim porque só ficou a parte mecânica da base então, é bem difícil de tu vê o que tá acontecendo naquela equação e ver o que realmente está precisando ali. Tem que ser mais pela didática.

Cecília: e você enquanto aluno, como tu acha que tem que ser tua dedicação com os estudos para poder aprender?

A3: sim eu, digamos que realmente tem que se focar mesmo porque é muita minúcia, tem muito caminhos que pode tentar pra resolver o mesmo problema então digamos que eu acredito até que ela (disciplina de cálculo) tenha que ser mais estudado antes até do que a própria física porque tu vai usar ela lá também, ela é uma base, tem que vir antes.

Cecília: você sente alguma dificuldade em relação à aprendizagem em cálculo I? Quais são essas dificuldades? Quais são as facilidades?

A3: para mim a maior dificuldade realmente é de ver o que está acontecendo na própria questão, ver o que que aquilo significa o que cada variável significa o que cada unidade significa porque é tudo muito disperso e ai tu geralmente acaba indo pelo caminho mecânico que é o mais fácil e quanto a facilidade eu acredito que seja na maioria das vezes quando a professora insere o gráfico mesmo, porque ai tu vê o que está faltando, o que e qual unidade significa aquilo.

Cecília: você percebe alguma relação entre a disciplina de cálculo I e física I? e quais são essas relações?

A3: bom no primeiro dia de aula o professor já deu uma derivada no quadro e a gente não sabia nada, então sim a relação é clara o próprio Newton criou o cálculo para física e como a maior parte da física e análise de movimentos análise de fenômenos naturais é focada no gráfico, o cálculo é forma de analisar este movimentos de entender eles de uma forma matemática, não só, mas também entender como expressar eles de uma forma matemática.

Cecília: você tem sugestões que possam melhorar a disciplina de cálculo I no contexto do curso em que está inserido?

A3: acredito que o cálculo poderia ter... claro que precisa ter aquela parte de revisão dos conceitos básicos, mas eu acredito que podiam aproximar mais ele com a física básica digamos que com demonstrações, com animações, gráficos, desenho eu acho que ficaria bem mais fácil para entender o que esta acontecendo do que só diferenciar números no quadro, de só observar.

ALUNO 4 (A4)

Transcrição da Entrevista

Cecília: é a primeira vez que está cursando a disciplina de cálculo I? O que tem a dizer sobre ela?

A4: é a terceira vez que eu faço. Fiz no primeiro semestre do ano passado e no primeiro semestre desse ano, mas no primeiro semestre do ano passado eu tive bastante dificuldade e eu tava parado desde 2003, terminei o ensino médio em 2003 e ai depois nunca estudei mais

matemática, cálculo assim, só estudava português para concurso e legislação, coisas assim. Apanhei bastante assim, muito, muito, muito, muito. Agora eu acho que aprendi... um pouco, um pouco mais!

Cecília: que habilidades tu acha que explora e desenvolve na disciplina de cálculo?

A4: nesse semestre que a professora está fazendo de não usar simplesmente a derivada, e sim usar um problema tipo o problema do avião, tipo um contexto de se usar, usar o contexto assim acaba se tornando um pouquinho mais atrativo mas o que eu acho na minha opinião é que se tivesse uma dcg (disciplina complementar de graduação) de pré-cálculo, que o aluno não fosse obrigado a fazer, mas tipo, para quem tem dificuldade poderia fazer eu acho que ia ter um resultado muito melhor depois no cálculo em si, na verdade não se perde um semestre porque se por um acaso no meu caso eu tivesse feito um pré-cálculo bom talvez eu teria ido bem. Mas ai eu tive dificuldade e fui reprovando ou abandonando o semestre.

Cecília: como você considera ter um bom aproveitamento e um bom entendimento dos conteúdos que são estudados na disciplina de cálculo I?

A4: eu acho, eu não fiz a prova ainda né, no meu caso o que surtiu efeito agora, eu até comprei um pacote de vídeos na internet e tal, assisti todos eles já mas eu acho que surtiu mais efeito pra mim uma colega até que ela é formada em matemática já e ai ela tá fazendo engenharia ai ela está me dando aulas particulares assim, e isso é o que surte mais efeito para mim. A minha dificuldade é a seguinte: eu to fazendo um exercício e tem uma dúvida ou encontro várias respostas ou eu não acho as respostas, tranca tudo ai, daí tipo, já perco a vontade de continuar. Fazendo esse acompanhamento sempre quando eu tiro a dúvida, faço o exercício, vou pro próximo ou repito então acho que pra mim foi bom.

Cecília: você sente alguma dificuldade ou facilidade em relação a aprendizagem de cálculo I, e quais são essas dificuldades ou facilidades?

A4: eu tive muita dificuldade principalmente em trigonometria. Muita dificuldade.

Cecília: porque tu acha que teve dificuldade em trigonometria?

A4: eu não lembro se o meu ensino médio foi muito fraco nessa área, porque como eu tive um ensino médio técnico, eu acredito que não lembro mais como que é, não foi tão aprofundado.

Acho que foi dado só o básico da trigonometria e não aprofundaram muito. Até eu olhei no boletim as minhas notas não são tão ruins, mas eu não sei porque que fui tão mal.

Cecília: e as facilidades?

A4: aquilo que eu falei, usar a temática assim pra explicar eu acho que no meu caso acaba sendo mais atrativo.

Cecília: você percebe alguma relação entre a disciplina de cálculo I com a física I ou alguma disciplina equivalente no teu curso?

A4: Tem física I, mas eu não fiz ainda. Pretendo fazer no semestre que vem a de física I, se tiver oferta não sei se vai ter.

Cecília: qual o seu curso mesmo?

A4: Engenharia de Controle e Automação.

Cecília: E em alguma disciplina que tu esteja fazendo ou tenha feito tu conseguiu ver os conceitos do cálculo?

A4: Ainda não, eu ainda estou no início mas eu sei que a base da engenharia é o cálculo, então eu sei que daqui pra frente se eu aprender bem eu vou ir bem.

Cecília: Você tem sugestões que possam melhorar a aprendizagem de cálculo no contexto do curso em que está inserido?

A4: Esse negócio de fazer uma DCG com o pré-cálculo eu acho que é uma boa, pelo que eu conversei com os meus colegas, mas é que na verdade o meu caso é bem diferente, eu tenho família, eu trabalho, então é... Mas eu vejo que o pessoal que estuda sente bastante dificuldade também, e eu acho que se tivesse um pré-cálculo, porque nem sempre nos teus horários fecha, nem sempre.

Cecília: você não chegou a fazer monitorias?

A4: Eu já vim aqui, até não era muito dentro do cálculo, era de álgebra assim, mas com o rapaz que me atendeu eu consegui tirar minhas dúvidas todas com ele, foi produtivo, só que nem sempre tu consegue horário.

ALUNA 5 (A5)*Transcrição da Entrevista*

Cecília: É a primeira vez que está cursando a disciplina de cálculo I? O que tem a dizer sobre essa disciplina?

A5: Não, da outra vez eu fiz cálculo, e por exemplo, foi o mesmo livro, eu acho que ele foi até aplicado da mesma maneira, como, assim, o cronograma, e só a diferença era o professor assim, como ele dava a aula para agora, essa é a diferença, mudou a metodologia, agora eu estou conseguindo entender, e tá indo melhor. Aí bom ele (cálculo) é a base do curso, então a gente vai aplicar depois no ensino médio, ou se até eu quiser fazer um mestrado, ir pra graduação e dar aula aqui vai ser muito bom, muito importante, eu acho que é.

Cecília: como você considera que seja possível ter um bom aproveitamento e entendimento na disciplina de Cálculo I?

A5: eu assim, eu presto atenção na aula, mas assim, tem dias que eu não entendo muita coisa, então eu tenho que ir para casa e ver vídeo aula, ver o livro de novo, estudar pelo livro, às vezes até eu não entendo, ai eu tenho que vir na sala da professora pedir ajuda, mas também assim eu acho muito importante as vídeo aulas que eu assisto, são de extrema importância, ai é assim, eu não consigo entender tudo na aula, sempre eu tenho que ir pra casa, ver alguma outra coisa, ler também sobre isso pra conseguir fazer os exercícios.

Cecília: você sente alguma dificuldade ou facilidade em relação à aprendizagem de cálculo I, e quais são essas dificuldades e quais são essas facilidades?

A5: bom, facilidades é difícil de ter né, eu tenho quase só dificuldade, eu não sei, eu acho que a minha base no ensino médio foi muito fraca, então, tipo, eu vejo que o básico ali eu tenho que revisar, tenho que procurar, correr atrás pra entender aquilo ali, eu acho que o cálculo I ele não é difícil, o aluno que não tem uma base boa pra entender o conteúdo ali, pra desenvolver os exercícios sabe, eu no meu caso é um pouco isso, mas eu agora que é pela segunda vez que to fazendo já está mais tranquilo, já estudei agora dando uma espaçada eu consegui entender melhor, agora entender o conteúdo mesmo.

Cecília: e pra voltar nesses conteúdos que tu acha que deveriam ter sido ensinados ou aprendidos lá na base, como que tu faz, qual estratégia que tu usa?

A5: eu até pego os livros do ensino médio, procuro eles e tenho um monte em casa, uma pilha, então eu consulto bastante.

Cecília: você percebe alguma relação entre a disciplina de cálculo I e física I, ou na matemática alguma disciplina relacionada?

A5: sim, no cálculo II, o III a física I e a estatística.

Cecília: tu consegue ver uma relação que uma depende da outra, ou o que tu vê em uma disciplina é útil pra ti ver na outra?

A5: é útil pra ver na outra, o que ensina no cálculo I é bem útil para fazer as outras cadeiras, tem muito do conteúdo do cálculo I lá, então estão muito relacionados.

Cecília: você tem sugestões para melhorar a aprendizagem de cálculo I no contexto do curso em que você está inserida?

A5: eu acho que o professor, da parte que o conteúdo que o professor está aplicando tem que ser com o livro, tem que fazer bastante exercício, e o professor ter mais também, calma na hora que for trabalhar o conteúdo, quem sabe ser mais devagar, ver se o aluno está tendo dificuldades, se está conseguindo entender, não trabalhar muito rápido o conteúdo, ser mais calmo, e eu acho que é isso, o livro tem que continuar o mesmo, não adianta mudar, eu acho que não teria outra forma de ensinar o cálculo I, eu nunca vi uma forma diferente.

Cecília: para aprender então, tu acha que tem que ser do jeito que é, só que de uma forma mais explicada talvez?

A5: é, só que eu acho que como assim como a professora está dando aula, é o que eu penso, tem que ser assim como ela está trabalhando, porque da outra vez o professor correu um pouco mais, se ele ia dar, fazer um plano de aula ele não mudava, tinha que ser aquilo, que tava acabando o horário às vezes e mesmo assim tinha que dar todo conteúdo, às vezes se tinha alguma pergunta também, pensava assim: como que tu tá fazendo essa pergunta, teve uma vez que o professor comentou, naquela época, o professor que deu, perguntou se eu não queria voltar para o ensino médio porque estava fazendo aquela pergunta, que como eu ia

acompanhar os meus colegas se eu tinha aquelas dúvidas, foi o que me frustrou mesmo sabe, eu não tinha mais nem vontade de ir à aula sabe, eu não tinha condições, mas ainda bem que foi mais pro final do semestre que isso aconteceu, mas ai não, mas eu acho que agora do jeito que tá, o ritmo da aula está sendo bom. As aulas eu acho que estão tranquilas, o conteúdo eu gosto mais de limites no caso, e agora a parte que eu acho legal é a integral, mas vamos ver como vai ser trabalhado pela professora, se eu vou aprender a gostar ou se vai continuar pior.

Cecília: nas atividades que eram propostas, por exemplo assim, na pergunta que a professora deu no final da aula, para fazer ou durante a prova ali quando estava resolvendo algum exercício, o que mais te dava dificuldade pra conseguir resolver uma questão, ou ficava em dúvida?

A5: não, eu não tenho, o meu problema é só na hora da prova que eu fico nervosa, eu saio de casa já nervosa, eu saio de casa ou eu estudo pra qualquer uma das provas e eu sei muito, mas quando eu abro e olho a prova me dá um bloqueio que às vezes eu não consigo responder, eu sei, aconteceu numa disciplina no semestre passado, quando eu sai que eu coloquei o pé pra fora do CCNE eu sabia fazer a questão mas ali na sala naquele momento eu não sabia, então eu vejo que não é a prova que tá difícil, não é as questões, é eu que fico um pouco nervosa, eu tento tratar isso mas não adianta, mas assim, a questão que ela deu pra fazer em casa eu gostei sabe, eu achei legal isso de dar o conteúdo e depois dar uma questão para o aluno resolver, para ver se ele entendeu mesmo sabe, eu achei bem bacana dar essa questão.

ALUNO 6 (A6)

Transcrição da Entrevista

Cecília: é a primeira vez que está cursando a disciplina de cálculo I? O que você tem a dizer sobre essa disciplina?

A6: efetivamente é a primeira vez, da outra vez que eu comecei o curso eu desisti no meio, até não fiz tanto na outra graduação, mas eu acho que é muito importante sim porque é a área da física, e ela é importante para qualquer área que envolva cálculo.

Cecília: Quais as habilidades exploradas na disciplina de cálculo?

A6: em relação à física, o cálculo é uma ferramenta para ti estudar a física, esse é o meu ponto de vista, se não houvesse o cálculo tu não conseguirias, modelar, ter um pensamento... Poderias até ter um pensamento científico, mas pra ti poder explicar tu usas o cálculo, que é uma ferramenta, só acho que no curso de física principalmente, o cálculo assim, deveria ser mais não é a questão de ser aprofundado, mas poderia ter um ensino antes do cálculo, que muitas vezes tu quer chegar ali de cara diretamente no cálculo e aí dificulta, porque tem a matemática básica, e assim como tem alguém que saiu agora do 2º grau e tem uma base boa, outros não tem, outros já ficam mais tempo que pararam de estudar, que é o meu caso, embora a gente tenha algum conhecimento mas ele é muito difícil, e agora no meio do semestre pra frente que a gente vai, que a gente está deslanchando, porque no início tava um aglutinado.

Cecília: como você considera ser possível ter um bom aproveitamento e entendimento dos conceitos estudados na disciplina de cálculo I?

A6: isso depende muito do que o professor transmite, da didática do professor, de transmitir, porque às vezes ou ele simplifica demais ou complica demais, seria no meu entendimento, porque pra transmitir pro aluno o professor tem que estar bem seguro daquilo que ele está ensinando né, e procurar transmitir como se fosse de um aluno para outro aluno, porque muitas vezes é só o contrário, o professor só escreve o que tem que fazer e tudo ali, te explica a matéria mas muitas vezes tu fica cheio de porquês né... ou simplifica, não vou dizer que a gente vá lá pro primário onde tinha que fazer o passo a passo, porque tem muitos passos que é lógico que a gente tem que pular, mas ele tem que instigar a dúvida no aluno pra ver se ele aprende melhor né, e não deixar o conteúdo pelo conteúdo... o professor também tem que ver algum exercício, alguma coisa melhor para o aluno... e muitas vezes até não se expressa né, um 'tá dado a matéria e pronto'.

Cecília: você sente alguma dificuldade ou facilidade na aprendizagem de cálculo I? e quais são essas dificuldades? Quais são essas facilidades?

A6: no meu caso a minha dificuldade é que há muito tempo eu já parei né... E ficou mais longe pra mim, eu fiquei muito tempo sem trabalhar com o cálculo ou alguma coisa assim desse tipo, fiquei muito longe desse conteúdo, quero me inserir nesse caso caso né. Eu tenho facilidades no entendimento, às vezes tu entende o que o professor fala, o que o professor te transmite ali, mas o que ele te transmite ali muitas vezes em outras situações como fazer um exercício ou estudar para uma prova e muitas vezes tu estuda errado, e às vezes a gente

precisa de uma orientação do professor nesse sentido, induzir o aluno a estudar de uma maneira mais... depende de cada um, do seu estilo, mas dar opções do aluno estudar né, seja lá com exercícios, com dicas, orientação, é bem mais fácil.

Cecília: você percebe alguma relação entre as disciplinas de cálculo I e física I? e quais seriam essas relações?

A6: sim, todas as equações que a gente usa no cálculo tu usa na física também né, inclusive em física I tem coisas até que teria que estar com o cálculo I já pronto, para depois vir a física, porque quando eles dão paralelo cálculo I e física I, a física I vai dando conteúdo, vai dando conteúdo, e quando tu vê já tá lá bem adiantando e o cálculo ficou pra trás.

Cecília: você tem sugestões que possa melhorar o cálculo I no contexto do teu curso?

A6: eu acho que tem que ter um pré-cálculo ou alguma coisa como matemática básica antes, anterior ao cálculo e primeiro tu tem que aprender o cálculo para depois ir para as outras disciplinas na física, porque se o cálculo é uma ferramenta para ti usar na física, como que tu vai usar paralelo ou usar depois... então é difícil.

Cecília: você participa de algum projeto de pré-cálculo, alguma monitoria?

A6: não, nesse semestre não.

ANEXO 7 – ENTREVISTAS COM PROFESSORES

PROFESSORA 1 (P1)*Transcrição da Entrevista*

Cecília: como você realiza o planejamento e desenvolvimento de uma disciplina para o curso de licenciatura em física?

P1: Para o curso específico da parte da licenciatura na parte mais pedagógicas ou da disciplina de física mesmo?

Cecília: Eu não sei se você ministra a disciplina de física I?

P1: a Física I eu já ministrei umas três ou quatro vezes, mas para engenharia aqui na licenciatura em física eu tenho trabalhado mais com as disciplinas de cunho pedagógico.

Cecília: como você costuma ministrar essas disciplinas, fazer o planejamento, metodologia?

P1: eu tenho na minha cabeça já a ementa, o que vai ser colocado e a primeira coisa que eu faço é distribuir estes tópicos no calendário para eu saber mais ou menos quanto eu tenho de tempo para trabalhar cada um e nesse momento eu faço a escolha, isso aqui não vou trabalhar, isso aqui vou trabalhar mais, isso daqui vou trabalhar menos em cima do calendário, tanto faz, em cima de qualquer uma das duas disciplinas.

Cecília: e utiliza alguma epistemologia, algum autor para este planejamento?

P1: autor eu tenho introduzido inclusive nas disciplinas de laboratório que é a cada 2 anos mais ou menos eu dou ou o Laboratório de Física I ou o Laboratório de Física III para engenharia e às vezes para a física também, eu tenho introduzido alguns textos de epistemologia nas disciplinas de laboratório mesmo que a gente discute o que é o método científico, será que existe, será que não, discute um pouco o que é um modelo matemático, o que é um modelo físico, se eles podem generalizar as conclusões, se aquela ideia que eles têm do experimento para comprovar a teoria se realmente vai comprovar ou não vai e nas disciplinas de cunho pedagógico também, uso bastante e sempre estou discutindo textos a nível de discussão qual é o papel da ciência, qual é o papel da ciência no ensino.

Cecília: o que você observa quando faz essas discussões em sala de aula? Os alunos se envolvem?

P1: Nas disciplinas de licenciatura eu chego a fazer um questionário inicial para eu ver as ideias iniciais, principalmente nas disciplinas de laboratório, de experimental, nós temos uma disciplina, algumas disciplinas que são Instrumentação B e Instrumentação C que os alunos se preparam para trabalhar na aula de laboratório, eu faço alguns questionamentos do que é uma aula de laboratório para eles, qual é a função de uma aula de laboratório didático, inclusive já publiquei um trabalho num congresso internacional sobre estas concepções, como eles evoluem suas concepções ao longo da disciplina fazendo estes questionamentos. Dá pra perceber que eu já tive alunos que a gente lendo textos que questionam o método científico, alunos digamos 1% dos alunos a 10% dos alunos tem dificuldade de se libertar dessa questão determinística, de que existe um só método, dessa visão mais ingênua e positivista, a maioria dos alunos gosta de tocar nesses assuntos, e realmente desperta para estas discussões e se interessa.

Cecília: Quais fatores você considera que vão implicar na aprendizagem satisfatória dos estudantes e um bom desempenho da turma nas disciplinas de física?

P1: principalmente em questão de física, nós temos vários aspectos cognitivos, mas também temos aspectos **afetivos**, e psicológicos, porque o que a gente observa e aconteceu comigo também, é que no ensino médio não existe uma cultura de ensino, de estudo e de esforço. E isso não é de agora, porque eu este ano estou fazendo trinta anos que ingressei na universidade então há 30 anos atrás, quando eu era estudante eu também não me empenhava muito no ensino médio, passei muito facilmente então quando cheguei na universidade o choque foi muito grande, eu não sabia muitos conteúdos porque eu fiz o magistério então eu comparo muito com hoje em dia os estudantes que eles entram com muito pouco conhecimento e eles não tem uma cultura, ou seja, eles não tem as capacidades necessárias de saber o que é estudar, não é nem que eles não entendem o conteúdo, eles até entendem muitas vezes o que o professor está falando mas eles não conseguem se administrar isso, eles não conseguem transformar isso em uma coisa positiva, eles se frustram, e são tão acostumados a repetir os exercícios, exercícios e exercícios e na universidade normalmente os professores cobram problemas, não são apenas aplicação de fórmulas, e os estudantes não tem essas habilidades necessárias para resolver estes problemas. O que eles fazem: eles pegam um problema veem que não conseguem aplicar imediatamente a fórmula e eles abandonam,

botam aquilo “eu não sei fazer e pronto”. Então a gente tem que trabalhar também esse lado psicológico de habilidades “não, tu tem que acreditar, tu sabe sim” e toda essa questão inclusive de auto estima. É tudo isso sem falar da questão da abstração, da parte da modelagem que é um nível de abstração maior, mas eu acho que esses fatores psicológicos eles são bem importantes.

Cecília: você considera que essa física que é ensinada no ensino médio ela difere muito da que é ensinada na universidade?

P1: Sim, principalmente nas escolas públicas. Eu acompanho muitos alunos nos estágios, nas escolas públicas, e nas escolas públicas tá sendo um nível muito, muito baixo, os professores inclusive dizem para os estagiários “não, vocês não podem dar conta porque os alunos não vão saber fazer” então se querem trabalhar a física sem contas, claro que tem que trabalhar o lado conceitual, não é isso que eu to falando mas simplesmente tu não pode esquecer essa lado todo, toda a parte do ferramental matemático na disciplina de física.

Cecília: Como você percebe a relação da matemática com a física e da física com a matemática? Uma existe sem a outra?

P1: a matemática até pode existir sem a física, mas a física ela não consegue, porque, de que adianta tu entender que existe uma relação entre força e movimento se tu não conseguir fazer uma previsão? Se tu não conseguir prever, ou se tu não conseguir analisar quais eram as condições iniciais, se tu não conseguir fazer uma previsão para o futuro ou se tu não conseguir analisar o passado, te serve de muito pouco esse conhecimento, não fica útil, digamos. Fica um conhecimento muito superficial.

Cecília: quais as principais dificuldades que você percebe em relação as dificuldades dos alunos na disciplina de física e o que eles apresentam quando se deparam com um problema para resolver ou com uma situação proposta dentro da sala de aula, qual é a dificuldade que eles mais expressam?

P1: uma das dificuldades que os alunos tem é que se tu apresenta um caso especial, um caso específico, eles vão querer aplicar aquela forma do caso específico para o geral, eles querem generalizar tudo, até numa questão de economia psicológica, de querer economizar passos, de querer “um eu fiz assim de um jeito eu vou querer fazer assim em todos” principalmente na física I tu dá um problema do MRUV e eles acham que é MRU e eles querem aplicar MRU

em tudo então essa tendência de tornar coisas específicas, forçar que elas sejam genéricas, então às vezes não é que o aluno não tenha capacidade, é que tem essa mania de querer simplificar muito.

Cecília: o que pode estar relacionado também com o ensino fundamental e médio?

P1: com o ensino fundamental e médio, pois o professor ensina uma coisa e ele só cobra aquilo e geralmente os professores querem que o aluno faça exatamente daquele jeito, e alguns professores possuem essa dificuldade também.

Cecília: Quais os materiais de aprendizagem você costuma utilizar em suas aulas, e no decorrer do semestre?

P1: nas disciplinas de física eu utilizo um livro texto e trabalho esse livro com os alunos mas eu mesma produzo meu mapa, faço minha seleção de exercícios, alguns exercícios eu mesma desenvolvo e nas disciplinas pedagógicas eu seleciono textos e elaboro questões para serem discutidas sobre estes textos, não tem um livro texto.

Cecília: você utiliza data show também, quadro de giz?

P1: dificilmente. Na disciplina de física geral eu utilizo mais o quadro e apostilas. Não utilizo data show porque aqui na universidade não tem uma logística muito boa para isso, tem que ficar carregando equipamento para cima e para baixo, e é computador, e é isso e aquilo. Quando eu trabalhava na universidade particular que tinha data show em todas as salas eu utilizava, inclusive simulações, eu fazia simulações nas aulas. Hoje por causa dessa logística eu abandonei isso.

Cecília: e como você já teve essa experiência de poder utilizar um material diferenciado e agora não utilizar ou utilizar menos vezes, percebe alguma diferença na utilização desses recursos ou não?

P1: não percebo.

Cecília: como você realiza a avaliação da aprendizagem dos alunos?

P1: eu nunca faço uma avaliação final, eu sempre acompanho no decorrer. Nas disciplinas de física geral eu faço as duas avaliações principais que são as duas prova, mas pra compor a nota eu também faço trabalhos em grupo, porque eu considero que o momento dos alunos

fazerem esse trabalho em grupo eles estão trocando ideias e estão trocando informações nesse momento.

Cecília: a avaliação formativa, que muitos autores falam, aprender durante o processo avaliativo.

P1: E na avaliação das disciplinas pedagógicas a gente não faz prova, a gente faz várias atividades, desde preparação de aula, diário, avaliar os colegas que eles mesmo avaliam, várias atividades.

Cecília: Como você percebe a importância e aplicabilidade da disciplina de física I, geral ou laboratório, e se possui sugestões para a melhoria na aprendizagem dessas disciplinas.

P1: uma importância é uma coisa que acontece aqui na universidade e em todos os lugares praticamente é que a disciplina teórica é separada da prática então elas são dadas por professores diferentes, e isso ao meu ver não seria o ideal, o ideal é que houvesse uma integração entre a teoria e o experimento. Que a teoria partisse do experimento, que o experimento servisse como situações apresentadas para os estudantes e a partir dessas situações fosse construído, fosse conceitualizado os conceitos, fossem construídos os conceitos a partir dessas situações, e essas situações então, não todas mas algumas experimentais.

Cecília: por um único docente?

P1: por um único docente que fizesse essa integração, isso pra mim seria o ideal, é o que eu tento passar para os alunos aqui que vão ser professores, a gente bate muito nessa tecla de integração teoria experimento para se conseguir trabalhar nessa forma pelo menos no ensino médio.

Cecília: você quer falar mais alguma coisa, sugerir algo a mais?

P1: Sugestão seria essa integração, e eu também sugeriria uma pré-física antes da física.

Cecília: para fazer justamente essa mudança entre o ensino médio e o ensino universitário?

P1: é, mas esta mudança da física deveria trabalhar alguns conceitos e algumas capacidades, como interpretar gráficos, coisas que os professores na universidade passam batido e alguns alunos não sabem o que é. Aula de física para o curso de física eu não trabalhei ainda. Nunca

dei uma física I para a física, tem alguns professores e eu me dedico mais as cadeiras pedagógicas.

PROFESSORA 2 (P2)

Cecília: Como você costuma realizar o planejamento e desenvolvimento de uma disciplina que leciona para o curso de Licenciatura em Física?

P2: Na verdade eu estou numa fase assim da minha profissão que eu já quase não deixo as coisas assim muito organizadas, isso é ruim, porque às vezes a gente se perde, se distrai. Eu tenho, depois que eu voltei do doutorado, eu tenho conversado muito em sala de aula, e tentando abordar os aspectos mais importantes, partindo de situações problema, que envolvem a matemática que eu estou querendo ensinar, eu procuro abrir para discussão, depois eu falo do conteúdo em si, porque aquela maneira que eu usava de passar o conteúdo na lousa, e todo ele, eu observei com os anos que era muito favorecedor da aprendizagem mecânica, não que a aprendizagem mecânica seja ruim, ela em muitos aspectos, que você conhece a teoria né, da aprendizagem significativa, em muitos aspectos é relevante, mas eu acho que ali na física é muito importante a motivação do aluno, então eu diria assim que a minha metodologia é meio que um currículo flexível, eu vou decidindo as coisas a medida que eu vou conhecendo os alunos.

Cecília: e em relação a motivação dos alunos em física, você acha que as atividades dessa forma que vem desenvolvendo tem conseguido motivar eles mais do que passar todo conteúdo no quadro, na lousa?

P2: eu acho que aqueles que gostam de matemática e física se sentem motivados. Outros não, outros não sentem a motivação e até esperam que seja algo bem tradicional, então eu também quando percebo isso na turma eu acabo também mesclando um pouco do tradicional, eu faço provas, eu faço testes, mas eu faço muita atividade colaborativa em sala de aula, então eu acho que também assim, muitos alunos da física que ingressam no primeiro semestre eles ingressam em segunda opção nesse curso, atualmente com a sistemática do SISU, e muitos querem passar para outro curso e conseguem, então isso tudo tem que ser levado em conta.

Cecília: Quais os fatores que você considera que implicam na aprendizagem satisfatória dos estudantes, e em um bom desempenho das turmas nas disciplinas de Cálculo I?

P2: eu acho muito importante pra quem assume uma disciplina de primeiro semestre, não só para a licenciatura em física, mas das áreas afins, que seja investigada de alguma forma, qual é a bagagem de conhecimentos que este aluno traz da escola básica porque muitas vezes a gente vai avante no conceito de derivada e de integral no Cálculo I, achando que os alunos estão com conhecimentos suficientes, e não é verdade. Então eu acabo por umas três semanas retomando com eles o conteúdo da escola básica, e por incrível que pareça, quando eu faço três provas numa disciplina de noventa horas, essa é a prova que eles vão pior em nota, porque eles acham que eles sabem a matemática básica. E eles sabem muitos macetes, muitas regras e não sabem aplicar aquilo ali, quando não aplicam errado. Então isso é um fator importante.

Cecília: e ao que você relaciona esta capacidade deles acharem que vão ir bem naquele conteúdo da matemática básica, mas não conseguir aplicar, ou não conseguir ter um bom desempenho neste conteúdo, o que você acha que causa isto?

P2: eu acho que o que causa é a visão que é passada para eles na escola básica. Por exemplo, a visão de que um aluno com notas integrais sempre, medalhas de OBMEP, de prêmios da Física, e coisa e tal podem estar ocultando fatores da aprendizagem cognitiva de fato, porque a gente sabe que o conhecimento às vezes do aluno ele não consegue externalizar em determinadas situações, então é bem complicada esta questão. Eu acho que a gente tem que fazer o aluno entender aqui, que aquela forma como ele agia, ou interagiu com aquele conteúdo muda muito quando ingressa na faculdade, então ele vai ter que ter um olhar mais qualitativo e não só quantitativo do que está sendo abordado.

Cecília: quais as principais dificuldades que você percebe em relação a aprendizagem dos alunos, na disciplina de cálculo I?

P2: Eles apesar de aprenderem a calcular um limite, uma derivada, por exemplo, no limite eles erram a questão da simplificação de polinômios, por exemplo; conceitos básicos da matemática elementar, de propriedades dos números, de construção dos números reais, eles trazem isso. Apesar de, muitas vezes saberem o significado do limite. Seria a dificuldade na matemática básica, no meu ponto de vista.

Cecília: e você consegue relacionar essa dificuldade a quê, da matemática básica, é a falta de interesse, ou de repente uma lacuna no ensino anterior?

P2: eu acho que é uma grande lacuna não só em termos de conhecimento, mas como em termos de transição, entre o ensino médio e o ensino superior que eles passam, então eles tem que mudar a percepção deles, de algo assim que era distribuído no livro didático, não que a gente não use o livro didático, mas a gente usa vários livros, a gente procura fazer eles serem auto suficientes, também a gente tenta fazer eles serem auto-didatas, eles não tem essa visão, eles esperam muito as coisas prontas, trazem lacunas em termos de conhecimento.

Cecília: quais os materiais de aprendizagem você costuma utilizar em suas aulas e no decorrer do semestre?

P2: eu utilizo só o livro, às vezes, raramente eu mostro alguma novidade no data show, como o instrumento de mapas conceituais, relacionando os conceitos da disciplina, eu procuro trabalhar com o Moodle postando listas de exercícios, tentando escrever o que foi feito na aula anterior, as novas tecnologias é uma grande deficiência minha, porque eu não tive essa formação. Então quando eu preciso mostrar alguma coisa eu peço para algum aluno orientando que está trabalhando com esse tipo de coisa para me auxiliar né, mas não sigo uma metodologia assim, rígida, na verdade com o tempo assim eu percebo que passar também só o conteúdo na lousa é complicado, então eu também mudo muito nesse sentido, eu tento mudar, e as vezes a gente está sobre atarefada também, e não dá para fazer muita coisa, dá para esperar por eles.

Cecília: como você realiza a avaliação da aprendizagem dos estudantes? É através de provas como você já disse?

P2: Atividades colaborativas em grupo, eu procuro valorizar as atividades, os trabalhos que eles fazem, porque especialmente por exemplo para a turma do noturno, que é onde eu tenho me concentrado mais, os alunos trabalham o dia todo sabe, e muitas vezes não tem tempo para estar fazendo as coisas fora. Na verdade, independentemente do turno, eu acho que o trabalho colaborativo é muito importante porque é um compartilhamento de significados, então eu acho que tem que ser avaliado para que o aluno se motive a procurar esse tipo de atividade, então eu faço as provas, porque eu acho que o aluno também tem que ser avaliado individualmente, mas eu procuro favorecer bastante não a aprovação, mas valorizar o que é feito também em sala de aula.

Cecília: como você percebe a importância e a aplicabilidade da disciplina de cálculo I?

P2: o cálculo I é muito mais que a ferramenta matemática para a física. A física tem que ser pensada através da matemática. Quando se pensa nos fenômenos físicos essa matematização tem que estar incluída na percepção do estudante. Eu acho que o aluno tem que entender que independentemente de regras e fórmulas a matemática fornece modelos que possam aproximar a realidade. Eles vão poder prever coisas no futuro e prever coisas do passado eu acho que é o termo certo e ter uma ideia do que pode acontecer no futuro, e no tempo que as ciências naturais, em que a física era a ciência, lá na idade média, antigamente, muito antes, para se fazer filosofia era necessário que a pessoa tivesse a capacidade de abstração matemática, então a física era filosofia e a matemática estava presente. Só que de lá para cá as coisas ficaram meio compartimentalizadas, então o professor de cálculo fica no campo dele, única exclusivamente em geral, e o de física em outro campo e os alunos não tem maturidade, pelo menos quando estão entrando para ver essa relação.

Cecília: e você acha que essa fragmentação, essa separação entre a matemática e a física ela é prejudicial ao aluno, na aprendizagem?

P2: eu acho que é prejudicial sim. Eu acho que tem que fornecer o caminho para o aluno, claro que ele tem que visualizar isso, experimentar isso, mas pode ser acenado o caminho para ele, através das aulas, de seminários, de discussões, e porque não unir a parte experimental da física? Eu acho que não se pode pensar na física sem a estruturação matemática.

Cecília: você possui sugestões para a melhoria da aprendizagem dos alunos nessa disciplina?

P2: bom, o que eu espero fazer, até a minha aposentadoria já com o tempo de serviço que eu tenho, é firmar sempre nos subsunçores dos alunos, nas situações-problemas, os fenômenos físicos nas situações problemas da física como ponto de partida para ensinar o cálculo. Essa é a minha sugestão para mim. Eu não sei se isso tem a ver com a minha formação, mas eu penso que os conceitos do cálculo tem que ter sentido, o aluno tem que poder atribuir um significado aquilo ali, e para isso ele tem que ver a aplicabilidade disso, ele tem que ser motivado a perceber a importância disso.

Cecília: em relação aos conceitos do cálculo terem um sentido, seria necessária uma tarefa mais voltada do aluno em procurar esse sentido, ou do professor, talvez do curso, estruturar a disciplina de cálculo de forma que ela forneça mais significado, mais sentido?

P2: é, eu acho que as disciplinas de serviço do departamento de matemática, ou seja, quando elas são ministradas para outras áreas afins, e não para a matemática, eu acho que esses programas tem que ser revistos. Eu acho que o ensino deveria partir de uma situação problema. Claro, a realidade que a gente enfrenta são turmas grandes, fica complicado, mas eu acho que a gente sempre tem que dar um jeito de chamar a atenção deles para alguma coisa, eu acho que a gente tem que motivá-los a serem auto-didatas, a pesquisarem sabe, as diferentes formas de abordagem em qualquer curso afim.

Cecília: você tem mais algo a falar, que queira dizer, contribuir?

P2: eu quero dizer que as vezes eu me sinto não insegura, mas eu sinto que toda essa visão de tentar unir a matemática a física em termos de ensino e aprendizagem é uma visão meio isolada sabe? No ambiente profissional que eu atuo. Então as vezes eu mesma me desestimulo as vezes, e vou em frente, mas existem diferentes públicos de alunos; aqueles que querem a matemática por si só, aqueles que querem a física por si só, aqueles que gostam de um ensino mais discutido, mais discutido em sala de aula, então a gente tem que acabar respeitando um pouco de tudo, e ai eu me sinto as vezes meio solitária, eu interajo muito bem com os profissionais do ensino de física, e agora estou tentando a interação com os professores da educação matemática, que tem a visão um pouco diferente, eu não posso tirar o meu pé, digamos assim, da matemática, e ao mesmo tempo não posso perder essa visão de aplicabilidade nas áreas da ciências.

PROFESSOR 3 (P3)

Cecília: como você costuma realizar o planejamento e o desenvolvimento de uma disciplina que leciona para o curso de licenciatura em física?

P3: como eu tenho 23 anos aqui na UFSM, então essas disciplinas eu lecionei várias vezes, então o planejamento dela começa desde a primeira vez que eu dei a disciplina e depois vai só acrescentando, mudando ao longo do tempo, então já praticamente não tem muito mais a acrescentar, já por causa dessa evolução, e daí tu tem uma disciplina que um ano tu gostou muito do impacto que deu, da resposta dos alunos, e ai tu tenta embutir esses na mesma técnica e geralmente funciona.

Cecília: e nessa técnica que você utiliza é baseada em alguma epistemologia, alguma metodologia específica, segue algum autor, algum livro para a física por exemplo?

P3: a disciplina está toda no Moodle, toda no Moodle, onde os alunos pegam as aulas, eu não sigo as aulas que estão no Moodle, é tipo um material adicional, porque eu preciso saber sempre como está a turma, eu gosto de atender, assim, quase todos os alunos e verificar que eles estão conseguindo acompanhar, então isso aí para mim é um sistema importante, e no momento que eu vejo que uns começam a trabalhar junto, a pegar junto, e quem não gosta acaba desistindo e é os que ficam, por isso que os que ficam dentro da sala de aula geralmente acabam aprovando na disciplina por causa disso, porque eles começam a se empenhar a criar a ideia de trabalho em sala de aula, e quem não gosta acaba desistindo. Então os que vão até o final eles aprendem, então acabam passando não por, como se diz, porque as provas são fáceis ou difíceis, mas porque aprenderam, os outros que não quiseram esse tipo de material ou esse tipo de aula eles acabam desistindo.

Cecília: e você relaciona a que estes que não quiseram continuar nas aulas? É a dificuldade que eles sentem?

P3: eu não sei, isso eu não sei. Na disciplina ali do curso de física continuaram até o final, dá pra acessar ali no Moodle, quantos foram desistência, quantos foram aprovados, quantos foram reprovados, geralmente os aprovados eles incrivelmente tem uma nota alta, eles acompanham todos, e os que estão lá, talvez perdido um pouco nas aulas, eles acabam não participando das aulas efetivamente, e acabam meio que... eu acho que é a maneira com que eles foram educados, desde lá do primário, o ensino médio, fundamental, e as vezes vem pro ensino superior com a mesma perspectiva então eles não gostam muito de trabalhar em sala de aula.

Cecília: quais os fatores que você considera que vão implicar em uma aprendizagem satisfatória dos estudantes e em um bom desempenho dessas turmas em cálculo I?

P3: as minhas disciplinas quando eu, nesse exemplo agora eu vou te falar é de Cálculo I para a matemática, quando eu dou limites, por exemplo, eu não calculo nenhum exemplo de limites, nada. Eu coloco ali no quadro exercícios, no quadro e aí eu acompanho os alunos para ver se eles conseguem fazer. Então muitos dizem: “a professor esse é o meu primeiro dia, eu não sei o que tu tá querendo, isso é muito para mim”, mas eu quero que tu pense naquilo que tu vai responder. E aí nesse, quando conseguem nessa primeira aula é fundamental, então os que

ficam na primeira aula até o final esses geralmente eu posso contar: eles seguem o curso e aí na segunda aula eles sabem que o método é dessa forma e eles acompanham já direto, e gostam de fazer isso. Então eu não apresento, depois que passar por isso eles entendem o que é limite, e aí eu pego a parte mais teórica, só depois, e eles gostam da teórica, eles já sabem o que significa aquilo e porque as coisas acontecem.

Cecília: até a assimilação deles se torna melhor porque eles já conseguem relacionar ao que viram?

P3: isso, então é essa ideia que deu certo e eu continuo fazendo em cálculo, e em todas as disciplinas menos em algumas mais difíceis, porque não dá para fazer isso, que são as disciplinas de análise da matemática, outras disciplinas como a geometria plana, geometria espacial, não dá para fazer isso porque é uma disciplina encadeada assim, que não dá para fazer isso. Mas cálculo é muito bom trabalhar assim. Tanto para a física, como para matemática, engenharias, então eu gosto de trabalhar dessa forma, eu sempre trabalhei dessa forma, então o alto índice de aprovação na minha disciplina eu diria que é por causa disso, de ter a paciência com os alunos que estão um pouquinho mais atrás, trazer eles à frente.

Cecília: e é bem perceptível essa diferença dos alunos que ainda não estão conseguindo acompanhar o conteúdo da forma como os que estão conseguindo acompanhar? Dentro da sala de aula você consegue observar isso?

P3: sim, eu divido isso em quatro estágios: são quatro estágios que eu vejo na mesma turma, e o objetivo é levar eles para o último estágio. O primeiro estágio seria aqueles que ainda não tem a base para a disciplina, esse é o primeiro estágio, a base. Eu vejo que o pessoal que está ali falta alguma coisa para estarem ali; então eu tenho que trabalhar bastante as coisas fora da sala de aula até, para conseguir, insisto com eles para trabalhar fora para conseguir a base. Então é assim, tendo a base, e aí o conteúdo da disciplina, a assimilação do conteúdo, então veja que tem os que estão assimilando o conteúdo com uma certa dificuldade. E aí tem o outro grupo que assimilou o conteúdo e está fazendo os exercícios, já tudo que tu propõe para eles fazerem, eles fazem, já fazem direto, e às vezes bem, uns mais rápidos e outros mais lentos. E o último estágio que eu digo que eles estão preparados para a prova é quando começa a surgir várias perguntas na sala: “professor, se eu trocar essa função por aquela, o que eu posso concluir? E se eu trocar aquela por essa? Olha, eu pensei em fazer isso, colocar ao invés de seno, vou colocar tangente... e o resultado aqui continua sendo ‘tal’, está certo?” eles fazem

essa mudança nos meus exercícios que eu coloco no quadro, eu coloco uns exercícios e eles mudam aqueles exercícios em função daquilo que eles estão pensando então estes estão preparados para a prova. E o objetivo é levar todo mundo até aí, o que nem sempre é possível, no quarto estágio que eu chamo. Terceiro estágio seria fazer todos os exercícios propostos, e o quarto estágio é querer mudar os exercícios que a gente propõe e fazer perguntas, mudanças.

Cecília: e o aluno que consegue desenvolver então esses quatro estágios ele consegue a aprovação?

P3: sim, sim, ai chega no quarto estágio ele tá preparado para aquele conteúdo, e depois o outro, e segue forte no outro, e vai, e ai quando chega no final, eu digo sempre para os alunos quando passam na disciplina de cálculo que eles não podem reprovar depois, porque embora que o professor use uma outra metodologia, eles vão ter que fazer, sair da sala de aula e encarar os exercícios para eles conseguirem acompanhar, então o objetivo do cálculo I para mim mais é ensinar os alunos a estudarem. Porque a maioria dos alunos estuda errado, a maioria dos alunos não sabe estudar. Então precisa ensinar eles a estudar, além do conteúdo, ensinar eles estudarem. E da física é ainda pior, os alunos geralmente vem com uma auto-estima muito baixa. A auto-estima assim é incrível, é lá embaixo, então tu precisa levantar a auto estima. Uma vez eu vi um aluno de medicina falando que um professor, nos primeiros dias de aula os professores eles tentam demonstrar que os alunos deles ali são deuses. Eles jogam a auto estima deles ali lá em cima, que eles vão curar pessoas, vocês são deuses, próximos de deuses, então eu vi que esse tipo de fator falta no caso no cálculo, e mostrar para os alunos que na verdade, eles são deuses também, que eles são capazes de conseguir. Então a primeira coisa da disciplina que os alunos tem que saber é que tem condições de aprovar. E no momento que eles assimilaram isso, e saberem “não, eu tenho condições de aprovar”, mas tem que interiorizar, tem que entrar lá no psíquico da pessoa, e a hora que ele faz isso, tu pode puxar que ele vai te corresponder então muitas vezes quando um aluno olha para uma tabela de professores, o que ele vê é: “com esse ai não adianta fazer, porque eu não vou passar” e não adianta ele fazer com esse porque não vai passar mesmo, ele já assimilou que “com esse professor eu não vou conseguir passar”, e ai ele vai para a primeira aula ele vai desmotivado, com a auto estima baixa, e vai continuar assim, e acaba não passando. Então esse é o problema. Ai quando chega outro professor ele diz assim: “ah, com esse eu passo” e ai pode ser uma disciplina bem mais difícil do que o outro, e ele vai passar porque ele já assimilou, todo mundo tá dizendo que com esse passa, então ele vai fazer e vai passar.

Cecília: E as vezes é mais por esse fator mesmo?

P3: psicológico, é.

Cecília: você já falou um pouco, mas vou perguntar de novo, quais são as principais dificuldades dos alunos na aprendizagem de cálculo I? Alguma parte delas é essa relacionada com os fatores de auto estima, de se sentir capaz, e a base para trabalhar, como você falou que tem os estágios?

P3: sim, mas isso não pode ser um amuleto, tem que mostrar para ele (aluno) que ele está na universidade e que ele consegue. Melhorar a auto estima dele e ele vai buscar suprir facilmente essa dificuldade. Eu tinha um aluno dessa última turma da física que ele não fez nem o ensino fundamental nem o médio, ele fez via Mario Quintana, e ele colocou no primeiro dia de aula que ele tinha feito pelo Mario Quintana, e tal, e eu consegui convencer ele, eu conversei com ele e perguntei a ele: tu passou no ENEM? Tu foi chamado? Fizeram festa para ti? E ele sim, fizeram festa. Então tu está aqui na universidade? Ele: to. Então não usa isso como amuleto. Ai tu vai ter que trabalhar mais talvez do que os outros, mas aí tu vai decidir isso. E esse mesmo aluno agora esses dias eu encontrei no corredor e está se formando. Quer dizer, não é de onde ele sai, é justamente esse nível de auto estima que a pessoa precisa ter, é esse empurrãozinho de chamar a atenção porque não pode usar a bengala para tentar justificar que tu não consegue fazer as coisas.

Cecília: e além dessas, você percebe alguma outra dificuldade quando os alunos estão em sala de aula tentando desenvolver o conteúdo, tentando aprender?

P3: eu percebo que algumas coisas que eles aprenderam foram de forma errada, então os conteúdos a serem ensinados no ensino médio e ensino fundamental tem muita coisa errada que eles aprenderam, e ai para tu desconstruir para depois construir fica muito complicado. É complicado, com professores acho que mal preparados, dando aula e dando as coisas erradas, então muita coisa errada ensinada no ensino médio nas escolas por aqui de Santa Maria e região, principalmente a região sul do estado, os alunos vem com muitos erros, e daí “é fácil, faz assim que é mais fácil”, mas tá errado, não pode.

Cecília: acontece alguma situação em que eles tenham uma fórmula pronta e acreditem que com aquela ali eles possam resolver qualquer situação?

P3: é justamente isso, se resolve tudo com aquilo, mas não se aplica.

Cecília: quais os materiais de aprendizagem que você costuma utilizar em suas aulas ao longo do semestre?

P3: eu utilizo o Moodle, lá eu coloco tipo uma apostila, ela é separada em aulas, listas de exercícios, soluções das listas, tem tudo ali no Moodle e que eles podem consultar. Eu não uso as perguntas assim pelo Moodle, porque eu sempre incentivo os alunos a fazerem essas perguntas na sala de aula, porque eu quero que ele faça essa pergunta porque geralmente é uma pergunta, uma dúvida que ele tem é de toda turma, toda turma vai ganhar com essa pergunta, porque as perguntas que movem uma sala de aula, não são as respostas. Se os alunos não tem uma pergunta eu não sei o que faço em uma sala de aula. Ai eu fico totalmente perdido se ninguém fala, se ninguém tem perguntas para fazer, ai eu tenho que fazer essas perguntas, fazer eles responderem.

Cecília: Como você realiza a avaliação da aprendizagem dos estudantes?

P3: a tradicional, com provas.

Cecília: como você percebe a importância e a aplicabilidade do cálculo I na física?

P3: se tu for pegar pela história, tu vai lá nas equações de Maxwell, da física, são equações definidas, por exemplo, o aluno tendo o cálculo I ele já consegue ter ideia das Equações de Maxwell que são enunciadas a partir de derivadas e as coisas de eletromagnetismo, e com essas equações, para mostrar que Maxwell estava certo a gente vai pela história, tem até um filme sobre isso, que se descobriu a comunicação entre dois pontos através de circuitos eletromagnéticos, e se descobriu o que é essencial, a própria energia elétrica, primeiro corrente contínua, depois com a corrente alternada, então tudo tentando demonstrar que Maxwell estava certo. A base histórica para entender a origem da comunicação hoje em dia são devido às equações de eletromagnetismo de Maxwell e tu vai lá no Maxwell, e ele elaborou as equações sem ter nada em mãos, sem ter a eletricidade sem ter nada, não se sabia, o que foi testando as equações de Maxwell até chegar nos semicondutores, que a gente utiliza hoje em dia nos rádios e para chegar até ali na possibilidade de ter os rádios, depois de tudo que se tem em comunicação elas começam ali o desenvolvimento nas equações de Maxwell, que descobriu, não é assim que primeiro veio o eletromagnetismo e depois veio o cálculo para justificar, não. O cálculo foi a base, e graças ao cálculo que se tem hoje o rádio, a televisão, a internet, o celular, começa ali. E depois o cálculo vai ter uma aplicação em várias coisas.

Cecília: você tem sugestões para a melhoria da aprendizagem dos alunos nesta disciplinas?

P3: sim, que no caso da física eu sugiro que os alunos façam pelo menos um pré-cálculo, para daí do cálculo já estejam mais... Talvez não todos os alunos, mas os alunos classificados de um certo índice para baixo que fosse dado a chance para eles fazerem um pré-cálculo. Na UFRGS solucionou esse problema, porque os alunos são convidados, quando fazem o vestibular são disponibilizados os bolsistas, que são alunos da graduação, que vão ajudar outros alunos com o pré-cálculo. O índice de reprovação diminuiu muito aonde eles tem essa disciplina que é ministrada por bolsistas, alunos da matemática, alunos da física, química, e em geral alunos que tem bolsa de verão, e os alunos já quando passam no vestibular são convidados a participar do pré-cálculo antes de começar as aulas.

PROFESSORA 4 (P4)

Cecília: Como você costuma realizar o planejamento e o desenvolvimento de uma disciplina que leciona para o curso de licenciatura em física?

P4: na verdade quando eu lecionei a disciplina de Cálculo 1 era junto ainda não era só Cálculo I para física em separado era para Física bacharelado e licenciatura e Meteorologia então naquela época. Eu pego o programa da disciplina, eu vejo qual é a ementa e eu tento sempre direcionar para o curso que eu estou ministrando então eu sempre tento levar o cálculo, no da licenciatura, levar alguma coisa que faça o aluno perceber que ele vai ter que ter o conhecimento técnico da disciplina ele vai ter que se relacionar com o futuro, no caso quando ele for ensinar o que ele pode levar daquele conteúdo lá quando ele for professor. Se for o bacharelado eu tento sempre levar um pouco mais para a parte técnica mesmo embora que a gente saiba que depois eles também vão ser os professores nas maioria das vezes então eu acabo justificando também. E a metodologia aqui é um pouco diferente né, mas no caso eles também vão acabar vir lecionando em algum curso de universidade então eu sempre tento dizer para eles que eles têm que ter o conhecimento técnico, mas também eles tem que relacionar com a realidade, e depois com a realidade do aluno mesmo eu tento fazer isso.

Cecília: você segue alguma metodologia para planejar essas aulas, algum procedimento específico?

P4: metodologia já é pouco amplo, se levar o bem para o lado da educação eu não sei se eu sigo alguma. Mas eu tento seguir o livro texto que está na bibliografia da disciplina mesmo e eu sempre tento buscar uma coisa fora por exemplo se é cálculo eu sempre tento buscar aonde que o cálculo se relaciona com a disciplina por exemplo específica da física seja lá seja mecânica seja termodinâmica qualquer outra disciplina ou mesmo no ensino médio onde por exemplo eu posso levar esse estudo. Como eu venho da aplicada eu sempre tento trazer algum problema aplicado. Seja o específico em alguma disciplina aqui dentro dos cursos de graduação e também tento com um pouco de conhecimento que eu tenho lá do ensino médio da realidade levar lá para o ensino médio é o que eu tento.

Cecília: Quais os fatores que você considera que vão implicar na aprendizagem satisfatória dos estudantes e um bom desempenho deles nessa disciplina de cálculo?

P4: eu acho que uma base, uma base vinda do ensino médio é muito importante e o segundo eu acho que é estimular o aluno a procurar a ser um pouco mais auto-didático na hora de aprender porque o que eu vejo é que eles saem assim do Cálculo 1 e quando chegam aqui a realidade é bem diferente. Eles não estão acostumados com o ensino médio com aquele fluxo né das disciplinas e aí quando chegam aqui eles ficam meio perdidos. Então eu acho que além de dar o conteúdo é importante o professor direcionar o aluno ao que é importante a tipo a pegar o livro texto, além participar das aulas o aluno revisar o conteúdo em casa fazer a lista de exercícios por que, na minha opinião, ninguém aprende cálculo sem fazer listas exercícios, sem ter a parte mecânica mesmo, e eu acho que é isso.

Cecília: Quais são as principais dificuldades que você percebe em relação à aprendizagem dos alunos?

P4: eu acho que a maior dificuldade deles é porque falta a base do ensino médio a parte matemática com que eles chegam aqui na universidade... É... os conhecimentos básicos de função funções e até mesmo de operações aritmética eu acho que essa é a maior dificuldade aí quando você vai ensinar a partir por exemplo limites derivada às vezes ele entende o que é um limite, o que é uma derivada o problema dele está na parte básica é operar com as funções, eu acho que é o básico.

Cecília: você tenta atrapalhar de alguma forma essa parte que falta você sugere alguma coisa que poderia melhorar?

P4: sim eu tento fazer aulas extras né, já fiz no semestre passado normalmente com alunos orientados da docência orientada o que eu tento indicar as monitorias indicar os pré-cálculos que tem os projetos de pré-cálculo, mas a realidade e a frequência é bem baixa nessas nessa parte alternativa e até porque eles têm muita cadeira né, então eles dizem que não tem tempo que não tem horário.

Cecília: Quais os materiais de aprendizagem você costuma utilizar nas suas aulas ao longo do semestre?

P4: Eu uso o livro né outros livros lista de exercício quando eu tenho eu posso passo os softwares tanto gráficos quanto numérico eu tento sites blogs eu tento colocar uma base de coisas que eles possam identificar as vezes eles não entendem a minha linguagem mas às vezes assistindo um vídeo de muitas aulas como de outras universidades a USP e outras que tem muito vídeo aula então eu tento passar em isso essas endereços para eles procurarem.

Cecília: Como você realiza a avaliação da aprendizagem dos estudantes?

P4: infelizmente é com prova. Prova, algum trabalho, e quando a turma não é tão grande eu consigo fazer algum trabalho um pouco não personalizado eu digo mas assim eu digo por exemplo dar um exercício para o aluno ir para o quadro outras vezes eu passo listas e um corrige o exercício do outro mas isso acontece quando as turmas não são muito grandes.

Cecília: o que você torna difícil no primeiro semestre então?

P4: é no primeiro semestre é difícil eu consigo fazer cadeiras de equações outras cadeiras eu já consegui fazer isso aí por exemplo, na última turma de matemática eles tinham a tarefa de procurar um artigo que falasse sobre o assunto da disciplina e eles tinham que explicar para outro colega o artigo e falar o que eles acharam, dar uma crítica sugestão e foi muito legal isso sabe mas é porque a turma tinha 13 alunos só.

Cecília: Como você percebe a importância e a aplicabilidade da disciplina de Cálculo 1?

P4: Ah eu acho que é a base para qualquer curso de graduação. No caso engenharias física e matemática eu acho que o curso de cálculo um bem dado e que o aluno tenha um bom aproveitamento acredito que os outros cálculos que venham e mesmo as outras disciplinas equações o que for eles vão ter menos dificuldades.

Cecília: você tem sugestões para melhorar a aprendizagem dos alunos nessas disciplinas?

P4: Eu acho que um curso de pré-cálculo para a gente tirar aquele problema da base então curso de pré-cálculo para ele revisar conteúdos básicos e daí então o Cálculo I começar com assuntos mais do ensino superior e mesmo no pré-cálculo a parte intuitiva fazer o que o aluno entender intuitivamente o que é o limite, uma derivada saber aquela ideia do que é o cálculo de uma integral deu uma soma de séries eu acho que tem que ter esse curso introdutório.

Cecília: gostaria de dizer mais alguma coisa sobre a disciplina de cálculo, sobre a aprendizagem?

P4: O que eu tenho para dizer é que eu acho os cursos de cálculo lindo, eu adoro eu acho um curso que infelizmente é um curso que ele é muito conteúdo pelo tempo assim não seria tanto conteúdo pelo tempo seu aluno viesse com uma base melhor, mas do jeito que é a nossa realidade eu acho que o problema maior é ter que dar tanto conteúdo em pouco tempo e daí a gente não consegue ficar lá fazendo cada parte como deveria ser com o tempo adequado, mas que eu acho curso muito importante realmente é o básico para qualquer curso.

Cecília: em relação à quantidade de tempo e quantidade de conteúdo você acha que aumentando o número de horas ou de repente dividindo melhor as disciplinas seria melhor?

P4: no curso de licenciatura as até tá bom tá. Eu penso mais nos cursos de engenharia eu acho que os cursos de engenharia dois cálculos é muito pouco. Então os cursos de licenciatura eu acho que Cálculo 1 e 2 e 3 você consegue trabalhar bem o conteúdo se tivesse um pré-cálculo Então seria perfeito.

PROFESSOR 5 (P5)

Cecília: Como você costuma realizar o planejamento e desenvolvimento de uma disciplina de Cálculo I para o curso de Licenciatura em Física?

P5: eu não mudo assim o procedimento de curso para curso né. Eu só procuro assim quando o curso faz uso da Matemática, como o curso de física um curso de química curso de economia que eu já dei aula, para as engenharias, eu tento né puxar para apresentar algumas aplicações sempre alguma aplicação do conceito dentro de uma motivação de conceitos definir a

derivada procuro fazer algum exemplo, uma motivação para chegar no conceito. Já por exemplo na matemática o enfoque é bem mais teórico não há tanta preocupação com aplicações, a menos que o aluno pergunte para apresentar.

Cecília: para fazer esse planejamento costuma utilizar alguma metodologia seguir algum autor específico? Quando é o cálculo para o curso de Física?

P5: não, não, na bibliografia mais ou menos a mesma aí eu procuro usar o livro do Geraldo Ávila que é um livro antigo né dos cálculos I, II e III, eu acho assim interessante pelas aplicações justamente que ele apresenta, o livro do Leithold eu uso também, o Thomaz do pessoal da física que gosta desse livro.

Cecília: Quais os fatores você considera que implica uma aprendizagem satisfatória dos Estudantes e um bom desempenho destes nas disciplinas de cálculo?

P5: fatores ou eu acho que tem fatores dos dois lados do professor e do aluno. O professor eu acho que tem que procurar, e eu tento fazer isso pelo menos, apresentar aos conceitos da forma mais clara possível né de forma mais didática, com bastante exemplos, pelo menos tem que ter bastante e exemplos dos conceitos apresentados, propor vários exercícios, o professor estará disponível para tirar dúvidas e responder os exercícios. E por parte dos alunos eles têm que ter os pré-requisitos né, às vezes a gente percebe que infelizmente eles não têm... Vários graus de dificuldade têm desde alunos preparados como alunos com preparação mais precária né isso acontece praticamente em todas as turmas até no bacharelado em Matemática a gente percebe isso nesses alunos, que teoricamente estariam bem preparados é o que a gente observa. E é isso.

Cecília: essa sua resposta tem relação com a próxima pergunta que é quais são as principais dificuldades que você percebe na aprendizagem dos alunos? E então muito dela tem a ver com a falta de pré-requisitos?

P5: Eu acho que sim Acho que sim às vezes sem dúvidas assim básicas né que não deveriam ter então soma de matrizes, resolução de equação do segundo grau, e daí o que eu faço muitas vezes é fazer uma revisãozinha no momento que surge aquela dúvida né, que às vezes é de vários, que o aluno pergunta eu faço uma revisão rápida para sanar aquilo até para lembrar, às vezes um ou outro que saiba ele relembra.

Cecília: fora essa dificuldade você percebe mais alguma?

P5: olha presenças normalmente os alunos vêm nas aulas né, eles assistem, eles copiam as aulas eventualmente eu disponibilizo o material no Moodle, mas basicamente é isso mesmo em aula e talvez um estudo maior né, não sei talvez o que eu percebo nas provas é que falta muito mais dedicação que as questões das provas que a gente faz não são assim muito difíceis né, são mais ou menos o que eu procuro fazer dentro da linha de raciocínio do que eu apresento em sala de aula não vou fugir demais né. Mesmo então se a pessoa estudar aquele conteúdo né o procedimento-padrão o aluno estudar o conteúdo ele vai bem muitas vezes a gente vê que faltou aquilo né olhar o material entender e refazer os exemplos e aí claro tentar os exercícios essa dedicação a mais né. Talvez, mas eu entendo né também tem os alunos da engenharia que são muito exigidos né, eles têm muitas cadeiras então não pode exigir você vai estudar isso você vai estudar essa cadeira e mais 7 ou 8 às vezes mais por semestre eles fazem né então se tem essa exigência grande se houvesse um estudo maior com certeza a coisa seria com menos dificuldade.

Cecília: Quais os materiais de aprendizagem você costuma utilizar na sua na sala de aula durante as aulas?

P5: Basicamente o quadro e giz, muito eventualmente eu uso data show eu usei pouco algumas vezes venha com ações para apresentar a série de Fourier... Normalmente ao quadro lista de exercícios tem algum material escrito que a passo para eles, no MOODLE eu ponho listas, com as listas às vezes algum conteúdo extra que está relacionado ao assunto, mas que não estava assim diretamente no programa e às vezes eu coloco ali para quem tiver interesse ler e às vezes a pessoa pergunta e a gente discute.

Cecília: como você realiza a avaliação da aprendizagem dos estudantes?

P5: basicamente provas. Eu faço duas ou três provas duas provas em cadeiras de 60 horas 90 horas eu faço três provas e se houver necessidade daí, que eu digo necessidade se os alunos não estão digamos assim entendendo de forma satisfatória nas avaliações nas provas, eu faço listas de exercícios, o objetivo é, digamos assim, refinar avaliação para ela não ficar tão rígida. Porque cada turma tem sua característica, suas dificuldades e o mesmo conteúdo que a gente apresente uma turma de um semestre tem que ser feito diferente na outra. Às vezes uma turma precisa ter um incentivo a mais né, vamos dizer assim, que eu tento dar através dessa lista de exercício o aluno resolve, discute com aluno me pergunta e aí ele consegue aprender, ter o aprendizado e não tem avaliação suficiente.

Cecília: como você percebe a importância e aplicabilidade da disciplina de Cálculo I?

P5: eu acho que é uma ferramenta fundamental, porque que aí tem os conceitos da Derivada da Integral que são os dois conceitos fundamentais e que usam na modelagem dos conceitos físicos a derivada entendida como taxa de variação que é uma velocidade da variação de uma grandeza em relação a outra, que é uma forma de equacionar uma grandeza envolvendo outras, então eu acho que ela é fundamental, para a física é essencial esses conceitos do cálculo, quanto mais eles puderem aprender eu acho que melhor uso eles vão poder fazer.

Cecília: você possui sugestões para a melhoria da aprendizagem dos alunos nessas disciplinas?

P5: não sei assim dizer exatamente, mas olha talvez mais tempo, mais horas/aula seria uma opção né, mas claro tudo isso envolve vários outros problemas, mas se tiver mais tempo seria bom, se tivesse monitor sempre, muitas vezes a gente consegue muitas vezes não consegue ter um monitor para dar um suporte né porque, às vezes o aluno, apesar de tento ser bem acessível sempre, mas o aluno às vezes ele tem uma timidez, não quer conversar com professor não quer perguntar, achando que a dúvida não é cabível, e aí a gente se retrai mas, com o colega ele pode muitas vezes perguntar e o efeito surte, e isso acontece um aluno monitor é bom. Talvez se tivesse recursos computacionais seria uma outra forma da gente usar computadores com certos programas para ensinar ou reforçar vamos dizer assim, de formas exclusivas reforçar os conceitos porque ali eles podem ver fazer equação da reta, é um auxílio sim... A ver a equação de segundo grau ver fazer o desenho da parábola, mas aí para ter isso tem que ter laboratório bom que e equiparado e a gente sabe que é difícil, nem sei se tem mais, mas acho que seria isso.