

**Cálculo Diferencial e Integral: um estudo sobre estratégias  
para redução do percentual de não aprovação**

**Rosane Cordeiro Rafael**

**Rosane Cordeiro Rafael**

**Cálculo Diferencial e Integral: um estudo sobre estratégias  
para redução do percentual de não aprovação**

Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Escher

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Educação Matemática, como parte dos requisitos para o título de Mestre em Educação Matemática.

Juiz de Fora (MG)  
Abril, 2017

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Rafael, Rosane Cordeiro.

Cálculo Diferencial e Integral: um estudo sobre estratégias para redução do percentual de não aprovação / Rosane Cordeiro Rafael. - 2017.

103 f.

Orientador: Marco Antônio Escher

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Exatas. Programa de Pós Graduação em Educação Matemática, 2017.

1. Educação Matemática. 2. Cálculo Diferencial e Integral. 3. Índice de Não - Aprovação. 4. Ensino Superior . 5. Intervenções Pedagógicas. I. Escher, Marco Antônio, orient. II. Título.

**Rosane Cordeiro Rafael**

**Cálculo Diferencial e Integral: um estudo sobre estratégias  
para redução do percentual de não aprovação**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Educação Matemática, como parte dos requisitos para o título de Mestre em Educação Matemática.

**Comissão Examinadora**

---

Prof. Dr. Marco Antônio Escher  
Orientador

---

Prof. Dr. Wanderley Moura Rezende  
Convidado externo - UFF

---

Prof. Dr. Amarildo Melchiades da Silva  
Convidado interno UFJF

Aprovada em 05/04/2017

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecer nunca é o suficiente quando se está rodeada de pessoas tão especiais, ainda assim, se essa é uma forma de homenagear a cada um que esteve junto a mim, me guiou ou compreendeu o motivo da minha ausência, que esse agradecimento reflita tudo o que sinto.

A Deus, por me dar o dom da vida, por me guiar e permitir meu ir e vir não só na caminhada dos estudos, mas por me trazer segura das viagens de ida e volta a Juiz de Fora.

Aos meu pais, por todas as oportunidades a mim concedidas. Pude sentir o quão difícil é para pais que não possuem nem mesmo o 5º ano do ensino fundamental, fornecerem aos filhos a oportunidade de concluir seus estudos. Foram diversas as vezes que abriram mão das próprias vidas para permitirem que eu vivesse a minha. A falta de recursos nunca foi um motivo para que me estimulassem a desistir. Assim, a cobrança por bons resultados fez toda a diferença.

A minha irmã Rozelaine, meu cunhado Denilson e meus amigos Nelson e Elane, por serem os grandes incentivadores dessa caminhada, por estarem ao meu lado a todo momento e por acreditarem em mim, mesmo nos momentos mais difíceis. Com certeza foram parte crucial desse momento da minha vida e não conseguiria sem eles.

As minhas irmãs Renata e Raquel por toda a ajuda, fosse na hora da correção do texto, formatação ou ouvindo inúmeras vezes a leitura do mesmo parágrafo para saber se estava compreensível.

Aos meus amigos Luiz, Daniele, Vinícius, Bianca, Anderson, Juliana, Angelina e Carolina por compreenderem as minhas ausências nesses dois anos nos principais momentos das vidas de vocês.

Aos amigos Dayselane, Thais, Marinalva e Hugo, por dividirem comigo durante esses dois anos o peso do desespero, da correria e da necessidade de uma conversa que ajudasse a esparecer nos momentos de angústia.

Ao meu orientador Marco Escher, por acreditar no meu trabalho e aceitar embarcar comigo nessa pesquisa. Ele com certeza não é capaz de imaginar quantas foram às vezes em que pensei em desistir, mas por não querer decepcioná-lo, retornava às pesquisas.

Aos membros da banca Prof. Dr. Wanderley Moura Rezende e Prof. Dr. Amarildo Melchiades da Silva pelas considerações propostas ao trabalho e por dividirem comigo esse momento tão esperado.

Assim, encerro a dedicatória na firme constatação de que sem os que me cercam e cuidam de mim esse trabalho não seria concluído da mesma maneira, pois eles fazem parte da minha história.

*Aprender é a única coisa que a mente nunca se cansa,  
Nunca tem medo e nunca se arrepende.  
(Leonardo Da Vinci)*

# Resumo

O presente estudo investigou as intervenções metodológicas realizadas por universidades públicas e privadas no que se refere a estratégias para reduzir o percentual de não aprovação, isto é, reprovados e evadidos na disciplina Cálculo Diferencial e Integral. Para tanto, consta neste a investigação e exposição dos principais fatores apresentados por professores, alunos e pesquisadores de matemática, mais especificamente, de Cálculo Diferencial e Integral que influenciam no baixo rendimento na disciplina. Constatados esses fatores, o trabalho relacionou as intervenções metodológicas realizadas pelas instituições para reduzir os índices de não aprovação em Cálculo Diferencial e Integral e seus desdobramentos no decorrer do curso. Por meio da pesquisa qualitativa, foram coletados e analisados os dados das secretarias universitárias, além de um questionário aplicado para professores e alunos da disciplina em questão. Em virtude da pesquisa realizada, constatou-se que nas universidades privadas, os percentuais de não aprovação na disciplina em questão, apesar de serem elevados, demonstram ser relativamente menores do que os apresentados pelas instituições públicas. Além disso, o volume de intervenções propostas pelas instituições privadas foi maior que o apresentado pelas instituições públicas, fator que pode ter contribuído para essa diferença. Outro ponto que os resultados mostraram encontra-se no fato de as intervenções realizadas pelas instituições serem consideradas por grande parte dos professores e alunos entrevistados como incapazes de resolver o problema de compreensão do conteúdo. Apesar dos resultados mostrarem a redução no percentual de não aprovação, a pesquisa não conseguiu constatar significativa melhora na aprendizagem, podendo considerar assim, como paliativas as intervenções realizadas.

**Palavras-chave:** Educação Matemática. Cálculo Diferencial e Integral. Índice de Não Aprovação. Ensino Superior. Intervenções Pedagógicas.



## Abstract

This present paper aims to investigate the methodological interventions conducted by public and private universities concerning the strategies to reduce students failure rates (reprobation and abandon) on the discipline Differential and Integral Calculus. The investigation for the main factors that influence the low performance in this area are conducted with the help of teachers, students and researchers of mathematics, mainly focusing on this discipline. Having identified these factors, this work analyzed the methodological interventions carried out by institutions and exposed its consequences. Qualitative surveys were realized with teachers and students and historical data were collected from course secretaries. Survey shows that, although students failure rates in private schools are high, they are relatively smaller than those in public schools. We verified that the number of interventions done by private schools are higher than those presented by public schools, a factor that may have contributed to this difference. We also verified that that these interventions are seen, by the majority of the interviewed teachers and students, as being incapable of solving the problems for the subject's content comprehension. Another point that the results show is in fact interventions carried out by institutions they are considered by most of the teachers and students interviewed as unable to solve the problem of understanding of content. Although the results showed a reduction in the percentage of failure rates, the research was not able to verify a significant improvement in learning, and thus, the interventions were considered as palliatives.

**Key words:** Differential and Integral Calculus. Failure Rates. Higher Education. Interventions.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Número de Instituições de Educação Superior, por Categoria Administrativa (Pública e Privada), segundo a Região Geográfica.....	20
Figura 2 - O papel do professor de Matemática .....	43
Figura 3 – Gráfico do tempo necessário para a aprovação em Cálculo .....	61
Figura 4 – Percentual de Aprovação em Cálculo no curso de Matemática .....	64
Figura 5 – Percentual de Aprovação em Engenharia de Produção.....	65
Figura 6 – Percentual de Aprovação em Computação.....	66
Figura 7 – Trancamento de Matrículas no período 2009-2013 .....	67
Figura 8 – Ingresso x Conclusão.....	81
Figura 9- Aprovações e reprovações antes e após a intervenção.....	82
Figura 10 - Aprovações e reprovações antes e após a intervenção.....	83

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1–Local e anos onde ocorreu o ENEM.....	22
Quadro 2- Local e ano onde ocorreu o SIPEMAT .....	23
Quadro 3 - Local e anos onde ocorreu o SIPEM.....	24
Quadro 4- Causas possíveis para o problema de retenção escolar .....	26
Quadro 5- Dissertações, teses, artigos e capítulos de livros.....	27
Quadro 6 - Tempo médio para a aprovação em Cálculo I.....	60
Quadro 7- Percentual de evasão em 2014 nas universidades pesquisadas .....	62
Quadro 8 - Percentual de reprovação e evasão na Universidade D .....	63
Quadro 9 - Ingresso x aprovação em Cálculo I no curso de Matemática .....	63
Quadro 10 - Ingresso x aprovação em Cálculo I no curso de Engenharia de Produção .....	64
Quadro 11- Ingresso x aprovação em Cálculo I no curso de Computação .....	65
Quadro 12 – ingresso x não aprovação em Cálculo no Bacharelado em Ciências Exatas (2009-2013).....	66
Quadro 13 - Percentual de aprovação em Cálculo na Universidade C- 2005 .....	68
Quadro 14-Intervenções realizadas pelas instituições pesquisadas .....	70
Quadro 15 - Ingresso, evasão e aprovação em Cálculo nos cursos de Engenharia 2015/1 .....	80

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	13
1. SITUANDO A PESQUISA: A MATEMÁTICA NOS CURSOS DE ENSINO SUPERIOR .....	18
1.1 O Ensino Superior no Brasil: a alocação de instituições públicas e privadas em cada região.....	18
1.2 A matemática no Ensino Superior: o Cálculo Diferencial e Integral .....	20
2 REVISÃO DA LITERATURA .....	25
2.1 O Cálculo: dificuldades e perspectivas.....	30
2.2 Aprovações e não aprovações: a realidade da disciplina.....	37
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	39
3.1 Problemas de ordem conceitual e/ou metodológica.....	39
3.2 Problemas de ordem cognitiva.....	46
4 METODOLOGIA DE PESQUISA .....	49
4.1 Abordagem da pesquisa.....	49
4.2 O Estudo de Caso como Estratégia de Pesquisa.....	54
4.3 Cenário de Pesquisa .....	56
4.4 Objetivos e pergunta .....	58
5 A REALIDADE DAS INSTITUIÇÕES PESQUISADAS.....	60
6.1 AS PROPOSTAS OFERECIDAS PELAS INSTITUIÇÕES PARA REDUZIR O PROBLEMA: .....	69
6.1.1 DISCIPLINA PREPARATÓRIA .....	70
6.1.2 MONITORIA.....	71
6.1.3 CÁLCULO OFERECIDO DE MANEIRA DIFERENCIADA .....	71
6.1.4 AULAS EXTRAS .....	72
6.1.5 MINICURSOS .....	73
6.1.6 TESTE DE CONHECIMENTOS PONTUADOS .....	73
6.1.7 LABORATÓRIO DE CÁLCULO.....	74
6.1.8 AULA ONLINE DE REVISÃO.....	75
6.1.9 ATIVIDADE ESTRUTURADA.....	75

6.2 INTERVENÇÕES: O QUE PROFESSORES E ALUNOS PENSAM A RESPEITO? .....	76
6.3 RESULTADOS APÓS INTERVENÇÕES.....	79
7 ANÁLISE DOS DADOS.....	84
8 CONCLUSÕES .....	90
9 REFERÊNCIAS.....	93
ANEXOS .....	97

## INTRODUÇÃO

O Ensino Superior oferece uma gama de cursos nas mais diversificadas áreas, e, dentro deles, é comum encontrar disciplinas relacionadas a Matemática. Mais comum ainda é o número de alunos que chegam no ensino superior defasados em Matemática. Com isso, o professor que vai trabalhar com essas disciplinas deve ter bem claro os conceitos e dominar técnicas para desenvolver pré-requisitos básicos que deveriam ter sido adquiridos durante a vida escolar do educando. Entretanto, é notório que as dificuldades apresentadas por ambos não têm sido sanadas e, em função disso e de outros fatores, surgem questionamentos referentes ao conteúdo, às habilidades requisitadas aos docentes e discentes, aos índices de aprovação, a carga horária destinada a cada disciplina, entre outros assuntos que fazem parte do processo de ensino e aprendizagem de qualquer disciplina, mas que, segundo alguns autores, culturalmente, tomam maiores proporções nessa área.

Considerando a experiência adquirida como educadora desse segmento em instituições públicas e privadas, observo, principalmente nas aulas de Cálculo Diferencial e Integral<sup>1</sup> grande inquietação, pois os alunos trazem uma expectativa pessimista, angustiante e até mesmo um certo repúdio à disciplina já nas primeiras aulas, mesmo sem ter conhecimento de quais serão os conteúdos ministrados.

Devido a essa experiência, tornou-se necessário refletir sobre os conceitos deturpados durante a formação dos professores de Matemática, pois me recordo dos tempos de formação acadêmica, nos quais alunos “veteranos” e até mesmo alguns dos docentes, explanavam em corredores o quanto seria difícil a vida do aluno a partir do momento que começasse a cursar a disciplina citada.

Mais de dez anos se passaram desde a minha graduação, entretanto percebo que essa prática de introdução aos conteúdos enfatizando as dificuldades da disciplina ainda é comum nos espaços educacionais.

Considerando abordagens informais entre diversos professores, e, até mesmo abordagens mais formais, constata-se que o problema não é percebido apenas em

---

<sup>1</sup> A partir desse momento, a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral será chamada de Cálculo.

minhas aulas. Nota-se que é cada vez mais comum em todo o mundo e, em função disso, diversos países discutem atualmente os problemas referentes ao Cálculo.

A disciplina ainda é trabalhada em outros cursos já que, devido a sua importância e aplicação em diversas áreas, o Cálculo é dado como disciplina obrigatória em seus programas. É o caso, por exemplo, do curso de Farmácia. Nele, a disciplina recebe o nome<sup>2</sup> de Cálculo em Farmácia e assuntos como limite, derivada e integral são utilizados para o cálculo de fármacos. O mesmo acontece no curso de Enfermagem, onde a disciplina Matemática Aplicada a Saúde está presente na grade curricular e, como no curso de Farmácia, os temas trabalhados são os tradicionais do curso de Cálculo da área de exatas. No curso de Agronomia, a disciplina recebe o nome de Cálculo para Agronomia e tem a função de introduzir os conceitos matemáticos na área estudada. Esses não são os únicos cursos que oferecem a disciplina, mas já ilustram a importância dela em diferentes áreas.

Apesar de ser comum a tantos cursos, existe uma grande apreensão quanto à assimilação dos conteúdos pelos estudantes. Devido aos elevados índices de não aprovação, a disciplina, seus conteúdos e métodos, têm sido pesquisados por muitos, prova disso encontra-se no movimento *Calculus Reform*, iniciado nos Estados Unidos durante a década de 80. A base da proposta consistia que as reformas no ensino de Cálculo fossem baseadas na “Regra dos Três”, isto é, o Cálculo deveria ser ensinado por três vias: numericamente, geometricamente e analiticamente, que hoje já foi superada pela proposta de que além das três vias, a oralidade e a escrita também devam ser incluídas. Mesmo sabendo que por si só a inserção de um software computacional não representa o real significado desse movimento, sua utilização e aceitação no meio nos mostra uma mudança comportamental, o que para alguns, é visto como característica forte deste movimento. (LUZ, 2011, p. 7).

Assim como no exterior, essa preocupação é sentida no Brasil e nesse contexto, alguns pesquisadores como Barufi (1999), Reis (2003), Olímpio Júnior (2006) e Pereira (2009) discutem as perspectivas referentes ao tema. Para estes, a busca por questões que auxiliem a compreender o processo pelo qual o ensino de

---

<sup>2</sup> As instituições podem modificar o nome da disciplina ofertada no curso.

Cálculo está passando é fundamental para que possamos tentar solucionar a problemática referente a não aprovação na disciplina.

É importante informar que quando citamos o termo não aprovação estamos nos referindo aos alunos reprovados ou evadidos na disciplina pesquisada. Assim, alunos que abandonaram o curso antes do seu término, também são considerados não aprovados em Cálculo.

Desse modo, para que assuntos sobre Cálculo sejam discutidos amplamente, a Educação Matemática busca promover discussões e encontrar alternativas para a situação.

No Brasil essa área é difundida desde a década de 50, mas até a década de 70, pouco se sabia sobre essa nova modalidade, e um pequeno número de pesquisas surgiu, entretanto, ainda voltadas somente para o ensino primário. Foi entre 1970 e 1980 que os cursos de pós-graduação passaram a desenvolver pesquisas voltadas para a aprendizagem, o currículo e o ensino. Mas somente na década de 80, quando esta já estava consolidada no país, que começaram a surgir pesquisas e produções voltadas aos métodos de ensino, a formação de professores e as concepções presentes na Educação Matemática.

Por fim, na década de 90, com o regresso de diversos mestres e doutores que buscaram formação fora do país e o encontro desses com os graduados daqui, foram criados grupos de pesquisa que fazem parte dessa concepção até hoje.

Dentro desses grupos, devido ao crescimento das pesquisas e discussões referentes ao ensino superior, a Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM) possui um Grupo de trabalho (GT 4), específico para o tema. Nele, são discutidos pontos como a formação do professor de matemática, novas tecnologias, material didático e abordagens e alternativas para o ensino de conceitos matemáticos em cursos superiores. Atualmente o coordenador é o professor José Carlos Leivas e os professores Frederico Reis e Lilian Nasser, citados nesse trabalho, fazem parte dos mais de 40 membros do GT.

Para alguns, a baixa qualidade oferecida na educação básica pode ser a culpada; outros acreditam que a formação do professor está defasada, há quem defenda que não é feita a escolha por uma metodologia adequada e que a falta de relação entre o conteúdo e suas aplicações também pode influenciar na evasão e



reprovação em Cálculo. Esses são apenas alguns dos motivos discutidos no momento, entretanto, existem muitos outros que fazem parte desse quadro alarmante relacionado ao ensino superior.

Sobre a baixa qualidade oferecida na educação básica como preceito para as dificuldades apresentadas na disciplina de Cálculo, Barreto (1995, apud Reis, 2001) afirma que:

As causas são muito conhecidas, principalmente a má formação adquirida no 1º e 2º graus, de onde recebemos um grande contingente de alunos passivos, dependentes, sem domínio de conceitos básicos, com pouca capacidade crítica, sem hábitos de estudar e conseqüentemente, bastante inseguros (REIS, 2001, p.4).

Como dito anteriormente, não somente a defasagem escolar é considerada motivo para problemática em Cálculo e, nesse sentido, Ball e Bass (2000, apud Matos, 2007) trazem em suas palavras a importância da compreensão daquilo que se aplica na sala de aula como forma de antecipar as possíveis dificuldades e reações dos alunos.

[...] a compreensão dos conteúdos pedagógicos é uma forma especial de domínio do conhecimento que ajusta o conhecimento matemático com conhecimento do aluno, aprendizagem e pedagogia. Segundo este ponto de vista, o domínio de um conjunto de saberes permite aos professores atuarem de modo antecipado, identificando possíveis problemas na aprendizagem dos alunos. A compreensão dos conteúdos possibilita a elaboração de modelos alternativos e ações pedagógicas visando a eliminação destas dificuldades (BALL; BASS, 2000, p. 4).

Na busca por maneiras de reduzir ou solucionar o problema, muitas instituições de ensino oferecem aulas extras, programas de monitoria, disciplinas preparatórias, cursos de verão, produção de material didático específico e redução do conteúdo e carga horária de Cálculo Diferencial e Integral, entretanto, quando não é conhecida a causa do problema, solucioná-lo não é tarefa fácil e muitas dessas propostas acabam tornando-se paliativas a um problema que só tende a crescer.

Nesse sentido, a busca pelas principais causas e as formas de lidar com elas devem ser pesquisadas e discutidas com maior intensidade no meio acadêmico e, devido a dependência do aluno nas instituições privadas, observa-se que a postura dessa com relação à instituição pública pode não ser similar, uma vez que com um

número muito restrito de alunos, a primeira não conseguirá manter a turma, fator esse que não necessariamente ocorre na segunda instituição.

O intuito aqui não é o de entrar em questões políticas que podem atingir diretamente essa situação, mas mostrar como cada instituição tenta resolver o problema.

Por conta das discussões acima, por meio da pesquisa qualitativa, abordaremos a problemática referente ao Cálculo, tendo essa pesquisa, exploratório, não precisando comprovar teorias ou modelos pré-concebidos sobre o assunto. Com isso, espera-se responder as perguntas:

***Quais são as propostas das instituições de ensino pesquisadas para reduzir os índices de não aprovação na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral? Quais os resultados obtidos após a aplicação das propostas?***

Para responder a essas questões, o trabalho se divide em oito capítulos, onde nesse **primeiro** apresentou-se um resumo referente a visão deste sobre a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral.

O **segundo capítulo** destina-se a apresentar uma visão referente ao ensino superior no Brasil, abordando, mais adiante, a problemática referente ao ensino-aprendizagem de Matemática no Ensino Superior: grupos de pesquisa, encontros regionais, nacionais e internacionais. Para isso serão utilizados dados retirados do IBGE<sup>3</sup> e também congressos e encontros em Educação Matemática.

O **terceiro capítulo** está destinado a apresentar o referencial bibliográfico utilizado para dar corpo à pesquisa, trazendo nele fragmentos de artigos, teses e dissertações que tem como tema as dificuldades e perspectivas dentro da área além de dados referentes a aprovação e não aprovação na disciplina.

O **quarto capítulo** apresenta o referencial teórico que compõe o trabalho, trazendo livros e pesquisas de autores da área. Nele, encontram-se informações relevantes quanto aos problemas de ordem conceitual e de ordem cognitiva.

---

<sup>3</sup> Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

O **quinto capítulo** explica a metodologia de pesquisa, apresentando os procedimentos metodológicos utilizados, a questão de investigação, incluindo seus objetivos e os caminhos percorridos até a conclusão dessa pesquisa.

O **sexto capítulo** reporta-se a uma síntese referente às instituições pesquisadas, apresentando algumas características dessas instituições, os dados coletados, a forma de coletar esses dados e a finalidade.

O **sétimo capítulo** refere-se à análise dos dados coletados durante a pesquisa, com o objetivo de delinear o quadro atual do Cálculo nas instituições pesquisadas e até mesmo, uma resposta para os questionamentos feitos no decorrer da pesquisa.

Por fim, o **oitavo capítulo** está destinado a apresentar as conclusões associadas à pergunta após a análise dos dados.

Como parte integrante da pesquisa, o **produto educacional** gerado será um material de literatura contendo os tipos de intervenções utilizadas pelas instituições pesquisadas, a opinião da autora quanto às intervenções realizadas e uma reflexão referente a intervenção realizada por ela durante o processo de pesquisa.

## **1. SITUANDO A PESQUISA: A MATEMÁTICA NOS CURSOS<sup>4</sup> DE ENSINO SUPERIOR**

A Matemática está presente em tudo: faz parte do dia a dia tanto do educando, quanto do educador. É ela que utilizamos por exemplo, no nascimento de uma criança ao expressar suas medidas, até a fase adulta, quando o homem precisa trabalhar e seu tempo é fracionado em diferentes funções. Devido a tamanha importância, seus conceitos são passados na escola desde a educação infantil e aprimorados durante os anos de escolaridade. No ensino superior, esses conceitos se juntam a outros muitas vezes ainda mais abstratos. Assim, o intuito desse capítulo é apresentar como a Matemática se encontra no Ensino Superior. Para tanto, se faz relevante conhecer um pouco das principais características de como essa modalidade se instaurou no Brasil.

### **1.1 O Ensino Superior no Brasil: a alocação de instituições públicas e privadas em cada região.**

O Ensino Superior surgiu no Brasil em 1808, apenas com cursos voltados para a saúde. Demorou mais de 80 anos para se ampliar essa oferta, visto que esse era um privilégio somente dos ricos, já que até oferecia prestígio social. Depois desse período, o que eram somente 24 instituições, passou para o expressivo número de 123 instituições em 1920.

Esse crescimento tornou-se progressivo, até que em 1964, com a ditadura militar, as instituições públicas de ensino se tornaram alvo dos governantes, já que aos olhos destes, representavam “pontos de subversão”. Foi nesse momento que as instituições privadas começaram a ganhar força e ocuparam uma fatia maior no âmbito educacional.

Passado o auge do período militar, a partir da década de 70 o governo passou a estimular não somente a graduação, mas a pós-graduação e a capacitação docente.

---

<sup>4</sup> Nessa pesquisa, subentende-se como cursos tanto as disciplinas ofertadas, quanto o curso acadêmico.

Para se ter uma noção do crescimento da busca pelo ensino superior, de acordo com dados apresentados pelo INEP para a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), na década de 90, no tema educação no ensino superior, a proporção de jovens com idade até 24 anos que cursavam ensino superior no Brasil era de aproximadamente 11%, enquanto de acordo com dados do Portal Brasil dão conta que em 2015 cerca de 58,5% dos jovens até 24 anos estavam frequentando o ensino superior.

As discussões referentes ao Ensino Superior não são somente específicas à Matemática, mas como esse se apresenta no país. Sgussardi (2009) traz dados extraídos do MEC/Inep (1999) onde as matrículas no Ensino Superior no ano de 1998 somavam aproximadamente 2.125 milhões. Dessas 67,8% eram destinadas as instituições privadas e somente 32,2% das matrículas se encontravam nas instituições públicas.

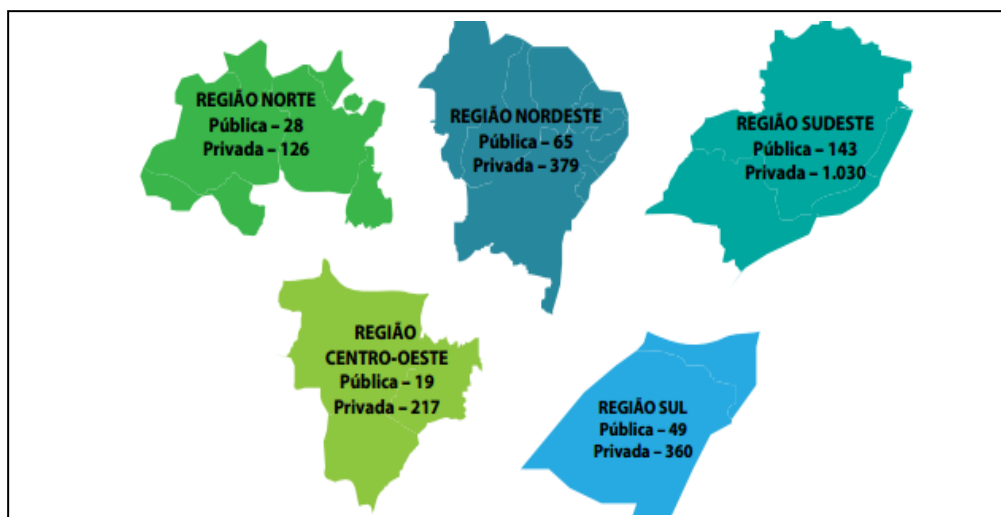
Da mesma forma, Sgussardi (2009) mostra que dos 274 mil concluintes em 1998, 67,15% eram oriundos das instituições privadas e 32,85% das instituições públicas.

Sobre o número de matrículas do Ensino Superior no Brasil nos últimos anos, os dados pesquisados mostram que em 1998 esse número era pouco maior que 2 milhões, já em 2012 o número de matrículas no segmento ultrapassou os 7 milhões (presencial e a distância). Os alunos ingressantes ficaram com uma fatia maior que 2,7 milhões (Censo,2012), número esse expressivo quando comparado ao total de matrículas em 1998.

Em termos de matrículas, a maior variação pode ser observada nos IFs e Cefets, com crescimento de 63,9% entre 2009 e 2012, seguidos pelos centros universitários, com 36,5%. Em números absolutos, nas universidades ocorreu acréscimo superior a 500.000 matrículas no período analisado, havendo um aumento de mais de 180 mil somente de 2011 para 2012. Em 2012, do total de matrículas, 54,2% estão nas universidades, 28,8% nas faculdades, 15,4% nos centros universitários e 1,6% nos IFs e Cefets (CENSO, 2012, p.57).

Em sua página na internet, o Inep apresenta dados referentes ao Censo (2012), no qual o número de instituições de Ensino Superior pública e privada em funcionamento é apresentado por região brasileira.

Figura 1- Número de Instituições de Educação Superior, por Categoria Administrativa (Pública e Privada), segundo a Região Geográfica



Fonte: Portal Inep, resumo técnico – censo educação superior 2012.

Ainda de acordo com os dados fornecidos pelo Inep, em 2012 87,4% das instituições de ensino superior se enquadrava na categoria ensino superior privado, enquanto 12,6% estavam relacionadas ao ensino superior público. 48,6% do total das instituições estão instaladas na região sudeste, fonte dessa pesquisa, e, o restante distribuído entre as demais regiões.

Dentro desse pacote, cabe ressaltar o número de cursos de graduação em algumas áreas na região sudeste. Nesse período, Engenharia, Produção e Construção tinham 2055 cursos abertos, enquanto Ciências, Matemática e Computação eram responsáveis por outros 1600 cursos.

Com tantos cursos nos quais a Matemática é disciplina fundamental para o desenvolvimento, faz-se necessário uma averiguação de como essa se apresenta nesse segmento.

### 1.2A matemática no Ensino Superior: o Cálculo Diferencial e Integral

Presente em quase tudo, a matemática é fundamental para o homem. Entretanto, no ensino superior ela surge para muitos, como uma vilã, pois nesse momento os graduandos, de exatas ou não, apresentam uma defasagem impactante

acumulada dos segmentos anteriores e cabe ao professor desse novo segmento, durante o curso, compensar ao máximo essa defasagem, de modo que o graduando assimile e aplique os pré-requisitos necessários para a compreensão dos conteúdos propostos.

Prova disso dá-se pelo movimento que teve como principais personagens Peter Lax e a Universidade de Harvard e ficou conhecido como *Calculus Reform*, no qual um dos assuntos discutidos se referia à utilização da tecnologia para o aprendizado de conceitos matemáticos e resolução de problemas.

Tal estudo tinha o intuito de ajudar a sanar a defasagem citada e na década de 80, outros pesquisadores que também integraram o movimento, foram David Tall (Reino Unido), Anna Sierpinska (Canadá) e James Robert Leitzel (Estados Unidos).

Assim, a Matemática em sua íntegra está passando por uma grande reformulação, não no sentido de exclusão de conteúdo ou afrouxamento no rigor, mas na forma como é vista e abordada pelos docentes e discentes. Para D'Ambrosio (1996):

Um outro grande fator de mudança é o reconhecimento do fato de a matemática ser muito afetada pela diversidade cultural. Não apenas a matemática elementar, reconhecendo as etnomatemáticas e procurando incorporá-las no currículo, mas também se reconhece diversidade naquilo que chamamos matemática avançada ou matemática universitária e a pesquisa em matemática pura e aplicada (D'AMBROSIO, 1996, p.58).

Nesse sentido, a educação matemática surge com força total para ajudar a compreender esses processos de mudança. Barbosa (2004) cita a importância do sentido para a real compreensão do Cálculo no Ensino Superior:

Sabemos que a falta de sentido na aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral origina-se, em parte, das dificuldades decorrentes dessa transposição. O aluno só compreende os vínculos do conteúdo estudado quando fica compreensível para ele essa passagem. Por isso, contextualizar no ensino de Cálculo vincularia os conhecimentos aos lugares onde foram criados e onde são aplicados, isto é, incorporar vivências concretas ao que vai se aprender e incorporando o aprendizado a novas vivências (BARBOSA, 2004, p. 41).

Com o intuito de auxiliar os docentes de Matemática a atender as novas diretrizes educacionais oriundas desses processos de mudança, metodologias como projeto de pesquisa, a modelagem matemática, a etnomatemática, o uso de jogos, a

história da matemática, a resolução de problemas e as novas tecnologias foram desenvolvidas e inseridas no âmbito escolar.

Além delas, no ano de 2000, durante o Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, criou-se o grupo Educação Matemática no ensino superior e nos últimos 15 anos, o grupo se reúne em eventos apoiados pela SBEM. Com isso, o número de pesquisas sobre o ensino superior de Matemática está crescendo e se tornado mais uma ferramenta de buscas por melhorias na qualidade do ensino.

Para assimilar como ocorrem no Brasil esses encontros relacionados às discussões sobre a Matemática nos mais diversos contextos, abaixo de âmbito nacional e internacional ocorridos no país nos últimos anos.

Criado a partir de diversos debates referentes à preocupação de grupos de professores, estudantes e pesquisadores com relação à Educação Matemática, o Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM) teve seu primeiro encontro realizado em 1987, em São Paulo. Atualmente esse é considerado o mais importante evento em âmbito nacional e tem sua história diretamente relacionada à criação da Sociedade Brasileira de Educação Matemática.

Quadro 1–Local e anos onde ocorreu o ENEM

<b>Estudo cronológico referente ao ENEM</b>	
<b>Ano</b>	<b>Local</b>
<b>1987</b>	São Paulo
<b>1988</b>	Maringá
<b>1990</b>	Natal



<b>1993</b>	Blumenau
<b>1995</b>	Aracajú
<b>1998</b>	São Leopoldo
<b>2001</b>	Rio de Janeiro
<b>2004</b>	Recife
<b>2007</b>	Belo Horizonte
<b>2010</b>	Salvador
<b>2013</b>	Curitiba
<b>2016</b>	São Paulo

Fonte: elaborado pela autora

O 1º Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEMAT) aconteceu em 2006, em função dos debates referentes ao ensino de Estatística. Aos poucos, o simpósio passou a abranger a Educação Matemática como um todo. Devido à predominância desses eventos no Sul e no Sudeste, a proposta do SIPEMAT é a de acontecer preferencialmente na região Nordeste do Brasil. Até o momento, os locais que receberam o simpósio são:

Quadro 2- Local e ano onde ocorreu o SIPEMAT

<b>Estudo cronológico do SIPEMAT</b>	
<b>Ano</b>	<b>Local</b>
<b>2006</b>	Pernambuco
<b>2008</b>	Pernambuco
<b>2012</b>	Ceará
<b>2015</b>	Ilhéus

Fonte: elaborado pela autora

O mais expressivo dos Encontros de Educação Matemática no Brasil é o Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM). Com a finalidade de promover o intercâmbio entre grupos de pesquisa de diferentes países, sua primeira edição ocorreu no ano 2000 e desde então, a cada três anos ocorre um

novo encontro que, além do intercâmbio, tem a finalidade de promover a troca de experiência, formar grupos integrados de pesquisa e possibilitar o avanço das pesquisas em Educação Matemática.

Os locais que receberam o seminário foram:

Quadro 3 - Local e anos onde ocorreu o SIPEM

<b>Estudo cronológico referente ao SIPEM</b>	
<b>Ano</b>	<b>Local</b>
<b>2000</b>	Serra Negra – São Paulo
<b>2003</b>	Santos - São Paulo
<b>2006</b>	Águas de Lindóia – São Paulo
<b>2009</b>	Brasília
<b>2012</b>	Petrópolis – Rio de Janeiro
<b>2015</b>	Pirenópolis – Goiás

Fonte: elaborado pela autora

Como parte integrante da Matemática, a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral está inserida em diferentes cursos do Ensino Superior e, devido a sua importância para a formação do estudante, tornou-se objeto de estudo entre os pesquisadores. Prova disso verifica-se nas palavras de Santos e Bianchini (2004):

[...] desde o século XVII, o cálculo tem se revelado a principal ferramenta matemática para aplicações científicas e tecnológicas. Talvez porque as origens e aplicações do cálculo sejam tão antigas e tradicionais, os textos que utilizamos hoje para o seu ensino, com pequenas diferenças de conteúdo no mundo inteiro, seguem uma filosofia educacional iniciada no século XIX, originária na concepção de um modelo de ensino estruturado e institucionalizado em torno da 'Ícone Polytechnique' de Paris cujos diversos 'cursos' escritos e editados serviram, mais tarde, para o modelo de ensino de ciências e matemática em todo mundo. Estes textos e nossas aulas, neles baseadas, seguem a metodologia sumarizada na cadeia definição Teorema → demonstração → corolário (aplicações) (SANTOS: BIANCHINI, 2004, p.1. Grifos dos autores).

Cury (2009) aborda como esse movimento tem crescido nos últimos anos ao apresentar uma pesquisa proposta por Fiorentini (1993, *apud* CURY, 2009) na qual até 1991, dentre as produções brasileiras em Educação Matemática, apenas 19% das

dissertações de teses tinham como foco o ensino superior. Desses 19%, 65 textos eram voltados para o currículo e destes, 15 eram relacionados ao ensino de disciplinas, sendo 10 deles específicos ao Cálculo.

O crescimento dessas pesquisas também foi acompanhado por Cury (2009) que aponta que entre 1992 e 2001 cerca de 42% dos artigos publicados nos anais do Congresso Nacional de Engenharia (COBENGE) tinham como foco o ensino e a aprendizagem de Cálculo.

Em congressos específicos de matemática esse número também é expressivo: no Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional (CNMAC), entre 2002 e 2005, 19% dos artigos focavam o tema; No Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM) entre 2001 e 2004, 36% das pesquisas apresentadas pelo grupo de trabalho sobre Ensino Superior ofereciam essa temática e no Seminário Internacional de Pesquisas em Educação Matemática (SIPEM), entre 2002 e 2006 o tema foi abordado por 49% dos trabalhos relacionados ao Ensino Superior.

Mesmo não sendo o foco dessa pesquisa, pode-se afirmar ainda que, o número de participantes em todos os congressos que abordam o ensino e a aprendizagem de matemática tem crescido vertiginosamente nos últimos anos, não cabe aqui numerá-los com exatidão, entretanto, a procura por tais congressos só vem a reforçar a importância dada a Educação Matemática e ao tema abordado na pesquisa em questão.

Tendo em vista tal explanação, o que no momento preocupa é o elevado índice de reprovação na disciplina. Pois esse fracasso, por vezes, leva ao abandono do curso e até mesmo influência na decisão de não ingressar em um curso de graduação no qual a disciplina seja obrigatória.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

De acordo com os dados expostos anteriormente sobre o Ensino Superior, percebe-se que esse é um segmento de pesquisa em educação matemática que está em crescente ascensão, no entanto, da mesma forma que muitos ingressam, no decorrer dos cursos, significativa parte desiste. Além disso, outros ficam retidos em algumas disciplinas antes de prosseguirem para as demais.

Pensando nisso, Ciribeli (2015) apresenta nove fatores que estão diretamente ligados a não aprovação, podendo levar o educando a desistência do curso.

Quadro 4- Causas possíveis para o problema de retenção escolar

<b>Causa</b>	<b>Definição</b>
Dificuldade acadêmica	Queda no desempenho acadêmico e consequente desmotivação.
Adaptação	Dificuldade de ajustamento ao ambiente acadêmico e à vida social na instituição.
Objetivos individuais	Incertezas quanto aos objetivos e planos de carreira a serem seguidos.
Incertezas	Vaga noção sobre a carreira escolhida.
Comprometimento	Responsabilidades acadêmicas quanto à meta principal a ser seguida.
Fator financeiro	Dificuldade para pagamento de mensalidade (instituição privada) e custos com alimentação, transporte e materiais.
Incongruência	Percepção de que a instituição não atende às necessidades do aluno pela falta de um curso de qualidade.
Isolamento	Falta de integração entre alunos e colegas ou membros da instituição

Fonte: CIRIBELI (2015), p.28

Sabe-se que esses fatores não são específicos da disciplina de cálculo, contudo, como eles estão relacionados ao ensino superior, torna-se válido apresentá-lo como uma prévia do que ocorre em uma disciplina específica. Dessa forma, utilizando Ciribeli (2015) como um motivador, opta-se por buscar informações específicas a não aprovação em Cálculo.

Determinar a quantidade de pesquisas e abordagens sobre o tema revela a importância que esse tem no momento e, nesse sentido, Paganini e Alevato (2014) informam que entre os anos 1999 e 2013, cerca de 28 teses e dissertações abordavam

o tema Cálculo, sendo que 15 desses eram produções referentes ao triênio 2010-2011-2012. Dos 28 trabalhos, 21 foram produzidos por instituições públicas e 07 por instituições privadas. Somente 3 dos 28 trabalhos tinham como tema base as dificuldades no ensino aprendizagem de Cálculo.

De acordo com esses dados, observar-se que o número de pesquisas na área está crescendo, inclusive, há mais trabalhos produzidos por instituições privadas do que os autores citaram, no entanto, percebe-se que o tema dificuldades como foco de pesquisa ainda é pequeno.

Para obter mais opções, a busca por trabalhos que referenciassem o tema se deu por meio de uma pesquisa que englobou o repositório da CAPES, PUC-SP, PUC-PR, PUC-RS, PUC-MG, USP, UFOP, UNICAMP, UFRJ, UNESP e UFF, além das ferramentas oferecidas pelo Google, onde artigos apresentados no Boletim GEPEN, SIPEM, XXVI Reunião Latino Americana de Matemática Educativa e Revista Educação Matemática e Pesquisa surgiram com temas que eram pertinentes a pesquisa.

Dessa forma, 24 títulos foram selecionados para a leitura dos resumos (dissertações e teses) e no caso dos artigos, os mesmos foram lidos na totalidade.

Quadro 5- Dissertações, teses, artigos e capítulos de livros

Autor (a)	Título	Instituição	Nível	Ano
ALMEIDA, Marcio Vieira de	Um panorama de artigos sobre a aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral na perspectiva de David Tall.	PUC-SP	Mest.	2013
BARBOSA, Marco Antonio	O insucesso no ensino e aprendizagem na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral.	PUC-PR	Mest.	2004

BARUFI, Maria Cristina Bonomi	A construção/negociação de significados no curso universitário inicial de Cálculo Diferencial e Integral.	USP	Dout.	1999
CAVASOTO, Marcelo Viali	Dificuldades na aprendizagem de Cálculo: O que os erros cometidos pelos alunos podem informar.	PUC-RS	Mest.	2010
CAVASOTO, Marcelo Viali	Dificuldades na aprendizagem de Cálculo: O que os erros cometidos pelos alunos podem informar.	Boletim Gepem	Artigo	2007
FERRÃO, NaímaSaltau	Mapas conceituais digitais como elemento sinalizador da aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral.	PUC-SP	Mest.	2013
GANOA, Maria AlejandraRieg o	Factores académicos que explican La reprobación em Cálculo Diferencial.	CAPES	Artigo	2013
IGLIORI, Sonia Cristina B.	Considerações sobre o ensino de Cálculo em um estudo sobre números reais.	Livro	Livro	2009
IGLIORI, Sonia Cristina B.	Educação Matemática no ensino superior e abordagens de Tall sobre o ensino aprendizagem de Cálculo.	E.M.P.	Artigo	2013
IRIAS, Diánis Ferreira, et al	Cálculo Diferencial e Integral: Analisando as dificuldades dos alunos em um curso de licenciatura em Matemática.	UFOP	Artigo	2011
JESUS, Cristiano Silvio de, et al.	Reflexões sobre o ensino de Cálculo Diferencial e Integral I: UFOP e IFMG-OP numa parceria pela busca da diminuição do índice de reprovação na disciplina.	UFOP	Artigo	2011
JUNIOR, Arlindo José de Souza	Trabalho coletivo na universidade: trajetória de um grupo no processo de ensinar e aprender Cálculo Diferencial e Integral.	Unicamp	Dout.	2000
LACHINI, Jonas	Por dentro da sala de aula de Cálculo I: subsídios para entender relações de fracasso em cursos de Cálculo na área de exatas em duas turmas.	Puc-MG	Mest.	2000

LIMA, Gabriel Loureiro de	A disciplina de Cálculo I no curso de Matemática da Universidade de São Paulo: um estudo do seu desenvolvimento, de 1934 a 1994.	Puc-SP	Dout.	2012
LUZ, Valéria	Introdução ao Cálculo: Uma proposta associando pesquisa e intervenção.	UFRJ	Mest.	2011
MALTA, Iaci	Linguagem, leitura e Matemática.	Capítulo de livro		2004
MARIANI, Rita de Cássia Pistóia	Transcrição da Educação Básica para o Ensino Superior: a coordenação de registros de representação e os conhecimentos mobilizados pelos alunos no curso de Cálculo.	Puc-SP	Dout.	2006
MARINI, Wagner	Um panorama de pesquisas sobre o ensino aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral de 2003 a 2013.	Puc-SP	Mest.	2015
MOMETTI, Antonio Luiz	Reflexões sobre a prática: argumentos e metáforas no discurso de um grupo de professores de Cálculo.	Puc-SP	Dout.	2007
NASSER, Lilian	Transcrição do ensino médio para o ensino superior: como minimizar as dificuldades em Cálculo.	SIPEM	Artigo	2012
OLÍMPIO JÚNIOR, Antonio	Compreensões de conceitos de Cálculo Diferencial no primeiro ano de Matemática: uma abordagem integrando oralidade, escrita e informática.	Unesp	Dout.	2006
REIS, Frederico da Silva	A tensão entre o rigor e intuição no ensino de Cálculo e Análise.	Unicamp	Dout.	2001
REIS, Frederico da Silva	Discutindo a relação entre o rigor e intuição no ensino de Cálculo e Análise: uma contribuição para o debate em Educação Matemática no ensino superior.	XXVI Reunião Latino Americana de Matemática Educativa	Artigo	2012
REZENDE, Wanderley Moura	O ensino de Cálculo: Dificuldades de natureza epistemológica.	UFF	Dout.	2003

Fonte: elaborado pela autora.

Dos 24 títulos selecionados como possíveis referências para a pesquisa, 16 foram analisados integralmente e relacionados aos problemas de não aprovação em Cálculo e estratégias adotadas pelas universidades para reduzir o percentual de não aprovação e evasão na disciplina. Desses, 7 apresentam o resumo nos próximos parágrafos do corpo desse trabalho e os demais, apesar de não constarem como resumo, são relacionados em citações que embasam as afirmações de outros autores e da pesquisadora, ou serviram de material complementar para a compreensão do exposto em alguns dos trabalhos utilizados nessa pesquisa.

## **2.1 O Cálculo: dificuldades e perspectivas**

No artigo intitulado “*Linguagem e leitura Matemática*”, Malta (2004) aponta que inicialmente acreditava-se que os problemas referentes à reprovação em Cálculo estavam diretamente ligados à deterioração do ensino médio e que para reduzir tais índices, uma solução seria um melhor processo de seleção para o ingresso no ensino superior.

Pode-se afirmar, baseando-se na comunicação informal que ocorria entre professores de nossas melhores universidades, que a atenção para essa questão foi provocada pelo crescente índice de reprovação nas disciplinas básicas, em especial as disciplinas de Cálculo (MALTA, 2004, p. 41).

No entanto, atualmente, acredita-se que outros fatores, tais como a metodologia aplicada e a dificuldade de se expressar, possam influenciar na dificuldade de aprendizado. Para tanto, seu trabalho visa as funções da linguagem no processo de ensino e aprendizagem de matemática, no sentido da necessidade de aprender a ler e se expressar de forma organizada para compreender um conteúdo.

O “aprender a ler matemática” deve ser encarado como um dos objetivos de disciplinas básicas dessa área e, acredito, esse aprendizado só pode se concretizar na experiência efetiva do aprender Matemática, lendo sempre no sentido amplo acima descrito (MALTA, apud Cury, 2009, p.44, (org.)).



Para a autora, sem o domínio da linguagem, necessária a apreensão de conceitos abstratos, não pode haver o desenvolvimento do pensamento matemático. Como forma de comprovar suas ideias, a mesma baseia-se em textos de Vigotsky e Piaget.

Ainda de acordo com ela, para tentar reduzir as reprovações em Cálculo, as exigências nas avaliações (tanto nas questões, quanto nas correções) no decorrer dos anos, começaram a cair. No entanto, a proposta além de não ter reduzido o percentual de reprovação, ainda aprovou alunos com menor qualidade de aproveitamento.

Após essa constatação, a autora fez seu próprio experimento, exigindo respostas justificadas nas avaliações e com isso, constatou que além de não compreender a linguagem e a lógica matemática, os alunos acreditavam que a aprendizagem se dava (e mostrava) por meio de algoritmos mecanizados e que não existiam diferenças entre raciocinar e fazer as tarefas. Por fim, ela afirma que as justificativas erradas são fontes de informações referentes às dificuldades dos alunos. Os resultados dos experimentos, incluindo a percepção dos alunos, foi expressa por meio de um portfólio.

A autora defende que é imprescindível a adoção e a utilização consistente de material didático durante o curso e que o professor deve além deste, incluir atividades nas quais o aluno tenha a possibilidade de desenvolver a capacidade de leitura de um texto matemático.

Em sua tese de doutorado, intitulada “O ensino de Cálculo: Dificuldades de natureza epistemológica”, Rezende (2003) mostra que os problemas na aprendizagem de Cálculo podem estar relacionados a outros problemas não necessariamente voltados a natureza psicológica ou aos métodos de ensino, mas de natureza epistemológica. Para isso, o autor trabalha com um mapa conceitual do Cálculo e tendo isso em mãos, propõe o mapeamento das dificuldades supracitadas. Com isso, o autor determina cinco macro espaços de dificuldades de aprendizagem de natureza epistemológica e no decorrer do texto, o mesmo trabalha com os temas.

No corpo do trabalho, Rezende (2003) cita ainda, as soluções comuns para o ensino de Cálculo, abordando entre eles, as listas de exercícios, a utilização de computadores para atividades e cursos/disciplinas preparatórios. Para chegar ao

propósito de mostrar as dificuldades de natureza epistemológica, o autor faz uma “viagem” à história do Cálculo, passando por grandes nomes como Fermat, Newton, Leibniz e outros.

Barbosa (2004), no trabalho intitulado “*O insucesso no ensino e aprendizagem na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral*” apresenta o resultado da análise realizada com professores e alunos de quatro cursos de da Pontifca Universidade Católica do Paraná, onde conclui que, apesar de não ser o único fator, o sistema didático utilizado na disciplina é um dos fatores responsáveis pela não aprovação em Cálculo. Para ele, de acordo com as pesquisas:

As entrevistas sugerem que as formas tradicionais de reforço não têm contribuído para o bom desempenho do aluno. As práticas de apoio apontadas incidem no trabalho contínuo do professor como mediador do conhecimento, muito mais em nível de conscientização, do que em soluções didáticas para trabalhar a disciplina de forma mais contextualizada e significativa para o aluno, envolvendo-o em tarefas criativas de pesquisas propícias à produção e não à reprodução de conhecimentos (BARBOSA, 2004, p.79).

As análises feitas por ele são, na sua maioria, baseadas em entrevistas realizadas durante o processo e mostram a visão de professor e aluno sobre as aulas de Cálculo.

Na tese de doutorado “*A construção/negociação de significados no curso universitário inicial de Cálculo Diferencial e Integral*” Barufi (1999) faz uma análise de livros didáticos, devido a esse material ser um dos instrumentos utilizados pelo professor na sala de aula. Além disso, existe uma discussão referente a importância do professor na sala de aula tendo como facilitador da aprendizagem o computador.

Em sua dissertação de mestrado intitulada “*Dificuldades na aprendizagem de Cálculo: o que os erros podem informar*”, Cavasotto (2010) apresentou os resultados de uma pesquisa realizada com professores, alunos e monitores nos cursos de Engenharias da PUC-RS, onde primeiramente deveriam ser apresentadas as principais causas que, de acordo com eles, resultavam no fracasso da aprendizagem de Cálculo.

Em seguida, seria apresentado um questionário no qual os mesmos deveriam assinalar o tipo de pergunta que seria realizada pelos discentes durante as aulas de Cálculo. Para a primeira proposta, constatou-se que o insucesso estava diretamente

ligado à falta de conhecimentos preliminares e à falta do hábito de estudar os conteúdos propostos.

No caso do questionário, um terço dos 15 professores pesquisados informou que os questionamentos eram referentes a dúvidas com relação ao conteúdo. Além dessa, as outras respostas mais apontadas pelo grupo estavam relacionadas à resolução/solução de exercícios propostos e à falta de algum tipo de questionamento.

Dentre as propostas oferecidas por Cavasotto (2010) para auxiliar no processo de ensino aprendizagem e fornecer informações para a pesquisa, foi permitido aos alunos prepararem seu próprio material de pesquisa que poderia inclusive, ser utilizado durante as avaliações e sobre esse, as constatações foram referentes à qualidade desse material.

A análise desses materiais se mostrou muito aproveitável. Muitos se apresentavam em grande confusão e a falta de metodologia na organização e a poluição visual de alguns dificultaram essa etapa da pesquisa. Ocorreram situações nas quais o aluno apenas copiou anotações de sala de aula ou exercícios com enunciados completos e resoluções, tendo inclusive quem colasse cópias com reduções de páginas de cadernos (que poderiam não ser anotações próprias) (CAVASOTTO, 2010, p. 98).

Em suas conclusões surge o que parece ser uma proposta de intervenção: as oficinas de Cálculo. No entanto, na visão do autor, apesar da oficina ser uma intervenção voltada para a melhoria do ensino aprendizagem de Cálculo, caso a mesma fosse ensinada da mesma forma que foi abordada na sala de aula, correr-se-ia o risco de os alunos continuarem sem aprender a matéria.

No artigo *Cálculo Diferencial e Integral I: Analisando as dificuldades dos alunos em um curso de Licenciatura em Matemática* de Irias et al (2011), quando ao aplicar um questionário no IFF-Sudeste de Minas, Campus Rio Pomba, os alunos deveriam assinalar quais os fatores que mais dificultam a aprendizagem em Cálculo I.

Os motivos mais assinalados foram a falta de tempo para dedicar-se à disciplina fora da sala de aula; turmas com um número excessivo de alunos e o tipo de avaliação utilizada pelo professor, além da metodologia aplicada na sala de aula.

Esses dados só vêm a reforçar o que essa pesquisa apresenta desde a sua introdução: não existe um único fator responsável pelo problema em Cálculo. Esse é

maior do que se acredita e, possivelmente, com uma solução ainda mais complicada que as pensadas e discutidas até o momento.

Já os professores entrevistados, consideram como um dos fatores que mais contribui para o baixo rendimento dos alunos nesta disciplina a deficiente formação em Matemática no Ensino Básico, porém justificam que o curso oferece disciplinas que têm por objetivo sanar tal deficiência Fundamentos Matemática Elementar I e II ministradas respectivamente no primeiro e segundo períodos do curso. “Na primeira disciplina estuda-se e recorda Funções, Logaritmos etc.”, e na segunda “Trigonometria e inequações”. Porém o que se observa é que mesmo com estas disciplinas obrigatórias na matriz curricular da Licenciatura em Matemática, alguns alunos não se adaptam ao nível do curso, ainda tendo dificuldades na disciplina de Cálculo I, mesmo que o professor revise brevemente os conteúdos estudados (IRIAS, 2011, p.3).

Partindo do mesmo princípio de Cavasotto (2011), o Jornal Extra (2015) trouxe em uma de suas colunas uma matéria referente a um debate entre professores e alunos. Tal reportagem abordava o que professores e alunos acreditavam ser os motivos para tanta reprovação:

- Ensino metódico voltado para o ENEM<sup>5</sup>: nesse caso, a análise dos professores é que a priorização dos conteúdos recorrentes ao ENEM faz com que os demais conteúdos não tenham “espaço” dentro das aulas de Matemática. Para os alunos, existe uma supervalorização dos conteúdos que são fundamentais para o desenvolvimento da prova.
- Método traumatizante no ensino de Cálculo.
- Alto índice de reprovação dificulta a matrícula nas turmas dos anos seguintes: geralmente são 60 vagas por turma de Cálculo e como existe um número de reprovados muito elevado, torna-se difícil incluir todos os não aprovados nas turmas regulares.
- São poucos os cursos de nivelamento (e os que apresentam são subestimados): algumas instituições oferecem cursos de nivelamento optativos ou não, no entanto, em ambos os casos, além da ementa ser pouco atrativa,

---

<sup>5</sup> Exame Nacional do Ensino Médio

parte dos alunos que optam por cursar a disciplina, não se dedicam a mesma por acreditarem que já dominam todo o conteúdo.

- Alunos de outros cursos reclamam das exigências do departamento de Matemática: a grande maioria das instituições não oferece a disciplina voltada para o curso que o aluno se encontra, mas para o curso de Matemática. Com isso, algumas das exigências não se adequam aos cursos de áreas afins ou diferentes.
- Ansiedade no que diz respeito à aplicação prática do ensino em sala de aula: a todo momento o aluno deseja saber para quê está aprendendo a disciplina, no sentido de onde ela será aplicada, uma vez que, atualmente, grande parte dos cálculos são feitos computacionalmente.
- Perda de hábito de fazer exercícios: alunos do ensino superior não têm o costume de executar tarefas em casa e com isso, parte do que foi ensinado não é memorizado e fixado.
- Uso do aparelho celular na sala de aula: durante todo o tempo das aulas os alunos se encontram concentrados em seus aparelhos celulares, participando de redes sociais ou ouvindo música, sem atentar-se aos conteúdos das aulas de Cálculo. (JORNAL EXTRA/ educação. Acesso em 16/12/2015)

Em meio a tantas discussões, algumas palavras extraídas do artigo *Discutindo a Relação Entre Rigor e Intuição no Ensino de Cálculo e de Análise: Uma Contribuição Para o Debate em Educação Matemática no Ensino superior* de Reis (2012) surgem para nos fazer refletir:

Comparando, ainda que de forma simplista, a situação com uma encenação teatral vemos, de um lado, os atores (professores) atuando em uma peça mal ensaiada e mal dirigida, fazendo com que o público (alunos), de outro lado, não capte sua mensagem e se retire antes do último ato. De quem é a culpa no palco da sala de aula? Dos atores e sua má performance ou do público e sua insensibilidade? Ou seria do diretor? (REIS, 2012, p. 87).

Essa citação representa uma realidade muito dura enfrentada por educadores, educandos e instituições que, sem conseguir resolver o problema, o veem cada vez mais se alastrando dentro dos cursos.

Sobre a reprovação em Cálculo, Melo (2001, apud JESUS, 2010) afirma que são vários os motivos pelos quais os índices são elevados, dentre eles, cabe ressaltar:

- A crença dos alunos e professores, que consideram comum a reprovação e o fracasso nessa disciplina;
- A falta de conhecimentos básicos, que deveriam ter sido adquiridos pelos alunos nos níveis de educação anteriores ao superior;
- O vestibular, que não é um instrumento revelador o suficiente das limitações dos alunos;
- A grande quantidade de novos conceitos trazidos pela disciplina;
- A falta de uma boa formação dos professores que lecionam essa disciplina;
- A falta de interesse e motivação por parte dos alunos.

Mello et al (2001), vai mais longe e afirma que além de todo o citado, ainda existe o problema referente ao que quer se trabalhar e como se trabalhar o Cálculo no Ensino Superior:

Confirmando o ditado popular, que diz: “Em casa onde falta o pão, todos brigam e ninguém tem razão”, como os professores de Cálculo tinham formações tão diferenciadas como Engenheiros, Físicos, Arquitetos, Meteorologistas, Astrônomos, Matemáticos, começou a discussão interna sobre a forma de ensinar e o enfoque a ser dado ao curso. Só que a discussão se centrava em se deveria demonstrar os resultados ou simplesmente resolver problemas. Como se estava preparando para fazer as provas, chegou-se à conclusão de que o importante eram os resultados, ou seja, resolução de listas de exercícios. Cada vez mais as listas cresciam em número e em complexidade. Obviamente, a aprendizagem ficou prejudicada. O aluno preocupava-se em saber resolver todos os problemas sem compreender os conceitos envolvidos (MELLO et al, 2001, p.3).

Para definir o que trabalhar e como trabalhar, Reis (2012) salienta a importância de se conhecer o público para o qual o conteúdo será aplicado e com qual finalidade. De acordo com ele, somente depois de definir a função do Cálculo na formação matemática dos seus alunos é que a prática pedagógica e os recursos metodológicos podem ser determinados.

Entretanto, uma questão que precede à elaboração de currículos e ementas, à escolha de bibliografias e livros didáticos e à opção por uma determinada metodologia ou recursos metodológicos, é que a prática pedagógica do

professor de Cálculo deve se pautar, primeiramente, na reflexão e compreensão do papel fundamental do Cálculo Diferencial e Integral na formação matemática de seus alunos. Somente estabelecendo elementos que esclareçam a real função do Cálculo na formação matemática do aluno, o professor terá condições de refletir sobre que objetivos traçar, que conteúdos e metodologias estabelecer, enfim, que prática pedagógica desenvolver! (REIS, 2012, p. 87).

Apesar da preocupação com a metodologia ter papel fundamental para o ensino de Cálculo, existe ainda os problemas epistemológicos relacionados ao ensino/aprendizagem de Matemática de modo geral e que podem se tornar um obstáculo ao conhecimento, o que diretamente influenciaria a aprendizagem de Cálculo. Para Glorian (2002),

- As concepções que ocasionam obstáculos no ensino da matemática são raramente espontâneas, mas advindas do ensino e das aprendizagens anteriores;
- Os mecanismos produtores de obstáculos são também produtores de conhecimentos novos e fatores de progresso;
- O obstáculo está relacionado a um nó de resistência mais ou menos forte segundo os alunos, de acordo com o ensino recebido, pois o obstáculo epistemológico se desmembra frequentemente em obstáculos de outras origens, notadamente o didático (GLORIAN, apud Igliori, 2002, p. 110).

Em concordância com essa citação, percebe-se que os alunos, ao chegar à Universidade, apresentam diversas dificuldades, tais como a dificuldade de abstração, a falta de compreensão da aplicabilidade dos conteúdos em problemas reais e a análise e interpretação de dados.

Reforçando essa teoria, Nasser (2012), afirma que:

Observa-se que a maioria dos problemas do Cálculo depende de uma representação visual adequada, como os problemas típicos de "máximos e mínimos", de "taxas relacionadas" e de "área entre curvas". Em geral, a dificuldade dos alunos nesses problemas não é na aplicação do conceito de derivada ou de integral, mas na sua representação geométrica e na identificação de relações entre os elementos da figura (NASSER, 2012, p.6).

Assim, a citação acima mais uma vez reporta a problemas de compreensão e correlação aos conteúdos matemáticos pré-adquiridos nos segmentos de ensino anteriores.

## **2.2 Aprovações e não aprovações: a realidade da disciplina**

Em sua tese de doutorado Barufi (1999), cita que entre os anos 1990 e 1995 o percentual de reprovação em Cálculo Diferencial e Integral na USP variou entre 20% e 75%, dados esses considerados alarmantes ao mostrar que o problema já vem acontecendo há mais de 15 anos.

Para Robert e Schwarzenberger (1991) *apud*. Nasser (2012), parte dos problemas de aprendizagem estão relacionados ao tempo, volume de conteúdos, capacidade de reflexão e abstração, entre outros que o estudante necessita apresentar ao ingressar no Ensino Superior:

(...) mais conceitos, menos tempo, necessidade de mais reflexão, mais abstração, menos problemas significativos, mais ênfase em demonstrações, maior necessidade de aprendizagem versátil, maior necessidade de controle pessoal sobre a aprendizagem. A confusão causada pelas novas definições coincide com a necessidade de mais pensamento dedutivo abstrato. A junção dessas mudanças quantitativas gera uma mudança qualitativa que caracteriza a transição para o pensamento matemático avançado (ROBERT e SCHWARZENBERGER, 1991, p. 133).

Com essa citação abre-se o quarto capítulo, tentando com ele justificar a necessidade da capacidade de reflexão e abstração que os alunos necessitam não somente ao ingressar no ensino superior, mas durante todo o período em que estuda Matemática.



### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Diversos são os fatores que podem influenciar no processo de não aprovação na disciplina de Cálculo, em função disso, esse capítulo destina-se a apresentar fatores que influenciam direta e indiretamente nesse processo, incluindo propostas de âmbito geral que tentam reduzir as dificuldades expostas pelos alunos durante o curso.

#### 3.1 Problemas de ordem conceitual e/ou metodológica

Falar sobre a não aprovação em Cálculo vai muito além de apresentar dados que constatarem o mesmo, exige mostrar o cenário atual vivido na sala de aula, nas instituições, pelos docentes e pelos discentes. Dessa forma, a discussão se inicia pelo ensino de Cálculo e a abordagem do conteúdo.

Desde o século XIX, que se trabalha o conteúdo de forma sequencial iniciada em limite, passando por continuidade, chegando às derivadas e por fim, às integrais. Seria essa a melhor forma de tratar o conteúdo?

Não é parte dessa pesquisa definir uma nova sequência didática ou promover um debate específico a respeito dessa questão, contudo, ao constatar tantos problemas acontecendo dentro da disciplina, questionar a sequência didática pode trazer ao leitor um novo caminho para pesquisas futuras.

Assim, Rezende (2003, p.9) faz o seguinte questionamento em sua tese de doutorado: "(...) qual seria o divisor de águas do Cálculo para a Análise? O que é próprio do Cálculo? E o que é próprio da Análise?" (REZENDE, 2003, p.9). Pensar nessas perguntas é tarefa difícil, visto que estamos acostumados a trabalhar dessa forma.

Sobre a questão referente à sequência metodológica, Rezende (2003) expõe:

Ainda no âmbito da didática têm sido sugeridas mudanças na sequência do conteúdo programático. Alguns alegam questões históricas para as mudanças, outros sustentam sua posição com base em argumentos de natureza epistemológica. Dentre todas estas, aquela que, sem dúvida, foge aos parâmetros "normais" do ensino de Cálculo, é a que sugere a construção de suas noções básicas a partir da noção de infinitesimal. Tanto Baldino

(1998) quanto Oliveira (1993) partilham dessa linha de pensamento (REZENDE, 2003, p.27).

Ressalta-se o fato dos autores em questão, apesar de serem a favor dessa mudança, terem concepções diferentes quanto aos motivos para que tal fato ocorra.

O mais interessante em relação a essa concepção de reorganização sequencial encontra-se no fato que quando exposto a alguns professores de Cálculo participantes da pesquisa, os mesmos foram a favor dessa ideia.

Outra questão muito polêmica quando o assunto é o ensino de Cálculo se encontra nas demonstrações: até que ponto apresentar diversas demonstrações e exigir dos alunos que saibam cada uma delas é fundamental para a compreensão do conteúdo, ou seria o contrário: não exigir demonstrações atrapalharia a compreensão do conteúdo? Seria através das demonstrações executadas pelo professor que o aluno construiria o conhecimento, ou esse seria somente mais um argumento para estimular a compreensão?

Todos esses questionamentos são feitos devido ao fato de que, geralmente, ao executar as intermináveis listas de exercícios propostas pelo curso, o que comumente se pede nas questões não é a demonstração de um processo, mas a resolução de uma questão sobre limite, derivada ou integral utilizando uma determinada técnica. Assim, torna-se inquestionável que durante os exercícios a técnica predomina sobre o significado.

Nas palavras de Rezende (2003):

No entanto, nem tudo no ensino “normal” de Cálculo são “demonstrações”. Isso, em geral, é tarefa do professor, Ao aluno cabe a exaustiva tarefa de fazer exercícios. Para isso existem as intermináveis e concorridas listas de exercícios de Cálculo, surge assim o primeiro conflito pedagógico entre o que se pede e o que se faz: se nas aulas propriamente ditas o que prevalece são as demonstrações, nas avaliações o que se pede em geral é a técnica, os cálculos de limites, de derivadas, de antiderivadas e integrais. Ocorre desse modo uma outra característica normal do ensino de Cálculo: a prevalência da técnica sobre o significado (REZENDE, 2003, p.13).

Geralmente, essas listas onde a técnica predomina são a base do conteúdo da avaliação pela qual o discente passará e, em função disso, fazer e refazer essa tarefa é “vital” para o aluno que deseja alcançar a aprovação na disciplina.

Às questões um pouco mais refinadas, que talvez necessitem de uma análise gráfica, são propostos trabalhos computacionais com softwares específicos, onde se lança a função e a mesma já vem resolvida.

Em algumas instituições de ensino, inclusive uma das quatro pesquisadas, existe uma disciplina não obrigatória, de dois tempos semanais no laboratório, para os alunos que têm dificuldades em manusear tais softwares se familiarizarem com esses recursos e, ao mesmo tempo, compreenderem um pouco mais como trabalhar essa parte do Cálculo.

Sobre esse assunto, Rezende (2003) classifica essa como uma solução “normal” dentro das instituições de ensino. Ele observa:

Outra solução “normal” diz respeito ao uso de computadores em trabalhos complementares ou mesmo em atividades na sala de aula. São inúmeros os exemplos de instituições universitárias que vem implementando laboratórios de informática como apoio às disciplinas de Matemática. (...) Cabe ressaltar que as dificuldades de aprendizagem em Cálculo e a necessidade de “modernizar” o seu ensino constam como as principais justificativas para a implementação desses projetos (REZENDE, 2003, p.15).

Falando em funções, esse é outro assunto predominante no curso e que tem sua base fundamentada no Ensino Fundamental e Médio. Para Nasser (2012), que em seu trabalho analisou as formas como funções e gráficos são trabalhados nos livros do Ensino Médio e nos livros de Cálculo, já existe uma relação entre a forma de trabalhar o conteúdo nos dois segmentos, sendo possível encontrar alguns autores de livros de Ensino Médio que trabalham o conceito de função, máximos e mínimos, crescimento e decréscimo em seus livros, no entanto somente um autor de livro de Ensino Médio apresentou alguma informação sobre assíntotas (NASSER, 2012,p.7).

Devido a essas dificuldades oriundas dos ensinamentos Fundamental e Médio, surge uma nova tentativa de mediar a situação: as disciplinas preparatórias no Ensino Superior.

Comumente encontrada nas universidades, disciplinas que recebem nomes como Pré-Cálculo, Bases Matemáticas, Introdução ao Cálculo, entre outros, têm por finalidade revisar conteúdos não compreendidos nos segmentos de ensino anteriores para que, ao chegar ao Cálculo, o aluno esteja mais bem preparado. No entanto, essa

é uma iniciativa que divide opiniões, pois várias são as experiências nas quais os resultados mesmo após a disciplina preparatória não mudam.

Rezende (2003) apresenta em seu trabalho o que algumas instituições comumente propõem para solucionar a questão:

Outro instrumento “normal” bastante usual nas instituições de ensino superior para o enfrentamento dos resultados catastróficos no ensino de Cálculo é a realização de cursos “preparatórios” para um curso inicial de Cálculo. É o caso por exemplo, do curso de “Cálculo Zero”, “Pré-Cálculo”, “Matemática Básica”, já tão familiares no nosso meio acadêmico (REZENDE, 2003, p.13).

Dados extraídos de Rezende (2003) mostram que, mesmo com a inserção da disciplina no curso e tornando-a cadeira obrigatória antes do Cálculo, o índice de não aprovados permaneceu entre 70% e 90%, sendo que no segundo semestre de 1998 essa taxa foi ainda mais elevada (REZENDE, p.17).

Há quem o defenda e acredite que ele é a resolução de muitos dos problemas apresentados no ensino de Cálculo, no entanto, o que os pesquisadores em Educação Matemática discutem sobre a disciplina é qual seria a sua real função, ou seja, ao invés de revisar conteúdos anteriores, a disciplina deveria criar bases para trabalhar o Cálculo; algo como ensinar ao aluno a pensar dentro da disciplina, amadurecendo assim o conhecimento.

Outros fatores também podem aparecer como vilões nessa história, para Robert e Schwarzenberger (1991), a mudança na quantidade de conteúdos com relação ao tempo que terão para compreender é um dos problemas vivenciados pelos discentes ao iniciar os estudos em Matemática Avançada.

Mais conceitos, menos tempo, necessidade de mais reflexão, mais abstração, menos problemas significativos, mais ênfase em demonstrações, maior necessidade de aprendizagem versátil, maior necessidade de controle pessoal sobre a aprendizagem. A confusão causada pelas novas definições coincide com a necessidade de mais pensamento dedutivo abstrato. A junção dessas mudanças quantitativas gera uma mudança qualitativa que caracteriza a transição para o pensamento matemático avançado (ROBERT e SCHWARZENBERGER, 1991, p. 133).

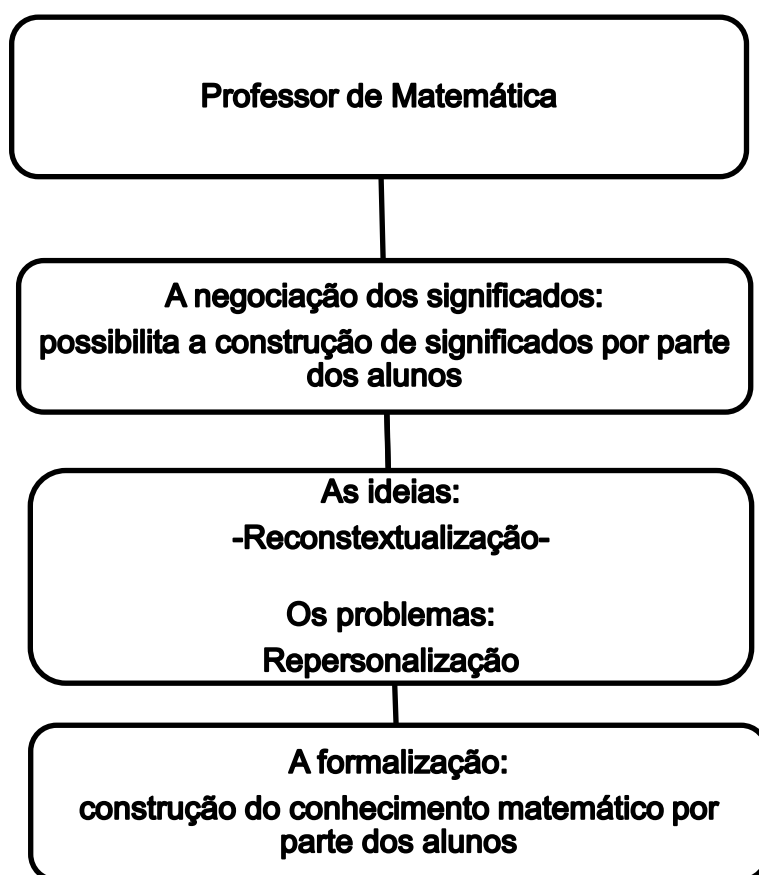
Para Rezende (2003), podem ser citados alguns trabalhos que atribuem as possíveis causas para o desenvolvimento do cenário insatisfatório do ensino-aprendizagem de Cálculo as causas de natureza cognitiva, isto é, os alunos não

apresentam estruturas cognitivas capazes de compreender as complexidades do Cálculo; as causas de natureza didática.

Segundo esta concepção, as dificuldades estariam em encontrar a metodologia mais adequada ao ensino e, por último, as dificuldades de natureza epistemológica, que se baseiam na ideia que as deficiências referentes ao ensino de Cálculo são anteriores ao espaço-tempo local do ensino de Cálculo.

Sobre a natureza didática, Barufi (1999) apresenta um organograma do que acredita ser o papel do professor na construção do conhecimento.

Figura 2 - O papel do professor de Matemática



Fonte: BARUFI, 1999.

Além da natureza didática, ao analisar como se constrói o conhecimento matemático, percebe-se que os problemas vão muito além da simples reprovação em Cálculo. Tall (2002) em seu livro *Advanced Mathematical Tinking* expressa esse

mesmo pensamento ao afirmar que o conhecimento matemático do aluno evolui à proporção que a abordagem cognitiva leva em consideração o processo de elaboração do pensamento e o desenvolvimento da estrutura de conhecimento.

Assim, só se tornará um aluno com as estruturas do conhecimento matemático desesenvolvido, aquele que passar por esse caminho, que geralmente não é simples e exige uma transição em seu processo de pensamento.

O que é essencial para eles é uma abordagem ao conhecimento matemático que cresce à medida que crescem: uma abordagem cognitiva que leva em conta o desenvolvimento dessa estrutura de conhecimento e aos processos de reflexão. Para se tornarem matemáticos maduros em um nível avançado, eles devem finalmente ganhar visão sobre as maneiras dos matemáticos avançados, mas no processo eles podem ter um caminho difícil que vai exigir uma transição fundamental em seus processos de reflexão<sup>6</sup> (TALL, 2002, p.7).

No entanto, ainda de acordo com Tall (2002), parte dos alunos que chegam ao ensino superior ainda não tem desenvolvida a capacidade de abstração necessária para trabalhar com determinados conteúdos relacionados às operações formais.

Ainda sobre o conhecimento matemático, o autor fala sobre a transição referente à passagem do pensamento matemático fundamental para o pensamento matemático avançado como um processo que nem sempre é fácil para o estudante universitário no início da faculdade.

A mudança a partir do pensamento matemático fundamental para o avançado envolve uma transição significativa: que parte de **descrever** a **definir**, de forma **convicente** para **provar** de uma forma lógica baseada nessas definições. Essa transição exige a reconstrução cognitiva que é vista durante a luta inicial dos estudantes universitários com abstrações formais de como eles enfrentam o primeiro ano da universidade. Essa é a transição da **coerência** da matemática fundamental para a **consequência** da matemática avançada, baseada em entidades abstratas que o indivíduo deve construir através de deduções a partir de definições formais (TALL, 2002, p.20, grifos do autor).

---

<sup>6</sup>What is essential – for them – is an approach to mathematical now ledge that grows as they grow: a cognitive approach that takes account of the development of their knowledge structure and thinking processes. To become mature mathematicians at an advanced level, they must ultimately gain insight into the ways of advanced mathematicians but, en route, they may find a stony path that will require a fundamental transition in their thinking processes(TALL, 2002, p.7).

Sobre a falta de conteúdo, Rezende (2003) é categórico em dizer que:

É verdade que falta tudo isto ao nosso aluno recém-egresso do ensino médio. Mas também é verdade que a tal 'falta de base' não é um problema específico do ensino de Cálculo. A 'base' que falta aqui, para o ensino de Cálculo, também faz falta para o ensino de outras disciplinas do curso superior, e nem por isso os seus resultados são tão catastróficos como os do Cálculo. [...] Note ainda que os resultados de Matemática Básica são bem parecidos com os de Cálculo 1, o que dá a falsa impressão de que o problema de Cálculo está condicionado realmente pela 'falta de base' do aluno. O que não é verdade. O que se pode concluir tão somente, a partir desses resultados, é o que todos já sabiam: que os alunos de matemática carecem de uma formação 'básica' de matemática, e que os professores da disciplina não conseguiram resolver tal problema (REZENDE, 2003, p. 17 – 18, grifos do autor).

Em acordo com a análise proposta por Reis (2009), Rezende (2003) é enfático ao dizer que:

O campo semântico das noções básicas do Cálculo tem muito mais a ver com as noções de 'infinito', de 'infinitésimos', de 'variáveis', do que com 'fatoração de polinômios', 'relações trigonométricas', 'cálculos algébricos' etc. É bem verdade que o conhecimento destes últimos auxilia na árdua tarefa de calcular limites (derivadas, integrais e etc.), mas é exatamente aí que se coloca a nossa primeira questão fundamental: Qual é o curso de Cálculo que se quer? Aquele em que prevalece a técnica? Ou aquele em que se busca a construção dos significados? Quando se fala de 'falta de base', de que 'base' se está falando? (REZENDE, 2003, p.18. Grifos do autor).

Percebamos que a discussão de Rezende (2003) nos mostra que talvez esses conceitos devessem ser trabalhados no ensino fundamental de uma forma mais clara, lá onde Mello(2001) fala sobre “a falta de conhecimentos básicos” e com isso, valorizaríamos mais a compreensão que o conteúdo decorado. Mas, definir esse como fator principal para o elevado índice de reprovação na disciplina não estaria correto, visto a quantidade de outros fatores já abordados no texto, mas incluí-lo como um dos principais, seria cabível ao momento.

Preocupados com essa situação, comunidade matemática, Governos Estaduais e Governo Federal esforçam-se no sentido de oferecer melhorias na formação dos professores de Matemática que atuam no segundo segmento do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, através de Cursos de Capacitação e Mestrados Profissionais, objetivando que, com essas ações, ocorra alguma mudança nesse quadro.

### 3.2 Problemas de ordem cognitiva

Associar as dificuldades em Cálculo e em Matemática de modo geral como um problema de ordem cognitiva é um aspecto levantado por David Tall (2002) em alguns dos seus trabalhos.

Considerado um dos principais, se não o principal pesquisador na área, Tall relaciona matemática e psicologia, defendendo a ideia de que parte dos problemas em matemática encontrados pelos alunos do ensino superior são oriundos da ausência de um pensamento matemático avançado.

Fortemente embasado em teorias cognitivas, o livro *Advanced Mathematical Thinking* (2002) é dividido em três partes, sendo a primeira voltada para processos cognitivos envolvidos no pensamento matemático avançado na qual a criatividade e a prova (no sentido de provar para o outro) são fundamentais dentro do pensamento matemático.

A segunda parte a que se refere o autor, reporta-se a teorias cognitivas e a importância da diferenciação entre definições de conceitos e de imagens conceituais. É só a partir dessa proposta que o aluno se torna capaz de fazer associações conceituais e a partir delas, desenvolver a abstração reflexiva.

Por fim, a terceira parte preocupa-se em revisar conceitos matemáticos, mostrando obstáculos cognitivos relacionados a eles. Nessa parte, assuntos como funções, limites, análise, infinitude demonstrações são destacados. Cabe ressaltar que ainda dentro dessa parte, a relação entre o computador e seus efeitos cognitivos no pensamento matemático avançado são retratados (TALL, 2002).

Mas o leitor deve estar se perguntando o porquê de citar-se as três partes do livro, ora, o pensamento matemático é uma construção diária e se existe algo de errado nela, torna-se preciso atentar para isso. Nas palavras de Tall (2002):

(...) o ensino de graduação de matemática frequentemente apresenta a forma final da teoria deduzida ao invés de habilitar o estudante para participar no ciclo criativo completo. Nas palavras de Skemp (1971), aproximações atuais para o ensino de graduação tendem a dar aos alunos o *produto do*



*pensamento matemático ao invés do processo de pensamento matemático* (TALL, 2002, p.22. Grifos do autor).<sup>7</sup>

De fato, o que comumente fazemos não é auxiliar o aluno a compreender o processo, mas o resultado.

Mas, se queremos apresentar os motivos pelos quais os aspectos cognitivos estão relacionados às dificuldades em Cálculo, falemos um pouco dos processos que envolvem a cognição.

Um dos principais fatores cognitivos envolvidos na aprendizagem, a criatividade é fundamental para que conjunturas sejam moldadas e a partir delas pode-se chegar ao processo final da dedução de axiomas, dentro da matemática, a criatividade se desenvolve em estágios:

- Estágio zero: é preliminar ao técnico. É o momento onde mesmo sem consciência dos atos ou conhecimento específico de técnicas, o aluno se propõe a resolver o problema.
- Estágio 1: é o momento da atividade algorítmica, onde a preocupação com a técnica é maior que a da compreensão. Aplicações de algoritmos são comumente utilizados em cálculo diferencial.
- Estágio 2: é nesse momento em que a criatividade entra realmente em sintonia com a matemática. Nesse estágio ocorre a tomada de decisão referente a conceitos e demonstrações.

Mas a criatividade por si só não age sozinha. Ela é realmente de fundamental importância para o processo de construção do pensamento matemático avançado, no entanto, a motivação também exerce um papel importante nesse processo e sobre isso, Tall (2002) afirma que:

Nossa experiência tem sido da forma que quando o aluno é apresentado com conceitos que ele capaz de entender, quando as construções são possíveis para o aluno, e se essa capacidade é aparente para o aluno, então um impulso natural para aprender, entender e para construir é liberado e o nível de esforço e concentração nas ideias matemáticas deixa pouco a desejar.

---

<sup>7</sup>(...) also find that teaching undergraduate mathematics often presents the final form of the deduced theory rather than enabling the student to participate in the full creative cycle. In the words of Skemp (1971), current approaches to undergraduate teaching tend to give students the product of mathematical thought rather than the process of mathematical thinking (Tall, 2002, p.22).

Isso acontece mesmo na presença da dificuldade, quando o aluno é confrontado com problemas matemáticos que seus esquemas existentes não pode manipular. Enquanto há algo para o aluno pensar, contanto que ele ou ela perceba que a atividade cognitiva está levando a algum tipo de crescimento que poderia, eventualmente, conduzir a uma solução do problema, então há pouca dificuldade em manter o interesse dos alunos (TALL, 2002, p. 120) <sup>8</sup>.

De fato, o aluno motivado e confiante no que está aprendendo torna-se capaz de abstrair e refletir sobre conteúdos matemáticos. No entanto, nesse aspecto a escola tradicional deixa a desejar e não promove a construção do conhecimento aprofundado. Comumente os professores de matemática oferecem fórmulas prontas onde o aluno só necessita aplicar o algoritmo, mas nunca pensar sobre ele

Assim, é comum que o aluno chegue à graduação tendo somente memorizado fórmulas e necessite a todo o momento de exemplos para seguir.

---

<sup>8</sup>Our experience has been that when a student is presented with concepts that he or shies capable of understanding, when the constructions are possible for the student, and if this capability is apparent to the student, then a natural drive to learn, to understand, to constructs released and the level of effort and concentration on mathematical ideas leaves little to be desired. This happens even in the presence of difficulty, when the student is confronted with mathematical problems that her or his existing schemas cannot handle. As long as there is something for the student to think about, as long as he or she perceives that cognitive activity is leading to some sort of growth that could, eventually, lead to a solution of the problem, then there is little difficulty in maintaining the students' interest.

## 4 METODOLOGIA DE PESQUISA

Nesse capítulo, apresentaremos os aspectos metodológicos que norteiam a pesquisa. Assim, além da revisão bibliográfica e teórica desenvolvida nos capítulos anteriores, será caracterizada a pesquisa qualitativa, apresentando o passo a passo do processo de produção dessa pesquisa e o reconhecimento do sujeito de estudo, além de comentar sobre as características do estudo de caso presente na discussão.

### 4.1 Abordagem da pesquisa

A determinação por uma metodologia para abordar os dados obtidos no trabalho baseou-se na escolha de qual delas ofereceria uma real contribuição para a proposta em questão, uma vez que a adequação dessas ao tema traz sentido ao que se pesquisa.

Assim, alguns dos motivos que fizeram seguir por essa direção encontram-se no fato de que a pesquisa qualitativa oferece uma versatilidade necessária para trabalhar o tema, além de uma variedade muito grande de linhas a serem seguidas.

Seguindo a visão de Bogdan e Biklen (2013), a pesquisa qualitativa consiste em uma composição de cinco características básicas:

- A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento;
- Os dados coletados são predominantemente descritivos.
- A preocupação com o processo é muito maior do que com o produto;
- O “significado” que as pessoas dão às coisas e à sua vida são focos de atenção especial pelo pesquisador.
- A análise dos dados tende a seguir um processo indutivo.

De acordo com Moreira (2004, p.57), a pesquisa qualitativa apresenta algumas características como foco na interpretação, em detrimento da quantificação; ênfase na subjetividade, em vez da objetividade; flexibilidade no processo de conduzir a pesquisa; orientação para o processo e não para o resultado; preocupação com o

contexto; reconhecimento do impacto do processo de pesquisa sobre a situação de pesquisa.

Dessa forma, considerando que o objeto de estudo é modificado pelo ambiente e que se faz necessário compreender os caminhos percorridos pela educação até chegar ao elevado índice de reprovação em Cálculo, a pesquisa qualitativa mostrou-se mais eficaz.

Constatadas essas características na pesquisa, algumas etapas foram criadas:

- Seleção de trabalhos referentes ao tema: leitura e refino do material;
- Seleção das instituições a serem pesquisadas;
- Coleta de dados numéricos nas instituições selecionadas;
- Coleta de estratégias/intervenções para tentar reduzir o índice de não aprovação na disciplina;
- Entrevistas com docentes e discentes da disciplina de Cálculo;
- Análise dos dados e conclusões.

Para tanto, durante o curso, diversos artigos, dissertações, teses e livros foram selecionados para auxiliar na pesquisa. A finalidade dessa etapa foi a de fazer uma pré-seleção do que realmente seria utilizado, visto que atualmente, muito se fala em ensino superior e as pesquisas sobre cálculo também têm crescido nos últimos anos.

Esse processo visou buscar em outros trabalhos, informações sobre dificuldades, aprovação e não aprovação em Cálculo. O tema dificuldades foi selecionado em função de estar diretamente ligado ao propósito da pesquisa.

Nesse momento, constatou-se que apesar da variedade de trabalhos com o tema Cálculo, poucos apresentavam o que queríamos de fato: definir o que está sendo feito para tentar reverter a situação de não aprovação na disciplina.

Assim, inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre dificuldades, evasão e reprovação em Cálculo. Para tanto, foram analisados artigos, teses, dissertações e livros que abordassem a mesma proposta dessa pesquisa.

Dentre as opções de literatura, os trabalhos dos pesquisadores David Tall e Wanderley Rezende foram os mais utilizados, no entanto, outros pesquisadores

também fazem parte dessa pesquisa com o mesmo enfoque dado aos pesquisadores citados.

A segunda etapa consistiu em selecionar quais instituições seriam utilizadas na pesquisa. A princípio, cerca de 8 instituições em diferentes estados seriam selecionadas para o trabalho, no entanto, se tornaria muito difícil dentro dos prazos estipulados pelo curso, selecionar e analisar dados de tantas instituições. Dessa forma, quatro instituições, sendo elas situadas na Região Sudeste, foram selecionadas para a coleta de dados.

Para que possamos associar cada dado a uma instituição, os nomes fictícios abaixo foram utilizados:

- Universidade A - Instituição privada (apesar da autorização para a coleta de dados, a mesma pediu para permanecer no anonimato, o que foi respeitado pela pesquisadora);
- Universidade B – Instituição privada (apesar da autorização para a coleta de dados, a mesma pediu para permanecer no anonimato, o que foi respeitado pela pesquisadora);
- Universidade C – Instituição Pública (para fins de padronização, a mesma será citada no trabalho como Universidade C).
- Universidade D - Instituição Pública (para fins de padronização, a mesma será citada no trabalho como Universidade D).

Essas instituições foram selecionadas por fazerem parte da região em que os pesquisadores moram e por isso, se tornaram mais acessíveis à coleta de dados. Além disso, oferecerem/ofereceram cursos de Matemática, Engenharia (Civil, Produção e Ambiental) e Computação e terem o Cálculo como parte do currículo em todos os casos.

Outro ponto a ser destacado encontra-se no fato de instituições públicas e privadas terem sido selecionadas: com o aumento das instituições privadas no mercado, essas não podem deixar de ser levadas em consideração. Além disso, perceber se as estratégias e índices são similares aos das instituições públicas causou na pesquisadora significativo interesse.

A terceira etapa destinou-se a coleta de dados numéricos. Devido ao cálculo receber diferentes nomes nos cursos de graduação, para que ocorresse a coleta, fez-se necessário ler a ementa das disciplinas que supostamente tinham alguma relação com disciplina pesquisada.

Feito isso, dados a partir de 2012 foram selecionados. Com o auxílio das secretárias de ensino (nas instituições privadas) e da pesquisa nos sistemas das instituições públicas, o processo consistiu em selecionar por semestre ou ano (no caso de turmas unificadas):

- Total de alunos matriculados na disciplina;
- Total de alunos aprovados na disciplina;
- Total de alunos evadidos da disciplina.

Apesar de ligeiramente simples, esse processo acabou dando certo trabalho, visto que o sistema utilizado em uma das instituições, ao gerar o relatório necessário, fazia o descarte dos alunos evadidos, informando somente quantos alunos foram aprovados e quantos alunos foram reprovados na disciplina.

Para obter então esses dados, foi necessário fazer um levantamento de grade por grade dos alunos que naquele ano estariam possivelmente cursando a disciplina. Cabe ressaltar que como a instituição onde ocorreu o problema é privada, o número de grades a serem pesquisadas não foi tão grande.

A quarta etapa da metodologia teve como finalidade, buscar dentro das instituições pesquisadas, o que cada uma fazia e, se fazia algum tipo de intervenção para tentar reduzir os índices de não aprovação na disciplina. Essas intervenções poderiam variar desde as já conhecidas, como a inserção de disciplinas preparatórias, até técnicas desenvolvidas por cada uma das instituições com a finalidade de reduzir essas taxas.

A quinta etapa da metodologia destinou-se a entrevistar três docentes e um discente para saber o que eles achavam da implementação de uma intervenção para tentar reduzir o índice de não aprovação em Cálculo.

O interesse pela pesquisa se deu, visto que muitos são os autores que justificam a utilização da entrevista como parte de uma pesquisa. Nesse sentido,

ressalta-se o fato de que a entrevista não é vista como uma simples conversa, ela tem objetivos definidos. Para Minayo (2002):

A entrevista é o procedimento mais usual no trabalho de campo. Através dela, o pesquisador busca obter informes contidos na fala dos atores sociais. Ela não significa uma conversa despreziosa e neutra, uma vez que se insere como meio de coleta dos fatos relatados pelos atores (...). Nesse sentido, a entrevista, um termo bastante genérico, está sendo por nós entendida como uma conversa a dois com propósitos bem definidos (MINAYO, 2002. P.57).

Para Selltiz (apud Lakatos, 1991, p. 196), são seis os objetivos que justificam a entrevista como parte da pesquisa:

- a. Averiguação de 'fatos';
- b. Determinar opiniões sobre esses fatos;
- c. Determinar sentimentos que envolvem esses fatos;
- d. Descobrir planos de ação;
- e. Entender condutas atuais ou passadas; vi. Entender motivos conscientes para opiniões, sentimentos, sistemas de condutas, dentre outros.

Considerando todos os seis objetivos, todavia valorizando principalmente o segundo item, optamos por desenvolver a entrevista.

Essa entrevista foi gravada e encontra-se na íntegra nos anexos I, II, III e IV da pesquisa. No entanto, para compreendermos a finalidade do questionamento, segue uma interpretação feita pela autora da entrevista dada.

Tanto ao docente quanto ao discente a pergunta foi a mesma: “você acredita que o processo de intervenção proposto pela instituição auxilia na compreensão do conteúdo aplicado, reduzindo assim os índices de não aprovação na disciplina? ”

Para o docente, o processo não pode ser uma garantia do estímulo da compreensão, pois dependerá do aluno, a partir do questionário aplicado antes da avaliação, estudar para reduzir as dúvidas ou não. Aos que aproveitam o questionário aplicado para perceber que ainda existem conteúdos onde a compreensão não foi dada na sua totalidade, existe a possibilidade de retirar dúvidas com o docente, estudar em casa, fazer grupos de pesquisa, assistir vídeo aulas e com todo esse

processo, desenvolver um pouco mais de conhecimentos quanto ao tema da dúvida. No entanto, aos que após o questionário percebem que não compreenderam parte do conteúdo e simplesmente optam por decorar a resposta correta da questão, não existe conhecimento adquirido.

No caso do discente, o questionário permite que ele compreenda como será a prova e com isso tenha uma possibilidade maior de atingir a nota necessária para a aprovação. Algumas vezes, dependendo do conteúdo, ele pode até voltar para estudar, mas na grande maioria das vezes, saber as perguntas e as respostas que podem cair na prova já são suficientes para satisfazer sua necessidade.

A última etapa consiste em analisar todo o material selecionado: desde os dados numéricos, até as entrevistas. Com isso, pretende-se observar se o constatado por outros pesquisadores ainda é a realidade encontrada nas instituições públicas e privadas. Além disso, se constatado, a pesquisa ainda pretende buscar o que cada uma das instituições faz a respeito do problema. Por fim, pretende-se analisar se as propostas de intervenção estão ou não sendo capazes de auxiliar na melhoria do problema proposto.

#### **4.20 Estudo de Caso como Estratégia de Pesquisa**

Dentro da pesquisa qualitativa, o método selecionado como estratégia de pesquisa foi o estudo de caso.

Yin (2001) afirma que:

O estudo de caso é a estratégia escolhida ao se examinarem acontecimentos contemporâneos, mas quando não se podem manipular comportamentos relevantes. O estudo de caso conta com muitas técnicas utilizadas pelas pesquisas históricas, mas acrescenta duas fontes de evidências que usualmente não são incluídas no repertório do historiador: observação direta e série sistemática de entrevistas. (...) o poder diferenciador do estudo é a sua capacidade de lidar com uma ampla variedade de evidências – documentos, artefatos, entrevistas e observações – além do que pode estar disponível no estudo histórico convencional (YIN, 2001, p.27).

Ainda sobre as características do estudo de caso, Yin (2001) apresenta duas etapas relacionadas à lógica do planejamento que nos auxiliam a melhor compreensão do processo. De acordo com ele, o estudo de caso é uma relação empírica que tem por finalidade a investigação de um fenômeno atual dentro do seu



quadro da vida real, principalmente quando a fronteira entre o acontecimento e as circunstâncias não estão devidamente definidos.

Dessa forma, a averiguação do estudo de caso tem por efeito enfrentar uma situação tecnicamente exclusiva, na qual existem mais variáveis interessantes do que pontos de referência. Assim, tem como base diferentes fontes com dados precisando convergir de forma triangular. Além disso, se favorece da produção antecipada de pareceres teóricos para conduzir a seleção e análise de dados.

De modo geral, pode-se afirmar que o estudo de caso apresenta 5 aplicações básicas: explicar, descrever, ilustrar, explorar e meta-avaliação, sendo essa última voltada para o estudo de um estudo de avaliação (Yin, 2001).

Da mesma forma que o exposto por Yin (2001), muito antes, Bogdan e Biklen (2013) já afirmavam que o planejamento do estudo de caso é visto como um triângulo, ou nas palavras deles, afinado, como mostra a citação:

O plano geral do estudo de caso pode ser representado como um funil. Num estudo qualitativo, o tipo adequado de perguntas nunca é muito específico. O início do estudo é representado pela extremidade mais larga do funil: os investigadores procuram locais com pessoas que possam ser objecto do estudo ou fontes de dados e, ao encontrarem aquilo que pensam interessar-lhes, organizam então uma malha larga, tentando avaliar o interesse do terreno ou das fontes de dados para os seus objectivos. Procuram indícios de como deverão proceder e qual a possibilidade de o estudo se realizar. Começam pela recolha de dados, revendo-os e explorando-os, e vão tomando decisões acerca do objetivo do trabalho. Organizam e distribuem o seu tempo, escolhem as pessoas que irão entrevistar quais os aspectos a aprofundar. Podem pôr de parte algumas ideias e planos iniciais desenvolver outros novos. À medida que vão conhecendo melhor o tema em estudo, planos são modificados e as estratégias seleccionadas. Com o tempo acabarão por tomar decisões no que diz respeito aos aspectos específicos do contexto, indivíduos ou fonte de dados que irão estudar. A área de trabalho é delimitada. A recolha de dados e as actividades de pesquisa são canalizadas para terrenos, sujeitos, materiais, assuntos e temas. De uma fase de exploração alargada passam para uma área mais restrita de análise dos dados coligidos (BOGDAN & BIKLEN, 2013, p.90).

Dentro do estudo de caso existem diferentes focos aplicados à pesquisa qualitativa: eles podem ser baseados em uma perspectiva histórica, sobre como se organizaram durante o tempo. Podem ser casos de observação onde o foco se encontra em uma organização particular ou em algo dentro desta.

Os estudos de caso podem ainda focar-se em histórias de vida, onde a entrevista tem papel fundamental na produção do material. Estes não são os únicos

focos propostos pelo estudo de caso, mas são os mais comuns de serem trabalhados individualmente. No nosso caso, focaremos a pesquisa em quatro instituições de ensino superior e faremos análises comparativas entre elas.

### 4.3 Cenário de Pesquisa

Como dito anteriormente, a pesquisa aconteceu dentro de quatro instituições diferentes e contou com dados fornecidos pela secretaria e a participação de docentes e um discente.

A primeira instituição pesquisada, chamada de **Universidade A**, localizada no Rio de Janeiro, oferecia mais de 15 cursos de graduação quando surgiu o interesse pela pesquisa, no entanto, no decorrer da mesma, o curso de Matemática foi extinto devido ao reduzido número de alunos. Dentre os cursos remanescentes, ao menos seis contam com a disciplina Cálculo.

A instituição conta com laboratórios de Informática, bibliotecas, salas de monitoria, aulas noturnas para os cursos em que a disciplina é oferecida e mais de 90% dos professores tem ao menos o título de mestre. No caso dos professores que lecionam a disciplina, um é especialista, cursando o mestrado, cinco são mestres, sendo um deles em outra área diferente da matemática e um é doutor em matemática.

Algumas turmas são unificadas, contando assim com cursos diferentes dentro da mesma sala da disciplina. Essas turmas costumam conter cerca de 75 alunos e têm carga semanal de duas horas aula voltadas para a disciplina. As demais turmas são separadas por curso e costumam ter em média 40 alunos. A carga horária para a disciplina é de quatro horas aula semanais. A partir de 2014, os cursos que ofereciam a disciplina foram atualizados. Nessa instituição, os cursos de Engenharia Ambiental e Sanitária, Engenharia Civil, Engenharia de Produção, Ciência da Computação e Matemática foram selecionados para a pesquisa. Em todos eles Cálculo I é oferecido no segundo período (turmas semestrais) e segundo ano (turmas anuais). Além disso, o aluno precisa da aprovação na disciplina introdutória (Pré-Cálculo/Bases Matemáticas) para participar da disciplina.

A segunda instituição pesquisada, intitulada como **Universidade B**, situa-se também no Rio de Janeiro. Ela conta com mais de 50 cursos, distribuídos em

presenciais e semipresenciais. O espaço físico institucional é similar ao da outra instituição pesquisada e os professores são todos mestres, doutores ou PhD em alguma área. Entre os professores responsáveis pela disciplina de Cálculo, a maior parte tem o título de mestre, mas cursa o doutorado.

As turmas são semestrais, sempre unificadas e apresentam até 80 alunos por sala, com carga horária de quatro tempos semanais e os mesmos cursos oferecidos pela Universidade A foram selecionados para a pesquisa. Nela, a disciplina de Cálculo é oferecida no segundo período e assim como na instituição anterior, a disciplina introdutória é pré-requisito para cursar Cálculo I.

A terceira instituição, intitulada **Universidade C**, também se situa no Rio de Janeiro, conta com mais de 50 cursos divididos em três turnos e nesses, mais de 15 contam com Cálculo em sua ementa.

Quanto ao espaço físico da instituição, esse é similar aos das outras instituições pesquisadas, diferindo somente pela qualidade de alguns deles, que variam entre melhores e piores em alguns casos. A titulação mínima dos professores é o mestrado.

Assim como nas Universidades A e B, existem turmas unificadas, fazendo assim com que diferentes cursos assistam a uma mesma aula. As turmas, em alguns casos, ultrapassam os 80 alunos. Com relação a carga horária, assim como nas demais, são oferecidos 4 tempos semanais para cursos semestrais. Os cursos selecionados para a análise foram as Engenharias Ambiental e Sanitária, Civil e Produção, a Matemática e a Computação.

Nela a disciplina introdutória também existe, no entanto, não é obrigatório cursar para participar de Cálculo I.

A quarta instituição pesquisada, intitulada como **Universidade D**, situada em Minas Gerais, conta com mais de 50 cursos de graduação distribuídos entre os três turnos e em diferentes campi. Dos cursos, mais de 20 cursos ofertam a disciplina de Cálculo, mesmo que com nomes diferentes, geralmente adaptados ao curso. A instituição conta com um espaço físico maior que o das demais, tendo mais bibliotecas, mais laboratórios, salas de informática, salas de estudo, rede wi fi distribuída por todo o campus, pequenos auditórios específicos aos centros de ensino, entre outros espaços que não são específicos aos cursos pesquisados, mas que

podem ser utilizados por eles. Todos os professores que trabalham na instituição têm no mínimo, o título de Mestre, sendo a maioria Doutor.

Existem turmas na instituição que fazem parte do Reúni<sup>9</sup> e por conta disso, é comum encontrar alunos de cursos diferentes em uma mesma turma. Essa geralmente apresenta um número elevado de alunos. Para a pesquisa nessa instituição, a disciplina de Cálculo foi selecionada nos cursos de Engenharia Computacional, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Química, Ciência da Computação, Física, Estatística e Matemática, visto que elas compõem o Bacharelado Interdisciplinar, o qual conseguimos os dados. Nesse bacharelado o Cálculo I tem 4 créditos semanais e é oferecido no primeiro período, não tem pré-requisitos, mas é necessária a aprovação nele para que o aluno possa fazer a disciplina de Cálculo II.

#### 4.4 Objetivos e pergunta

O objetivo geral dessa pesquisa consiste em apresentar o atual cenário do Cálculo interior de quatro instituições: 2 públicas e 2 privadas dos estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais. Para tanto, fazendo uso do exposto acima, estabelecer-se-ão os objetivos específicos apresentados a seguir.

- Apresentar e discutir o que a literatura pedagógica especializada aborda sobre o Cálculo;
- Apresentar um levantamento dos índices de aprovação e não aprovação na disciplina nos últimos anos;
- Identificar se as instituições pesquisadas oferecem alguma proposta metodológica com a finalidade de melhorar os índices de aprovação na disciplina e por consequência, a qualidade proposta na mesma;
- Discutir se essas propostas estão conseguindo cumprir com a ideia inicial de seu desenvolvimento.

---

<sup>9</sup> Proposta do Governo Federal às instituições, que tem por finalidade aumentar o número de vagas, principalmente no período noturno; tentar reduzir as taxas de evasão e ocupar vagas ociosas. (<http://reuni.mec.gov.br/>)

Dessa forma, cabe-nos aqui apresentar as duas perguntas que norteiam essa pesquisa:

***Quais são as propostas das instituições de ensino pesquisadas para reduzir os índices de não aprovação na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral? Quais os resultados obtidos após a aplicação das propostas?***

Com a pesquisa feita para tentar responder essas perguntas, optou-se por desenvolver como Produto Educacional um livreto que apresente os principais resultados dessa, juntamente com a opinião dos autores a respeito das intervenções realizadas. Além disso, no livreto consta um link de acesso para material gerado pela autora desse trabalho, juntamente a outros dois professores, como a intervenção realizada em uma das instituições de ensino citadas no texto. Juntamente ao link, existem algumas informações de como se deu essa intervenção.

## 5 A Realidade das Instituições Pesquisadas

É fato conhecido que as instituições de ensino superior enfrentam problemas em diferentes setores, mas para essa pesquisa, nos preocupamos em estudar os que são referentes ao processo de ensino e aprendizagem de Cálculo. Inicialmente, pretendemos ilustrar como estão as instituições pesquisadas com relação ao tempo necessário para aprovação em Cálculo, ao percentual de evasão no final de três períodos, taxa de reprovação, além de outros dados coletado nas quatro instituições. O intuito é o de revelar a realidade das instituições públicas e privadas por meio de um “recorte” de como se dá a problemática do Cálculo nas duas instituições.

Para começar, abaixo temos o quadro 6 que apresenta dados fornecidos por Maia (2015) com relação ao tempo que um aluno da Universidade D precisa para obter a aprovação em Cálculo I. Infelizmente, devido ao tempo restrito para a conclusão dessa pesquisa, não conseguimos fazer o mesmo levantamento nas demais instituições. No entanto, achamos válido incluir esse quadro para que tenhamos a noção do que acontece na disciplina pesquisada.

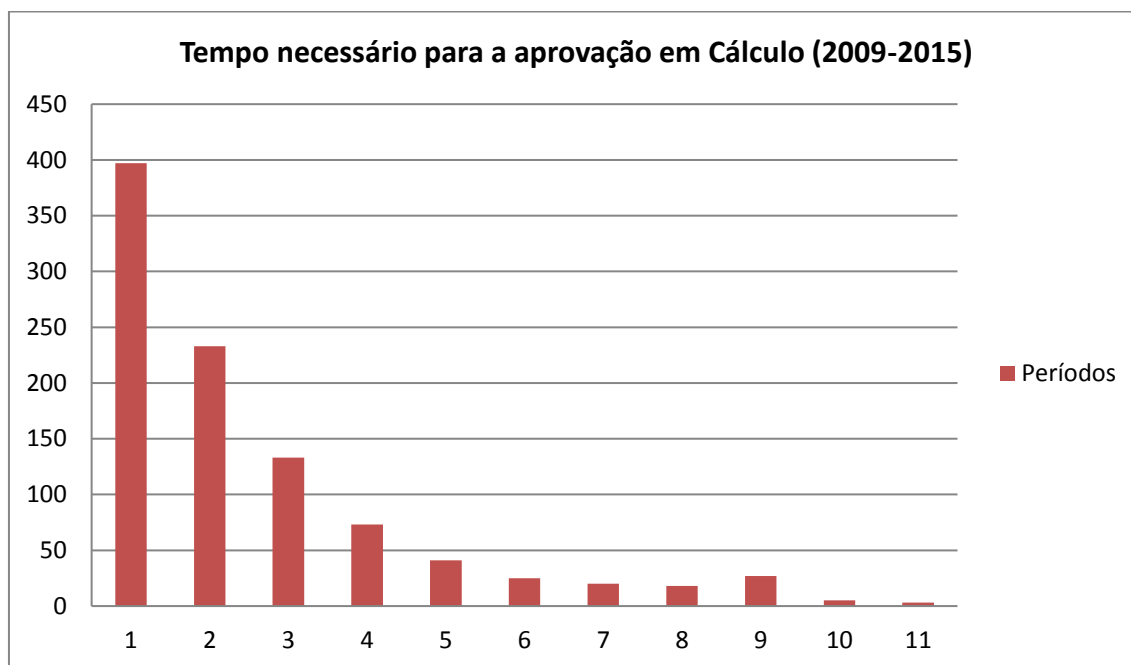
Quadro 6 - Tempo médio para a aprovação em Cálculo I

<b>Quantidade de alunos</b>	<b>Períodos cursados</b>
397	1
233	2
133	3
73	4
41	5
25	6
20	7
18	8
27	9
05	10
03	11

Fonte: MAIA (2015, p.8)

Observa-se por essa tabela que pouco mais de 40% dos alunos conseguem concluir o curso de cálculo em um semestre. Mais que isso, somente cerca de 65% dos alunos concluem a disciplina com aprovação em um ou dois semestres. Esses dados tornam-se mais claros quando expostos graficamente.

Figura 3 – Gráfico do tempo necessário para a aprovação em Cálculo



Fonte: elaborado pela autora

É importante observar que os cursos analisados têm duração entre oito e dez períodos, ou seja, cerca de 4% dos alunos pesquisados demoram mais que o tempo regular do curso completo somente para obter a aprovação em Cálculo. Cabe ressaltar que nessa instituição, o aluno depende da aprovação em Cálculo I para poder cursar Cálculo II. Assim, mais de 20% dos alunos só cursam Cálculo II após a metade do curso.

Após essa análise, a pesquisa priorizou comparar os percentuais de evasão após três períodos, em três cursos das instituições pesquisadas. Para essa comparação, o ano utilizado foi 2014. Vale destacar que a pesquisa se ateve somente à evasão e reprovação referentes à disciplina Cálculo, entretanto, é preciso mencionar que este não é o único culpado por tais resultados, ou seja, a questão é muito mais ampla, contudo, como não é o foco da pesquisa, outros fatores não serão citados como geradores desse índice de evasão e reprovação.

O Quadro 7 apresenta os dados obtidos nos cursos de Matemática, Computação<sup>10</sup> e Engenharia de Produção. No decorrer da pesquisa, além desses três cursos, alguns outros apresentarão dados referentes ao percentual de ingresso, aprovação e evasão nos cursos.

Quadro 7- Percentual de evasão em 2014 nas universidades pesquisadas

<b>Instituição</b>	<b>Curso</b>	<b>% de evasão ao final de 3 períodos</b>
<b>UNIVA</b>	Matemática	16 %
	Computação	15 %
	Engenharia de Produção	32 %
<b>UNIV B</b>	Matemática	-----
	Computação	10 %
	Engenharia de Produção	38 %
<b>UNIV C</b>	Matemática	18 %
	Computação	28 %
	Engenharia de Produção	10 %

Fonte: elaborado pela autora

Observa-se no Quadro 7 que o percentual de evasão após três períodos do curso escolhido é igual ou superior a 10% em todos os casos, chegando a 38% em um dos cursos, no caso na universidade B. Vale ressaltar que em todos os cursos pesquisados, a disciplina de Cálculo é oferecida pela primeira vez dentro desse espaço de tempo.

Na Universidade D, os dados que coletamos em Ciribelli (2015) não são específicos ao ano 2014, mas ao período 2009-2013 e contém dados agregados, sendo assim composto pela reprovação por frequência em todos os oito cursos que fazem parte do bacharelado em Ciências Exatas da Instituição. Incluímos a taxa de

---

<sup>10</sup> Nos casos da UNIV.A e UNIV.B, entende-se por Computação os cursos de Ciência da Computação, Engenharia da Computação, Tecnologia da Informação além da própria Computação.



reprovação semestral no bacharelado só para oferecer uma visão um pouco mais abrangente dos fatos.

Quadro 8 - Percentual de reprovação e evasão na Universidade D

Ano/Semestre	Taxa de reprovação	Reprovação por frequência
2009.1	67%	8%
2009.3	56%	16%
2010.1	51%	9%
2010.3	56%	17%
2011.1	55%	18%
2011.3	59%	17%
2012.1	30%	13%
2012.3	33%	14%
2013.1	46%	13%
2013.3	63%	17%

Fonte: elaborado pela autora com base nos dados de Ciribelli (2015)

A maior taxa de reprovação foi em 2009.1, no entanto, a taxa reprovação por frequência no semestre, ou seja, a evasão foi a menor entre os oito semestres pesquisados. Entre eles, o maior percentual de evasão se deu em 2011.1, quando do total de 55% de reprovação, 18% foi reprovado por falta.

Os próximos quadros têm por finalidade apresentar os percentuais de ingresso, aprovação e evasão especificamente na disciplina de Cálculo nas instituições privadas pesquisadas entre os anos 2010-2015. Novamente, ressalta-se o fato de que como a pesquisa se encontra em andamento, ainda não se tem a mesma quantidade de dados de todas as instituições.

Quadro 9 - Ingresso x aprovação em Cálculo I no curso de Matemática

Curso: Matemática						
	UNIVERSIDADE A			UNIVERSIDADE B		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Alunos ingressantes	38	35	37	29	26	17
Alunos concluintes	34	33	31	17	21	13
Alunos concluintes aprovados	30	28	25	15	18	10

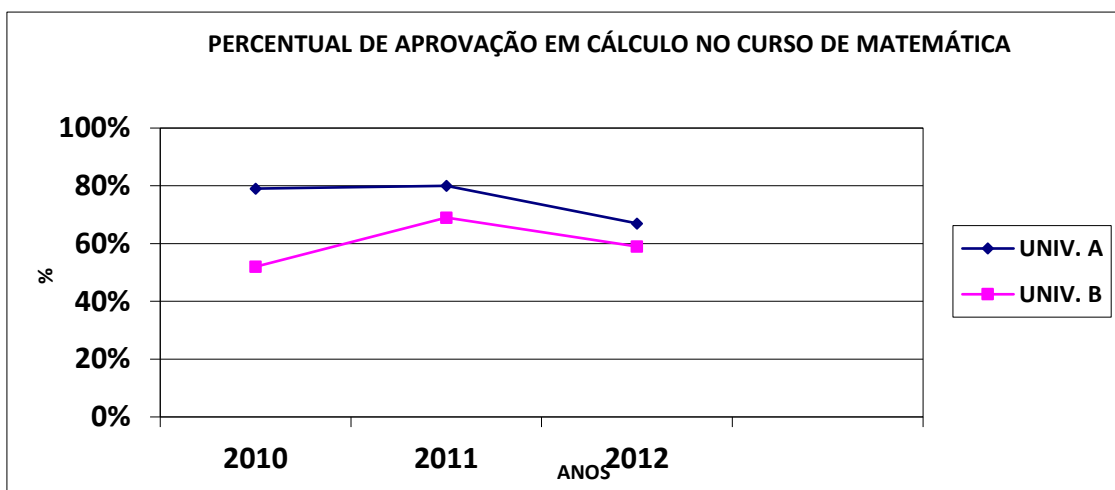
Fonte: elaborado pela Autora

Para o curso de Matemática, os anos escolhidos foram anteriores a 2014 visto que na Universidade B o curso deixou de ser oferecido em 2013.

Observa-se que em ambas as universidades, o número de alunos ingressantes na disciplina teve uma queda durante o triênio. Além disso, o índice de não aprovação na disciplina foi igual ou superior a 20% na primeira instituição, enquanto na segunda, esse percentual ultrapassou os 30%.

De modo a visualizar os dados, encontra-se a seguir o gráfico referente ao número de alunos ingressantes aprovados na disciplina.

Figura 4 – Percentual de Aprovação em Cálculo no curso de Matemática



Fonte: elaborado pela Autora

Percebe-se pelo gráfico que a Universidade A se manteve praticamente estável nos dois primeiros anos, mantendo um percentual de aprovação próximo a 80%, no entanto, apresentou um decréscimo desse percentual em 2012. No caso da Universidade B, as aprovações cresceram entre 2010 e 2012, voltando a cair em 2012.

Quadro 10 - Ingresso x aprovação em Cálculo I no curso de Engenharia de Produção

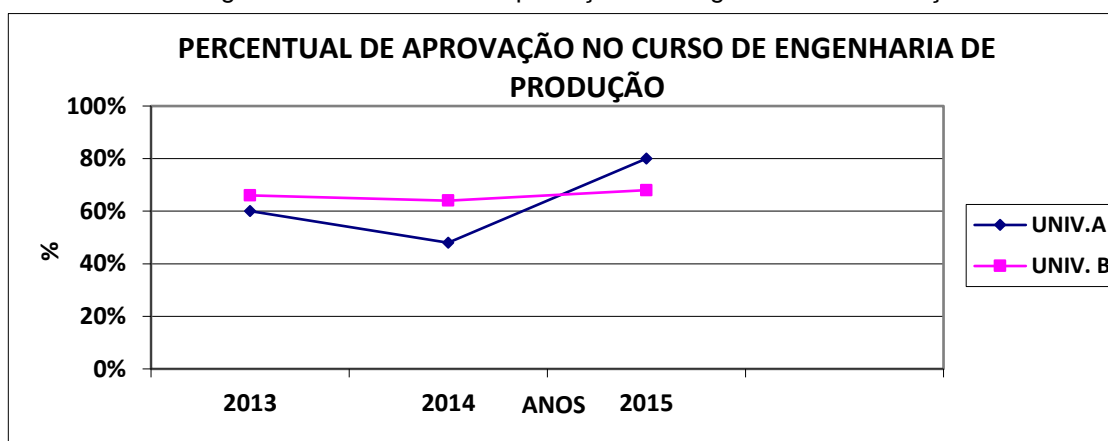
Curso: Engenharia de Produção						
	UNIVERSIDADE A			UNIVERSIDADE B		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Alunos ingressantes	86	117	93	59	65	76
Alunos concluintes	73	94	86	47	52	66
Alunos aprovados	52	56	74	39	42	52

Fonte: elaborado pela Autora

No caso do curso de Engenharia de Produção, o percentual de não aprovação em ambas as instituições superou os 33% no ano de 2013 e em 2014 a Universidade A ultrapassou os 50% de não aprovação, enquanto a Universidade B obteve 35% de não aprovação.

Assim como no curso de Matemática, alguns resultados foram colocados na forma de gráfico, de forma a auxiliar a visualização do que está acontecendo na disciplina no que se refere a aprovação.

Figura 5 – Percentual de Aprovação em Engenharia de Produção



Fonte: elaborado pela Autora

Entre os anos 2013 e 2014, nas duas instituições houve uma redução no percentual de reprovação, sendo que na Universidade B esse percentual foi mínimo. No caso da Universidade A, de um ano para o outro, essa queda foi de 12% aproximadamente. No entanto, no ano 2015 o percentual de aprovação voltou a subir.

Por fim, o curso de Computação foi analisado, seguindo os mesmos moldes dos cursos anteriores e da mesma forma, os resultados não foram satisfatórios, como constatamos na tabela abaixo.

Quadro 11- Ingresso x aprovação em Cálculo I no curso de Computação

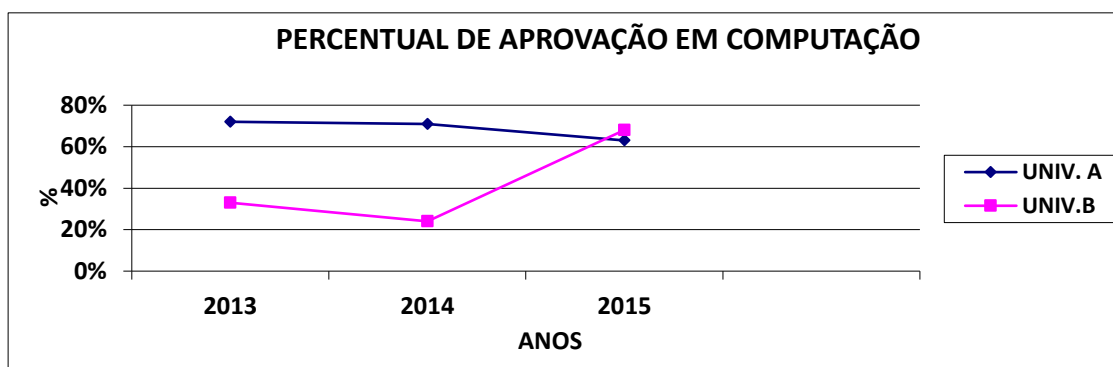
Curso: Computação						
	UNIVERSIDADE A			UNIVERSIDADE B		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Alunos ingressantes	36	32	33	27	21	28
Alunos concluintes	32	29	29	15	9	25
Alunos concluintes aprovados	26	23	21	09	5	19

Fonte: elaborado pela Autora

O curso de Computação na Universidade A teve o índice de não aprovação variando entre 28% e 36% durante o triênio, enquanto na Universidade B nos anos de 2013 e 2014 o percentual de não aprovação foi igual ou superior a 76% e em 2015, esse percentual caiu para 32%, o que ainda é um percentual considerado grande para a não aprovação na disciplina.

Da mesma forma que foi feito com os outros cursos, abaixo se encontra o gráfico referente à comparação feita entre ingresso e aprovação na disciplina. Nesse caso, no curso de Computação.

Figura 6 – Percentual de Aprovação em Computação



Fonte: elaborado pela Autora

O curso de Computação apresentou nas duas instituições, índices inferiores a 75% de aprovação em Cálculo, sendo que na Universidade B, nos anos 2013 e 2014 esses percentuais foram inferiores a 35%, mas voltaram a crescer em 2015.

Sobre a Universidade D, o percentual de reprovação foi calculado de maneira um pouco diferente, visto que os dados utilizados foram os encontrados em Ciribelli (2015). Eles representam a não aprovação no período 2009-2013 no curso de bacharelado em Ciências Exatas, ou seja, a reprovação em Cálculo em todos os cursos que compõem o bacharelado.

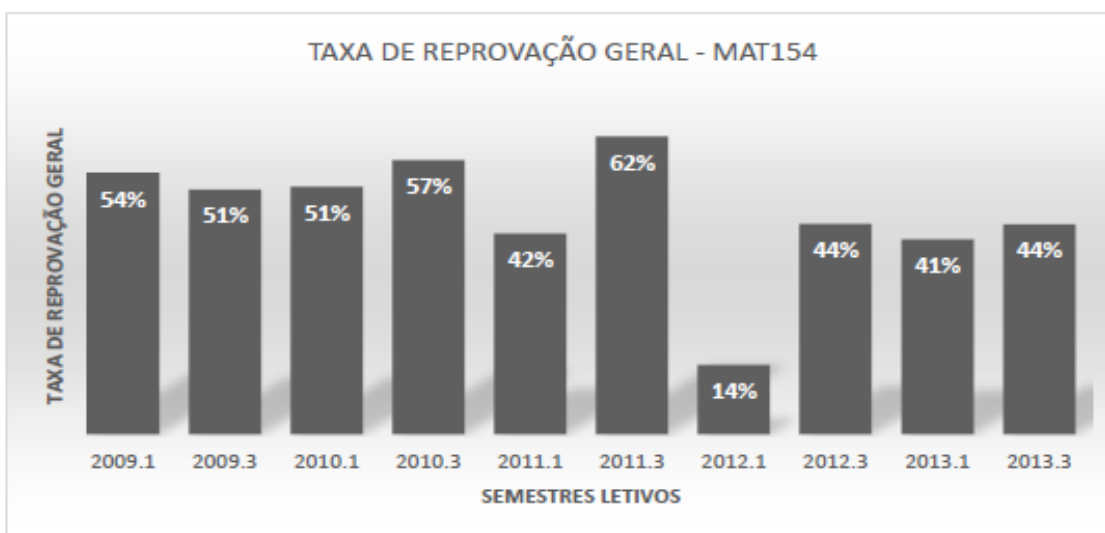
Quadro 12 – ingresso x não aprovação em Cálculo no Bacharelado em Ciências Exatas (2009-2013)

Disciplina	Vagas preenchidas	Alunos reprovados	Reprovação por nota	Reprovação por infrequência
Cálculo I	2.261	1.618	52%	20%

Fonte: elaborado pela autora com base em Ciribelli (2015)

Ainda em Ciribelli (2015) obteve-se a taxa de retenção em Cálculo por semestre, no entanto, da mesma forma que as demais informações fornecidas pelo autor, os dados são referentes a todos os cursos que fazem parte do bacharelado em Ciências Exatas.

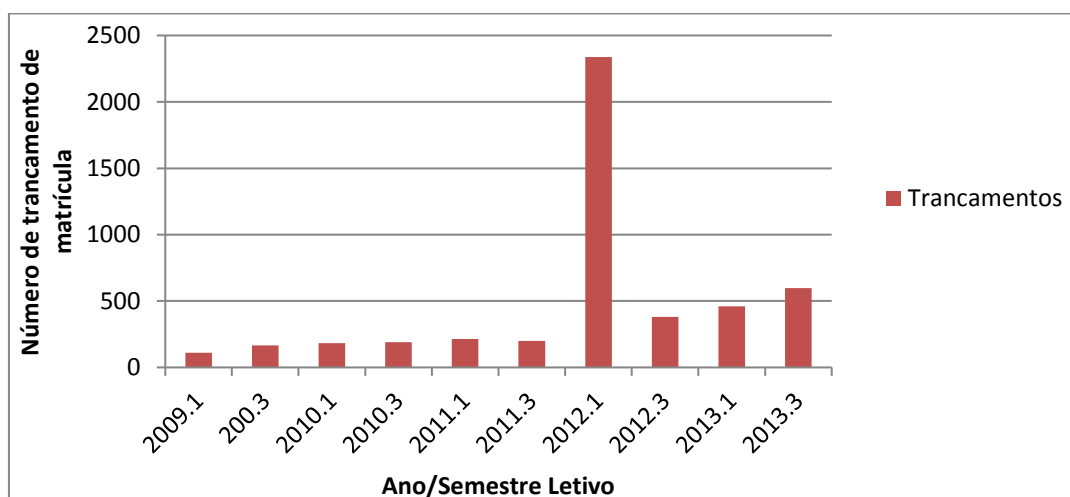
Figura 6 – Taxa de Reprovação Geral em Cálculo I



Fonte: CIRIBELLI (2015, p.73)

O menor percentual de reprovação ocorreu em 2012.1, mas de acordo com os dados de Ciribelli (2015), esse foi considerado um período atípico, visto que devido à greve, o período de trancamento de disciplinas foi prolongado até setembro/2012 e com isso o número de alunos que cursaram a disciplina foi inferior a 200.

Figura 7 – Trancamento de Matrículas no período 2009-2013



Fonte: CIRIBELLI (2015, p.76)

Observemos que no período 2009-2011, o trancamento da disciplina foi inferior a 200/ano, mas a partir de 2012, mesmo após o período atípico de trancamento o aumento no trancamento semestral passou a crescer chegando a quase 600 alunos em 2013.3.

Da mesma forma que os dados referentes a Universidade D não foram separados por semestre/ano, os dados da Universidade C, referem-se a um outro período, diferente do utilizado nas Universidades A e B, no entanto, mostram como o comportamento de não aprovação já era claro desde o ano de 2005. Para tal, compararemos os resultados obtidos nessa pesquisa com os propostos por PEREIRA (2009, p. 2 *apud*. LUZ, 2011, p. 6).

Por conta disso, abaixo se encontra construído um Quadro baseado nos dados propostos pelo autor referente ao ano de 2005 na Universidade C:

Quadro 13 - Percentual de aprovação em Cálculo na Universidade C- 2005

Instituição: UNIV C	Percentual de não aprovação
Matemática	42%
Química	46%
Meteorologia	46%
Astronomia	46%
Geologia	46%
Engenharia	De 52% a 58%

Fonte: elaborado pela autora

Percebe-se por meio desse quadro que quando o assunto é aprovação em Cálculo, os resultados das instituições públicas ainda são inferiores aos resultados das instituições privadas.

Além das intervenções propostas, existem diferentes fatores que podem influenciar nessa disparidade de resultados, tais como questões políticas e financeiras, que serão comentadas mais adiante.

## 6.1 As propostas oferecidas pelas instituições para reduzir o problema:

Reduzir os elevados índices de reprovação não é tarefa fácil para nenhuma instituição, principalmente devido ao fato de que o problema pode ser muito anterior ao ensino superior. Barreto (1995) afirma que:

As causas são muitas e já bem conhecidas, principalmente a má formação adquirida durante o 1º e 2º graus, de onde recebemos um grande contingente de alunos passivos, dependentes, sem domínio de conceitos básicos, com pouca capacidade crítica, sem hábitos de estudar e conseqüentemente, bastante inseguros (BARRETO, p. 4).

No entanto, nem todos os pesquisadores e professores concordam que esses sejam os únicos problemas. Para muitos, a metodologia e o que deve ser trabalhado na disciplina e de qual maneira deve levar em consideração a turma que está sendo trabalhada, ou seja, o curso de cálculo deve ser adequado à turma na qual o professor leciona, seja ela engenharia, matemática ou outra qualquer. Em seu trabalho de doutorado, Rezende (2003) afirma:

[...] resta saber então qual é o curso de Cálculo que se almeja? Aquele em que prevalece a técnica? Ou aquele em que se busca a construção dos significados? E, isto posto, definir qual deve ser então a melhor forma de preparação para um curso superior de Cálculo [...] (REZENDE, 2003, p.32).

Assim, após a verificação do percentual de aprovação em cada uma das instituições, buscou-se pesquisar o que as instituições propõem como medida para tentar reduzir os percentuais de não aprovação na disciplina. Esses dados foram obtidos junto aos coordenadores de curso de cada curso/instituição, utilizando-se perguntas diretas sobre a existência, tipos e dinâmica de cada um. O resultado dessa pesquisa encontra-se no quadro a seguir:

Quadro 14-Intervenções realizadas pelas instituições pesquisadas

	UNIV. A	UNIV. B	UNIV.C	UNIV.D
Disciplina preparatória	X	X	X	X
Monitoria	X	X	X	X
Cálculo oferecido de maneira diferenciada			X	
Aulas extras	X	X		
Minicursos		X		
Testes de conhecimentos pontuados		X		
Laboratório de Cálculo	X			
Aula online de revisão		X		
Atividade estruturada		X		X*

Fonte: elaborado pela autora

Percebe-se que existem muitas propostas de intervenção sendo realizadas pelas instituições pesquisadas e para tornar claro como cada uma delas funciona, segue a definição de cada uma.

### 6.1.1 Disciplina preparatória

Comum aos cursos de ensino superior, a disciplina preparatória tem por finalidade revisar temas estudados durante a educação básica. Geralmente, são abordados temas que fazem parte da formação básica em Matemática. Dessa forma, a ênfase nessa disciplina costuma ser para assuntos como conjuntos numéricos, equações, polinômios, fatoração, logaritmos, exponenciais, funções e geometria analítica. A disciplina preparatória visa auxiliar a sanar dificuldades oriundas ao ensino fundamental de modo que o aluno consiga assimilar com maior facilidade os conteúdos matemáticos propostos no ensino superior.

A disciplina preparatória, também conhecida como Pré-Cálculo, Cálculo Zero e Bases Matemáticas, entre outras, é oferecida pelas quatro instituições, entretanto, é obrigatória nas instituições privadas e eletiva na instituição pública, sendo que nesta a disciplina pode ser cursada por qualquer aluno que tenha o interesse e não é pré-requisito para nenhuma outra, ou seja, independente de aprovação, o aluno pode



fazer outras disciplinas. Em todos os casos pesquisados, o objetivo da disciplina era o de recordar assuntos do Ensino Fundamental e Médio, focando em temas como conjuntos numéricos, expressões algébricas, equações, funções e algumas questões de Geometria Analítica. Se analisarmos os temas trabalhados durante o curso, podemos perceber que a disciplina na verdade não prepara, só funciona como um processo de revisão dos conteúdos que auxiliam no cálculo algébrico.

### **6.1.2 Monitoria**

A monitoria se caracteriza por oferecer ao aluno monitor a oportunidade de conhecer um pouco mais sobre a docência. Nesse processo, o mesmo desenvolverá atividades relacionadas ao ensino de determinados conteúdos, possibilitando assim, a evolução das atividades referentes à docência. Para o aluno que assiste a aula de monitoria, existe a possibilidade de retirada de dúvidas e desenvolvimento de atividades propostas durante as aulas.

Da mesma forma que a disciplina preparatória, a monitoria é oferecida pelas quatro instituições e funciona como um reforço mediado por um aluno de um período mais avançado. Geralmente os alunos-monitores auxiliam os alunos que cursam a disciplina esclarecendo dúvidas, ajudando na resolução de exercícios e listas propostas pelo professor. Semestralmente ou anualmente, ocorre um processo seletivo com edital aberto pela instituição e prova baseada nos conteúdos que norteiam a disciplina. A prova para monitoria é elaborada pelo professor titular da disciplina com objetivo de selecionar os monitores de Cálculo Diferencial e Integral.

Em algumas instituições, além da avaliação, o coeficiente de rendimento durante o curso e uma entrevista com o professor responsável fazem parte do processo seletivo. Essa monitoria acontece fora do horário de aula do grupo e existe um professor responsável por orientar e acompanhar o aluno monitor.

### **6.1.3 Cálculo oferecido de maneira diferenciada**

Como muitas são as dificuldades apresentadas durante as aulas de Cálculo, encontramos hoje “diferentes” maneiras de se ensinar a disciplina. Alguns optam pelo uso de ferramentas computacionais, enquanto outros investem em listas de exercícios de repetição. Existem aqueles que trabalham com atividades em grupo e resolução de problemas. O que se pretende com essa proposta, é desenvolver o conteúdo de maneira mais próxima a realidade do aluno, para que com isso, a compreensão seja maior.

A proposta de alguns professores da Universidade C é a de integração entre o conteúdo da sala de aula e o recurso computacional. Para eles, o fato de se trabalhar com os dois espaços, transforma a disciplina em uma proposta diferenciada. Esse projeto está sendo retomado em 2016, visto que o professor da disciplina poderia ou não optar por trabalhar com o projeto. A ideia, segundo os coordenadores de curso, é relacionar o conteúdo com a parte computacional com foco na resolução de problemas.

Por alguns anos, as atividades propostas na disciplina ficaram disponíveis virtualmente por meio de um endereço eletrônico fornecido pelo professor. No entanto, como o professor poderia ou não optar pela proposta, o material não foi atualizado e no momento o acesso é indisponível para qualquer um. Durante o tempo de funcionamento, a professora que estava responsável pela cadeira da disciplina contou com o auxílio de uma aluna de doutorado que utilizaria a pesquisa como parte da sua tese de doutorado.

#### **6.1.4 Aulas extras**

Com a finalidade de auxiliar na revisão de conteúdos e retirar dúvidas remanescentes das aulas, as aulas extras são comuns em universidades públicas e privadas e ocorrem geralmente, fora do horário acadêmico. Como as mesmas não fazem parte do currículo, elas são abertas àqueles alunos que desejam participar, ou seja, não existe obrigatoriedade de frequência.

As aulas extras ocorrem nas Universidades A e B, desde 2014 sempre antes da segunda avaliação. Essas aulas são oferecidas por professores que podem ou não ter lecionado a disciplina com a turma. Isso oferece aos alunos uma abordagem um

pouco diferente da que ele teve durante as aulas regulares. Não existe cobrança de frequência e fica a cargo do coordenador do curso contratar alguém para lecionar essas aulas. Essas aulas são realizadas antes do horário regular de aula e algumas vezes, no sábado pela manhã.

#### **6.1.5 Minicursos**

Os minicursos ou cursos compactos caracterizam-se por cursos de curta duração. Podem ocorrer de forma presencial, geralmente em dois ou três dias ou na modalidade EAD. Ele tem por finalidade oferecer informações sobre determinados assuntos. A metodologia utilizada vai depender da proposta do minicurso. Assim, o professor pode apresentar seu minicurso como uma palestra ou utilizar uma metodologia mais ativa, onde o aluno participa ativamente do tema do minicurso.

A Universidade B oferece em sua home page minicursos referentes a alguns temas propostos durante as aulas, sendo alguns oferecidos gratuitamente e outros pagos. Existe também a proposta de professores da instituição oferecerem minicursos aos sábados sobre os temas que julgarem pertinentes. Nesse caso, o minicurso é sempre pago e necessita de um número mínimo de alunos para acontecer. Apesar de oferecido dentro do espaço da instituição, cabe ao professor que promoverá o minicurso selecionar o conteúdo e a metodologia que julgar mais adequada para a proposta com ênfase nas dificuldades observadas durante o período. Para que o minicurso possa ocorrer, o mesmo precisa ser aprovado pelo colegiado. Comumente, os temas selecionados para esses minicursos são “Bases Matemáticas”, “A utilização da calculadora científica”, “Noções de Matemática Financeira”, entre outros.

#### **6.1.6 Teste de conhecimentos pontuados**

Frequentes no ensino superior, os testes de conhecimentos pontuados visam reforçar algumas atividades com os alunos e reduzir o peso a avaliação. Eles são baseados em conteúdos e atividades vistas na sala de aula e representam um

percentual da nota do aluno. Costumam ser feitos em casa e com um prazo de aproximadamente uma semana para serem entregues via email ou plataformas de comunicação ou diretamente ao professor.

Quatro vezes durante o semestre, o aluno da Universidade B, pode passar (caso deseje) por um processo de avaliação do conhecimento já adquirido. São cinco questões aleatórias retiradas do próprio banco de questões de onde as avaliações formais são geradas. Como são geradas aleatoriamente, o nível das questões pode variar de teste para teste. Para essa modalidade, os acertos contam pontos para aqueles alunos que optarem ou necessitarem fazer a avaliação substitutiva. O total de pontos acumulados pode ser no máximo 2,0 pontos. O aluno tem um prazo, que geralmente se encerra antes da segunda avaliação, para optar por fazer ou não os testes de conhecimento.

Como o banco de dados para essa atividade é o mesmo utilizado para gerar a segunda avaliação, existe o risco de na avaliação aparecer à mesma questão que no teste de conhecimento pontuado. Outros aspectos a serem considerados se dão pelo fato da geração de questões ser aleatória, podendo cada um receber um teste diferente e o professor não ter acesso a qual questão cada aluno respondeu. Assim, para o professor só aparece a pontuação obtida na questão.

### **6.1.7 Laboratório de Cálculo**

O laboratório de Cálculo é o espaço onde o aluno deveria desenvolver mais que a teoria vista durante a aula expositiva. Esse seria o espaço da aplicação nas mais diversificadas áreas. No entanto, a maioria das instituições consideram como “laboratório de Cálculo” a sala de recursos computacionais. Lá eles resolvem problemas utilizando os conhecimentos referentes a disciplina e ferramentas computacionais.

Além das aulas formais, os alunos contam com dois tempos semanais de Laboratório, nos quais, junto ao professor, desenvolvem tarefas propostas durante a aula de Cálculo. A disciplina não é obrigatória e não existe cobrança de presença semanal, logo, a frequência é baixa. É comum o professor do laboratório estar em contato direto com o professor titular da disciplina para organizar aplicações dentro do conteúdo que foi trabalhado na sala de aula. Não existe um “currículo mínimo”

específico para a disciplina, cabendo ao professor à responsabilidade da seleção do que trabalhar nesses tempos.

#### **6.1.8 Aula online de revisão**

Da mesma forma que as aulas de revisão, as aulas online têm a finalidade de auxiliar o aluno a compreender os conteúdos propostos pelo professor. A principal diferença entre as duas modalidades é que nesse caso, como é uma aula virtual, o aluno pode assistir em casa ou no trabalho e em qualquer horário. A grande desvantagem é a falta de oportunidade para fazer questionamentos durante a aula.

Como proposta iniciada em 2014, pela Universidade B, a disciplina de Cálculo e algumas outras consideradas com índice elevado de reprovação, receberam o apoio das aulas de revisão online: após a primeira avaliação, o aluno que não tiver obtido a pontuação mínima de aprovação é convidado para participar do projeto, no qual assistirá 8 aulas de 50 minutos sobre o conteúdo da primeira avaliação e, após esse processo, fará nova avaliação que servirá como recuperação da anterior, prevalecendo a média aritmética entre as duas. Essa revisão não é preparada pelo professor. É um pacote de aulas preparado por um conteudista (selecionado as vezes por processo seletivo) da instituição. Além disso, essa nova avaliação não é elaborada ou corrigida pelo professor titular, as notas aparecem no sistema virtual de lançamento de conteúdo. Assim, as notas e frequência são apenas para que o professor tome conhecimento das mesmas,

#### **6.1.9 Atividade estruturada**

Atividades Estruturadas caracterizam-se por atividades que oferecem ao aluno a construção de conhecimento, através de um trabalho de pesquisa. As propostas dessas atividades priorizam a relação entre teoria e prática, permitindo que o aluno aplique aquilo que aprendeu durante as aulas na sua área. Ela permite a reflexão crítica e estimula o processo de autoaprendizagem.

Ao invés de na avaliação formal valer a totalidade da nota, é proposto para algumas disciplinas um trabalho geralmente voltado para a aplicação do conteúdo na área do curso. No curso de Cálculo I, geralmente é proposto um problema onde o aluno precisará pesquisar um pouco mais a fundo o conteúdo para responder a questão. Essa proposta é formulada pelo professor da disciplina e é responsável por 20% da nota da avaliação e seu resultado é somado à nota da prova.

Como na maioria das vezes essas são propostas institucionais, buscamos conhecer a opinião dos professores que lecionam a disciplina e dos alunos que cursam a mesma, de modo a termos uma visão do que os mesmos, professores e alunos, pensam a respeito das intervenções.

No caso da Universidade D, a atividade estruturada não é realizada valendo 20% da nota ou obrigatória. Alguns professores propõem listas de exercícios que valem pontos (de acordo com a decisão de cada professor) e que ajudam o aluno na composição da nota final. Ressalta-se que essa não é uma proposta institucional, mas individualizada à turma e ao professor da disciplina.

## **6.2 Intervenções: o que professores e alunos pensam a respeito?**

As intervenções nas quatro instituições de ensino superior objetivaram a melhoria da aprendizagem, sendo essa comprovada por meio de notas ou conceitos. No entanto, o que muitas vezes se vê é que apesar de melhorias nas notas, nem sempre houve significativa aprendizagem do conteúdo e o problema só foi transferido para o próximo semestre ou ano. Dessa forma, fizemos uma entrevista, com um professor de cada instituição e para um aluno que tenha cursado a disciplina introdutória e Cálculo I.

No caso dos professores, apesar da entrevista ter sido composta por outras discussões, que estão na íntegra no anexo dessa pesquisa, três foram as perguntas base apresentadas:

- Você concorda com as intervenções realizadas pela sua instituição de ensino? Por quê?

- As intervenções realizadas durante o período influenciaram de maneira positiva nos índices de aprovação em Cálculo?
- Em sua opinião, as intervenções promoveram uma maior aprendizagem de Cálculo?

Durante toda a entrevista, a entrevistadora tentou manter-se imparcial, de modo que cada professor pudesse responder de acordo com aquilo que realmente pensava a respeito e nesse sentido, os três formam unânimes em dizer que apesar de saber da necessidade de intervenções nas aulas de Cálculo, nem sempre as que eram propostas pela instituição os agradavam na íntegra. Tal fato se dava por acreditarem que em parte dos casos, as intervenções ajudavam ao aluno a aumentar nota somente.

Não gosto de trabalhos em grupo como forma de intervenção. O aluno, sabendo que tem um trabalho para ajudar na nota, se preocupa menos em estudar para a avaliação, já que tem dois pontos quase garantidos pelo trabalho feito em casa. Geralmente um faz, coloca o nome de todos e todos saem felizes, sem aprender, mas com pontos (Professor A, informação verbal).

O professor B, mesmo sem ouvir o relato do colega, concordou com o professor A, mas apresentou outros fatores relevantes sobre a situação.

Depende da intervenção. Se é um trabalho em grupo, não funciona. O cara não faz, atrasa a entrega, reclama da dificuldade, pede mais prazo e no final aparece um trabalho com seu nome. Outras coisas talvez funcionem melhor, talvez a aula de revisão dê a ele uma nova chance de aprender, mas se não quiser, será inútil (Professor B, informação Verbal).

Com relação às intervenções terem auxiliado na nota dos alunos, os dois professores afirmaram ser notável a melhora na nota e por consequência, nos índices de aprovação na disciplina.

Eles ganham pontos por executarem tarefas e as vezes até melhoram um pouco na aprendizagem. Mas é fato: a nota sobe. O trabalho computacional ajuda muito nesse sentido, ele faz, pontua e melhora. No final, isso ajuda na média e ele passa de período (Professor A, informação verbal).

A última pergunta foi a que os três tiveram maior dificuldade em responder. Principalmente pelo fato da aprendizagem não ser mensurável por meio de números. De acordo com os três, a intervenção ajuda àquele aluno que está disposto a participar da mesma de forma intensa e, por esse motivo, ela pode ajudar na aprendizagem, mas nem sempre isso acontece. Os três confirmaram que algumas vezes ajuda na melhora qualitativa da nota, mas não necessariamente na qualidade da aprendizagem do conteúdo.

Ao professor da disciplina introdutória, as perguntas norteadoras estavam relacionadas à bagagem trazida pelo educando ao ingressar no ensino superior, bem como relacionadas ao conteúdo que o aluno domina realmente ao concluir a disciplina desenvolvida durante o curso superior, dessa forma, três foram as questões levantadas:

- Qual é o perfil do aluno que chega para a disciplina introdutória?
- Para você, a disciplina introdutória conseguiu sanar na íntegra as dúvidas remanescentes da Educação Básica?
- Você já lecionou Cálculo após a disciplina introdutória, assim poderia nos informar se a mesma foi suficiente para resolver as dificuldades geralmente apresentadas pelos alunos de Cálculo?

De acordo com o entrevistado, não existe um perfil a ser traçado sobre o aluno que faz a disciplina introdutória. Como na instituição que trabalha, a disciplina é obrigatória, ele tem nas aulas alunos que não apresentam nenhuma dificuldade, alunos com alguma dificuldade e alunos com muita dificuldade, o que de acordo com ele, não significa que o que não tem dificuldades deixa de ter atenção durante a aula, enquanto o que tem dificuldades, fica focado nas explicações, tarefas e avaliações. Para ele, cada aluno é diferente e se esse fato fosse considerado, seriam traçados ao menos oitenta perfis.

Sobre a disciplina introdutória sanar as dúvidas na íntegra, o professor foi claro em dizer “Não, ela não sana. O aluno vem com dúvidas de oito anos de escola e seis meses não são capazes de mudar isso” (Informação verbal).

Quando questionado se a disciplina introdutória era suficiente para resolver as dificuldades dos alunos que ingressam no curso de Cálculo, o professor novamente foi categórico ao afirmar que apesar da disciplina introdutória ajudar a recordar



assuntos do ensino fundamental e médio, ela não garante que o aluno não terá problemas em Cálculo.

Você quer me pegar né? (risos) O Pré-Cálculo é legal, mas é só uma revisão de conteúdos. O tempo é curto e os conteúdos são muitos. Não dá tempo e mesmo se desse, o que o aluno precisa é aprender a pensar dentro da Matemática e isso a matéria não faz. Ele pode saber tudo de Pré-Cálculo e ter dificuldades em Cálculo, ou não ser o melhor em “précal” e conseguir ser aprovado em Cálculo (Professor da disciplina introdutória, informação verbal).

Para o aluno, só uma pergunta foi feita:

- O que você acha das intervenções realizadas pela sua instituição como forma de ajudar na sua aprendizagem em Cálculo?

A resposta do aluno foi interessante e mostrou a visão dele sobre o fato.

Ah, pô é legal. Me ajudaram a passar. Eu faço tudo, mas não gosto de matemática e essas coisas fizeram eu passar na matéria. Era muito trabalho no computador e a gente sempre pedia se podia um trabalho pra ajudar na prova, era a chance do ponto (Aluno, informação verbal).

Ao ouvir a resposta, a pesquisadora tentou buscar nas abordagens do aluno informações sobre a aprendizagem significativa, questionando se esses trabalhos e outras intervenções tinham ajudado no processo de compreensão do conteúdo e a resposta obtida foi que “o computador agora faz o que ele precisa no estágio” (informação verbal)

Todos esses questionamentos, sejam eles dos professores ou do aluno, constatarem o que essa pesquisa aborda, ou seja, as dificuldades em Cálculo são muitas e por diferentes motivos, geram altos índices de não aprovação. Por conta disso, procedimentos que auxiliam na diminuição desses índices estão sendo inseridos nas universidades desde o início dos cursos.

### **6.3 Resultados após intervenções**

Como forma de mostrar os resultados obtidos após a inserção das intervenções na disciplina, abaixo apresentamos dados que mostram como essa se deu na

Universidade B, nos cursos de Engenharia Ambiental e Sanitária e Engenharia Civil (turmas unificadas) e Engenharia de Produção. Os resultados apresentados são referentes à 2015 e mostram como o perfil de aprovações pode ser influenciado pelas intervenções inseridas.

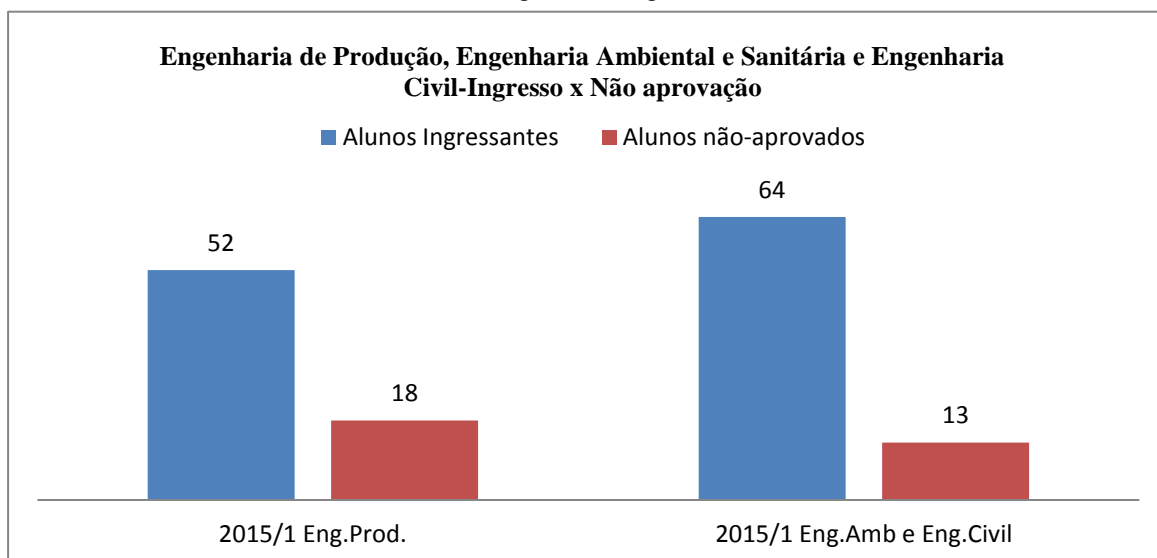
Quadro 15 - Ingresso, evasão e aprovação em Cálculo nos cursos de Engenharia 2015/1

	<b>Engenharia de Produção</b>	<b>Engenharia Civil e Eng. Ambiental</b>
	2015/1	2015/1
Alunos ingressantes na disciplina	52	64
Alunos concluintes na disciplina	46	56
Alunos concluintes aprovados sem necessidade de intervenção	26	45
Alunos concluintes aprovados com necessidade de intervenção	08	06
<b>Total de alunos aprovados na disciplina</b>	<b>34</b>	<b>51</b>

Fonte: elaborado pela autora

O que se pode perceber com o Quadro 15 é que a intervenção auxiliou os alunos que necessitavam de pontos para alcançar a média a atingirem a aprovação na disciplina de Cálculo. A influência exercida é tamanha a ponto de aumentar em cerca de 30% o total de aprovados na disciplina. No entanto, ainda existem as problemáticas referentes à evasão e reprovação na disciplina. Desse modo, abaixo segue um gráfico comparativo referente a ingressantes e concluintes da disciplina em questão.

Figura 8 – Ingresso x Conclusão



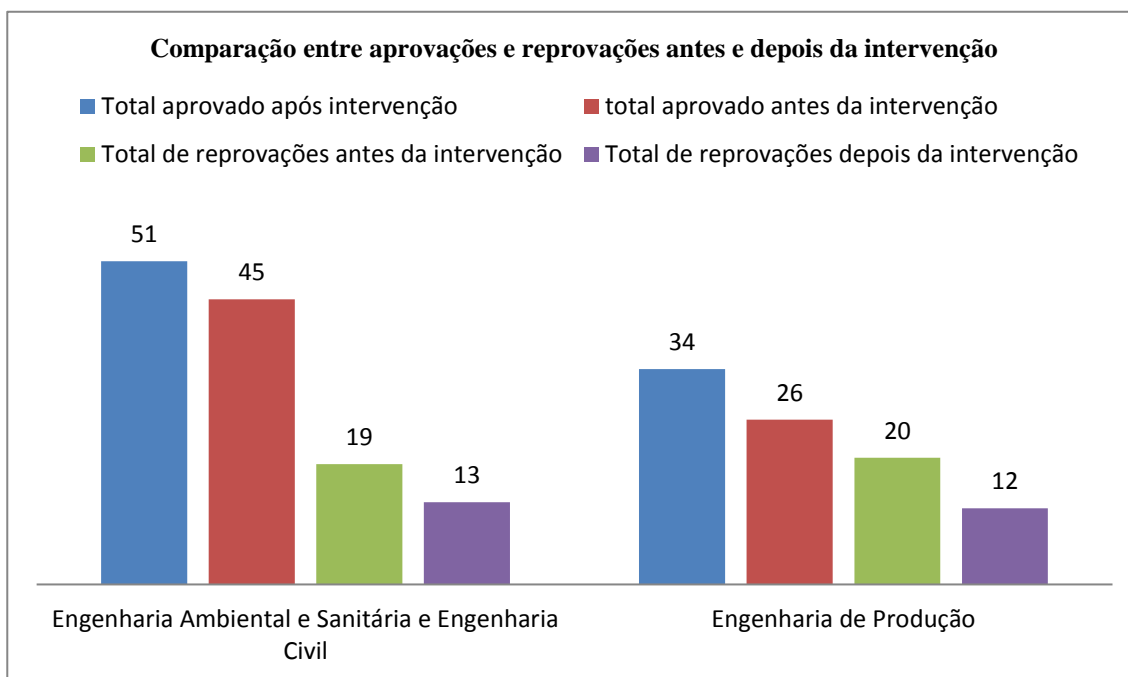
Fonte: elaborado pela autora

Como se pode perceber, o número de alunos não-aprovados nas duas turmas ainda é elevado, chegando ao ponto de na turma de Engenharia de Produção atingir cerca de 35% da turma. Mesmo na turma unificada (Engenharia Ambiental e Sanitária e Engenharia Civil), esse número ainda é grande, apesar de menor, ele gira em torno de 20% do total de alunos ingressantes, o que também é um número considerável. Apesar disso, fica claro que esses índices são menores que os apresentados para os anos de 2013 e 2014.

Abaixo, encontra-se o gráfico referente à comparação entre o número de aprovações x número de reprovações na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. No entanto, levaremos em conta a variável “intervenção”. Por esse motivo, cada curso apresentará quatro colunas, visto que essas representam a aprovação antes e depois da intervenção e a reprovação antes e depois da intervenção. Com isso, o que se espera é mostrar ao leitor o quanto a intervenção influenciou nos resultados apresentados na pesquisa.

Esses resultados são baseados na média final, já incluídas intervenções como aulas extra, atividades estruturadas e disciplina introdutória. A comparação é feita com o resultado da intervenção “teste de conhecimento pontuado”.

Figura 9- Aprovações e reprovações antes e após a intervenção

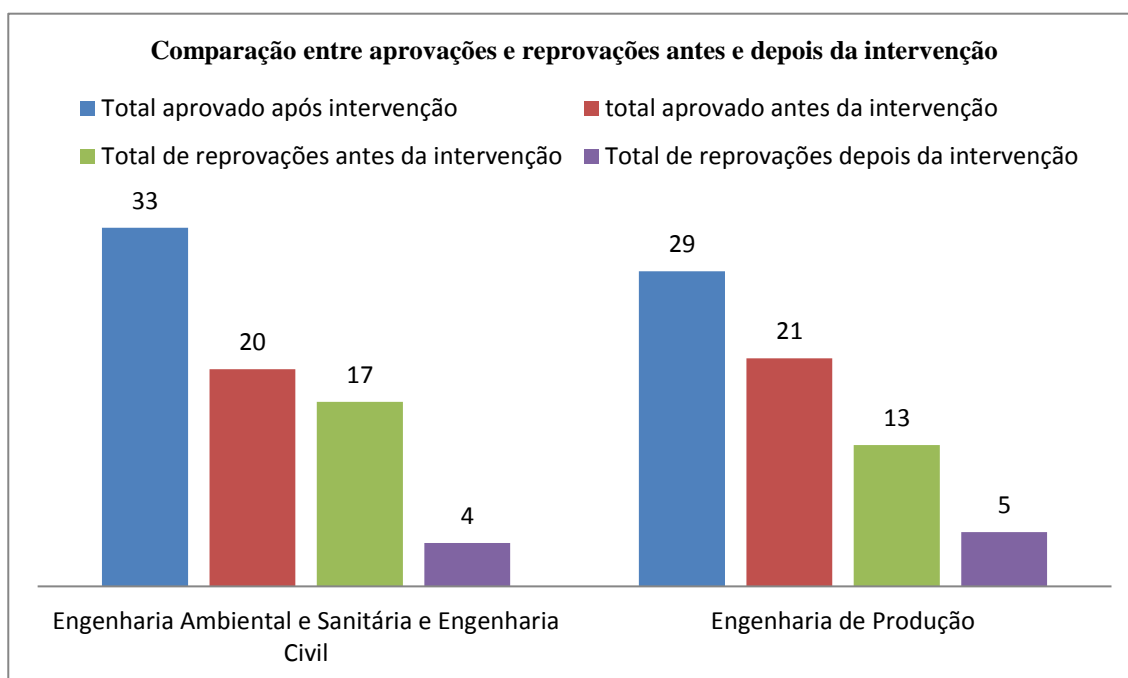


Fonte: elaborado pela autora

Com esse gráfico percebe-se que após a intervenção realizada nas duas turmas, houve para a turma unificada (Engenharia Ambiental e Sanitária e Engenharia Civil) um crescimento de cerca de 12% no índice de aprovação na disciplina, enquanto a reprovação diminuiu em aproximadamente 32%. No caso da turma de Engenharia de Produção o aumento no percentual de aprovação da turma na disciplina foi maior que 23%, enquanto a queda no percentual de reprovação foi de 40%.

O mesmo procedimento foi realizado no segundo semestre de 2014, com os mesmos grupos: Engenharia Ambiental e Sanitária e Engenharia Civil e como podemos observar abaixo, os resultados se dispõem da mesma forma

Figura 10 - Aprovações e reprovações antes e após a intervenção



Fonte: elaborado pela autora

Como visto na figura 10, os resultados referentes à aprovação e reprovação em Cálculo são influenciados pelas intervenções, principalmente pelo “teste de conhecimento pontuado”. Possivelmente as outras intervenções exercem força nos índices de aprovação, mas esse como é inserido após a última avaliação e diretamente na nota final, faz-se mais claro que os demais.

De acordo com a professora de Cálculo da Universidade C, a intervenção realizada por ela na disciplina surtiu resultado no grupo e os mesmos apresentaram maior rendimento e compreensão nos conteúdos apresentados durante o curso, no entanto, como a professora deixou de ministrar as aulas por algum tempo, o projeto foi abandonado. Nesse semestre a mesma reassumiu a cadeira de Cálculo e decidiu reativar o projeto.

## 7 ANÁLISE DOS DADOS

Após a coleta de dados, pudemos observar que muitos são os problemas referentes a não aprovação em Cálculo mesmo depois das intervenções, assim, para analisarmos cada informação colhida, buscamos inicialmente, incluir um fator que pode influenciar nesse processo: o professor que leciona Cálculo.

Sobre o professor universitário, Imbernón (2012) afirma que:

(...). É verdade que a maioria dos professores universitários não teve uma formação pedagógica para chegar a docência. (...) E hoje a universidade precisa de professores dotados de ferramentas sociais e psicopedagógicas, não precisa apenas de profissionais (químicos, físicos, filólogos, geógrafos etc.) que ensinam, mas de professores de...Para tanto, a maioria dos professores universitários precisa não apenas aprender a ensinar, mas desaprender muitos aspectos que não funcionam no ensino. Precisam desaprender alguns aspectos da época em que eram alunos e alunas e aprender novas técnicas e novos processos de ensino e saber como o aluno aprende (IMBERNÓN, 2012, p.14).

E isso nos mostra que não necessariamente é um professor que leciona Cálculo, mas um bacharel, ou um engenheiro, por exemplo o que é inadequado, visto que esse não recebe uma “formação” para se tornar professor, mas conteúdos como em qualquer outro curso. Nem sempre saber um conteúdo significa saber explicá-lo para outros de forma clara e compreensível. Isso nos reporta a frase de Reis (2012, p.87) já citada nesse trabalho “(...) De quem é a culpa no palco da sala de aula? Dos atores e sua má performance ou do público e sua insensibilidade?”

Com isso, observando o tempo necessário para a aprovação em Cálculo I na Universidade D, podemos pensar no significado desses dados. Perceber que um aluno necessita fazer a matéria 11 vezes assusta e como apresentado no referencial teórico, seja nas palavras de Barreto (apud Reis, 2001), Irias (2011) ou Melo (apud Jesus 2010), muitos são os motivos que podem levar a essa não aprovação e dentre eles, o professor: certas vezes por explicar um conteúdo sempre da mesma forma o aluno pode compreender somente a mesma parte do conteúdo, ficando com as mesmas lacunas do semestre anterior.

Quando o assunto é evasão, não necessariamente em Cálculo, mas no curso superior que optou por fazer, em todos os cursos e semestres ela existe, sendo

superior a 10% na maioria dos casos. No caso de Cálculo, ainda em Mello et al (2001, p.3) dados referentes ao ano de 1994, quando a Universidade Federal Fluminense optou por realizar intervenções no curso, cerca de 50% da turma foi aprovada e os 50% não aprovados eram compostos por 2/5 de evadidos. Sobre isso, mas já trazendo para dados mais atuais, Ciribelli (2015) cita como fatores que influenciam essa decisão, as dificuldades acadêmicas, a questão da adaptação ao ambiente acadêmico, os objetivos individuais, incertezas quanto a escolha da carreira pretendida, o comprometimento com o curso, o fator financeiro, a incongruência e o isolamento do mesmo.

Em todas as instituições o percentual de aprovação com relação ao número de ingressantes na disciplina de Cálculo é diferente, fornecendo assim um percentual de não aprovação em todos os casos. Ressaltamos que nesse trabalho consideramos como não aprovação a reprovação na disciplina por nota ou frequência (evasão), com isso, utilizando para formalizar essa conclusão alguns dados fornecidos pela Universidade D, no período 2009-2013, o curso de bacharelado em Ciências Exatas apresentou 20% de reprovação por infrequência no curso e mais de 100 trancamentos por semestre, chegando a mais de 500 em 2013.3 e ultrapassando 2000 trancamentos em 2012.1.

Nem todas as instituições apresentaram a mesma quantidade de intervenções, muito menos valorizaram seus resultados da mesma forma. O que se observou foi o fato de que as instituições privadas oferecem mais e enfatizam mais os resultados dessas intervenções. É verdade que na instituição privada o número de alunos em cada curso influencia diretamente na recorrência desse e a não aprovação pode estimular a desistência do mesmo com relação ao curso e esse fator desencadearia uma sequência de outros problemas institucionais que poderiam extinguir turmas, reduzir número de professores e aumentar os custos de outros cursos.

Mas os motivos pelos quais as instituições privadas oferecem mais intervenções não foram discutidos durante o trabalho, visto que podem ter influência financeira, política e estrutural dentro das instituições e essas questões levantariam uma discussão muito maior do que a que esse trabalho permite. Assim, nos limitaremos a discutir quais foram as intervenções propostas e se elas influenciaram no processo.

Comum em todas as instituições, a disciplina preparatória não é obrigatória em algumas, mas é pré-requisito para o Curso de Cálculo em outras. A ideia da proposição dessa disciplina foi discutida em Rezende (2003, p.13), como algo recorrente nas instituições de ensino superior e hoje, mais de 13 anos depois, ainda é muito comum. Diferentemente do que acreditamos ser uma disciplina preparatória de Cálculo (uma disciplina que permita ao aluno compreender o mecanismo do cálculo, interpretativa, questionadora e investigativa) as disciplinas introdutórias, sejam elas com o nome de Pré-Cálculo, Bases Matemáticas ou Cálculo Zero, tem por finalidade revisar conteúdos estudados no ensino fundamental e médio, assim assuntos como frações, equações, polinômios e funções são revistos pelos alunos, como forma de amenizar os déficits oriundos dos outros segmentos educacionais.

Essa constatação também foi abordada em Rezende (2003) ao afirmar que: “Tais cursos, independentemente do nome que tenham, têm como meta principal resolver o problema da ‘falta de base’ do aluno, ponto, aliás, que parece consensual entre os professores de Cálculo” (Rezende, 2003, p.17. Grifos do autor).

Da mesma forma que a disciplina introdutória, a monitoria é comum a todos os cursos e nesse caso, ela não tem caráter obrigatório, mesmo para aquele aluno que apresenta dificuldades na disciplina. Por não ser obrigatória, a frequência nessa modalidade é baixa e mesmo entre os alunos que participam das aulas o rendimento na disciplina nem sempre é maior que antes da participação. Talvez esse fato se dê por que discutimos durante toda essa pesquisa: nem sempre o aluno monitor está bem preparado, muito menos o conteúdo trabalhado por ele oportuniza ao aluno a possibilidade de compreender os temas nos quais apresentou dificuldade. É um processo bastante complexo, visto que o monitor pode trabalhar da maneira que achar mais conveniente os temas.

O Cálculo de maneira diferenciada tenta oferecer ao aluno uma forma menos tradicional de aprender o conteúdo, pois o aluno deixa de ter a aula puramente expositiva, comum as instituições e trabalha diretamente com aplicações computacionais, onde a resolução de problemas é a prioridade. Essa proposta parece buscar fundamentos nas pesquisas de Peter Lax, mas ainda fica muito aquém desse objetivo, tornando-se mais próxima da reflexão de Rezende (2003) sobre a utilização do computador na sala de aula:



A utilização dos computadores é inevitável e irreversível. O uso dos computadores como ferramenta didática tem aparecido com frequência nas pesquisas sobre o ensino de Cálculo. A questão que se apresenta então não é se “se deve usar ou não o computador para o ensino de Cálculo”, mas ‘**como**’ e ‘**quando**’ usar esta ferramenta (REZENDE, 2003, p.19. Grifos do autor).

Considerando que hoje o computador está inserido no dia-a-dia, levá-lo para a sala de aula pode transformar as aulas de Cálculo em mais atrativas, no entanto, o simples fato de utilizar o computador, não nos garante a melhoria na aprendizagem.

As aulas extras, assim como as aulas online, são fornecidas por algumas das instituições pesquisadas. Elas geralmente ocorrem antes das verificações, o que pode sugerir uma preocupação não necessariamente com a aprendizagem, mas com a nota do aluno. Elas são pouco procuradas, pois não são obrigatórias. Sobre elas, só podemos dizer que funcionam como revisão de conteúdo para as verificações, da mesma forma como são feitas no ensino fundamental e médio de algumas escolas.

Os minicursos oferecidos por uma das instituições não são propostos especificamente para a disciplina de Cálculo. Eles são abertos a comunidade e abordam diferentes temas. Apesar de trabalharem com conteúdos vistos no ensino superior, na disciplina de Cálculo e em outras, não influenciam diretamente na sala de aula da disciplina. Por serem pagos, são raros os alunos que cursam cálculo e que fazem algum desses minicursos simultaneamente. Experiência similar, ocorreu na PUC-RS, onde, de acordo com Cavasotto (2007), os alunos que desejassem poderiam participar de “oficinas de aprendizagem” antes das aulas com assuntos introdutórios ao Cálculo (p.15).

Os testes de conhecimento pontuados, assim como as atividades estruturadas fornecem pontos aos alunos, sendo esses extras ou componentes da avaliação formal. A diferença entre as duas modalidades se encontra no fato de que um é baseado em um banco de dados institucional, enquanto o outro é do acervo particular do professor. Outra diferença entre os dois está no fato de que o teste de conhecimento tem um número específico de questões, já a atividade estruturada pode ter quantas questões o professor achar necessária para avaliar o aluno. O Laboratório de Cálculo funciona como um complemento da aula expositiva. Ele permite que o aluno aplique os conhecimentos adquiridos durante as aulas regulares a problemas relacionados ao curso escolhido.

Apesar de interessante, como não necessariamente o professor que leciona a disciplina é o mesmo que trabalha com o Laboratório de Cálculo (às vezes nem contato os dois tem), nem sempre esse objetivo é atingido, podendo o professor do Laboratório estar trabalhando temas diferentes àqueles que por ventura o professor de Cálculo pretendesse trabalhar. Muito comum hoje, essa prática já era explorada em 1998 (MELLO, 2001, p.4) e no decorrer dos três anos seguintes, a mesma sofreu redução quanto ao número de turmas.

Apesar das intervenções apresentarem pontos positivos e negativos, é importante que elas ocorram, pois cada aluno a aprende e aplica de uma maneira diferente e a diversidade de intervenções contemplará um número maior de educandos. Frota (2009) diz que “Cada indivíduo pode utilizar a mesma estratégia de maneira diferenciada, incorporando suas habilidades, aptidões, interesses, suas energias, seu espectro de motivações, desenvolvendo um estilo de aprendizagem” (Frota, 2009, p. 66).

As pesquisas realizadas com os professores e um aluno foram reveladoras quanto ao que cada um pensa sobre as intervenções. Nesse sentido, nem sempre a intervenção vem como um mecanismo para o aluno ampliar seus conhecimentos, principalmente quando essa intervenção se dá por meio do trabalho em grupo. Nesse caso, o aluno não necessariamente precisa participar da execução da tarefa para receber os pontos propostos. Com isso, caso algum colega não tenha feito a tarefa, ainda assim ele terá os pontos mediante a um outro membro do grupo inserir seu nome na atividade.

Sobre o Pré-Cálculo, apesar de o professor achar interessante a disciplina no sentido de revisar conteúdos, o mesmo acha um tempo muito pequeno para sanar dificuldades de mais de oito anos de estudo. Para o aluno, essas intervenções permitem adquirir mais pontos, pode levá-lo a passar na disciplina e isso se mostrou suficiente para ele.

Sobre a influência dessas intervenções na aprendizagem de Cálculo, em alguns casos, onde houve a intervenção direta (por meio de atividades pontuadas) os resultados referentes a aprovação foram melhores que os resultados do mesmo grupo antes da intervenção. No entanto, não se pode afirmar que essas intervenções forneceram uma maior compreensão do conteúdo pelo mesmo. Em uma conversa

informal com uma professora de Cálculo III em uma das instituições privadas, a mesma afirmou que a turma que passou pelas intervenções disciplina introdutória, laboratório de Cálculo, aula extra e Cálculo de maneira não trivial está apresentando um desenvolvimento melhor na disciplina que cursa atualmente. Ainda de acordo com ela, o aluno desenvolveu uma capacidade de interpretação maior que a do aluno que não participou das intervenções, está mais seguro na tomada de decisão e passou a estudar a disciplina sem ser pelo processo de decorar fórmulas e resultados.

## 8 CONCLUSÕES

Por meio dessa pesquisa, constatamos que tanto as instituições públicas, quanto as instituições privadas apresentam elevado índice de não aprovação em Cálculo. Foi constatado que essa não aprovação pode ser dada pela reprovação por nota ou pela desistência do aluno na disciplina. Observou-se uma característica atípica na Universidade D no ano de 2012.1, onde somente 14% dos alunos foram reprovados na disciplina. Essa característica foi considerada atípica visto que no período 2009-2013 esse índice em todos os demais semestres foi superior a 40%. Tal fato deu-se por conta do período de greve, devido a ele o trancamento da disciplina foi estendido e com isso mais de 90% dos alunos puderam cancelar a inscrição na disciplina ao invés de ser reprovado ou abandonar.

Além disso, a pesquisa constatou que as quatro universidades oferecem propostas para tentar sanar as dificuldades apresentadas pelos alunos na disciplina, no que se refere à Cálculo. Algumas oferecem a ferramenta computacional como facilitador da aprendizagem de Cálculo para os alunos. A disciplina preparatória e a monitoria são intervenções comuns às três instituições, sendo a disciplina preparatória não obrigatória nas Universidade C e Universidade D. Em todas a proposta da disciplina preparatória reforça a afirmação de alguns autores quanto à defasagem do aluno que chega ao ensino superior. Um fator intrigante se encontra no fato de que as intervenções que não são obrigatórias não costumam ter um número expressivo de alunos, é o caso da disciplina preparatória nas universidades C e D e da monitoria em todas as universidades.

Sobre a opinião dos professores quanto as intervenções, os dados mostraram que apesar de concordarem que intervenções são necessárias para a melhor compreensão do conteúdo, nem sempre a intervenção oferecida pela instituição é a que mais se adequa de acordo com eles ao aluno de Cálculo. Em alguns momentos, essa intervenção ofereceu pontos, mas não necessariamente auxiliou na compreensão do conteúdo pelo aluno. Esses pontos foram fundamentais para a aprovação do aluno na disciplina. Para o professor da disciplina introdutória, o Pré-Cálculo ou qualquer nome que esse possa receber é interessante, mas incapaz de sanar em tão pouco tempo todas as dificuldades resultantes do ensino fundamental e médio. Para ele, os resultados da disciplina introdutória não interferem na disciplina

seguinte. Assim, um aluno com rendimento elevado em Pré-Cálculo pode não ter o mesmo rendimento em Cálculo, da mesma forma que um aluno que apresentou dificuldades em Pré-Cálculo pode obter a aprovação em Cálculo.

Como para o aluno somente uma pergunta foi feita, as conclusões são superficiais. De acordo com ele, as intervenções fazem com que o mesmo “passe na matéria”. Apesar de ser de forma indutiva, essa resposta mostra que para alguns casos, a necessidade da aprovação é superior ao aprendizado.

Sobre os resultados apresentados após as intervenções, concluímos que dependendo do tipo de intervenção, essa tem influência direta nas notas dos alunos. Pudemos perceber que nos dois cursos onde conseguimos acesso aos resultados após a intervenção, os índices de aprovação aumentaram, resolvendo assim o problema institucional de não aprovação na disciplina, mas não necessariamente os problemas referentes aos conhecimentos adquiridos pelos alunos. De acordo com o relato informal de um professor de uma das instituições pesquisadas, no caso da turma que o mesmo acompanhou os problemas referentes a assimilação de conteúdos diminuiriam após as intervenções.

Considera-se que as estratégias metodológicas são utilizadas para diminuir problemas causados pelo possível aumento da desistência dentro da disciplina. Sabe-se também, que tudo é transformado em mercadoria dentro do sistema capitalista e, portanto, em objetos de consumo, até mesmo o próprio sistema educacional. Assim, o educando, proveniente de universidades privadas é considerado, em alguns casos, como um “produto” gerador de capital, fator que pode influenciar na proposta de intervenções metodológicas oferecidas pela instituição.

Segundo Marx e Engels, no Manifesto Comunista, todas as coisas viram mercadoria. O mercado, através da “burguesia despojou de sua auréola todas as atividades até então reputadas veneráveis e encaradas com piedoso respeito. Do médico, do jurista, do sacerdote, do poeta, do sábio fez seus servidores assalariados.” (MARX e ENGELS, 1995). Não se trata mais em afirmar se o uso de um determinado objeto ou método é, do ponto de vista acadêmico, bom ou não. A discussão sobre benefícios da implementação de um determinado meio para ser usado em aula ou mesmo na vida cotidiana, passa a saber se o mercado o acolheu.

Como sugestões e trabalhos futuros, deixamos aqui a nossa contribuição no sentido dessas mesmas questões serem reaplicadas a grupos maiores que os que utilizamos nessa pesquisa e assim, acompanhá-los pelos semestres seguintes para ver como as intervenções influenciaram na aprendizagem dos outros Cálculos, permitindo com isso, uma análise do rendimento nos semestres após a intervenção e sugerimos uma pesquisa mais abrangente referente aos motivos pelos quais as instituições privadas oferecem mais alternativas para o aluno que corre o risco de não aprovação na disciplina.

## 9 REFERÊNCIAS

ARCAVI, A., SCHOENFELD, A. **Usando o não-familiar para problematizar o familiar**. Chicago, EUA : American Educational Research Association (AERA), 2003.

BARUFI, C. B. **A Construção/ Negociação de Significados no Curso Universitário Inicial de Cálculo Diferencial e Integral**. São Paulo : Tese de doutorado, 1999.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **PCN II: Matemática**. Brasília : MEC/SEF, 1998.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**. Lisboa: Porto Editora, 2013.

CARNEIRO, R. F. e Passos, C. L.B. **Características do início de carreira de professor de matemática com a utilização das tecnologias de informação e comunicação**. 33ª Reunião Anual Da Associação Nacional De Pós-Graduação E Pesquisa Em Educação. Caxambu : ANPED, 2010. 33.

CAVASOTO, M., VIALI, L. **Dificuldades na Aprendizagem de Cálculo: o que os erros podem informar**. Boletim Gepem, 59ª edição, págs. 15-33, 2007.

**Censo da educação superior 2012: resumo técnico**. – Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2014.

CIRIBELLI, B. C. de N. **Retenção e evasão escolares no bacharelado interdisciplinar em Ciências Exatas da Universidade Federal de Juiz de Fora**. Dissertação de Mestrado, UFJF, 2015

CURY, H. N. **Pesquisas em análises de erros no ensino superior: retrospectiva e resultados**. [A. do livro] Maria Clara Rezende FROTA e Lilian NASSER. Educação Matemática no Ensino Superior: pesquisas e debates. Recife : SBEM , 2009.

D'AMBRÓSIO, U. **Educação Matemática da Teoria à Prática**. Campinas, SP : Papyrus (Coleção Perspectivas em Educação Matemática), 1996.

FIORENTINI, D. e LORENZATO, S. **Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e Metodológicos**. Campinas : Autores Associados (Coleção Formação de Professores), 2007.

FROTA, M. C. R. **A Diversidade de Estilos de Aprendizagem Matemática na Sala de Aula no Ensino Superior**. X Encontro Nacional de Educação Matemática. Salvador : s.n., 2010.

<<http://extra.globo.com/noticias/educacao/vida-de-calouro/por-que-reprova-se-tanto-em-calculo-no-ensino-superior-saiba-como-evitar-13356046.html>. Acesso em 16/12/2015>

IMBERNÓN, F. **Inovar o Ensino e a Aprendizagem na Universidade**. Coleção questões da nossa época. São Paulo, Cortez, 2012.

IGLIORI, S. A noção de “obstáculo epistemológico” e a Educação Matemática. In: **Educação Matemática: uma introdução**, p.89-113. EDUC, São Paulo, 2002.

IGLIORI, S. C. B. **Considerações sobre o ensino do cálculo e um estudo sobre números reais**. [A. do livro] M. C. R, FROTA e L. NASSER.(Org.) Educação Matemática no Ensino Superior: pesquisas e debates. Recife : SBEM, p.11-26, 2009.

IGLIORI, S. C. B. e ALMEIDA, M. V. **Educação Matemática no Ensino Superior e Abordagens de Tall Sobre o Ensino:Aprendizagem do Cálculo**. 2013, Vol. 15.

IRIAS, D.F. et al. **Cálculo Diferencial e Integral I: Analisando as Dificuldades dos Alunos em um curso de Licenciatura em Matemática**. Revista da Educação Matemática, vol.1, 2011.

JESUS, C.S. de. LUCAS, J.das D., MAPA, T. F. M. **Reflexões sobre o Ensino de Cálculo Diferencial e Integral I: UFOP e IFMG-OP numa parceria pela busca da diminuição do índice de reprovação na disciplina**. Revista da Educação Matemática UFOP, vol.1, X Semana da Matemática e II Semana de Estatística, 2010)

JUNIOR, A. O. **Compreensões de Conhecimentos de Cálculo Diferencial no primeiro ano de Matemática** . Uma abordagem integrando oralidade, escrita e informática. Rio Claro : Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Unesp, 2005. Vol. Tese de doutorado em Educação Matemática.

KENSKI, V. M. **Educação e Tecnologias: o novo ritmo da informação**. Campinas : Papyrus, 2007.

LAKATOS, E. M. e MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 1991.

LIBÂNEO, J. C. **Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade**.São Paulo : s.n., 2005.

LUZ, V. **Introdução ao Cálculo: Uma proposta associando pesquisa e intervenção**. Dissertação de Mestrado, UFRJ-2011.

MACHADO, S. (org). **Teoria das Situações Didáticas**. São Paulo : EDUC (Série Trilhas) (p.77-113), 2008.



MAIA, G. I. **Análise e Modelagem da Retenção nos Cursos de Graduação da UFJF**. Relatório final de bolsa de iniciação científica. Pró Reitoria de Pesquisa/UFJF, 2015.

MALTA, I. **Linguagens, Leitura e Matemática**, In Cury, H. N. Disciplinas Matemáticas em cursos Superiores: Reflexões, Relatos, Propostas. Porto Alegre, EDIPUCRS, págs. 41- 62, 2004.

MARIN, D. **Professores de Matemática que usam a Tecnologia de Informação e Comunicação no Ensino Superior**. São Paulo : Universidade Estadual Paulista- Dissertação de Mestrado, 2009. Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática.

MARX, K.; ENGELS, F. **Manifesto do Partido Comunista**. In: CADERNOS DESAFIO. n.1, p.46, 1995.

MELLO, M.H.C.S., FERNANDES, J.S. **Mudanças no Ensino de Cálculo I: Histórico e Perspectivas**. Cobenge, Porto Alegre, RS, 2001.

MINAYO, M. C. de S. (org.) **Pesquisa social**. 21 ed. Petrópolis: Vozes, 2002, 80 p.

MOREIRA, D. **O método fenomenológico na pesquisa**. São Paulo : pioneira Thomson Learning, 2004.

MOREIRA, M.A. **O mestrado (profissional) em ensino**. Brasília : Revista Brasileira de Pós-Graduação, Julho de 2004. Vol. n.1.

NASSER, L. **Transcrição do Ensino Médio para o Superior: Como Minimizar as Dificuldades em Cálculo?** V Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática. Petrópolis : s.n., 2012.

PAGANI, E.M.L. ALEVATO, N.S.G. V. **Ensino e Aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral: um mapeamento de algumas teses e dissertações desenvolvidas no Brasil**. Vol.34, nº2, p.61-74, Santa Maria-2014.

POLYDORO, S.A. **O trancamento de matrícula na trajetória acadêmica no universitário: condições de saída e de retorno à instituição**. Campinas : (Tese de Mestrado) Universidade Estadual de Campinas, 2000.

REIS, F. da S. **A Tensão entre Rigor e Intuição no Ensino de Cálculo e Análise: a Visão de Professores-Pesquisadores e Autores de Livros Didáticos**. Campinas - SP : Tese de Doutorado, 2001.

REIS, F da S. **Discutindo a Relação Entre Rigor e Intuição no Ensino de Cálculo e de Análise: Uma Contribuição Para o Debate em Educação Matemática no Ensino superior**. XXVI Reunião Latinoamericana de Matemática Educativa. Belo Horizonte, 2012.

REZENDE, W. M. **O Ensino de Cálculo: Dificuldades de Natureza Epistemológicas**. Rio de Janeiro : UFF, Tese de Doutorado, 2003. p. 468.

RICARDO, E.C. **Implementação dos PCNs em sala de aula: dificuldades e possibilidades** - Caderno de Física. Florianópolis : s.n., 2003.

ROBERT, A. e SCHWARZENBERGER, R. **Research in teaching and learning Mathematics at an advanced level**. In: David Tall (Ed.): Advanced Mathematical Thinking. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 1981.

SANTOS, A. R.; KUBRUSLY, R. S.; BIANCHINI, W. **Mathlets: Applets Java para o Ensino de Matemática**; Anais II HTEM; UERJ: Rio de Janeiro, 2004.

TALL, D. **Advanced Mathematical Thinking**. New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow : Kluwer Academic Publishers, 2002.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. Trad. Daniel Grassi – 2ª edição, Porto Alegre, Bookman, 2001.

## ANEXOS

ANEXO I - ENTREVISTA PROFESSOR A (Reproduzida para a folha após o áudio)

**Oi,**

***Gostaria da sua ajuda para a minha pesquisa sobre a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I. Ela fará parte da dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Educação Matemática oferecido pela Universidade Federal de Juiz de Fora.***

***Ressalto que não utilizarei seu nome ou o nome da instituição em que leciona.***

1- *Você leciona Cálculo há quanto tempo?*

3 anos

2- *A sua instituição propõe algum material específico (livros/apostilados)?*

Não. Trabalho com o material próprio. Exercícios de livros e textos geralmente criados por mim.

3- *Você concorda com as intervenções realizadas pela sua instituição de ensino? Por quê?*

Não gosto de trabalhos em grupo como forma de intervenção. O aluno, sabendo que tem um trabalho para ajudar na nota, se preocupa menos em estudar para a avaliação, já que tem dois pontos quase garantidos pelo trabalho feito em casa. Geralmente um faz, coloca o nome de todos e todos saem felizes, sem aprender, mas com pontos.

4- *As intervenções realizadas durante o período influenciaram de maneira positiva nos índices de aprovação em cálculo?*

Eles ganham pontos por executarem tarefas e as vezes até melhoram um pouco na aprendizagem. Mas é fato: a nota sobe. O trabalho computacional ajuda muito nesse sentido, ele faz, pontua e melhora. No final, isso ajuda na média e ele passa de período.

5- *Em sua opinião, as intervenções auxiliaram a uma maior aprendizagem em cálculo?*

Não creio. Como disse, nos trabalhos os colegas as vezes colocam os nomes dos outros que tem mais dificuldades e com isso a nota aumenta, mas a aprendizagem não. Pelo menos para a maioria é assim.

6- *Enquanto professor de Cálculo, o que acredita ser o(s) motivo (s) para o baixo rendimento na disciplina?*

Os alunos estão chegando cada vez mais despreparados ao ensino superior e em Matemática não é diferente. Existe uma defasagem gigantesca referente a conteúdos considerados base para a minha matéria. Eles não sabem e na maioria das vezes não querem correr atrás do prejuízo. Mesmo com um semestre para recuperar isso, eles acreditam não ser necessário estudar. Eles esperam que no semestre seguinte fique mais fácil e assim vira uma bola de neve e o reflexo é na minha matéria.

7- *Como professor de ensino superior, você acredita que exista uma forma de reduzir os índices de não aprovação na disciplina?*

Ser professor é uma tarefa muito difícil. A gente não pode culpar o anterior pelo conteúdo mal dado ou o aluno por não ter compreendido. Para os resultados melhorarem, é preciso de muito esforço, vindo de todos os lados. Escola básica, família, aluno, governo e ensino superior. É um processo difícil, mas que a longo prazo parece possível.

**ANEXO II - ENTREVISTA PROFESSOR B (Reproduzida para a folha após o áudio)**

**Oi,**

**Gostaria da sua ajuda para a minha pesquisa sobre a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I. Ela fará parte da dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Educação Matemática oferecido pela Universidade Federal de Juiz de Fora.**

**Ressalto que não utilizarei seu nome ou o nome da instituição em que leciona.**

1- *Você leciona Cálculo há quanto tempo?*

Mais de 20 anos

2- *A sua instituição propõe algum material específico (livros/apostilados)?*

Sim. Apostila criada pela instituição padronizada, mas podemos utilizar outros materiais além do oferecido.

3- *Você concorda com as intervenções realizadas pela sua instituição de ensino? Por quê?*

Depende da intervenção. Se é um trabalho em grupo, não funciona. O cara não faz, atrasa a entrega, reclama da dificuldade, pede mais prazo e no final aparece um trabalho com seu nome. Outras coisas talvez funcionem melhor, talvez a aula de revisão dê a ele uma nova chance de aprender, mas se não quiser, será inútil.

4- *As intervenções realizadas durante o período influenciaram de maneira positiva nos índices de aprovação em cálculo?*

Sim. As notas aumentaram.

5- *Em sua opinião, as intervenções auxiliaram a uma maior aprendizagem em cálculo?*

Isso depende do aluno. Pode ter o melhor professor, o melhor material, um espaço físico excelente, repleto de motivações, mas se ele não quiser, nada muda. Os alunos se acostumaram a serem aprovados com pouca base e as instituições meio que se tornaram flexíveis quanto ao currículo. São menos detalhes, demonstrações, aplicações e conceitos. Na minha época a cobrança era muito maior e se não déssemos conta, mesmo estando na faculdade, a família fazia alguma intervenção para fazer com que nosso tempo não fosse perdido.

6- *Enquanto professor de Cálculo, o que acredita ser o(s) motivo (s) para o baixo rendimento na disciplina?*

A falta de vontade, o sistema que o ensina a passar sem muito esforço, a base cada vez mais fraca. O que eles aprendem no ensino fundamental e médio? Praticamente nada e isso ainda pode piorar. A tendência é que piore, pois o professor que vai lecionar para esse aluno também está saindo despreparado, já que o exigido para a aprovação no ensino superior está cada vez menor. É um ciclo vicioso.

7- *Como professor de ensino superior, você acredita que exista uma forma de reduzir os índices de não aprovação na disciplina?*

Estou quase aposentado e não vejo uma maneira de isso mudar nem tão cedo. Não deixo de acreditar, pois sou educador e sonhador, mas para os próximos anos, a minha resposta é não.

**ANEXO III- ENTREVISTA COM PROFESSORES DA DISCIPLINA INTRODUTÓRIA**  
(Reproduzida em folha após áudio)

1- *Você leciona Pré-Cálculo há quanto tempo?*

6 anos.

2- *A sua instituição propõe algum material específico (livros/apostilados)?*

Para a minha disciplina não. Para algumas outras, sim.

3- *Qual o perfil do aluno que chega para a disciplina introdutória?*

Na grande maioria, jovens imaturos que acreditam que a minha disciplina não serve para nada e que conseguirão passar mesmo sem estudar.

4- *Para você, a disciplina introdutória conseguiu sanar na íntegra as dúvidas remanescentes da educação básica?*

Não. Infelizmente a disciplina não consegue fazer isso.

5- *Você já Lecionou Cálculo após a disciplina introdutória, assim poderia nos informar se a mesma foi suficiente para resolver as dificuldades geralmente apresentadas pelos alunos de Cálculo?*

Você quer me pegar né? (risos) O Pré-Cálculo é legal, mas é só uma revisão de conteúdos. O tempo é curto e os conteúdos são muitos. Não dá tempo e mesmo se desse, o que o aluno precisa é aprender a pensar dentro da Matemática e isso a matéria não faz. Ele pode saber tudo de Pré-Cálculo e ter dificuldades em Cálculo, ou não ser o melhor em “précal” e conseguir ser aprovado em Cálculo.

**ANEXO IV - PESQUISA COM O ALUNO DE CÁLCULO I (Reproduzida após áudio)**

1- *O que você acha das intervenções realizadas pela sua instituição como forma de ajudar na sua aprendizagem?*

Ah, pô é legal. Me ajudaram a passar. Eu faço tudo, mas não gosto de matemática e essas coisas fizeram eu passar na matéria. Era muito trabalho no computador e a gente sempre pedia se podia um trabalho pra ajudar na prova, era a chance do ponto.

2- *É, os trabalhos computacionais ajudam bastante, né? Mas você acha que isso te ajuda a entender melhor, será que com isso você compreende o que o professor está explicando? Sei lá, tipo, é uma aplicação... isso faz você entender o porquê ou pra quê?*

Tipo, o computador faz tudo e eu preciso disso no estágio. Então é, né? Eu faço e consigo.

*Está bem, eu o entendo. Obrigada. (Pesquisador, após a entrevista)*

Tá show, só isso? (Aluno, após a entrevista)