



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CCHE – CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E EXATAS
CAMPUS VI – POETA PINTO DO MONTEIRO
LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

FRANCIMÁCIA ALMEIDA ALVES DA SILVA

**CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL: FATORES QUE OCASIONAM
DIFICULDADES E SEUS EFEITOS SOBRE O DESEMPENHO DOS ALUNOS**

MONTEIRO-PB

2019

FRANCIMÁCIA ALMEIDA ALVES DA SILVA

**CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL: FATORES QUE OCASIONAM
DIFICULDADES E SEUS EFEITOS SOBRE O DESEMPENHO DOS ALUNOS**

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC
apresentado ao curso de Licenciatura em
Matemática da Universidade Estadual da
Paraíba, *campus* VI, em cumprimento dos
requisitos necessários para obtenção do título
de graduada em Licenciatura Plena em
Matemática.

Orientadora: Prof^a Me. Gilmara Gomes Meira

MONTEIRO-PB

2019

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586c Silva, Francimacia Almeida Alves da.
Cálculo diferencial e integral [manuscrito] : fatores que ocasionam dificuldades e seus efeitos sobre o desempenho dos alunos / Francimacia Almeida Alves da Silva. - 2019.
36 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Humanas e Exatas , 2019.
"Orientação : Profa. Ma. Gilmara Gomes Meira ,
Coordenação do Curso de Matemática - CCHE."
1. Cálculo integral. 2. Cálculo diferencial. 3. Processo ensino-aprendizagem. 4. Curso de Licenciatura Plena em Matemática (Campus VI). I. Título
21. ed. CDD 372.7

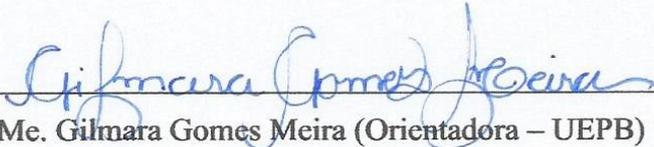
FRANCIMÁCIA ALMEIDA ALVES DA SILVA

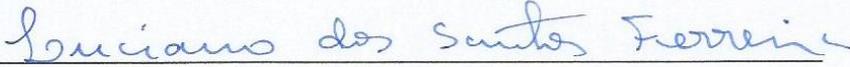
**CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL: FATORES QUE OCASIONAM
DIFICULDADES E SEUS EFEITOS SOBRE O DESEMPENHO DOS ALUNOS**

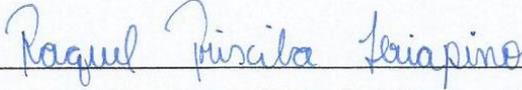
Trabalho de Conclusão de Curso – TCC
apresentado ao curso de Licenciatura em
Matemática da Universidade Estadual da
Paraíba, *campus* VI, em cumprimento dos
requisitos necessários para obtenção do título
de graduada em Licenciatura Plena em
Matemática.

Aprovado em 27 / 11 / 2019.

BANCA EXAMINADORA


Prof.^a. Me. Gilmaria Gomes Meira (Orientadora – UEPB)


Prof.^o. Me. Luciano dos Santos Ferreira (Avaliador - UEPB)


Prof.^a. Esp. Raquel Priscila Ibiapino (Avaliador - UEPB)

RESUMO

De acordo com relatos acerca da história da Matemática, o Cálculo Integral foi desenvolvido mesmo antes do Cálculo Diferencial. Assim, o cálculo surgiu no final do século XVII, com os estudos de Isaac Newton e Gottfried Wilhelm Leibniz. Com efeito, os conceitos estudados em Cálculo Diferencial e Integral são fundamentais para a resolução de problemas envolvendo conhecimentos matemáticos, como também de outras áreas do conhecimento. Dessa forma, o estudo dessa disciplina aparece principalmente nas grades curriculares de cursos da área de ciências exatas como Física, Engenharias, Química, Ciências da Computação, entre outros. No entanto, muitos alunos das Instituições de Ensino Superior apresentam dificuldades no que tange ao Cálculo Diferencial e Integral, as quais podem influenciar nas demais disciplinas que têm esse componente como pré-requisito para ingresso. À vista disso, esta pesquisa visa a responder, sob a perspectiva de graduados e graduandos do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, *campus VI*, quais são os principais fatores que ocasionaram dificuldades nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral e quais foram ou são os efeitos dessas dificuldades sobre o desempenho nos componentes que têm tais disciplinas como pré-requisito. Assim, em aspectos gerais, esta pesquisa objetiva analisar possíveis fatores que dificultam o processo de aprendizagem nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, bem como seus efeitos sobre o desempenho dos alunos nos componentes que têm essas disciplinas como pré-requisito. Nesse sentido, os dados da pesquisa foram coletados por meio de questionário aplicado a uma amostra constituída por 21 (vinte e um) graduados e graduandos do curso de Licenciatura em Matemática da UEPB, *campus VI*, que cursaram as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, bem como os demais componentes curriculares que as têm como pré-requisito. Portanto, os resultados desta pesquisa apontam que, na concepção dos alunos, os principais fatores que ocasionam dificuldades no processo de aprendizagem nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral são: complexidade dos conteúdos, conhecimento prévio insuficiente, bem como seu próprio desinteresse. Desse modo, a maioria dos alunos não apresentou baixo rendimento nos componentes que têm Cálculo Diferencial e Integral como pré-requisito, além de não demonstrar intenção de desistir do curso devido às disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral e/ou às demais que têm essas disciplinas como pré-requisito.

Palavras-Chave: Cálculo Integral. Cálculo Diferencial. Processo ensino-aprendizagem. Curso de Licenciatura Plena em Matemática (*Campus VI*).

ABSTRACT

According to reports about the history of Mathematics, Integral Calculus was developed even before Differential Calculus. Therefore, the Calculus emerged in the late XVII century, with the studies of Isaac Newton and Gottfried Wilhelm Leibniz. Indeed, the concepts studied in Differential and Integral Calculus are fundamental for solving problems involving mathematical knowledge, as well as other areas of knowledge. Thus, the study of this discipline appears mainly in the curricula of courses in the exact sciences area such as Physics, Engineering, Chemistry, Computer Science, among others. However, many students from Higher Education Institutions have difficulties regarding Differential and Integral Calculus, which may influence other subjects that have this component as a prerequisite for admission. In view of this, this research aims to answer, from the perspective of graduates and undergraduate students of the Mathematics Degree course of Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, *campus* VI, what are the main factors that caused difficulties in the disciplines of Differential and Integral Calculus and what were or are the effects of these difficulties on performance on components that have such disciplines as a prerequisite. Thus, in general aspects, this research aims to analyze possible factors that hinder the learning process in the Differential and Integral Calculus disciplines, as well as their effects on the students' performance in the components that have these disciplines as a prerequisite. In this sense, the research data were collected through a questionnaire applied to a sample consisting of 21 (twenty-one) graduates and undergraduates of the Mathematics Degree course of UEPB, *campus* VI, who attended the disciplines of Differential and Integral Calculus, as well as the other curricular components that have them as a prerequisite. Therefore, the results of this research indicate that, in the students' conception, the main factors that cause difficulties in the learning process in the Differential and Integral Calculus disciplines are: content complexity, insufficient prior knowledge, as well as their own disinterest. Thus, most students did not present low performance in the components that have Differential and Integral Calculus as a prerequisite, and did not show intention to drop out of the course due to the Differential and Integral Calculus subjects and / or the others that have these subjects as a prerequisite.

Keywords: Integral Calculus. Differential Calculus. Teaching-learning process. Full Degree in Mathematics (*Campus* VI).

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1	O Cálculo Diferencial e Integral: aspectos históricos	10
2.2	O Ensino e aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral.....	11
3	METODOLOGIA	14
3.1	Natureza da pesquisa.....	14
3.2	Participantes e processos relacionados ao desenvolvimento da pesquisa	14
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	17
4.1	Apresentação e análise dos dados.....	17
4.2	Discussão dos resultados	29
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
	REFERÊNCIAS	33
	APÊNDICE	35
	Apêndice 01: Questionário.....	35

1 INTRODUÇÃO

A Matemática apresenta diversas vertentes acerca de sua origem e seu desenvolvimento. De acordo com os autores Boyer (1996), Eves (2011) e Roque (2012), que tratam da História da Matemática, o que se sabe é que sua origem resultou da necessidade de contagem, desde os homens primitivos, e que sua formalização teve início na antiga Grécia. Nesse sentido, algumas narrações decorrem, de acordo com Roque (2012, p. 20), “[...] do princípio de que a matemática é um saber único, que teve nos mesopotâmicos e egípcios seus longínquos precursores, mas que se originou com os gregos”. Já na metade do século XVI, aproximadamente, identificou-se uma familiaridade entre a álgebra e a cultura islâmica. Ademais, neste período, a Matemática ainda não era desenvolvida fora da Itália e em algumas regiões da Alemanha, com algumas exceções (ROQUE, 2012).

Posteriormente, no final do século XVII, com os estudos de Isaac Newton e Gottfried Wilhelm Leibniz, surgiu o cálculo. De acordo com relatos acerca da história da Matemática, o Cálculo Integral foi desenvolvido mesmo antes do Cálculo Diferencial. Posteriormente, observou-se uma relação entre a integração e a diferenciação, correspondendo cada uma delas à operação inversa da outra, uma vez que a noção de integração surgiu a partir de processos somatórios relacionados ao cálculo de determinadas áreas, volumes e comprimentos. Já a diferenciação, proveio de problemas acerca de tangentes a curvas e envolvendo máximo e mínimo (EVES, 2011).

Isaac Newton identificou, em determinado aspecto, a necessidade do limite e encontrou a atribuição inicial do limite para o cálculo. Assim, o seu estudo de cálculo utilizando métodos infinitesimais, o Método dos Fluxos, foi uma notável contribuição para a Matemática, uma vez que, “segundo Newton, a taxa de variação de um fluente x é o fluxo de x [...]. Nesta idéia de taxa de variação, estava a essência da fundamentação do cálculo, a teoria dos limites, que será desenvolvida quase dois séculos mais tarde” (SOUZA, 2001, p. 20).

Segundo Eves (2011), entre os anos 1673 e 1676, Leibniz estabeleceu o seu cálculo, utilizando a letra S esticada como símbolo de integral em outubro de 1675 e, com isso, “[...] deduziu muitas das regras de diferenciação que os alunos aprendem logo no início de um curso de cálculo” (EVES, 2011, p. 443). Ademais, ainda conforme o autor supracitado, Johann Kepler foi um dos europeus pioneiros que desenvolveu, em trabalhos com integração, ideias referentes a infinitésimos e “[...] teve de recorrer a procedimentos de integração a fim de calcular as áreas envolvidas em sua segunda lei do movimento planetário e os volumes de que se ocupou em seu tratado sobre a capacidade dos barris de vinho” (EVES, 2011, p. 424).

Com efeito, os conceitos estudados em Cálculo Diferencial e Integral são fundamentais para a resolução de problemas envolvendo conhecimentos matemáticos, como também de outras áreas do conhecimento. À vista disso, o estudo dessa disciplina aparece principalmente nas grades curriculares de cursos da área de ciências exatas como Física, Engenharias, Química, Ciências da Computação, entre outros. Nessa perspectiva, Eves (2011, p. 444) enfatiza que “por volta de 1700, a maior parte do cálculo que hoje se vê nos cursos de graduação já fora estabelecida, juntamente com tópicos mais avançados, como o cálculo de variações [...]”.

Portanto, observa-se que o cálculo é estudado desde a antiguidade com a finalidade de suprir as necessidades da época, bem como provar algumas teorias. No entanto, muitos alunos das Instituições de Ensino Superior apresentam dificuldades no que tange ao componente curricular Cálculo Diferencial e Integral, as quais podem influenciar nas demais disciplinas que têm esse componente como pré-requisito para ingresso. Por conseguinte, há um índice elevado de desistência e reprovação nessa disciplina. Nesse sentido, conforme Nasser (2009), observa-se que isso ocorre em âmbito mundial e não se limita aos alunos brasileiros ou aos cursos de Matemática, visto que abrange todos os cursos que têm conteúdos matemáticos.

Outrossim, no século XIX, vários países manifestaram preocupação com relação à modernização do ensino de Matemática nas escolas secundárias, principalmente por meio da inclusão de novos conteúdos. Desse modo, Miorin (1998 *apud* BARBOSA, 2004, p. 30) destaca que Euclides Roxo, um dos matemáticos que idealizaram a modernização do ensino de Matemática nas escolas do Brasil, “[...] concordava com a necessidade de se trabalhar a matemática de maneira mais intuitiva e experimental, sem preocupar-se com o formalismo, [...] evitando assim os mecanismos de processos e cálculos desnecessários e excessivos.” Dessa forma, de acordo com Barbosa (2004), a dificuldade de raciocínio, a ausência de incentivo e autonomia, bem como a formação básica insuficiente dos alunos, evidenciam o fraco rendimento.

À vista disso, esta pesquisa justifica-se pela necessidade de verificar as variáveis que possivelmente dificultam o processo de aprendizagem de graduandos nos componentes curriculares de Cálculo Diferencial e Integral, assim como os impactos dessas dificuldades no desempenho dos alunos nas disciplinas que têm esses componentes como pré-requisito para ingresso, uma vez que os conceitos apresentados nessas disciplinas possibilitam a compreensão e resolução de problemas matemáticos diversos, envolvendo também outras áreas do conhecimento.

Sobre o Cálculo Diferencial e Integral, Barbosa (2004) destaca que uma das justificativas apresentadas pelos alunos é a de que “a disciplina tem alto grau de abstração” e,

consequentemente, “não há clareza quanto à aplicabilidade” dos conteúdos na resolução de problemas associados à prática, já que, muitas vezes, as abordagens são excessivamente técnicas, sem nenhuma aplicabilidade, dificultando a compreensão acerca dos temas apresentados. Desse modo, “[...] 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).

Dessarte, esta pesquisa visa a responder, sob a perspectiva de graduados e graduandos do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, *campus* VI, quais são os principais fatores que ocasionaram dificuldades nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral e quais foram ou são os efeitos dessas dificuldades sobre o desempenho nos componentes que têm tais disciplinas como pré-requisito para ingresso.

Dessa forma, em aspectos gerais, esta pesquisa objetiva analisar possíveis fatores que dificultam o processo de aprendizagem nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, bem como seus efeitos sobre o desempenho dos alunos nos componentes que têm essas disciplinas como pré-requisito. Além disso, especificamente, busca-se identificar os fatores que provocam dificuldades nessas disciplinas; aferir a influência de uma aprendizagem insuficiente na formação acadêmica; e comparar os fatores apontados pelos alunos com os apresentados por alguns estudiosos da Educação, referentes às dificuldades em disciplinas de Cálculo.

Nessa perspectiva, elaboraram-se as seguintes hipóteses:

H₀: O(s) principal(is) fator(es) que ocasiona(m) dificuldades no processo de aprendizagem nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, segundo os alunos, é(são): complexidade dos conteúdos; conhecimentos prévios insuficientes; aspectos referentes à metodologia utilizada no ensino.

H₁: O principal fator que ocasiona dificuldades no processo de aprendizagem nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, segundo os alunos, é o seu próprio desinteresse.

H₂: Mediante os fatores apresentados, o(s) efeito(s) das dificuldades nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral sobre o desempenho dos estudantes nos componentes que têm essas disciplinas como pré-requisito é(são): baixo rendimento em tais componentes e/ou desistência do curso.

Dessarte, as seções seguintes compreendem a fundamentação teórica, na qual são apresentadas discussões acerca do tema; metodologia, com a exposição dos aspectos particulares do desenvolvimento da pesquisa; análise e discussão dos resultados, apresentados

a partir de um questionário aplicado aos graduados e graduandos do curso de Licenciatura em Matemática da UEPB, *campus* VI; e algumas considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção será abordado o desenvolvimento do Cálculo Diferencial e Integral, evidenciando aspectos referentes à sua história. Ademais, serão discutidas algumas metodologias e abordagens de ensino, em particular, as aplicadas ao componente curricular Cálculo Diferencial e Integral.

2.1 O Cálculo Diferencial e Integral: aspectos históricos

Na Antiguidade, já era possível identificar algumas noções básicas de cálculo, uma vez que, ainda de forma primitiva, foram apresentados alguns conceitos do Cálculo Integral, principalmente entre os anos 287 a.C. e 212 a.C., com a criação da heurística¹ por Arquimedes. Já na Idade Média, a ideia de infinitesimal foi utilizada, por meio de uma equação diferencial, pelo matemático Aryabhata em um problema de Astronomia. Portanto, “essa equação levou Bháskara II, no século XII, a desenvolver uma derivada prematura representando uma mudança infinitesimal, e ele desenvolveu também o que seria uma forma primitiva do ‘Teorema de Rolle’”² (BRITO, 2013, p. 4). Assim, ainda no século XII, outro resultado valioso no Cálculo diferencial, a derivada de polinômios cúbicos, foi descoberto pelo matemático Sharaf al-Din al-Tusi.

Ademais, os matemáticos John Wallis (1616-1703) e Isaac Barrow (1630-1677) colaboraram para descobertas durante a Idade Moderna, como o uso do cálculo para desenvolver problemas antigos envolvendo Física e Matemática. Dessa forma, Isaac Newton e Gottfried Wilhelm Leibniz reuniram essas descobertas, formando uma estrutura teórica, a qual se integraria ao cálculo posteriormente. Logo, Newton e Leibniz foram considerados os inventores do Cálculo, uma vez que, de acordo com Brito (2013, p. 5), “o argumento histórico para conferir aos dois a invenção do cálculo é que ambos chegaram de maneiras distintas ao teorema fundamental do cálculo”³. Este é um notável teorema do estudo do Cálculo e possibilita determinar a integral de uma função por meio da sua primitiva. Entretanto, na publicação de

¹ “[...] a heurística pode ser considerada como a ciência que estuda as constantes da atividade do pensamento do criador” (CHAVES E NEVES, 2017, p.28).

² O Teorema de Rolle preceitua que “[...] se uma função for derivável e atingir o mesmo valor em dois pontos distintos, então, em algum ponto entre esses dois, a derivada é nula” (ROGAWSKI E ADAMS, 2018, p. 205).

³ O Teorema Fundamental do Cálculo “[...] estabelece uma relação entre os conceitos de derivada e integral” (VALLE, 2017).

seus estudos, ocorreu uma divergência, dado que os resultados de Newton surgiram primeiro, embora Leibniz tenha publicado os seus antes. Dessa forma,

Um estudo cuidadoso dos escritos de Leibniz e Newton mostrou que ambos chegaram a seus resultados independentemente, Leibniz iniciando com integração e Newton com diferenciação. Nos dias atuais admite-se que Newton e Leibniz descobriram o cálculo independentemente. Leibniz, porém, foi quem deu o nome cálculo à nova disciplina, Newton a chamara de “A ciência dos fluxos” (BRITO, 2013, p. 6).

Nesse sentido, diversos matemáticos colaboraram para a evolução do Cálculo desde Newton e Leibniz, evidenciando-se Cauchy, Weirstras, Riemenn e Agnesi. Esta, escritora do primeiro trabalho que uniu os estudos de Newton e Leibniz. Assim, conforme Boyer (1996, p. 274), “Newton não foi o primeiro a diferenciar ou integrar, nem a ver a relação entre essas operações no teorema fundamental do cálculo. Sua descoberta consistiu na consolidação desses elementos num algoritmo geral aplicável a todas as funções, sejam algébricas sejam transcendentess”.

2.2 O Ensino e aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral

O Cálculo Diferencial e Integral é um componente curricular conhecido nos cursos do Ensino Superior pela relevância e, também, pelas dificuldades que surgem durante o seu processo de ensino e aprendizagem, ocasionando, muitas vezes, um elevado percentual de reprovação. Entretanto, os conceitos abordados no Cálculo compreendem inúmeras aplicações. Dessa forma, no que se refere ao Cálculo Diferencial, Fulini (2016, p. 20) destaca que “a derivada de uma função em um ponto (caso exista) [...] é utilizada em problemas envolvendo taxas de variação, tais como problemas envolvendo velocidade, aceleração, crescimento populacional, transferência de calor, entre muitos outros”.

Nessa perspectiva, alguns fatores apontados como causadores dos resultados desfavoráveis na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, de acordo com Silva, Nascimento e Vieira (2017, p. 8), são:

[...] alto grau de abstração da disciplina e a metodologia do professor. Este por sua vez, justifica o baixo rendimento à falta de motivação, à dificuldade de raciocínio, à falta de autonomia e à precária formação básica dos alunos. Todos esses fatores, de certa forma têm sua parcela de contribuição para esse fracasso generalizado, uma vez que estão intrinsecamente relacionados ao processo de ensino-aprendizagem de Cálculo.

Desse modo, segundo D'Ambrosio (2006), algumas ações destinadas aos professores, tais como proporcionar-lhes metodologias mais atuais e aperfeiçoar o entendimento acerca dos conteúdos, embora consideráveis, não revelam resultados significativos. Outrossim, “[...] focalizar esses esforços no aluno por meio de uma maior frequência a aulas e exames ou criando novos testes e mecanismos de avaliação tampouco tem dado resultados” (D'AMBROSIO, 2006, p. 61).

Nesse sentido, depois da aprovação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), Lei nº 9.394/96, que determina as orientações e princípios da educação nacional, muitos questionamentos surgiram com relação à formação de professores. Assim, Donald Schön (1992), representante da racionalidade prática, a qual encontra-se em uma das propostas pedagógicas para a formação de professores, sugere

[...] formar um profissional capaz de refletir sobre sua experiência, a fim de compreender e melhorar o seu ensino. Propõe a formação profissional baseada na epistemologia da prática, sustentada em três conceitos fundamentais: conhecimento na ação, reflexão na ação e reflexão sobre a reflexão na ação. (SCHÖN, 1992, *apud* SILVA, 2013, p. 39)

Com efeito, a Matemática tem se desenvolvido ao longo dos anos, tanto no Ensino Superior quanto no Ensino Básico, uma vez que a pesquisa no âmbito da educação, aliada à vinculação entre a Matemática e outros campos do conhecimento, apresenta alternativas para o aprimoramento do ensino e aprendizagem, sobretudo, na Educação Básica, tais como jogos, Laboratórios de Informática e de Matemática, materiais manipuláveis, aplicativos e softwares computacionais.

Nessa perspectiva, a Matemática está em progressiva mudança, já que os recursos utilizados para observar, coletar e analisar dados, os quais são fundamentais na sua constituição, transformaram-se demasiadamente. Desse modo, D'Ambrosio (2006, p. 58) enfatiza:

Um outro 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.

Assim, as pesquisas em Matemática se apresentam como um instrumento repleto de possibilidades, contribuindo para o desenvolvimento de descobertas importantes, bem como suas aplicações no ensino e aprendizagem de diversas áreas do conhecimento. À vista disso, Lopes (2010, p. 10), ressalta que “os avanços da ciência da computação são usados nas

pesquisas matemáticas de ponta com aplicações tecnológicas nos mais diversos campos do conhecimento”.

Nesse sentido, Lima (2014) destaca a importância da pesquisa como sugestão de aprendizagem nas Instituições de Ensino Superior, com o propósito de capacitar os licenciandos no que se refere à união de teoria e prática, objetivando que, no exercício docente, do Ensino Básico, possam propiciar a formação de alunos mais críticos. Por outro lado, a ausência da pesquisa, durante a formação, dificulta o incentivo dessa “[...] prática em suas salas de aula, por desconhecerem as características das diferentes fases do processo investigativo e [...] as potencialidades da pesquisa para a formação de seus estudantes, considerando-se as especificidades de cada situação” (LIMA, 2014, p. 51-52).

Dessa forma, durante o ensino e aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral é fundamental considerar metodologias e práticas que ampliem as oportunidades de resultados satisfatórios e difiram do que geralmente ocorre, ou seja, alunos que realizam os cálculos de forma mecânica à medida que lhes são apresentadas definições, demonstrações e fórmulas prontas para que as apliquem nos exercícios propostos. Ademais, o extenso conteúdo programático da disciplina, apresentado em um período de tempo relativamente curto, compromete a explanação e compreensão mais profunda de determinados tópicos. De outro modo, deve-se buscar a percepção das aplicações dos conceitos de Cálculo Diferencial e Integral, incentivando os alunos, por meio da utilização de recursos tecnológicos, além de abordagem histórica, apresentando a validade das descobertas.

Diante disso, pode-se ressaltar ainda a utilização de determinados recursos para a realização de alguns cálculos, visto que há softwares desenvolvidos com o intuito de facilitar as resoluções, pois “[...] em todo país, o computador está sendo explorado para o ensino de Cálculo. O uso de tecnologias no ensino superior, como o computador e os softwares matemáticos [...] trouxeram crescimento na melhoria do ensino de modo geral [...]” (BARBOSA, 2004, p. 10), embora exista a necessidade de uma formação adequada para que este meio seja útil no processo de ensino e aprendizagem.

3 METODOLOGIA

Esta seção trata da natureza da pesquisa, isto é, sua classificação quanto aos objetivos, procedimentos técnicos e abordagem do problema, além de apresentar os sujeitos e os processos relacionados ao desenvolvimento da pesquisa.

3.1 Natureza da pesquisa

Quanto aos objetivos, esta pesquisa classifica-se como descritiva, uma vez que tem “[...] como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis” (GIL, 2002, p. 42). Ademais, a pesquisa descritiva pode se assemelhar à pesquisa explicativa quando se pretende estabelecer a natureza da relação entre as variáveis. Dessa forma, também é classificada como explicativa, em razão de “[...] identificar os fatores que determinam ou que contribuem para ocorrência dos fenômenos” (GIL, 2002, p. 42).

No que se refere aos procedimentos técnicos, delinea-se como bibliográfica, já que, segundo Gil (2002, p. 44), é produzida “[...] com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”. Outrossim, utiliza-se levantamento, visto que, “na maioria dos levantamentos, não são pesquisados todos os integrantes da população estudada. Antes seleciona-se, mediante procedimentos estatísticos, uma amostra significativa de todo o universo, que é tomada como objeto de investigação” (GIL, 2002, p. 51).

Com relação à abordagem do problema, a pesquisa é qualitativa, já que “[...] considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. [...] O processo e seu significado são os focos principais de abordagem” (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 70).

3.2 Participantes e processos relacionados ao desenvolvimento da pesquisa

Os dados da pesquisa foram coletados por meio de questionário aplicado a uma amostra constituída por 21 (vinte e um) graduados e graduandos do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), *campus* VI, que cursaram as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, bem como os demais componentes curriculares

que as têm como pré-requisito, isto é, Física Geral I, Equações Diferenciais Ordinárias, Análise Matemática I e Funções de Várias Variáveis/Cálculo Diferencial e Integral III. Por se tratar de amostra não probabilística, os resultados se restringem à amostra investigada, uma vez que não são aplicados ao universo como um todo.

O instrumento de coleta de dados foi produzido por meio do Google Forms, ferramenta online do Google. Compõe-se de 16 (dezesesseis) questões, elaboradas de modo a contemplar a problemática, nas quais foi solicitada a apresentação de justificativa para as respectivas respostas, com o propósito de conhecer a percepção dos investigados, de forma mais profunda e específica.

Nessa perspectiva, o questionário, conforme Apêndice 01, aborda os seguintes aspectos: período em que os investigados cursaram as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral; relação entre os conteúdos apresentados na Educação Básica e os conteúdos das disciplinas de Cálculo; nível de complexidade dos conteúdos das disciplinas de Cálculo e sua influência sobre o processo de aprendizagem; metodologia utilizada pelo professor em tais disciplinas; nível de aprendizagem dos investigados nos componentes de Cálculo; possíveis aplicações de conceitos e definições; interesse dos investigados em tais componentes; percentual de reprovação nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral e nas demais que as têm como pré-requisito; influência do desempenho dos investigados nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral sobre o rendimento nos componentes curriculares que as têm como pré-requisito; desempenho e dificuldades nas disciplinas que têm Cálculo Diferencial e Integral como pré-requisito; intenção de desistir do curso; e sugestões dos investigados para a melhoria do rendimento nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral. Desse modo, busca-se um panorama das concepções dos investigados acerca das variáveis que causam dificuldades no processo de aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral, bem como seu impacto sobre o desempenho em outros componentes curriculares.

Ademais, objetivando abranger um maior número de respondentes, o link do questionário foi enviado por e-mail, redes sociais e aplicativo de mensagens aos graduados e graduandos do Curso de Licenciatura em Matemática da UEPB, *campus* VI, que já haviam cursado as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral e os componentes que as têm como pré-requisito. Outrossim, a disponibilização do questionário foi de aproximadamente duas semanas e, após esse período, foram obtidas respostas de 21 pessoas. Dessa forma, de acordo com as informações apresentadas no questionário, verificou-se que os investigados cursaram as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral entre os anos de 2010 e 2019.

Ressalta-se que, visando à preservação da identidade dos investigados, ao longo deste trabalho, utiliza-se o termo “sujeito”, acrescido de numerais entre 1 e 21, conforme a ordem das respostas obtidas, ou seja, “sujeito 1” corresponde ao indivíduo que respondeu ao questionário primeiro, “sujeito 2” corresponde ao segundo e assim em diante.

Em síntese, esta pesquisa se desenvolveu conforme as seguintes etapas: definição da temática; seleção e leitura de material bibliográfico; elaboração da questão de pesquisa; composição e aplicação do questionário; obtenção das respostas; análise e discussão dos resultados; e apresentação do estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção aborda as descrições e análises dos dados obtidos por meio do questionário respondido por graduados e graduandos do curso de Licenciatura em Matemática, que cursaram as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral entre os anos 2010 e 2019. Assim, evidencia-se a apresentação e análise dos dados e, posteriormente, as discussões acerca dos resultados, relacionando-os com algumas perspectivas teóricas.

4.1 Apresentação e análise dos dados

De acordo com o Gráfico 1, observa-se que 57,1% dos investigados identificam relação entre os conteúdos apresentados na Educação Básica e os conteúdos das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, tais como o cálculo de áreas e volumes, gráfico de funções e manipulação de expressões algébricas, conforme algumas justificativas⁴:

Sujeito 19: *“os conteúdos de Cálculos são uma generalização da Matemática Básica”*;

Sujeito 14: *“ao se trabalhar os limites e derivadas, ou integral, podemos associar ao estudo do gráfico de funções que fazíamos [...]”*.

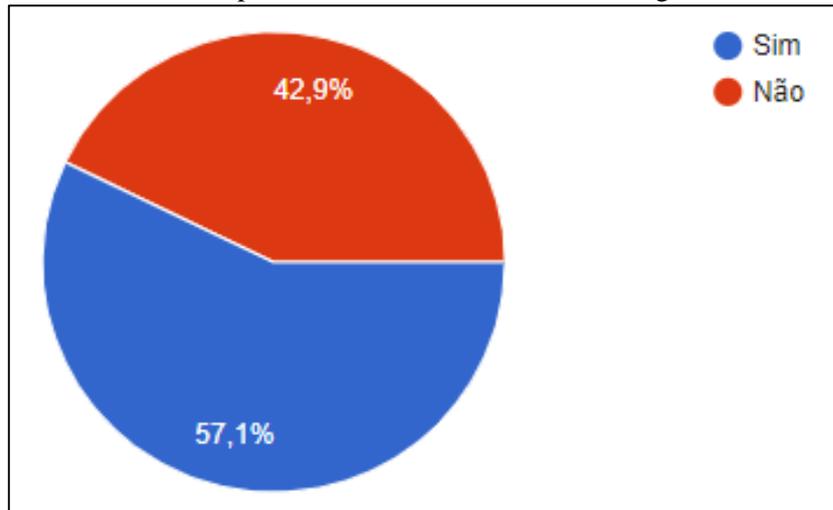
Por outro lado, 42,9% afirmam que não há relação entre tais conteúdos. Nesse sentido, algumas justificativas apresentadas foram:

Sujeito 1: *“na Educação Básica não foi apresentado nada parecido [...]”*;

Sujeito 21: *“[...] o que pode ligar os conteúdos das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral a conteúdos da base, são técnicas e meios pelos quais resolvemos, mas relação mesmo, não”*.

⁴ Aspectos ortográficos de algumas respostas dos investigados foram corrigidos, objetivando a compreensão, sem prejuízo do conteúdo das informações.

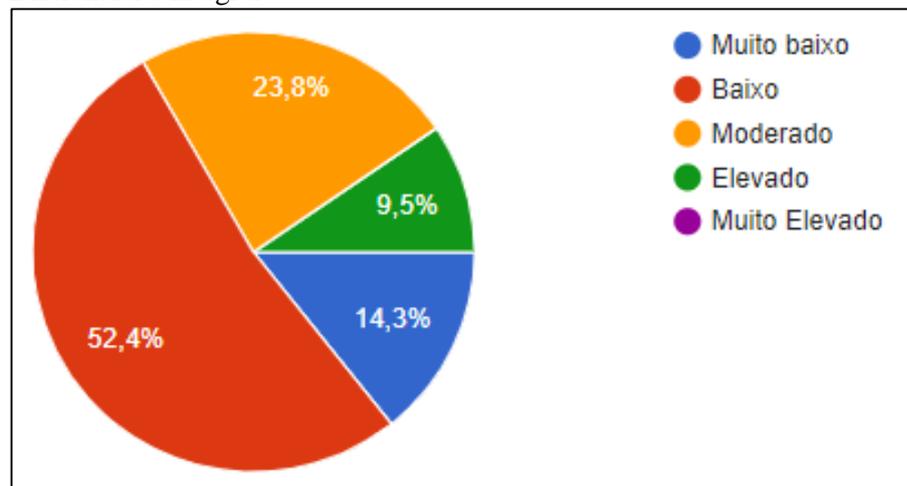
Gráfico 1 – Relação entre os conteúdos da Educação Básica e os conteúdos das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral



Fonte: Dados da pesquisa, 2019

Verifica-se também, no Gráfico 2, o nível em que os conhecimentos prévios, construídos no Ensino Básico, auxiliam no processo de aprendizagem nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral.

Gráfico 2 – Nível em que os conhecimentos prévios, construídos no Ensino Básico, auxiliam no processo de aprendizagem nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral



Fonte: Dados da pesquisa, 2019

Desse modo, 52,4% dos investigados, a maior parte da amostra, consideram que seus conhecimentos prévios os auxiliaram nessas disciplinas em nível baixo, enquanto 14,3% consideram esse nível muito baixo, já que, segundo um dos investigados, “*foram disciplinas novas, nunca haviam sido apresentadas no Ensino Básico*” (sujeito 5). Ademais, outro investigado destacou que “[...] conhecimentos de alguns conteúdos fundamentais no cálculo,

derivadas e integrais, como o funcionamento de algumas funções, obtive apenas na Universidade” (sujeito 13).

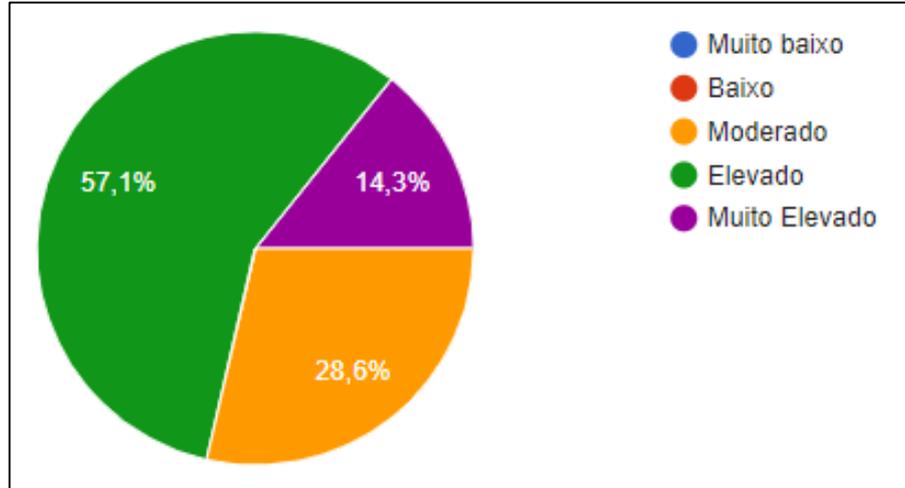
Por outro lado, 23,8% dos investigados consideram moderado o nível em que os conhecimentos prévios, construídos no Ensino Básico, auxiliaram nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral. Outrossim, representando a menor parte da amostra, 9,5% classificam esse nível como elevado. Nesse sentido, alguns dos investigados declararam:

Sujeito 17: *“os conhecimentos passados sobre funções e sobre o cálculo de área no ensino médio me auxiliaram bastante nos conceitos iniciais do Cálculo Diferencial e Integral, somados também ao reforço das disciplinas de Matemática básica”*;

Sujeito 9: *“como tive uma boa educação, que me proporcionou adquirir conhecimentos, quando cheguei à Universidade e cursei Cálculo já estava acostumado com a complexidade e rigidez dos assuntos”*.

No Gráfico 3, observa-se, sob a perspectiva dos investigados, o nível de complexidade dos conteúdos que compõem as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral.

Gráfico 3 - Nível de complexidade dos conteúdos que compõem as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral



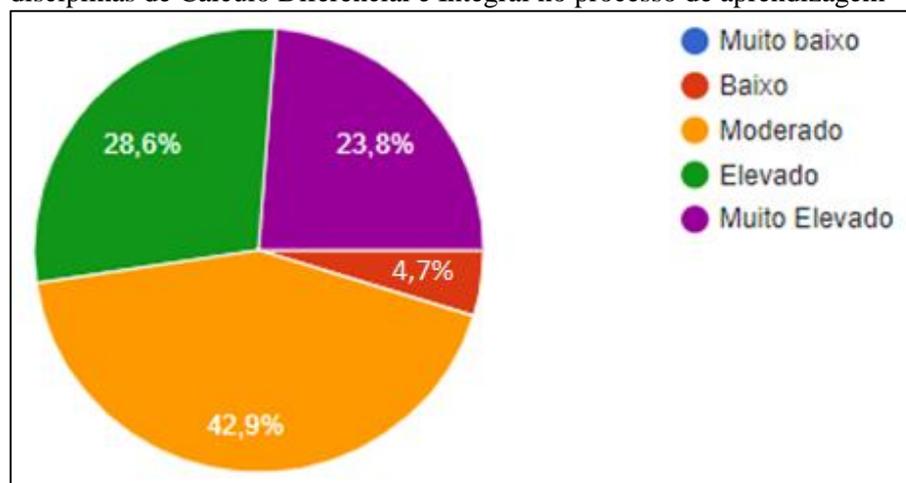
Fonte: Dados da pesquisa, 2019

Dessa forma, 57,1% dos investigados avaliam o nível de complexidade dos conteúdos dessas disciplinas como elevado, enquanto 14,3% consideram esse nível muito elevado, já que, de acordo com os investigados, *“os conteúdos trabalhados são, no primeiro momento, elevados, pois na formação básica não se vê algo do tipo”* (sujeito 8). Ademais, *“para compreender, é necessário um domínio de uma série de conhecimentos prévios. Um aluno que não traz consigo uma carga de conhecimento matemático vasta encontrará uma sucessão de dificuldades”*

(sujeito 10). Outrossim, 28,6% dos alunos consideram moderado o nível de complexidade dos conteúdos.

Observa-se no Gráfico 4, conforme a visão dos investigados, o nível de influência da complexidade dos conteúdos das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral no processo de aprendizagem.

Gráfico 4 - Nível de influência da complexidade dos conteúdos das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral no processo de aprendizagem



Fonte: Dados da pesquisa, 2019

Assim, 28,6% e 23,8% dos investigados, respectivamente, consideram o nível de influência da complexidade dos conteúdos elevado e muito elevado. Nessa perspectiva, relataram o seguinte:

Sujeito 13: *“alguns conceitos acabei não entendendo bem por conta da sua complexidade, e na outra disciplina de Cálculo acabei sentindo uma dificuldade maior ainda”*;

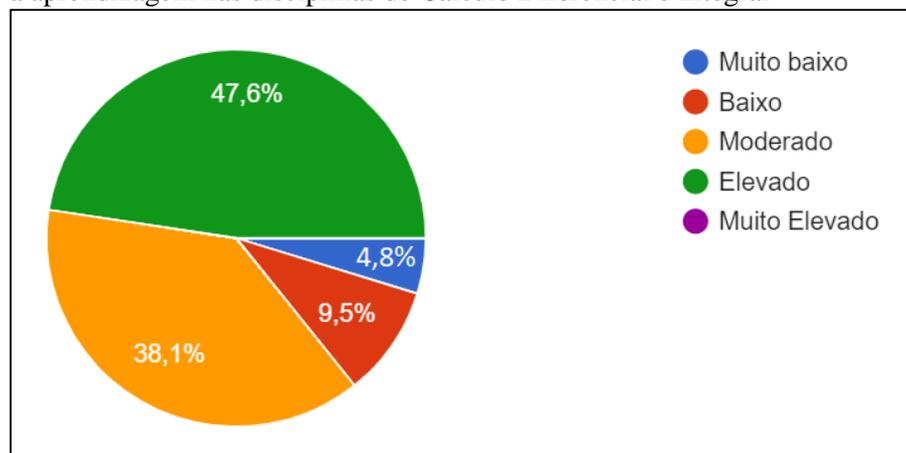
Sujeito 2: *“o Cálculo me ajudou a compreender melhor a Matemática e me deu suporte para as cadeiras que surgiriam durante o curso”*;

Sujeito 9: *“por proporcionar uma abordagem que necessita de muita atenção e um conhecimento prévio para análise dos resultados [...] não se deve passar para o próximo assunto sem entender o que está sendo exposto”*.

Ademais, 42,9% dos investigados classificam como moderado e 4,7% como baixo o nível de influência da complexidade dos conteúdos das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral no processo de aprendizagem.

O Gráfico 5 apresenta a concepção dos investigados acerca do nível de contribuição da metodologia utilizada pelo professor para a aprendizagem nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral.

Gráfico 5 - Nível de contribuição da metodologia utilizada pelo professor para a aprendizagem nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral



Fonte: Dados da pesquisa, 2019

Dessa forma, 47,6% consideram esse nível elevado e, de acordo com as respostas dos investigados, nota-se que houve contribuições significativas, uma vez que relataram o seguinte: Sujeito 2: *“a metodologia utilizada pelo professor me ajudou a ter uma visão mais clara do Cálculo”*;

Sujeito 4: *“o professor soube desenvolver uma prática e avaliação que possibilitava a aprendizagem a todos os alunos que estivessem interessados”*;

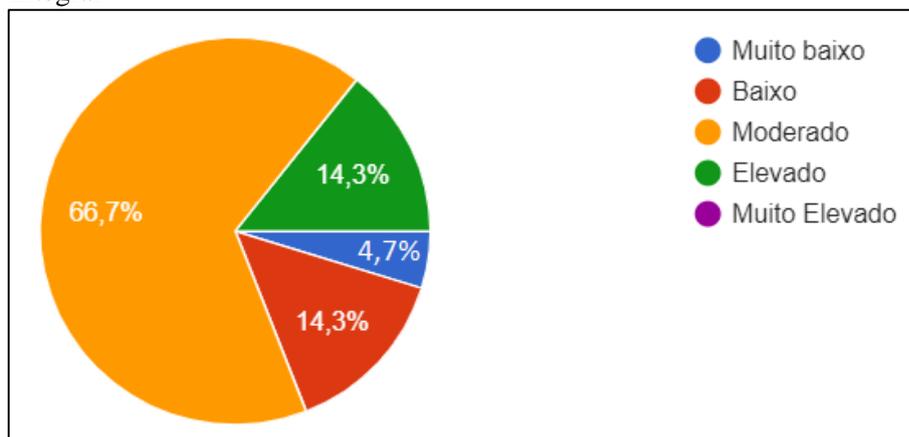
Sujeito 12: *“o professor era muito bom e ajudou bastante a entender melhor o conteúdo”*.

Em contrapartida, 9,5% e 4,8%, respectivamente, classificam esse nível como baixo e muito baixo. Nesse sentido, de acordo com alguns dos investigados *“não teve metodologia, teve a repetição de exercícios para aprender a técnica de derivar e integrar”* (sujeito 21); *“alguns conteúdos eram explicados de forma que complicava mais a compreensão, não havia um método de facilitar a compreensão [...]”* (sujeito 13). Ademais, 38,1% consideram moderado o nível de contribuição da metodologia do professor nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral.

Quanto ao seu nível de aprendizagem nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, verifica-se, conforme o Gráfico 6, que 14,3% dos investigados o classificam como elevado. Igualmente, 14,3% classificam esse nível como baixo, uma vez que um dos investigados declarou: *“depois de pagar as cadeiras, fiquei frustrado e sempre procuro fugir de estudos que envolvem os dois”* (sujeito 1). Já a maior parte da amostra, 66,7%, classifica o seu nível de aprendizagem em Cálculo Diferencial e Integral como moderado. Desse modo, um dos respondentes relatou: *“ainda sinto dificuldades em algumas partes do conteúdo”* (sujeito 20).

Ademais, a menor representatividade da amostra, 4,7%, considera o seu nível de aprendizagem em Cálculo Diferencial e Integral muito baixo.

Gráfico 6 – Nível de aprendizagem nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral



Fonte: Dados da pesquisa, 2019

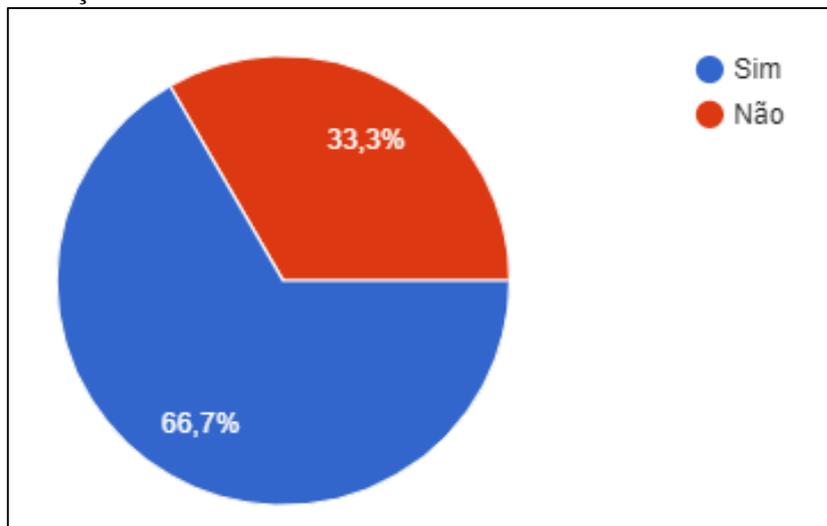
No que se refere à possibilidade de as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral propiciarem a identificação de aplicações de conceitos e definições, o Gráfico 7 evidencia que, para 66,7% dos investigados, as disciplinas de Cálculo propiciaram a identificação de possíveis aplicações de conceitos e definições. Assim, alguns relataram:

Sujeito 4: *“nas aulas, sempre eram citadas as aplicações, principalmente em Cálculo Integral”*;

Sujeito 7: *“propiciaram nas teorias e práticas desenvolvidas pelos professores em sala de aula”*.

Em contrapartida, 33,3% dos investigados consideram que essas disciplinas não propiciaram tal identificação. Nesse sentido, alguns dos investigados destacaram que *“foi trabalhado apenas com teoria e exemplos que não envolviam a realidade”* (sujeito 8) e *“houve mais cálculo sem haver um enfoque principal nas aplicações”* (sujeito 13).

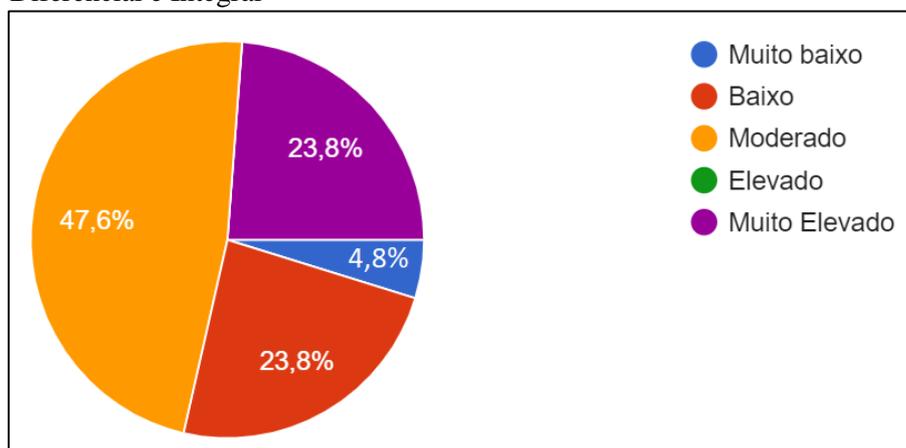
Gráfico 7 – Possibilidade de as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral propiciarem a identificação de aplicações de conceitos e definições



Fonte: Dados da pesquisa, 2019

O Gráfico 8 apresenta a visão dos investigados quanto ao seu nível de interesse nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral.

Gráfico 8 – Nível de interesse dos alunos nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral



Fonte: Dados da pesquisa, 2019

Assim, 23,8% consideram esse nível elevado. Nessa perspectiva, alguns dos investigados declararam:

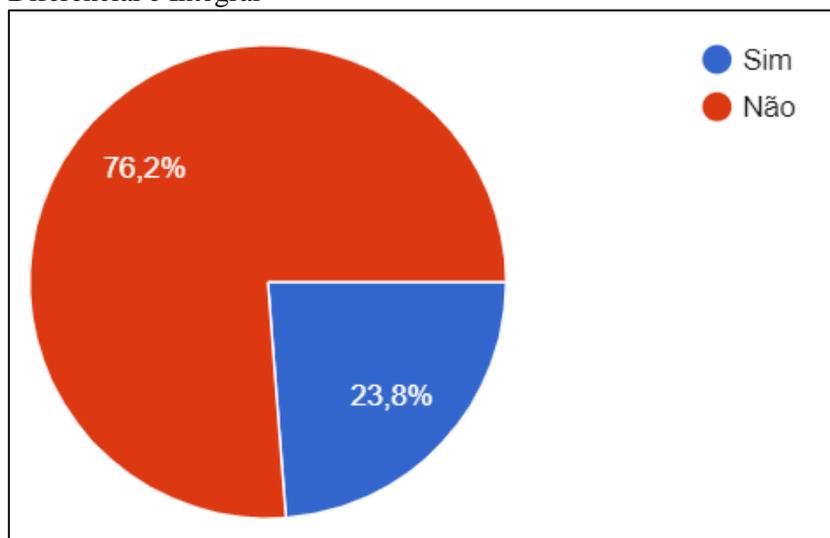
Sujeito 6: “*a natureza do Cálculo me fascina por ser uma disciplina de nível superior com diversas aplicações*”;

Sujeito 9: “*Porque eu sei o valor que o Cálculo representa em quase todas e diversas áreas do conhecimento*”.

Já 47,6% dos investigados classificam esse nível como moderado. Desse modo, um deles afirmou: *“entendo a sua importância, mas não consegui despertar um interesse significativo por esses componentes, talvez por falta de entusiasmo, mas também de incentivo”* (sujeito 12). Ademais, 23,8% e 4,8%, respectivamente, classificam como baixo e muito baixo o seu nível de interesse em Cálculo Diferencial e Integral. Alguns dos sujeitos relataram: Sujeito 5: *“não é atrativo, pode ser justificado pela metodologia pela qual fui instruído”*; Sujeito 13: *“as dificuldades acabam por gerar uma falta de interesse”*.

No Gráfico 9, observa-se a ocorrência de reprovação em alguma das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral.

Gráfico 9 – Reprovação em alguma das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral

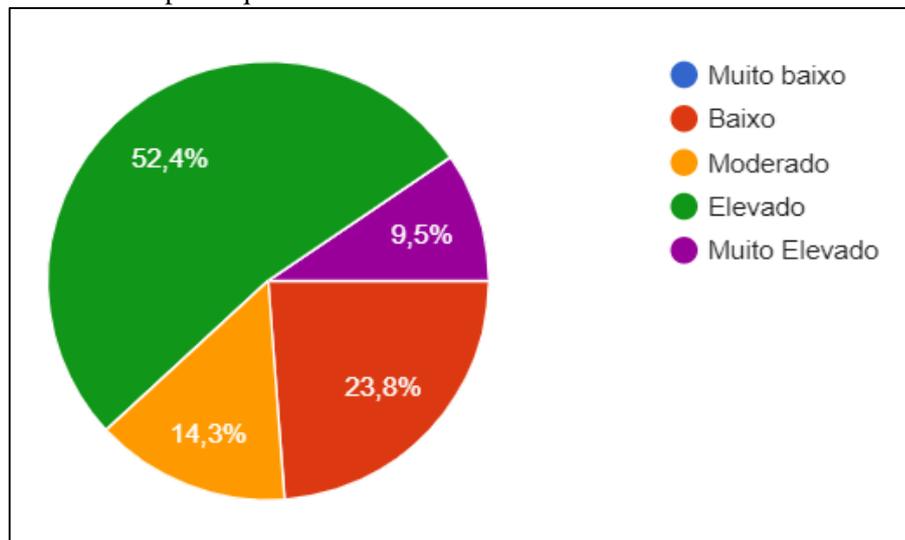


Fonte: Dados da pesquisa, 2019

Assim, 76,2% dos investigados afirmam que não foram reprovados nessas disciplinas, enquanto 23,8% declaram que já foram reprovados em pelo menos uma dessas disciplinas. Desse modo, afirmaram, ainda, que a causa da reprovação foi *“a dificuldade da matéria”* (sujeito 6); *“não atingir a média necessária para passar na disciplina”* (sujeito 8); e *“[...] a forma pela qual o(a) docente explicava [...]”* (sujeito 17).

O Gráfico 10 evidencia o nível de influência do desempenho nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral sobre o rendimento nos componentes curriculares que as têm como pré-requisito.

Gráfico 10 - Nível de influência do desempenho nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral sobre o rendimento nos componentes curriculares que as têm como pré-requisito



Fonte: Dados da pesquisa, 2019

Assim, 52,4% e 9,5% dos investigados, respectivamente, consideram este nível elevado e muito elevado. Nesse sentido, alguns dos relatos enfatizaram:

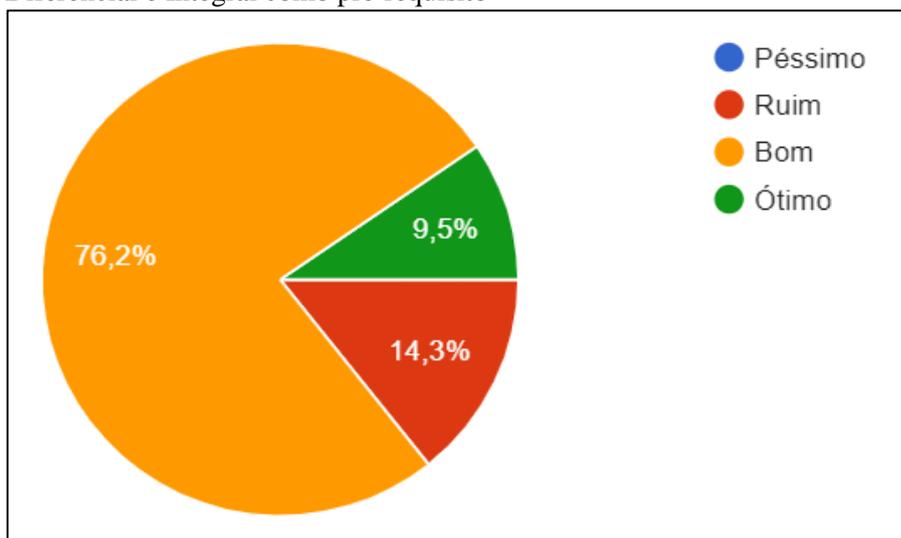
Sujeito 4: *“é de suma importância ter um alto desempenho nessas disciplinas para fazer tranquilamente as que virão em seguida”;*

Sujeito 9: *“os novos componentes curriculares dependem do conhecimento adquirido sobre o Cálculo”.*

Ademais, verifica-se que 23,8% consideram esse nível baixo, enquanto 14,3% o consideram moderado.

Verifica-se no Gráfico 11 a avaliação dos investigados acerca do seu desempenho nas disciplinas que têm o Cálculo Diferencial e Integral como pré-requisito, como é o caso de Física Geral I, Equações Diferenciais Ordinárias, Análise Matemática I e Funções de Várias Variáveis/ Cálculo Diferencial e Integral III.

Gráfico 11 – Avaliação do desempenho nas disciplinas que têm o Cálculo Diferencial e Integral como pré-requisito



Fonte: Dados da pesquisa, 2019

Assim, 14,3% dos investigados avaliam o seu desempenho nesses componentes como ruim. Nessa perspectiva, um deles relatou: *“embora tenha conseguido pagar todas, não foi com um bom desempenho, devido ao pouco conhecimento que tinha adquirido ao longo do curso”* (sujeito 1).

Já 76,2% consideram bom o seu desempenho, e afirmaram:

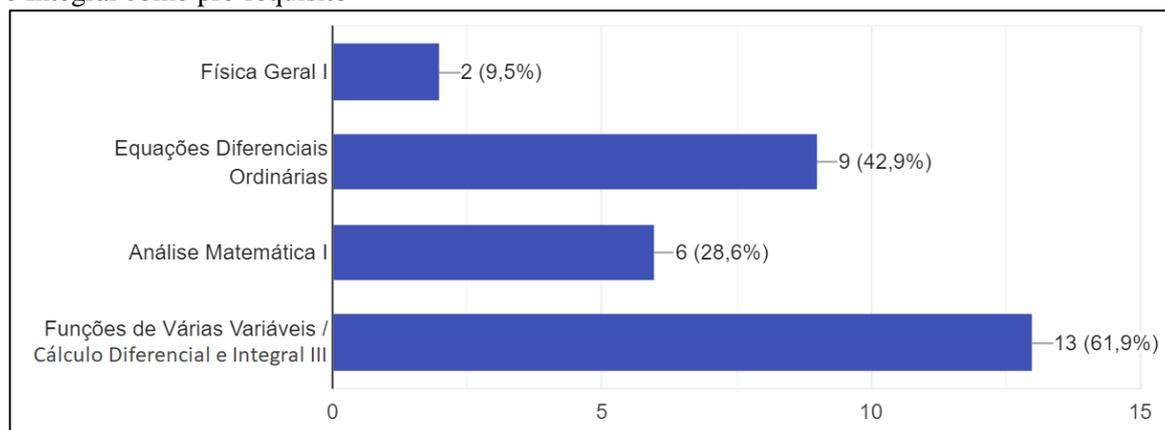
Sujeito 12: *“tenho algumas dificuldades, mas consigo assimilar”*;

Sujeito 21: *“na maioria dessas disciplinas consegui ter bom desempenho por estar sempre correndo atrás de aprender o que ainda não tinha conseguido”*.

Por conseguinte, 9,5% avaliam seu desempenho como ótimo. À vista disso, um deles justificou: *“os professores desses componentes sempre revisavam os conteúdos quando não havia entendimento da turma acerca dos novos conteúdos ministrados”* (sujeito 7).

O Gráfico 12 apresenta a dificuldade dos investigados nos componentes curriculares que têm as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral como pré-requisito.

Gráfico 12 – Dificuldade em componentes curriculares que têm as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral como pré-requisito



Fonte: Dados da pesquisa, 2019

Desse modo, nota-se que 61,9% dos investigados afirmam ter sentido mais dificuldade no componente curricular Funções de Várias Variáveis/Cálculo Diferencial e Integral III. Nessa perspectiva, de acordo com um dos investigados “*em funções de várias variáveis há uma necessidade maior do entendimento relacionado aos gráficos das funções em geral. Como tive um pouco mais de dificuldade em entender esses comportamentos das funções, tive mais dificuldade na disciplina*” (sujeito 17). Ademais, 42,9% dos respondentes consideram o componente Equações Diferenciais Ordinárias como o mais dificultoso. Alguns deles declararam:

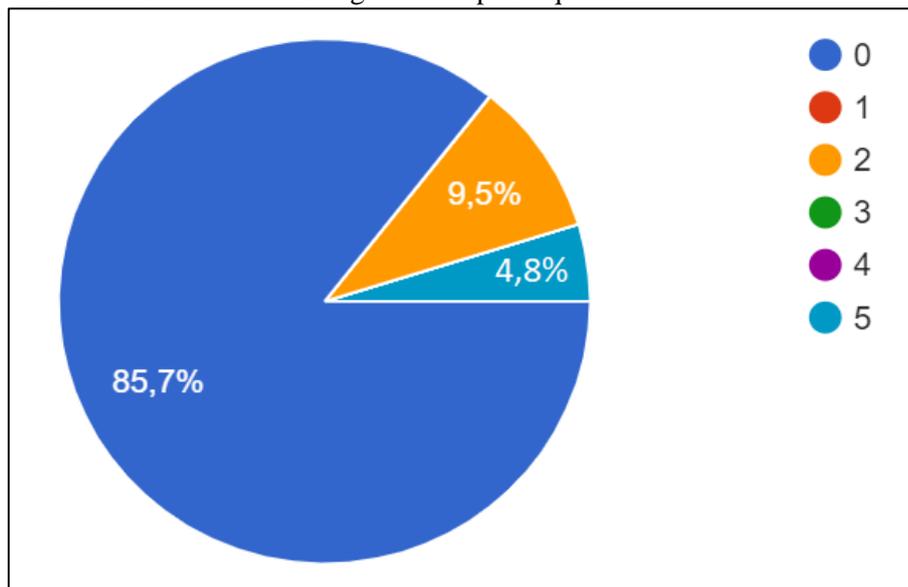
Sujeito 4: “*infelizmente, pela minha falta de ação em estudar*”;

Sujeito 7: “*por não lembrar de boa parte conteúdo, já que, na maioria das vezes, o conteúdo é decorado*”.

Assim, 28,6% apontam que o componente no qual apresentaram maior dificuldade foi Análise Matemática I. Conforme alguns dos investigados, isso aconteceu “*devido à complexidade das demonstrações*” (sujeito 2) e “*por apresentar uma linguagem diferente e complexa em relação às outras*” (sujeito 15). Já 9,5%, consideram sua maior dificuldade em Física Geral I.

O Gráfico 13 indica o número de componentes curriculares, que têm as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral como pré-requisito, nos quais houve reprovação.

Gráfico 13 – Reprovação nos componentes curriculares que têm as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral como pré-requisito

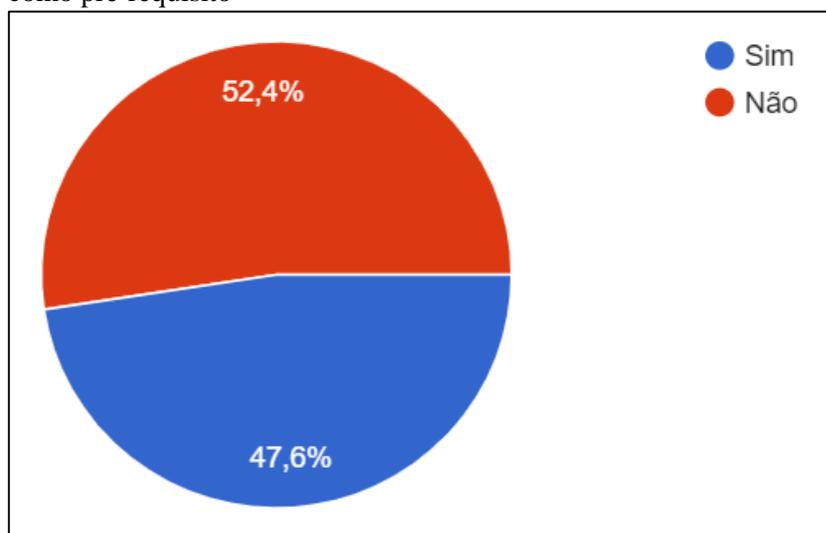


Fonte: Dados da pesquisa, 2019

Nota-se que 4,8% dos investigados declaram que foram reprovados nos 5 componentes que têm as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral como pré-requisito, enquanto 9,5% foram reprovados em 2 desses componentes. Por outro lado, 85,7% dos investigados afirmam não terem sido reprovados em quaisquer desses componentes curriculares.

No Gráfico 14 observa-se a intenção de desistir do curso, devido às disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral e/ou às demais que têm essas disciplinas como pré-requisito.

Gráfico 14 – Intenção de desistir do curso, devido às disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral e/ou às demais que têm essas disciplinas como pré-requisito



Fonte: Dados da pesquisa, 2019

Desse modo, 47,6% dos investigados pensaram em desistir do curso, “*devido à complexidade dos conteúdos*” (sujeito 21), bem como em virtude da “[...] *dificuldade e [...] por ter reprovado a cadeira*” (sujeito 14). Em contrapartida, 52,4% afirmam que não houve intenção de desistir do curso, e alguns relataram: “[...] *queria terminar meu curso*” (sujeito 3); “*sempre gostei dessas disciplinas e foram essenciais para minha formação*” (sujeito 12).

Por fim, solicitou-se, no questionário, que os investigados apresentassem sugestões capazes de proporcionar aos alunos melhor desempenho nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral. Dessa forma, algumas das propostas foram as seguintes:

Sujeito 1: “*utilização de softwares computacionais*”;

Sujeito 2: “[...] *criar grupos de estudos ou desenvolver cursos extensivos*”;

Sujeito 6 “*mais empenho por parte dos alunos*”;

Sujeito 8: “*demonstração de aplicações à realidade*”;

Sujeito 19: “[...] *os professores procurarem ensinar fazendo sentido, ou seja, com significado [...]*”;

Sujeito 15: “*mais aulas de reforço na Universidade, troca de conhecimento com os alunos e professores, com explicações mais didáticas*”.

4.2 Discussão dos resultados

Com base nos resultados, verifica-se que as hipóteses H_0 e H_1 foram confirmadas. No entanto, a hipótese H_0 foi parcialmente aceita, já que os investigados consideram elevado o nível de contribuição da metodologia utilizada pelo professor para a aprendizagem nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, ou seja, a maior representatividade da amostra não aponta os aspectos relacionados à metodologia utilizada no ensino dessas disciplinas como um fator que gera dificuldade.

Portanto, na concepção dos alunos, os principais fatores que ocasionam dificuldades no processo de aprendizagem nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral são: complexidade dos conteúdos, conhecimento prévio insuficiente, bem como seu próprio desinteresse. Assim, a maior parte dos alunos avalia como moderado o seu nível de aprendizagem nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, e também afirma não ter sido reprovado nessas disciplinas.

Ademais, a hipótese H_2 foi rejeitada. Desse modo, a maioria dos alunos não apresentou baixo rendimento nos componentes que têm Cálculo Diferencial e Integral como pré-requisito, além de não demonstrar intenção de desistir do curso devido às disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral e/ou às demais que têm essas disciplinas como pré-requisito.

Assim, a maior representatividade da amostra considera elevado o nível de influência do desempenho nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral sobre o rendimento nos componentes curriculares que as têm como pré-requisito, além de classificar como bom o seu desempenho em tais componentes.

No que se refere ao interesse dos alunos e a complexidade dos conteúdos, Gregor e Macêdo (2015), destacam em seu trabalho sobre o ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral que, no Ensino Superior, os estudantes encontram-se diante de um novo cenário, no qual é necessário obter certa autonomia no que diz respeito à aprendizagem, considerando que a busca pelos conhecimentos não deve ocorrer apenas durante as aulas. “No entanto há imaturidade por parte dos alunos que dificulta sua adaptação à nova fase e sua aprendizagem em disciplinas que exigem muita dedicação e organização, como é o caso do CDI”⁵ (GREGOR E MACÊDO, 2015, p. 1606). Ademais, sobre os conhecimentos prévios insuficientes, ainda de acordo com os autores supracitados, para os alunos, “[...] as maiores dificuldades [...] estavam nos conhecimentos básicos de Matemática, os quais tinham muita deficiência” (GREGOR E MACÊDO, 2015, p. 1614).

Nessa perspectiva, consoante a pesquisa acerca das dificuldades em Cálculo Diferencial e Integral, realizada por Silva; Nascimento e Vieira (2017), “[...] as principais dificuldades encontradas pelos estudantes foram: metodologia do professor, falta de base para os conteúdos e de aplicação do cálculo no dia-a-dia e a relação professor-aluno” (SILVA; NASCIMENTO; VIEIRA, 2017, p. 4). Outrossim, o estudo de Barbosa (2004), que objetiva a identificação de dificuldades no processo de aprendizagem em Cálculo, aponta que “[...] o sistema didático na qual a disciplina está ancorada é um fator determinante para o insucesso do aluno na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral [...]” (BARBOSA, 2004, p. 84), apesar de não ser o único.

⁵ CDI: Cálculo Diferencial e Integral

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Matemática é uma das áreas do conhecimento que tem contribuído para o desenvolvimento da humanidade, visto que seus conceitos têm aplicabilidade em diversos contextos, possibilitando novas descobertas e o aprimoramento de determinadas ideias. À vista disso, evidencia-se a significância da compreensão acerca dessa disciplina, uma vez que na Educação Básica, os alunos apresentam dificuldades ao longo do processo de ensino e aprendizagem. Por conseguinte, no Ensino Superior, muitos graduandos dos cursos de ciências exatas se frustram diante da necessidade da aprovação em componentes curriculares que envolvem conhecimentos de Cálculo.

No que se refere às disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, a partir do arcabouço teórico, observa-se que alguns dos fatores que ocasionam dificuldades na aprendizagem consistem na complexidade dos conteúdos; conhecimento prévio insuficiente; aspectos referentes à metodologia utilizada no ensino. Ademais, os efeitos dessas dificuldades sobre o desempenho dos estudantes nos componentes que têm tais disciplinas como pré-requisito podem ser: baixo rendimento nesses componentes e/ou desistência do curso.

Por conseguinte, os resultados desta pesquisa apontam que, de acordo com os investigados, os principais fatores que ocasionam dificuldades nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral são: complexidade dos conteúdos, conhecimento prévio insuficiente e o seu próprio desinteresse.

Dessa forma, observa-se a relevância do conhecimento prévio para a aprendizagem, já que os conhecimentos obtidos no Ensino Básico são essenciais para a compreensão de conteúdos mais complexos, na graduação, por exemplo. Nesse sentido, Lopes (1999, p. 125) destaca que “o conhecimento matemático é em camadas que se superpõem. Você começa a aprender Matemática no primeiro ano da escola. Se você não sabe dividir, não vai saber o que é um taxa, se você não sabe o que é uma taxa não vai saber o que é um derivada e assim por diante”.

Ademais, julga-se necessário ações integradas, com participação de professores e alunos, para que esse contexto se transforme, buscando a adequação de práticas e metodologias utilizadas desde a base do ensino, além do desenvolvimento de pesquisas e projetos que despertem maior interesse dos alunos pelos temas apresentados.

Dessarte, sugere-se, para uma pesquisa posterior, uma abordagem acerca da perspectiva dos professores da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, observando os efeitos da

utilização de práticas convencionais de ensino, em contraste com a aplicação de novas metodologias sobre a aprendizagem dos graduandos.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Marcos Antônio. **O insucesso no ensino e aprendizagem na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral**, 2004.

BEZERRA, Adriana da Silva Velozo. **Que razões levam os alunos de graduação a um fracasso generalizado nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral?**, 2013.

BOYER, Carl B. **História da Matemática**. Tradução de Elza F. Gomide. 2. ed. São Paulo: Blücher, 1996.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei número 9394, 20 de dezembro de 1996.

BRITO, Janilson Claydson Silva. **O Cálculo Diferencial e Integral como ferramenta interdisciplinar no Ensino Médio**, 2013.

CHAVES, Valtéri Douglas; NEVES, Marcos Rogério. **Heurística e Matemática: possibilidades para o Ensino**. Paco Editorial, 2017.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação Matemática: da teoria à prática**. 13. ed. Campinas, SP: Papirus, 2006.

EVES, Howard. **Introdução à História da Matemática**. Tradução de Hygino H. Domingues. 5. ed. Campinas, SP: Unicamp, 2011.

FULINI, Márcio Antônio. **História do Cálculo Diferencial e Integral**, 2016.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GREGOR, Isabela Cristina Soares; MACÊDO, Josué Antunes. **Reflexões sobre o ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais**. In: Anais do Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, 4º, 2015, p.1604-1615.

LIMA, Joselma Ferreira Lavôr de. **Formação do professor de Matemática: um olhar sobre a construção dos saberes da pesquisa**, 2014.

LOPES, Artur. Algumas reflexões sobre a questão do alto índice de reprovação nos cursos de Cálculo da UFRGS. **Sociedade Brasileira de Matemática**. Rio de Janeiro, n. 26/27, p. 123-146, 1999.

LOPES, Maria Laura Mouzinho Leite. **A Matemática do século XXI e suas repercussões na Matemática escolar**, 2010.

MIORIN, Maria A. **Introdução à História da Educação Matemática**. São Paulo : Atual, 1998 *apud* BARBOSA, Marcos Antônio. **O insucesso no ensino e aprendizagem na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral**, 2004.

NASSER, Lilian. **Ajudando a superar obstáculos na aprendizagem de Cálculo**. IM/UFRJ e CETIQT/SENAI, 2009.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

ROGAWSKI, Jon; ADAMS, Colin. **Cálculo: Volume 1**. Tradução de Claus Ivo Doering. Bookman Editora, 2018.

ROQUE, Tatiana. **História da Matemática**. Zahar, 2012.

SILVA, Abel Patrik Cantor da; NASCIMENTO, Erinaldo Ferreira do; VIEIRA, André Ricardo Lucas. Cálculo Diferencial e Integral: obstáculos e dificuldades didáticas de aprendizagem. **Caminhos da Educação Matemática em Revista (Online)**, v. 7, n. 2, 2017.

SILVA, Rejane Dias da. **A formação do professor de Matemática: um estudo das representações sociais**. Campina Grande: EDUEPB, 2013.

SOUZA, Veriano Catinin. **A origem do Cálculo Diferencial e Integral**, 2001.

VALLE, Marcos Eduardo. **Teorema Fundamental do Cálculo e Integrais Indefinidas**. Unicamp, 2017. Disponível em:
<<https://www.ime.unicamp.br/~valle/Teaching/MA111/Aula19.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2019.

APÊNDICE

Apêndice 01: Questionário

01 - Em que ano você cursou os componentes curriculares Cálculo Diferencial e Integral I e II?

02 - Você identifica alguma relação entre os conteúdos que lhe foram apresentados na Educação Básica e os conteúdos das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral? Explique.

• Sim • Não

03 - Em que nível seus conhecimentos prévios, construídos no Ensino Básico, lhe auxiliaram nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral? Explique.

• Muito baixo • Baixo • Moderado • Elevado • Muito Elevado

04 - Para você, qual é o nível de complexidade dos conteúdos que compõem as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral? Justifique.

• Muito baixo • Baixo • Moderado • Elevado • Muito Elevado

05 - Em que nível a complexidade dos conteúdos das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral influenciou no seu processo de aprendizagem? Por quê?

• Muito baixo • Baixo • Moderado • Elevado • Muito Elevado

06 - Em que nível a metodologia utilizada pelo professor nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral contribuiu para a sua aprendizagem? Explique.

• Muito baixo • Baixo • Moderado • Elevado • Muito Elevado

07 - Como você classifica seu nível de aprendizagem em Cálculo Diferencial e Integral? Por quê?

• Muito baixo • Baixo • Moderado • Elevado • Muito Elevado

08 - Na sua visão, as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral propiciaram a identificação de possíveis aplicações de conceitos e definições? Explique.

• Sim • Não

09 - Como você classifica seu nível de interesse nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral? Por quê?

• Muito baixo • Baixo • Moderado • Elevado • Muito Elevado

10 - Você já foi reprovado em alguma das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral I e II? Se sim, para você, por qual motivo?

- Sim • Não

11 - Em que nível seu desempenho nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral influenciou no seu rendimento nos componentes curriculares que as têm como pré-requisito? Explique.

- Muito baixo • Baixo • Moderado • Elevado • Muito Elevado

12 - Como você avalia o seu desempenho nas disciplinas que têm o Cálculo Diferencial e Integral como pré-requisito: Física Geral I, Equações Diferenciais Ordinárias, Análise Matemática I, Funções de Várias Variáveis? Por quê?

- Péssimo • Ruim • Bom • Ótimo

13 - Em quais componentes curriculares, que têm as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral como pré-requisito, você sentiu mais dificuldade ao cursar? Por quê?

- Física Geral I
- Equações Diferenciais Ordinárias
- Análise Matemática I
- Funções de Várias Variáveis / Cálculo Diferencial e Integral III

14 - Em quantos componentes curriculares, que têm as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral como pré-requisito, você já foi reprovado?

- 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5

15 - Você já pensou em desistir do curso devido às disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral e/ou às demais que têm essas disciplinas como pré-requisito? Por quê?

- Sim • Não

16 - Apresente sugestões que, no seu ponto de vista, sejam capazes de proporcionar aos alunos melhor desempenho nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral.