

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS

ESCOLA NORMAL SUPERIOR

LICENCIATURA EM MATEMATICA

Francisco Leonardo Lima Aguiar

**ENSINO-APRENDIZAGEM DE CÁLCULO III NO CURSO DE
LICENCIATURA EM MATEMÁTICA DA UNIVERSIDADE DO ESTADO
DO AMAZONAS: DIFICULDADES EPISTEMOLÓGICAS**

MANAUS, 2019

FRANCISCO LEONARDO LIMA AGUIAR

**ENSINO-APRENDIZAGEM DE CÁLCULO III NO CURSO DE
LICENCIATURA EM MATEMÁTICA DA UNIVERSIDADE DO ESTADO
DO AMAZONAS: DIFICULDADES EPISTEMOLÓGICAS**

*Trabalho de Conclusão do Curso elaborado junto às
disciplinas TCC I e TCC II do Curso de Licenciatura em
Matemática da Universidade do Estado do Amazonas para
a obtenção do grau de licenciado em Matemática.*

Orientador(a): Dra. Nadime Mustafa Moraes

MANAUS, 2019

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Ata de Defesa do Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Matemática da Escola Normal Superior-UEA de FRANCISCO LEONARDO LIMA AGUIAR

Aos 13 dias do mês de novembro de 2019, às 18:00 horas, em sessão pública na Sala Maria de Nazareth da Escola Normal Superior na presença da Banca Examinadora presidida pela professora da disciplina de Trabalho de Conclusão do Curso Me. Helisangela Ramos da Costa e composta pelos examinadores: **Dra Nadime Mustafa Moraes, Dra Kelly Alves Marães e Me. Alexandra Salerno Pinheiro** o aluno **FRANCISCO LEONARDO LIMA AGUIAR** apresentou o Trabalho: “**ENSINO-APRENDIZAGEM DE CÁLCULO III NO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA: DIFICULDADES EPISTEMOLÓGICAS**” como requisito curricular indispensável para a integralização do Curso de Licenciatura em Matemática. A Banca Examinadora deliberou e decidiu pela APROVAÇÃO do referido trabalho, com o conceito 9,8 à monografia divulgando o resultado ao aluno e demais presentes e eu, na qualidade de Presidente da Banca, lavrei a presente ata.

Helisangela Ramos da Costa

Presidente da Banca Examinadora

Nadime Mustafa Moraes
Orientador (a)

Kelly Alves Marães de Almeida
Avaliador 1

Francisco Leonardo Lima Aguiar
Avaliador 2

Aluno

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que me deram forças para continuar nesta caminhada, pela resiliência que Deus me atribui para não me fazer desistir. Agradeço principalmente aos meus pais que nunca largaram minha mão durante este longo e árduo trajeto que é a vida acadêmica.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Taxas de evasão e desistência, Fonte: CENSO MEC, 2017.	9
Figura 2. Dúvida de um aluno em relação a lista.	23
Figura 3. Resposta de um aluno a uma questão da prova.....	23
Figura 4. Resposta de um aluno a uma questão da prova.....	24
Figura 5. Dúvida de um aluno em relação a lista.	24
Figura 6. Resposta do aluno A, questão 7 inciso a.	26
Figura 7. Resposta do aluno B, questão 7 inciso b.	26
Figura 8. Resposta do aluno C, Questão 8 inciso a.	27
Figura 9. Resposta do aluno D. Questão 8 inciso a.	27
Figura 10. Resposta do aluno E. Questão 8 inciso b.	28
Figura 11. Resposta do aluno F. Questão 8 inciso b.	28
Figura 12. Resposta do aluno F. Questão 9.....	29
Figura 13. Resposta do aluno G. Questão 9.	29
Figura 14. Resposta do aluno H. Questão 9.	29
Figura 15. Resposta do aluno I. Questão 9.....	30
Figura 16. Resolução da questão 1, aluno J.	31
Figura 17. Resolução da questão 1, aluno K.	32
Figura 18. Resolução da questão 1, aluno L.....	32
Figura 19. Resolução da questão 1, aluno M.....	33
Figura 20. Resolução da questão 2, aluno N.	35
Figura 21. Resolução da questão 2, aluno P.	37
Figura 22. Figura 17. Resolução da questão 2, aluno R.	38
Figura 23. Currículo de Cálculo 3.....	39
Figura 24. Currículo de Cálculo II.....	40
Figura 25. Currículo de Cálculo I.....	41

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Desempenho dos alunos que estão cursando, questão 1.	31
Gráfico 2. Desempenho dos alunos que já cursaram, questão 1.	34
Gráfico 3. Desempenho dos alunos que estão cursando, questão 2.	34
Gráfico 4. Desempenho dos alunos que já cursaram, questão 2.	35
Gráfico 5. Desempenho dos alunos que estão cursando, questão 3.	36
Gráfico 6. Desempenho dos alunos que já cursaram, questão 3.	36
Gráfico 7. Desempenho dos alunos que estão cursando, questão 4.	37
Gráfico 8. Índices da turma de Cálculo 3 de 2014.	42
Gráfico 9. Índices da turma de Cálculo 3 de 2015.	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Categorização da Amostra.....	25
---	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	7
CAPÍTULO 1	9
1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	9
1.1 Dados e índices históricos	9
1.2 Alguns fatores que podem causar a reprovação ou desistência	10
1.3 Questões da epistemologia	12
CAPÍTULO 2	16
2. METODOLOGIA DA PESQUISA.....	16
2.1 Abordagem da pesquisa	16
2.2 Referencial teórico metodológico.....	16
2.3 Quanto aos métodos.....	18
2.4 Quanto à amostragem	18
2.5 Quanto a coleta de dados	19
CAPÍTULO 3	22
3. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	22
3.1 Análise da observação direta	22
3.1.1 Alunos dentro da sala.....	22
3.1.2 Alunos fora da sala.....	23
3.2 Análise dos questionários	25
3.2.1 Quanto ao Questionário 1	26
3.2.2 Quanto ao questionário 2	31
3.3 Análise documental.....	39
3.3.1 Quanto a grade curricular.....	39
3.3.2 Quanto a índices de turmas anteriores	41
CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS	46
APÊNDICE A.1	51
APÊNDICE A.2.....	54

INTRODUÇÃO

As dificuldades epistemológicas e metodológicas do ensino de Cálculo Diferencial e Integral há alguns anos tem sido objeto de debates e estudos nas universidades brasileiras, por se tratar de uma disciplina integrante da base curricular de diversos cursos superiores e por ser de extrema importância na área das ciências exatas. Estas objeções tem gerado resultados insatisfatórios tanto para o aluno quanto para o professor, por acarretar níveis muito elevados de reprovação e evasão. De acordo com dados fornecidos em 2000 pelo Ministério da Educação e Cultura – MEC, em algumas universidades como, por exemplo, a UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas) o índice de reprovação nesta disciplina chegou a aproximadamente 80%.

Com finalidade de amenizar estas dificuldades, atualmente, tem surgido pesquisadores, na área de Educação Matemática, com análise da problemática, propostas e estratégias metodológicas para tentar tornar mais eficiente o processo de ensino-aprendizagem e conseqüentemente diminuir o índice reprovação e desistência. Garzella (2013) elucida alguns pontos, na metodologia mais usual no ensino desta disciplina, que generalizam as dificuldades e que acaba por afastar mais do que aproximar o aluno do conteúdo proposto. Um dos aspectos que ela ressalta em seu trabalho é a mecanização metodológica, a linguagem matemática demasiadamente abstrata, associação distante dos temas e a mudança abrupta dos alunos do ambiente colegial para o universitário.

Outro ponto crucial é destacado por Villareal (1999), a relação do professor com o ambiente acadêmico, afirmando que o docente precisa conhecer o âmbito, as condições de trabalho em sua plenitude, como tentativa para aprimorar as formas de ensinar. E ressalta também o uso das potencialidades tecnológicas que educação matemática oferece.

Gonçalves e Zunchi (2003) evidenciam outro aspecto importante, que é o fato das dificuldades não aparecem apenas no contato com conteúdos mais complexos, pelo contrário, as barreiras começam a surgir desde a construção de conceitos mais sensíveis e primordiais como, por exemplo, o caso de limites. Aspectos esses que podem ser

decorrentes de deficiências ocorridas no processo de conceitualização e instrumentalização dos temas que compõem a disciplina.

O uso de metodologias tradicionalista aliada às dificuldades trazidas pelos alunos ao longo de suas formações têm se mostrado grandes pilares desta problemática, este descompasso compromete não somente a qualidade da disciplina, mas afeta diretamente os valores de docente construídos pelo acadêmico, visto que o profissional tende a ser reflexo da academia.

O principal objetivo deste Trabalho de conclusão de curso é analisar as principais dificuldades encontradas no processo de ensino-aprendizagem de Cálculo III na perspectiva dos alunos do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade do Estado do Amazonas. Tendo como objetivos específicos:

- a) Realizar o levantamento de dados a fim de obter o índice de reprovação de aluno, nas disciplinas de cálculo III, nos anos de 2014 e 2015;
- b) Identificar as principais dificuldades de aprendizagem através da elaboração e aplicação de questionários aos alunos que estão cursando ou cursaram a disciplina de cálculo III do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade do estado do Amazonas mais de uma vez;
- c) Identificar as principais dificuldades de aprendizagem através da elaboração e aplicação de questionários aos alunos que estão cursando a disciplina de cálculo III do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade do estado do Amazonas pela primeira vez;
- d) Observar e acompanhar, por meio do programa de monitoria, a progressão dos alunos durante o período inicial de 2 meses da disciplina;
- e) Sugerir possíveis alternativas que possibilitem minimizar as dificuldades encontradas, através do uso de ferramentas tecnológicas, tendências de ensino e métodos avaliativos alternativos.

CAPÍTULO 1

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Dados e índices históricos

O número de alunos presentes em universidades tem aumentado a cada ano, a democratização e a ampliação do ensino superior fazem parte de uma realidade cada vez mais presente no país. Programas como o REUNI (Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais) que foi instituído pelo Decreto Presidencial 6.096, de 24 de abril de 2007, com o objetivo de dar às instituições condições de expandir o acesso e garantir condições de permanência no Ensino Superior, fez com que o governo federal adotasse uma série de medidas que estimulassem o crescimento do ensino superior, gerando condições para uma expansão física, acadêmica e pedagógica. Visando principalmente o aumento de vagas e diminuição das desigualdades. (BRASIL, 2007; PAGANI, 2014; ALLEVATO, 2014)

Como consequência deste aumento de alunos ingressantes no ensino superior, houve também um aumento em outros índices, como o de evasão e desistência. Segundo dados do Censo Superior 2017, em 2015 os índices de desistência nas universidades de todo país em Matemática, Física e Química, foram de 58,8%, 62,2% e 54,4% respectivamente. A imagem a seguir mostra um gráfico com as estatísticas a nível nacional para o curso de Licenciatura em Matemática no período de 2010 a 2015.

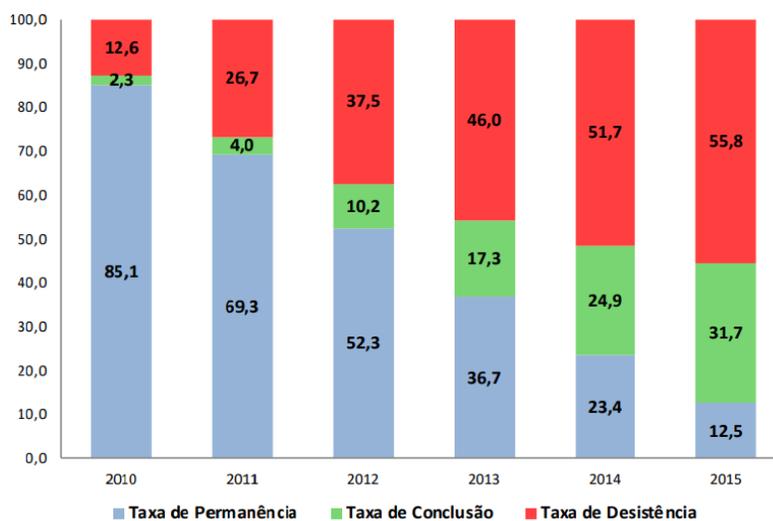


Figura 1 – Taxas de evasão e desistência, Fonte: CENSO MEC, 2017.

Apesar da taxa de conclusão ter aumentado o indicador de permanência diminuiu e o de desistência mais que quadruplicou. Estes números são preocupantes, pois segundo dados do tesouro cerca de 64% da verba destinada a educação, em 2017, foi destinado ao ensino superior, de um total de 117,2 bilhões. Com a desistência, há uma perda inerente de verba destinada ao ensino superior. (BRASIL, 2019)

Para avaliar a qualidade do ensino superior o governo federal criou em 2004, pela Lei nº 10.861, de 14 de abril de 2004, o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior – SINAES. Este sistema de avaliação é formado por três componentes principais: a avaliação das instituições, dos cursos e do desempenho dos estudantes. O SINAES avalia todos os aspectos que giram em torno desses três eixos, principalmente o ensino, a pesquisa, a extensão, a responsabilidade social, o desempenho dos alunos, a gestão da instituição, o corpo docente e as instalações. (BRASIL, 2004)

Os principais objetivos da avaliação envolvem, melhorar o mérito e o valor das instituições, áreas, cursos e programas, nas dimensões de ensino, pesquisa, extensão, gestão e formação; melhorar a qualidade da educação superior e orientar a expansão da oferta, além de promover a responsabilidade social das IES (Instituições de Ensino Superior), respeitando a identidade institucional e a autonomia de cada organização. Os resultados das avaliações possibilitam traçar um panorama da qualidade dos cursos e instituições de ensino superior no país, e traçar estratégias que possam diminuir algumas estatísticas preocupantes, como, por exemplo, o do índice de evasão. (BRASIL, 2004).

1.2 Alguns fatores que podem causar a reprovação ou desistência

Há vários fatores que podem levar um aluno a desistir do seu curso de graduação. Glauco Peres em estudo sobre evasão no ensino superior, englobando também instituições de caráter privado, diz:

Este cenário é problemático na medida em que não permite que se conheçam empiricamente as causas da evasão ou, por outro lado, que se saiba quais são fatores sintomáticos de seus incentivos. Não há meios efetivos de comparar o perfil dos desistentes a partir dos trabalhos estabelecidos, já que estão muito afeitos às peculiaridades da instituição e dos alunos que a procuram. (SILVA, 2013, p. 2013)

Apesar de Silva (2013) afirmar que os motivos das evasões e desistências serem muito subjetivos e depender de aspectos internos e externos do indivíduo ele pontua alguns fatores que podem contribuir para esta decisão. Um dos motivos citados por Silva (2013) e reforçado por Cunha, Tunes e Silva (2001), para evasão seriam a aprovação do aluno em outro vestibular que lhe despertou mais interesse e a reprovação em disciplinas nos 4 primeiros períodos do curso. Este último é mais preocupante, pois figura um dos maiores motivos para a evasão de cursos superiores no Brasil, e em instituições públicas a desistência por esta motivação é bem mais comum que no ensino privado. Cunha, Tunes e Silva (2001) afirmam em seus trabalhos, em relação aos aspectos das disciplinas, uma forma de minimizar os índices de evasão:

[...] revisão curricular, mudança na metodologia do ensino e implementação de um sistema eficaz de orientação acadêmica ao aluno, além da indicação de abertura de novas frentes de estudos visando a identificar outros fatores correlacionados à evasão e a dimensionar o seu papel e suas interligações (CUNHA; TUNES; SILVA, 2001, p. 263).

As revisões e reestruturações curriculares, sejam elas na ementa, no plano pedagógico ou em aspecto metodológico, são vinculadas às responsabilidades das universidades, cabendo à coordenação pedagógica e aos professores analisarem, continuamente, as dificuldades recorrentes a cada disciplina.

Segundo Wilson e Norma (2016) a grande diversidade de alunos encontrados nas salas de aula, cada um com diferentes habilidades, interesses e níveis de formação, alguns mostrando aparentes deficiências na formação básica, traz ao professor e aos alunos inúmeros obstáculos no processo de ensino aprendizagem. Estas dificuldades não geram problemas somente à disciplina, mas sim à um grupo de disciplinas que poderão comprometer a qualidade de formação do aluno.

Há inúmeros fatores que podem acarretar a desistência ou evasão, mas no que abrange a esfera das ciências exatas, mais especificamente nos cursos de matemática e engenharias, um grande problema encontrado é no altíssimo índice de reprovação, e a disciplina campeã neste quesito é a de Cálculo Diferencial e Integral. Por se tratar de uma das principais disciplinas, nos cursos de Engenharia e Matemática, e pelo alto número de alunos que reprovam, até mais de uma vez, esta disciplina tem se tornado objeto de estudo de pesquisadores da área de educação matemática.

Ávila (2006) afirma que um dos motivos que dificultam o ensino de Cálculo ocorre durante a abordagem do conteúdo que, em sua maior parte, é pouco intuitiva e que tem uma enorme carga de manipulações algébricas. Este é um aspecto recorrente no depoimento de alunos, a linguagem extremamente formal, abstrata e desconexa de fenômenos palpáveis.

1.3 Questões da epistemologia

Barufi (1999) discorre sobre as objeções encontradas durante o processo de construção dos significados do conteúdo.

O professor precisa ter bastante clareza sobre as características do conhecimento desejado, de quais diferentes relações podem ser estabelecidas, a fim de possibilitar articulações, mais ou menos estáveis, até por aproximações sucessivas possibilitar a construção de significados importantes. (BARUFI, 1999, p. 38).

Lima e Sauer (2003) reforçam afirmando que um dos pilares do problema no ensino da matemática é a falta de encadeamento lógico para com as devidas aplicabilidades, ou seja, a falta de um tratamento menos sistematizado e mais orgânico.

A matemática possui fundamentação lógica e exige formalização dos conceitos construídos em cada etapa, adequada a cada nível de desenvolvimento. Assim, não faz sentido tratar dos conhecimentos matemáticos como um conjunto de regras e fórmulas praticadas em situações modelos de aplicação. Mais importante que aplicar corretamente uma determinada regra é reconhecer primeiro sua devida aplicação. (LIMA e SAUER, 2003 apud BARROS, R. M; MELONI, L. G. P, 2006, p. 2)

D'Ambrosio (1999) corrobora dizendo que a desvinculação da matemática a outras atividades da vida humana é um dos maiores erros presentes no processo de ensino, pois a matemática não nasceu de idealizações abstratas, mas sim da observação e interpretação de fenômenos presentes no mundo sensível. Este processo de observação e interpretação pode ser apresentado de maneira prática e dinâmica por meio de diversos métodos como, por exemplo, o uso de softwares ou da utilização da própria história.

Esta reflexão epistemológica sugere uma análise do ato de ensinar, das etapas que estruturam este processo: principais conceitos, as analogias que interligam estes

conceitos e a história de como foram desenvolvidos (ASTOLFI; DEVELAY, 2012). Para se fazer esta abordagem é preciso se atentar, primeiramente, ao aspecto histórico, ao pensamento lógico que estruturaram a ideia. A visão histórica propicia esclarecimentos sobre as condições e motivações que encadearam o desenvolvimento dos conceitos, destacando sempre a evolução da ideia e não a história dos agentes envolvidos, desta forma o ambiente se torna mais propício a um ensino eficaz. No entanto geralmente esta ferramenta pedagógica é esquecida durante a elaboração das aulas.

Quando se explora a Matemática é suscetível se deparar com definições e conceitos. Mas qual é diferença entre eles? Há uma linha tênue que separa o significado estas duas palavras, o que as difere é o grau de certeza, ou seja, o quão preciso e objetivo é a descrição de um objeto de estudo. Segundo o dicionário Aurélio em Ferreira (2010), conceito é formulação de uma ideia por palavras e definição é explicação precisa, ou seja, a significação. Em um sentido mais profundo, conceito é uma atividade de leitura e interpretação mental que conduz um conhecimento, é a representação mais orgânica e sensível de um objeto, ou seja, é a conotação deste objeto. Definição é a descrição precisa de um objeto de estudo, é a assimilação dos elementos contidos no conceito, extraindo qualquer ambivalência, é a denotação deste objeto.

Apresentar definições antes de conceitos é um dos problemas presentes no processo do ensino da Matemática, pois este contato precoce com as definições acaba gerando confusão na organização do conhecimento que o aluno está construindo. Para Bacon existe somente duas formas de se construir, de chegar à verdade:

Só há e só pode haver duas vias para a investigação e para a descoberta da verdade. Uma, que consiste no saltar-se das sensações e das coisas particulares aos axiomas mais gerais e, a seguir, descobrirem-se os axiomas intermediários a partir desses princípios e de sua inamovível verdade. Esta é a que ora se segue. A outra, que recolhe os axiomas dos dados dos sentidos e particulares, ascendendo contínua e gradualmente até alcançar, em último lugar, os princípios de máxima generalidade. Este é o verdadeiro caminho, porém ainda não instaurado. (BACON, 2002, p.15)

Esta abordagem se assemelha ao chamado OHERIC (O = Observação, H = Hipótese, E = Experiência, R = Resultados, I = Interpretação, C = conclusão), que pode ser usada como outra ferramenta na construção do conhecimento do discente.

Penin e Vieira (2002) afirmam que a escola está suscetível a mudanças relacionados ao seu momento histórico, sempre que a sociedade sofre mudanças em suas estruturas sociais e tecnológicas, novas atribuições surgem à escola. E o papel da escola é também se adaptar aos novos parâmetros. Sendo assim, os agentes que fazem parte do ambiente escolar, principalmente da gestão, desempenham um papel importante neste processo de adequação.

Apesar de Penin e Vieira (2002) estivessem falando do ensino básico, esta visão de dinamicidade nos parâmetros de ensino está presente também no ensino superior, devido fato de a universidade ter o papel de formar profissionais que atendam às necessidades sociais que são exigidas naquele momento, ou seja, profissionais que sejam tão dinâmicos quanto a base social e tecnológica que estão em constante mudança.

A LDB, Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, em seu capítulo IV, discorre acerca da educação superior. As universidades são autônomas, assim é assegurado a flexibilidade na estruturação das suas grades curriculares, visando atender as necessidades de cada curso de acordo com as tendências de formação. (BRASIL, 1996)

A mesma lei estabelece as finalidades do ensino superior, nas quais podem ser destacadas: estimular a criação cultural e o desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo; diplomar nas diferentes áreas de conhecimento, capacitando para a inserção em setores profissionais e para a participação no desenvolvimento da sociedade brasileira; colaborar na formação contínua; e incentivar o trabalho de investigação científica, visando ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia e à criação e difusão da cultura. (BRASIL, 1996)

Outro ponto que vale ressaltar é a forma de avaliação que os professores adotam. As avaliações sempre farão parte do processo de ensino, mas a contra ponto a forma de avaliação é multável, tendo que se adequar as tendências e necessidades do ato de ensinar. Houve um tempo em que os métodos avaliativos se restringiam a provas e testes. No entanto, com o surgimento de novas tendências, métodos e tecnologias o leque de opções se tornou enorme. Ribeiro (2005) afirma que aprender com

metodologias ativas gera confiança ao aluno, fazendo com que ele tome decisões para aplicar seus conhecimentos na prática.

Já Vieira (2013) analisa as potencialidades metodológicas, por meio do uso de novas tecnologias, no ensino de cálculo:

[...] um novo desafio docente na educação, e em particular no estudo de Cálculo Diferencial e Integral será o de construir uma nova metodologia capaz de articular as competências conjuntamente com uma melhor apropriação do objeto em estudo, por meio das possibilidades oriundas da utilização de novas tecnologias. (VIEIRA, 2013, p. 24).

Rezende (2003) indaga “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?” (p. 32). Qual seria a melhor abordagem, melhor método de avaliação? Este questionamento não tem uma resposta precisa. Como Wilson e Norma (2016) afirmam, as salas de aula estão repletas de contrastes, cada aluno com suas especificidades, qualidades e dificuldades, mas cabe aos envolvidos no processo de aprendizagem encontrar meios que tornem mais efetivo o ensino desta disciplina.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGIA DA PESQUISA

2.1 Abordagem da pesquisa

A abordagem desta pesquisa é de caráter qualitativa, tendo em vista que o fenômeno estudado pode ser entendido por meio dos aspectos da realidade, analisando e observando as analogias entre as subjetividades dos indivíduos que permeiam o fenômeno. Segundo Goldenberg (1997), pesquisas de caráter qualitativo não utilizam modelos positivistas aplicado ao estudo de fenômenos e eventos sociais.

Tendo em vista que a pesquisa é de esfera qualitativa, é pertinente analisar as suas características principais. Bogdan e Biklen (1994) apud Tuckman (2005, p.507), apresentam-nos as cinco principais características de uma investigação qualitativa que se fizeram presentes nesta pesquisa:

1. A situação natural constitui a fonte dos dados, sendo o investigador o instrumento-chave da recolha de dados;
2. A sua primeira preocupação é descrever e só secundariamente analisar os dados;
3. A questão fundamental é todo o processo, ou seja, o que aconteceu, bem como o produto e o resultado final;
4. Os dados são analisados intuitivamente, como se se reunissem, em conjunto, todas as partes de um puzzle;
5. Diz respeito essencialmente ao significado das coisas, ou seja, ao “porquê” e ao “o quê”.

2.2 Referencial teórico metodológico

Segundo Minayo (2001), a pesquisa qualitativa tem em sua essência a análise e o trabalho com significados, motivos, aspirações, crenças e valores, ou seja, os aspectos mais profundos das relações, dos processos e fenômenos que não podem ser

simplesmente mensurados por variáveis ou dados quantitativos. Hernández (2013) discorre sobre a essência da pesquisa qualitativa afirmando que, “o foco da pesquisa qualitativa é compreender e aprofundar os fenômenos, que são explorados a partir da perspectiva dos participantes em um ambiente natural e em relação ao contexto”, (p. 376).

O ambiente natural da pesquisa foi a UEA – ENS, pois é na unidade acadêmica que ocorre as interações que figuram o fenômeno investigado. Dentro do ambiente natural foram feitas observações a fim de compreender profundamente os fatores e características fenomenológicas. Estas observações foram feitas em um período de 2 meses durante aulas e horários que os alunos se reuniam com o monitor a fim de tirar dúvidas. O questionário principal aplicado aos alunos foi elaborado com o objetivo de compreender o fenômeno pela perspectiva do aluno, ou seja, descrever o fenômeno investigado por meio do contexto do aluno com ambiente.

De acordo com Flick (2009) a pesquisa de caráter qualitativo usa o texto como material empírico, está interessada nas perspectivas dos participantes, em suas práticas e questões. Segundo Denzin (2005) e Lincon (2005) apresentam de forma inicial e genérica o conceito de pesquisa qualitativa:

A pesquisa qualitativa é uma atividade situada que posiciona o observador no mundo. Ela consiste em um conjunto de práticas interpretativas e materiais que tornam o mundo visível. Essas práticas transformam o mundo, fazendo dele uma série de representações, incluindo notas de campo, entrevistas, conversas, fotografias, gravações e notações pessoais. Nesse nível, a pesquisa qualitativa envolve uma postura interpretativa e naturalística diante do mundo. Isso significa que os pesquisadores desse campo estudam as coisas em seus contextos naturais, tentando entender ou interpretar os fenômenos em termos dos sentidos que as pessoas lhes atribuem. (DENZIN, 2005; LINCON, 2005, p. 3 apud FLICK, 2009, p. 16)

O método qualitativo é escolhido quando o pesquisador busca compreender um fenômeno por meio da perspectiva dos indivíduos (indivíduos que serão pesquisados) que sofrem ou estão envolvidos neste fenômeno, analisando a forma subjetiva como os indivíduos percebem a realidade.

2.3 Quanto aos métodos

Foi utilizado como parte metodológica da pesquisa o estudo de caso de natureza descritiva, para obter um panorama mais fidedigno das causas e efeitos do fenômeno estudado na pesquisa. Yin (2001) discorre em seu trabalho sobre o papel exercido pelo estudo de caso em pesquisas fenomenológicas:

Em geral, os estudos de caso representam a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo "como" e "por que", quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real. (p. 19)

Um estudo de caso é uma investigação empírica que visa investigar um fenômeno dentro de um contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. Ou seja, pode-se utilizar o estudo de caso quando a pesquisa lidar com condições contextuais, considerando que estas sejam determinantes e pertinente ao fenômeno. Yin (2001) descreve algumas características de um estudo de caso, características que fizera parte desta investigação. Trata-se de uma investigação de caráter descritivo feita em um espaço amostral pequeno, visando analisar e descrever um fenômeno dentro de um contexto específico. Não tem como objetivo a generalização, pois considera que o fenômeno investigado se manifesta naquele contexto devido as relações únicas presentes no ambiente da investigação.

2.4 Quanto à amostragem

No caso desta pesquisa a amostra foi determinada obedecendo os parâmetros dos objetivos da investigação. A amostra analisada é composta apenas por alunos do curso de graduação em Matemática da Universidade do Estado do Amazonas, que estão cursando a disciplina de cálculo 3. Visto que há alunos de outras unidades e que tem natureza de outros cursos, que não o de matemática, e que objetivo da pesquisa é descrever as dificuldades epistemológicas de alunos do curso de Matemática, os discentes presentes na turma que são de outros cursos não compuseram a amostragem.

A amostragem inicial foi subdividida em outras duas amostras menores, uma que é composta por alunos que estão cursando pela primeira vez a disciplina de Cálculo 3, e

a outra é composta por alunos que já cursaram a disciplina mais de uma vez. Inicialmente todos os alunos que atenderam as características citadas foram englobados como elementos da amostra. No entanto, caso houvesse uma saturação de categoria as amostras poderiam ser reduzidas.

A amostra estudada é de caráter homogêneo, pois os indivíduos entrevistados estão englobados em um fenômeno, e apresentam características similares fazendo com que as percepções oriundas das analogias do fenômeno sejam parecidas. Miles e Huberman (1994), Creswell (2009) e Henderson (2009) discorrem sobre a utilidade deste tipo de amostra.

Amostras homogêneas: ao contrário das amostras diversas, nessa as unidades possuem um mesmo perfil ou características ou, ainda, compartilham traços similares. Seu propósito é centrar no tema a ser pesquisado ou ressaltar situações, processos ou episódios em um grupo social. (HUBERMAN, 1994; CRESWELL, 2009; HENDERSON, 2009 Apud SAMPIERI; COLLADO; BAPTISTA. p. 406.)

2.5 Quanto a coleta de dados

A pesquisa teve como métodos de coleta de dados observação direta, análise documental e o questionário. Segundo Flick (2009) o objetivo da pesquisa com questionário é tentar descrever o fenômeno por meio da perspectiva dos indivíduos que estão inseridos nele, estes que partilham de condições bastante similares para com o ambiente onde ocorre o fenômeno. Ou seja, o questionário exerce um papel de ferramenta cartográfica na construção do mapa que sintetiza os objetivos da pesquisa. A análise documental foi feita a partir de dados coletados do CTIC, Hernández Collado e Lucio (2013) afirmam que documentos são artefatos valiosos que ajudam a entender o fenômeno central do estudo, pois servem para o pesquisador conhecer os antecedentes do ambiente, as experiências, vivências ou situações do seu dia a dia.

Tanto a entrevista, quanto o questionário são fases não somente da coleta de dados, mas englobam o processo de observação qualitativa, que tem como objetivos principais:

- a) Explorar ambientes, contextos, subculturas e a maioria dos aspectos da vida social (GRINNEL apud SAMPIERI, et al, 2013);
- b) Descrever comunidades, contextos ou ambientes; também as atividades desenvolvidas neste, as pessoas que participam dessas atividades e seus significados (PATTON apud SAMPIERI, et al, 2013);
- c) Compreender processos, vínculos entre pessoas e suas situações ou circunstâncias, os eventos que ocorrem ao longo do tempo, os padrões desenvolvidos, assim como os contextos sociais e culturais em que ocorrem as experiências humanas (JORGENSEN apud SAMPIERI, et al, 2013);
- d) Identificar problemas (DAYMON apud SAMPIERI, et al, 2013);
- e) Gerar hipóteses para futuros estudos (SAMPIERI, et al, 2013);

Para Sampieri, Collado e Baptista (2013), um bom observador qualitativo precisa:

saber ouvir e utilizar os sentidos, prestar atenção nos detalhes, possuir habilidades para decifrar e compreender condutas não verbais, ser reflexivo e disciplinado para fazer anotações, assim como flexível para mudar o foco de atenção, se for necessário. p. 245

Estes aspectos são de suma importância na entrevista, visto que a entrevista qualitativa tem características mais íntimas, flexíveis e abertas. Ela é definida por King de Horrocks apud Sampieri, et al (2013) como uma conversa, ou reunião com intuito de trocar informações entre pessoas (o entrevistador e o entrevistado).

Tanto a entrevista, quanto o questionário serão elaborados com perguntas segundo Grinnel, Williams, Unrau e Mertens, de natureza exemplificativa (servem como deflagradores de exploração mais profundas) e estruturais (o entrevistador pede ao entrevistado uma lista de conceitos como se fosse um conjunto ou categoria).

O uso do estudo de caso foi feito a fim de descrever com mais precisão o fenômeno estudado. A coleta de dados foi feita com as turmas de cálculo 3 dos anos de 2014 e 2015 por meio do CTIC (Coordenação de Tecnologia da Informação e Comunicação). A coleta teve como tamanho da amostra 60 alunos no período de 2016 a 2018. Estes dados foram utilizados para a construção de gráficos que mostraram os índices de reprovação das turmas, nos últimos 3 anos, na disciplina de cálculo 3 na

Escola Normal Superior - ENS, restringindo a alunos do curso de Licenciatura em Matemática da ENS. Estes gráficos foram utilizados para fazer as analogias aos dados de carácter qualitativo.

CAPÍTULO 3

3. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

3.1 Análise da observação direta

A observação direta foi feita durante os períodos de monitoria, sendo estes fora e dentro da sala de aula. Os primeiros dias de observação foram feitos durante as aulas junto a professora da disciplina, posteriormente, foram feitas observações em momentos que os alunos se encontravam apenas com o monitor.

3.1.1 Alunos dentro da sala

As observações foram focadas principalmente na turma do turno noturno, onde as aulas começam as 18:00 horas com tolerância de início de 15 minutos. A turma do turno noturno apresenta uma grande diversidade, tanto na questão de idade quanto nas ocupações externas a universidade. Também foi observado a diferença a respeito do ano de ingresso no curso de Licenciatura em matemática. Parte dos alunos que estudam a noite optaram por este turno devido o vínculo empregatício que tem com alguma empresa, outra parte optou pelo turno noturno pois cursa outra disciplina no período vespertino. Tanto o vínculo empregatício quanto a fato de estar cursando outra disciplina no período vespertino causam desgaste no aluno, ocasionando condições não favoráveis para o aprendizado, segundo Piaget (2010) para se ter um aprendizado eficaz é necessário estar em condições boas físicas e mentais.

As aulas da professora foram sempre focadas em um assunto por aula, conteúdos mais longos eram divididos em mais aulas. Sempre começava o assunto com a abordagem teórica, mostrando as generalizações das equações. Em seguida, fazia alguns exemplos para mostrar detalhadamente todo o processo. Posteriormente, perguntava aos alunos se havia alguma dúvida que precisasse ser sanada. Por fim, ela passava alguma questão para que os alunos desenvolvessem. Geralmente era neste momento que começavam a surgir as dúvidas, na maioria dos casos os alunos não conseguiam desenvolver por completo a solução das questões propostas pela professora e acabavam por não tirar as dúvidas com a professora.

3.1.2 Alunos fora da sala

O maior contato com os alunos foi fora da sala de aula, nos momentos destinado a monitoria. Apesar do monitor ter dois dias da semana destinado a tirar dúvidas na universidade a busca por parte dos alunos foi baixíssima durante as primeiras semanas. Já nos dias que antecederam a prova a procura dos alunos pelo monitor teve um grande aumento. As figuras

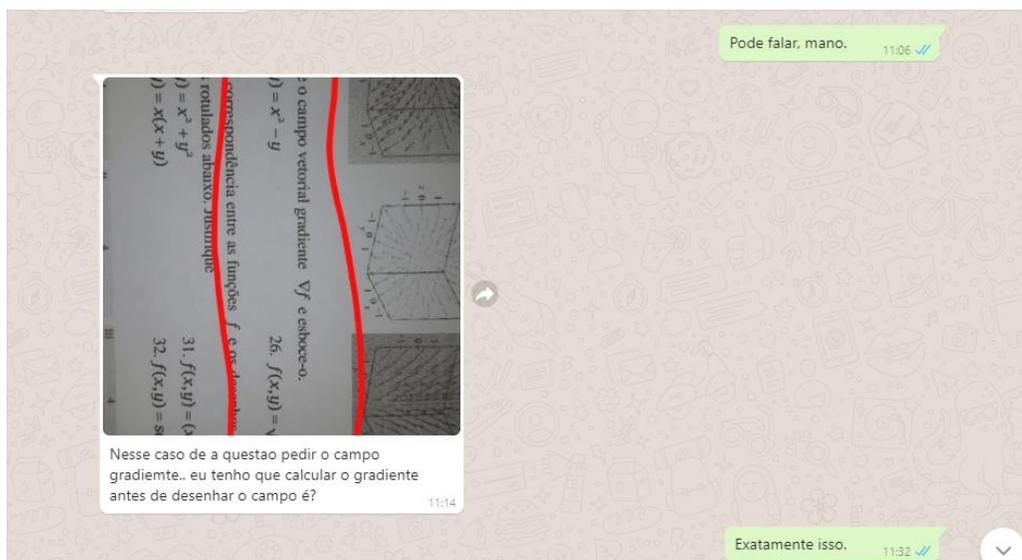


Figura 2. Dúvida de um aluno em relação a lista.

As dúvidas, em sua maioria, estavam associadas a conteúdos pré-requisitos, dúvidas que refletiram no desempenho na prova. As figuras 3 e 4 ilustram a resolução de dois alunos em duas questões da primeira prova parcial.

The image shows handwritten mathematical work on a piece of paper. The student has calculated the magnitude of a vector field $d(t)$. The steps are as follows:

$$d(t) = (-2 \sin t, 2 \cos t)$$

$$|d(t)| = \sqrt{4 \sin^2 t + 4 \cos^2 t}$$

$$|d(t)| = 2 \sqrt{8}$$

$$= \sqrt{4(4 \sin^2 t + 4 \cos^2 t)}$$

$$= \sqrt{4} = 2$$

Below this, the student has written:

$$\sqrt{8} dt = 0 \neq$$

$$\frac{x^2}{4} + \frac{z^2}{4} = \frac{8}{9} \therefore x^2 + z^2 = \left(\frac{4\sqrt{2}}{3}\right)^2$$

Figura 3. Resposta de um aluno a uma questão da prova.

O erro do aluno foi na manipulação com base nos conceitos fundamentais abordados em geometria analítica. Já o da figura 4 mostra uma questão que exigia do aluno o domínio de técnicas de integração.

Assim
 $r(t) = (2\cos t, 2\sin t, 2t); 0 \leq t \leq 2\pi$
 $\int \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int_0^{2\pi} (2\sin t, 2\cos t, 4t) \cdot (-2\sin t, 2\cos t, 2) dt$
 $= \int_0^{2\pi} (-4\sin^2 t + 4\cos^2 t + 8t^2) dt$
 $= -4 \int_0^{2\pi} \sin^2 t dt + 4 \int_0^{2\pi} \cos^2 t dt + 8 \int_0^{2\pi} t^2 dt$

Figura 4. Resposta de um aluno a uma questão da prova.

O aluno desenvolveu parcialmente a questão, acabou encontrando dificuldade no momento de integrar as funções trigonométricas elevadas a segunda potência. Este fato aponta que o aluno não tem o domínio suficiente de técnicas de integração, conteúdo abordado em cálculo 1 e 2, também não tem domínio de trigonometria, pois a função $\sin^2 x$ pode ser reescrita como $\frac{1}{2} - \frac{\cos 2x}{2}$ e a função $\cos^2 x$ pode ser reescrita como $\frac{1}{2} + \frac{\cos 2x}{2}$.

Outra grande dificuldade dos alunos que está associada a aspectos cognitivos de abstração é o de visualização de superfícies, e esta caracteriza uma das maiores dificuldades encontradas no processo de ensino-aprendizagem de Cálculo 3. A figura 5 mostra uma dúvida recorrente dos alunos.

16. Determinar a área da superfície do parabolóide $z = x^2 + y^2$ exterior ao cone $z = \sqrt{x^2 + y^2}$.

6. Calcule $I = \iint_S x^2 dydz + y^2 dzdx + z^2 dxdy$, onde S é a superfície exterior da semi-esfera $x^2 + y^2 + z^2 = a^2, z \geq 0$.

Mano, sabe me dizer k que essa informação significa ?!. Tipo nao sei qual intervalo usar quando ele diz que é a parte Exterior

Figura 5. Dúvida de um aluno em relação a lista.

A primeira questão pedia para que fosse calculado a área de um parabolóide delimitado por um cone, a segunda questão pedia para que fosse determinado o fluxo de um campo sobre a superfície de uma semi-esfera. No primeiro caso o aluno não conseguia encontrar os intervalos de integração pois não conseguia determinar o domínio, já no segundo ainda não tinha compreendido o conceito de integral de fluxo. Por meio do *software Geogebra* foi possível mostrar de maneira mais simples ao aluno o domínio da função, *software* que também auxiliou na explicação sobre fluxo de campo.

3.2 Análise dos questionários

Segundo Creswell e Clark (2013) o processo de análise de dados qualitativos envolve a codificação dos dados, a divisão em categorias, atribuição de um rótulo a cada categoria, e depois agrupamentos dos códigos em temas. Desta maneira os dados podem ser analisados de forma mais clara e objetiva, proporcionando melhores resultados. Os questionários foram aplicados a 42 alunos do curso de licenciatura em matemática da Escola Normal Superior – ENS, em que foram organizados em duas categorias principais, Alunos que estão cursando Cálculo 3 e Alunos que já cursaram cálculo 3. As subcategorias foram divididas em, cursaram mais de uma vez, cursaram apenas uma vez, cursando pela primeira vez. A tabela a seguir mostra esta divisão de categorias e os respectivos números de alunos.

Está cursando a disciplina	1ª Vez cursando	22 Alunos
	Já cursou outras vezes	5 Alunos
Já cursou a disciplina	Cursou apenas uma vez	9 Alunos
	Cursou mais de uma vez	6 Alunos

Tabela 1. Categorização da Amostra.

3.2.1 Quanto ao Questionário 1

O primeiro questionário teve como finalidade a caracterização das dificuldades epistemológicas na perspectiva dos alunos. Em relação a pergunta 7, inciso a, houve um grande número de respostas que sintetizavam a mesma ideia, em que para se ter um bom desempenho na disciplina de cálculo 3 era necessário o domínio dos conteúdos de disciplinas que são pré-requisitos a ela. A figura 2 mostra a resposta de um aluno que está cursando a disciplina pela primeira vez.

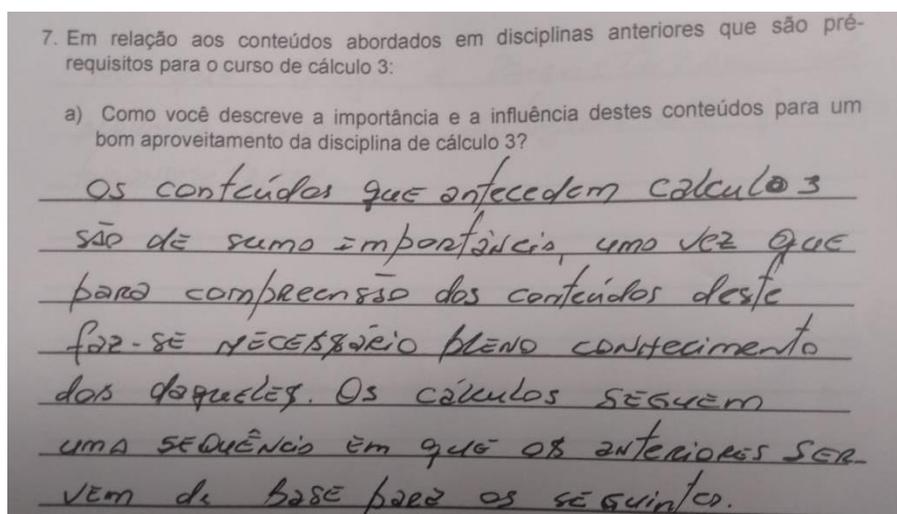


Figura 6. Resposta do aluno A, questão 7 inciso a.

Fica evidente que os alunos estão cientes da importância de se ter um aproveitamento adequado nas disciplinas precursoras que são pré-requisitos para o a disciplina de Cálculo 3. No entanto, só houve referência as disciplinas de Cálculo 1 e Cálculo 2. Em relação ao inciso b também houve um grande número de respostas que sintetizam a mesma ideia. A figura 3 mostra a resposta de um aluno que está cursando pela primeira vez a disciplina.

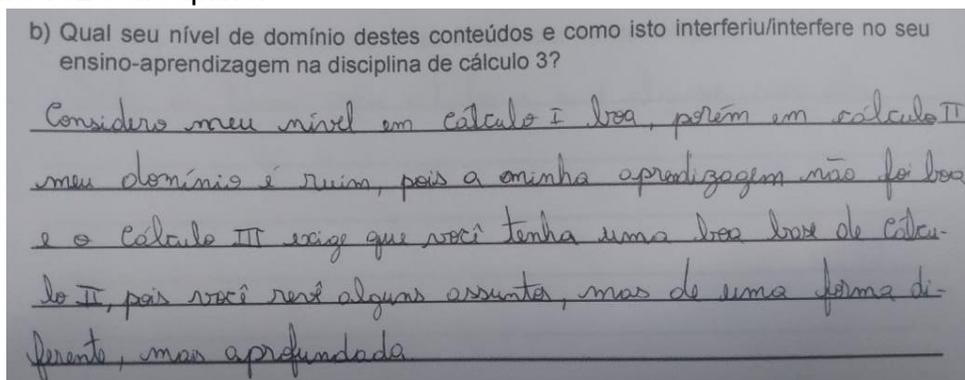


Figura 7. Resposta do aluno B, questão 7 inciso b.

Já no inciso b da questão 8 que tinha como finalidade a objetividade do discente com relação as suas dificuldades da internalização do conteúdo ministrado nas aulas de cálculo 3, houve uma diversidade de respostas. As figuras 6 e 7 mostram as respostas de dois alunos que estão cursando a disciplina de Cálculo 3 pela primeira vez.

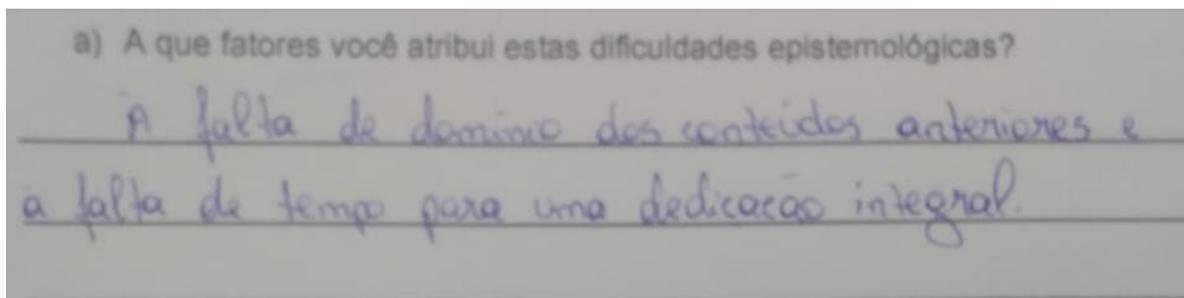


Figura 10. Resposta do aluno E. Questão 8 inciso b.

O Aluno F fez uma observação muito interessante em relação a duração das aulas. Segundo Piaget (2010) há vários fatores fundamentais para que a aprendizagem seja efetivas como, por exemplo, saúde física e mental, motivação, concentração e atenção. Cunha (2019) afirma que a aprendizagem seja significativa e eficaz, deve-se dar tempo aos alunos, para que eles sintetizem os conteúdos abordados em aula, visto que a matemática é aprendida de forma gradual, o discente deve ter um tempo para organizar e sistematizar os conteúdos visto para que assim poder interagir com conteúdos posteriores. Cunha (2019) afirma que este tempo é particular de cada indivíduo, pois cada um tem um seu próprio tempo de assimilação.

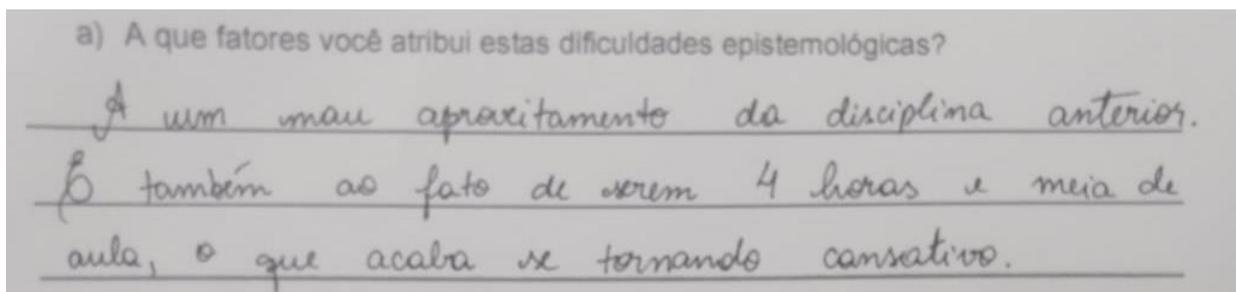


Figura 11. Resposta do aluno F. Questão 8 inciso b.

Em relação a questão 9, última do questionário, que pergunta ao discente se em sua perspectiva há alternativas que possibilitem um melhor desempenho das turmas de Cálculo 3, houve uma gama de sugestões. As figuras 8, 9, 10 e sintetizam as repostas da maioria dos entrevistados.

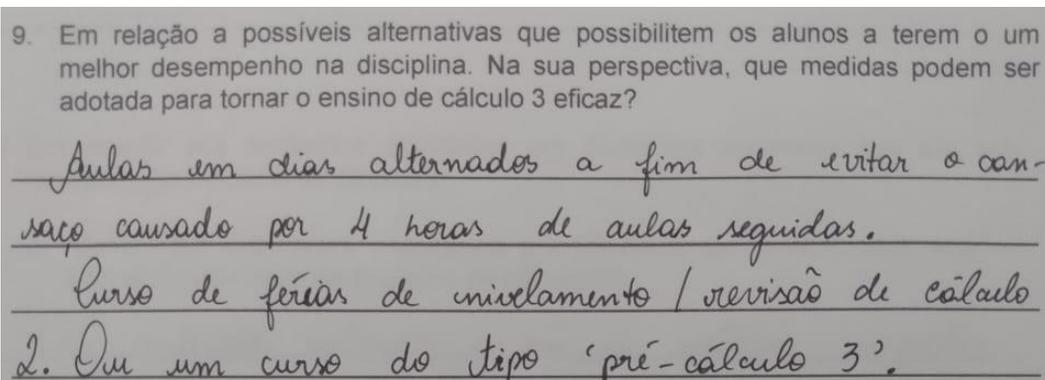


Figura 12. Resposta do aluno F. Questão 9.

Como sintetizado anteriormente por Piaget (2010) e Cunha (2019), aulas não tão longas podem ser uma alternativa que viabilize a internalização e organização dos conteúdos vistos durante uma aula. Também acrescenta com a possibilidade de um curso preparatório para o curso de Cálculo 3.

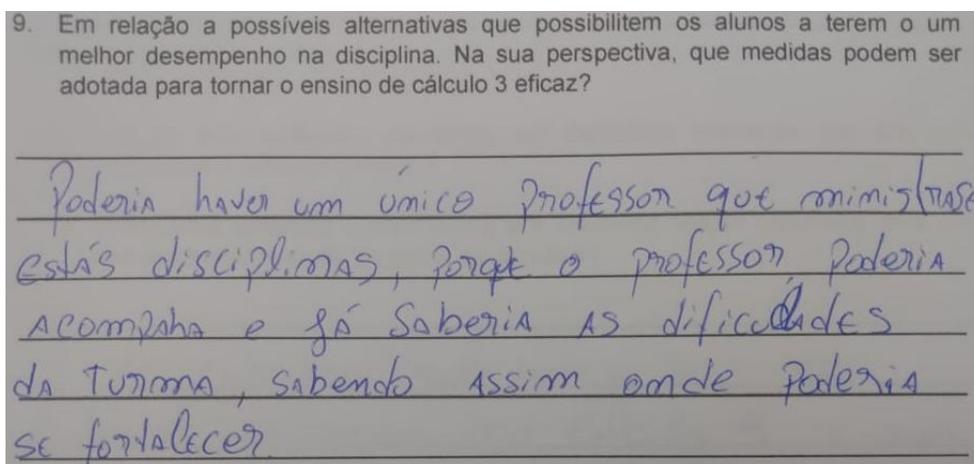


Figura 13. Resposta do aluno G. Questão 9.

A sugestão do aluno G é a continuidade do professor na turma para que lecionasse as disciplinas que se encadeiam como pré-requisitos umas das outras. Desta maneira os alunos e o professor já estariam em contato com a realidade acadêmica de ambos, podendo facilitar em algum momento o processo de ensino-aprendizagem.

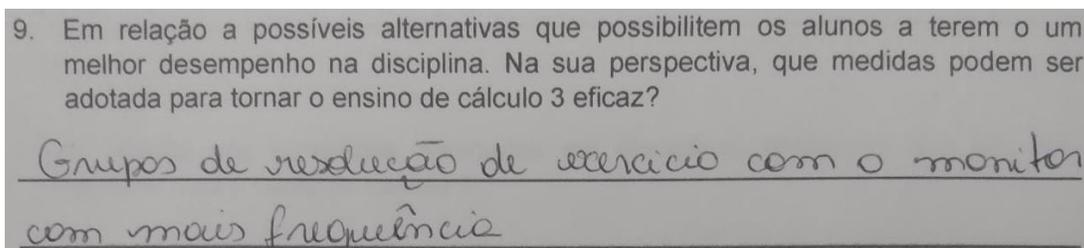


Figura 14. Resposta do aluno H. Questão 9.

Em 1996 quando publicada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação, em seu artigo 84 versa que: “Os discentes da educação superior poderão ser aproveitados em tarefas de ensino e pesquisa pelas respectivas instituições, exercendo funções de monitoria, de acordo com seu rendimento e seu plano de estudos”. (BRASIL, 1990)

Entende-se por monitor, Segundo Frison e Moraes (2010, p. 127) “uma estratégia de apoio ao ensino em que estudantes mais adiantados nos programas de formação acadêmica colaboram no processo de apropriação do conhecimento de seus colegas”. Assim, o monitor é um agente a mais com quem os estudantes podem sanar as dúvidas proporcionando um melhor aprendizado. O aluno monitor é um apoio a mais em sala para os discentes o docente, e na visão de Nunes (2007):

o monitor é um aluno, participa da cultura própria dos alunos, que tem diferenças com as dos professores. A interação daquele com a formação dos alunos da disciplina tende a favorecer a aprendizagem cooperativa, contribuindo com a formação dos alunos e do próprio monitor. Nunes (2007, p.53) apud (SILVEIRA, 2016; SALES, 2016).

A sugestão do aluno I é a realização de um curso de *Geogebra* como ferramenta que servirá de auxílio na compreensão de alguns conteúdos abordados na disciplina de Cálculo 3.

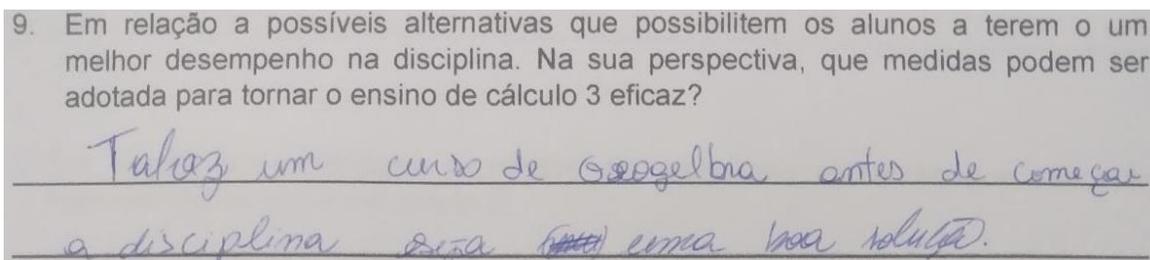


Figura 15. Resposta do aluno I. Questão 9

Segundo David Tall (2002) apud GRANDE (2019) a visualização não só relevante à Matemática como à Educação Matemática. Por visualização o autor entende como uma ação de transformar conceitos abstratos em imagens mentalmente visíveis. Essa se constrói em dois momentos: constrói-se algo mentalmente e posteriormente representa-se o que se pensou. Sobre a visualização o autor afirma que:

Ao introduzir as visualizações adequadamente complexas de ideias matemáticas, é possível fornecer uma visão muito mais geral dos modos possíveis de aprender os conceitos, fornecendo intuições muito mais poderosas do que através de uma linguagem tradicional (TALL, 2002, p.20) apud (GRANDE, 2019) – tradução (GRANDE, 2019).

3.2.2 Quanto ao questionário 2

O questionário 2 foi elaborado como base nas ementas das disciplinas que são pré-requisitos para cálculo 3, também com base nas ementas de disciplinas a fim e na própria disciplina de Cálculo 3. O gráfico a seguir mostra alguns índices do questionário respondido pelos alunos que estão cursando a disciplina em 2019.

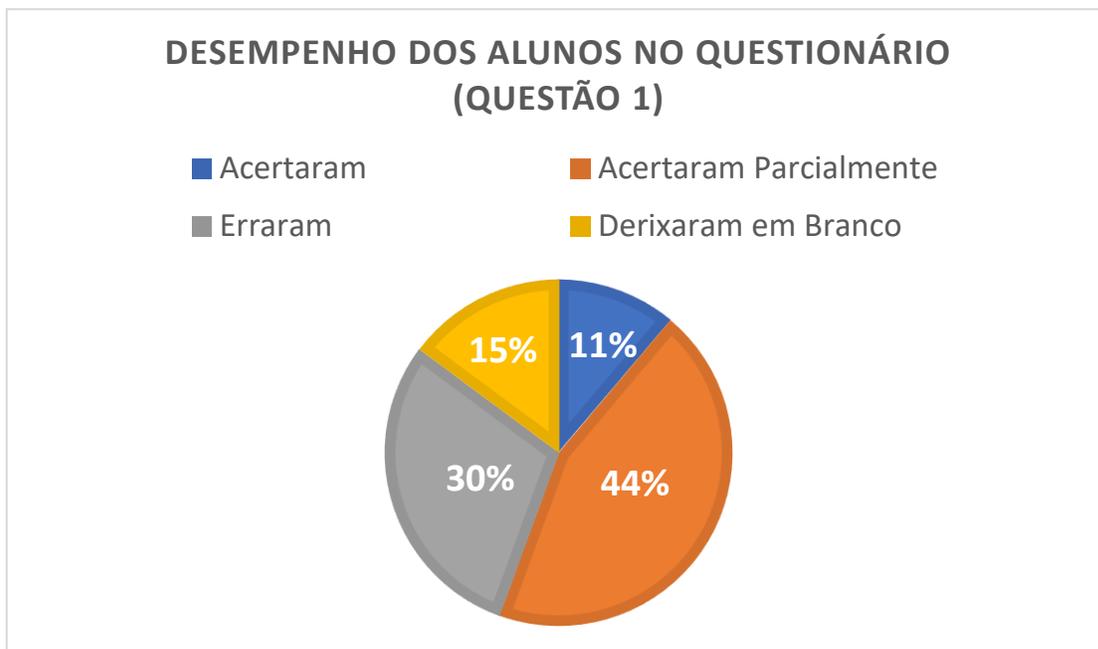


Gráfico 1. Desempenho dos alunos que estão cursando, questão 1.

As figuras 12, 13 e 14 mostram a resolução da questão um de três alunos. O aluno J acertou a questão por completo, o aluno K acertou parcialmente, já o aluno L errou a questão.

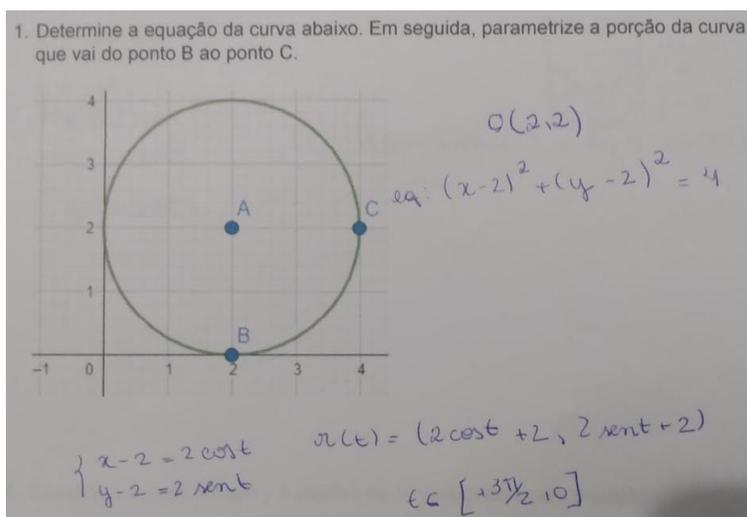


Figura 16. Resolução da questão 1, aluno J.

O aluno J resolveu a questão de maneira rápida de prática. Primeiramente, identificou o ponto coordenado que representa a origem da circunferência. Posteriormente, utilizou a equação geral da circunferência para escrever a equação da curva ilustrada na questão 1. Em seguida, parametrizou a curva. Por fim, identificou o intervalo do parâmetro que caracteriza a porção da curva que vai do ponto A ao ponto B. O aluno J utilizou os conceitos básicos abordados na disciplina de geometria analítica, disciplina do segundo período do curso de Licenciatura em Matemática. A figura 13 mostra a resolução do aluno K, que acertou parcialmente a questão.

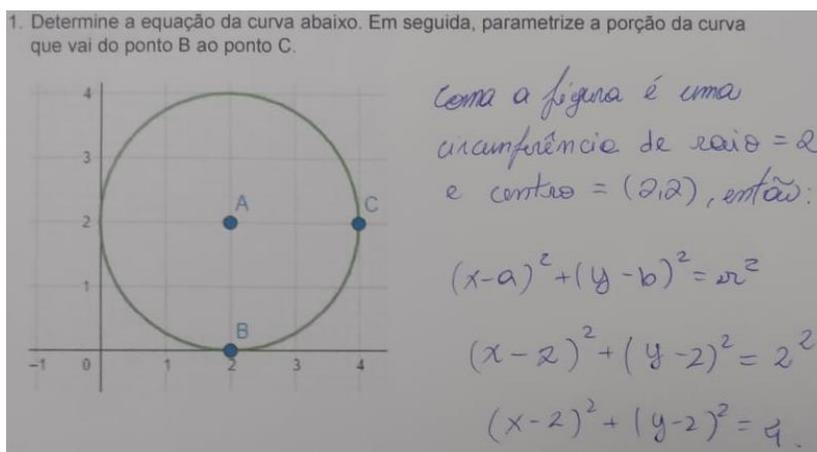


Figura 17. Resolução da questão 1, aluno K.

O aluno K conseguiu desenvolver até o ponto que se encontra a equação da circunferência, é perceptível que o aluno tem o conhecimento básico dos conceitos de geometria analítica. No entanto, no que diz respeito a parametrização, o aluno não tem o domínio sobre o conteúdo. A figura 14 mostra a resposta do aluno L, que errou a questão por completo.

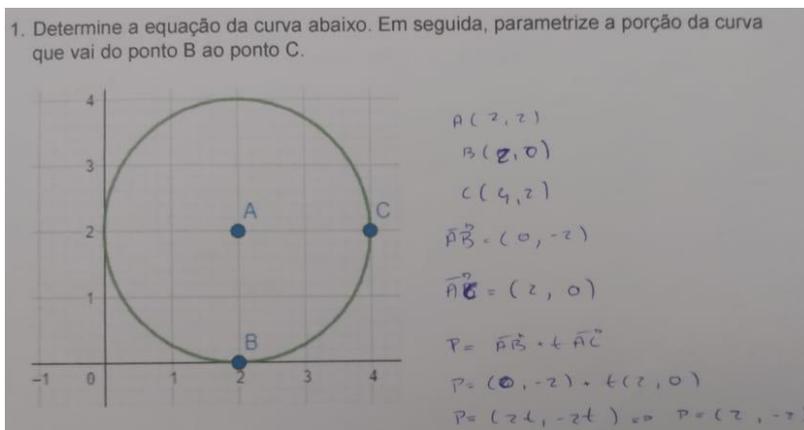


Figura 18. Resolução da questão 1, aluno L.

O aluno L parametrizou o segmento de reta \overline{AB} , apesar do enunciado ser claro no que foi pedido, pode ter ocorrido um erro de interpretação. Ribeiro e Kaiber (2019) destacam a leitura e interpretação como ferramentas importantes para a resolução de problemas e questões matemáticas, eles tratam os aspectos cognitivos da leitura que relacionam o indivíduo com o problema com que se depara, como ponte que liga o indivíduo com seu conhecimento prévio e a compreensão da questão ou problema. A figura 15 mostra outro exemplo de aluno que tem um certo domínio de conteúdos de disciplinas pré-requisitos, mas resolveu corretamente a questão.

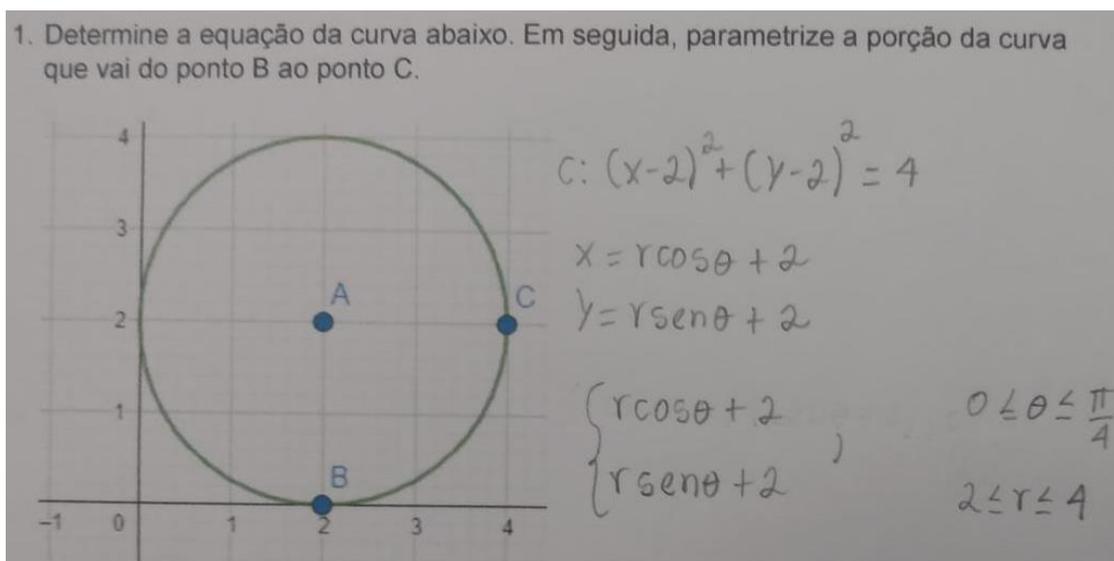


Figura 19. Resolução da questão 1, aluno M.

O erro do aluno M foi parametrizar o setor circular em vez do arco da circunferência, também cometeu o erro em relação ao intervalo do parâmetro. O índice do desempenho de alunos que já cursaram ao resolver a questão 1 apresentou uma discrepância enorme. Enquanto o percentual de acertos do grupo que está cursando foi de 11% o percentual dos alunos que já cursaram foi de 67%. Outro ponto que vale ressaltar é o percentual de alunos que deixaram a questão em branco. No grupo formado pelos alunos que estão cursando a disciplina o percentual que deixou a questão em branco foi de 15%, superando o percentual de alunos que acertaram, já no grupo formado por alunos que já cursaram o índice de questões em branco foi de 0%. O gráfico mostra o índice de desempenho na questão 1 dos alunos que já cursaram a disciplina.

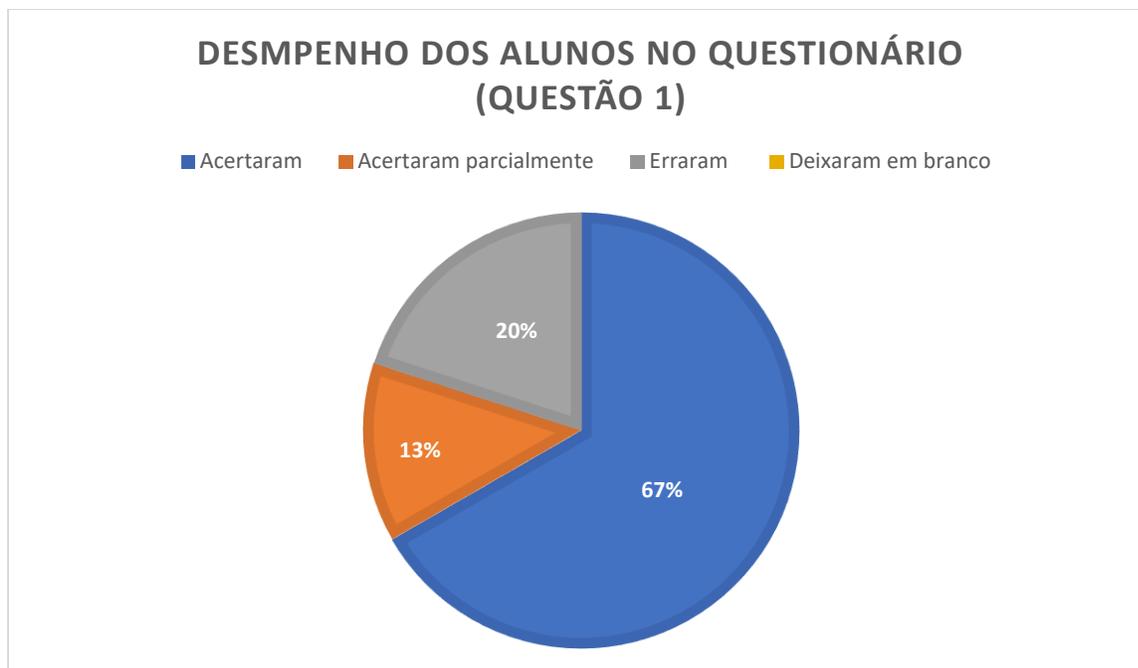


Gráfico 2. Desempenho dos alunos que já cursaram, questão 1.

Já em relação a segunda questão do questionário os índices foram preocupantes, já que não no grupo de alunos que estão cursando a disciplina não houveram alunos que conseguiram resolver de maneira correta a questão. O gráfico 3 mostra o desempenho dos alunos.

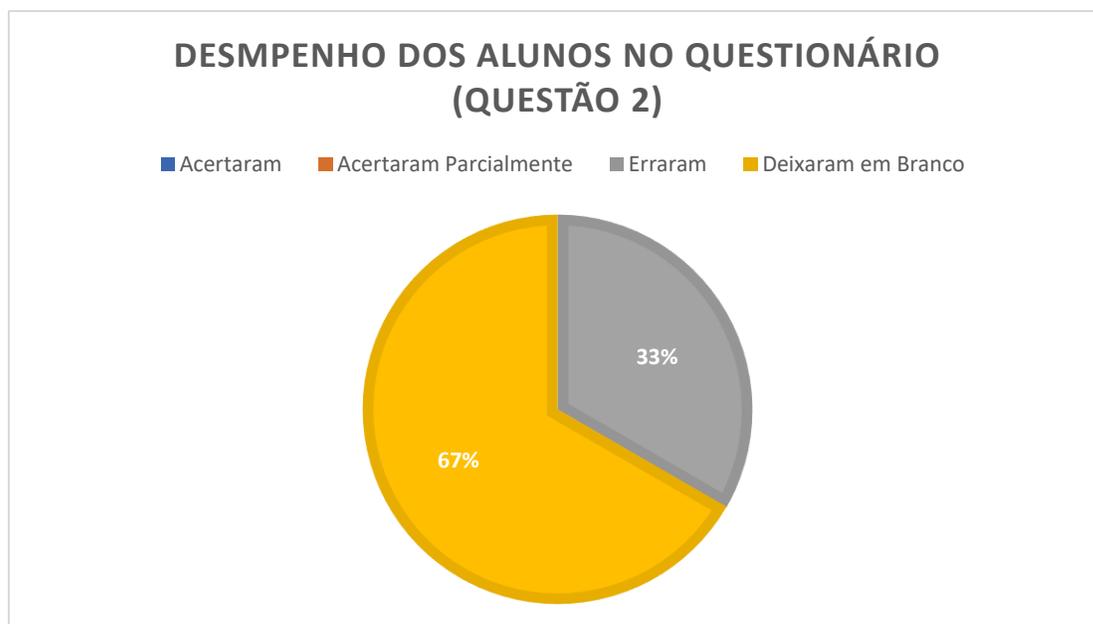


Gráfico 3. Desempenho dos alunos que estão cursando, questão 2.

As figuras 16 mostras o como o aluno N interpretou a questão e como ele tentou desenvolver a solução.

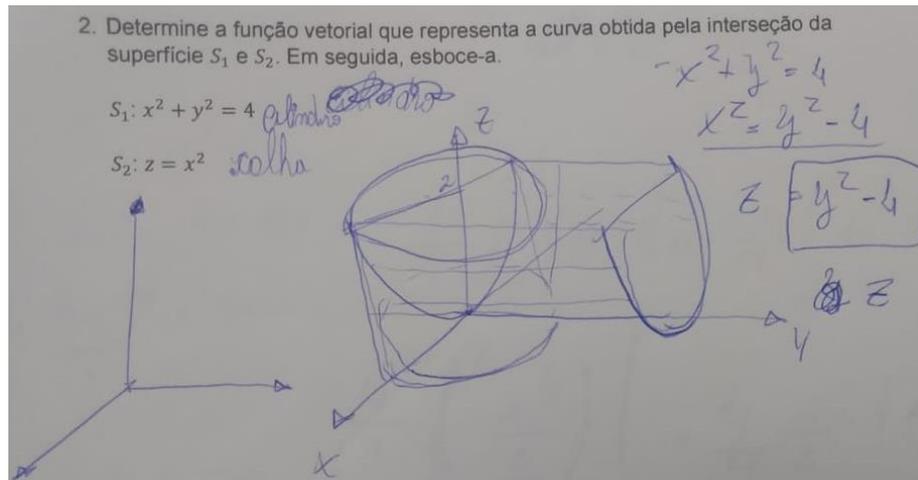


Figura 20. Resolução da questão 2, aluno N.

Apesar do aluno não ter conseguido completar a questão com êxito ele conseguiu esboçar a curva, que para muitos alunos é parte mais complexa. Já o desempenho dos alunos que já cursaram foi bem mais elevado. O gráfico abaixo mostra o desempenho dos alunos que já cursam a disciplina.

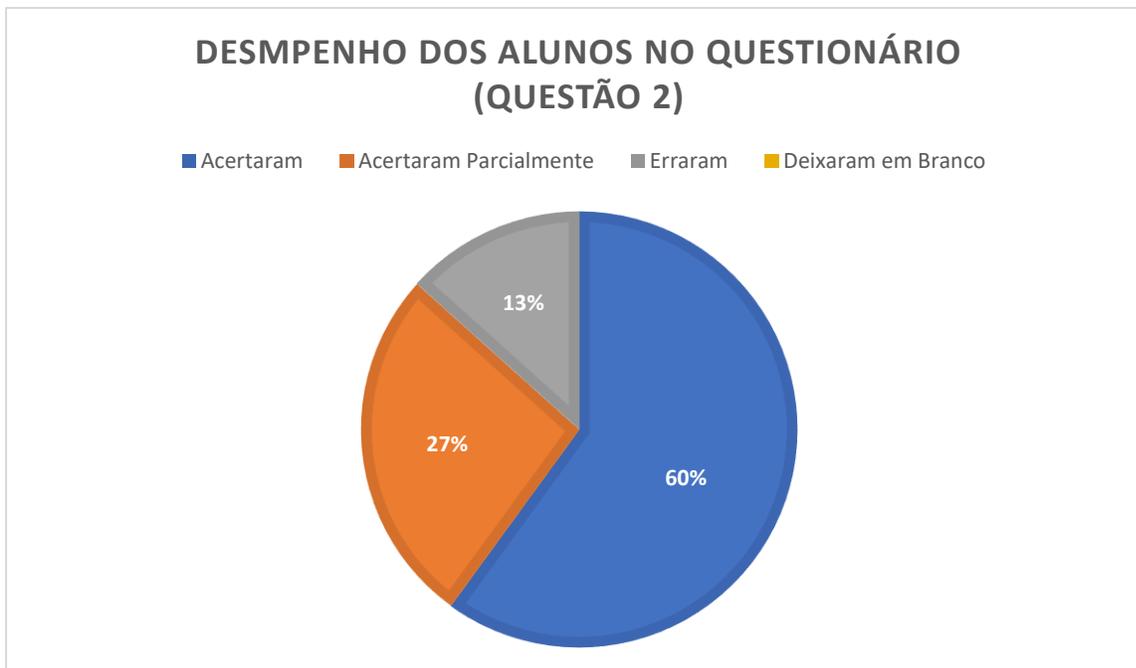


Gráfico 4. Desempenho dos alunos que já cursaram, questão 2.

Na questão 3 houve um aumento na quantidade de alunos que estão cursando a disciplina que acertaram a questão, a contra ponto também houve um aumento na quantidade de alunos que deixaram a questão em branco. O gráfico 6 mostra os percentuais.

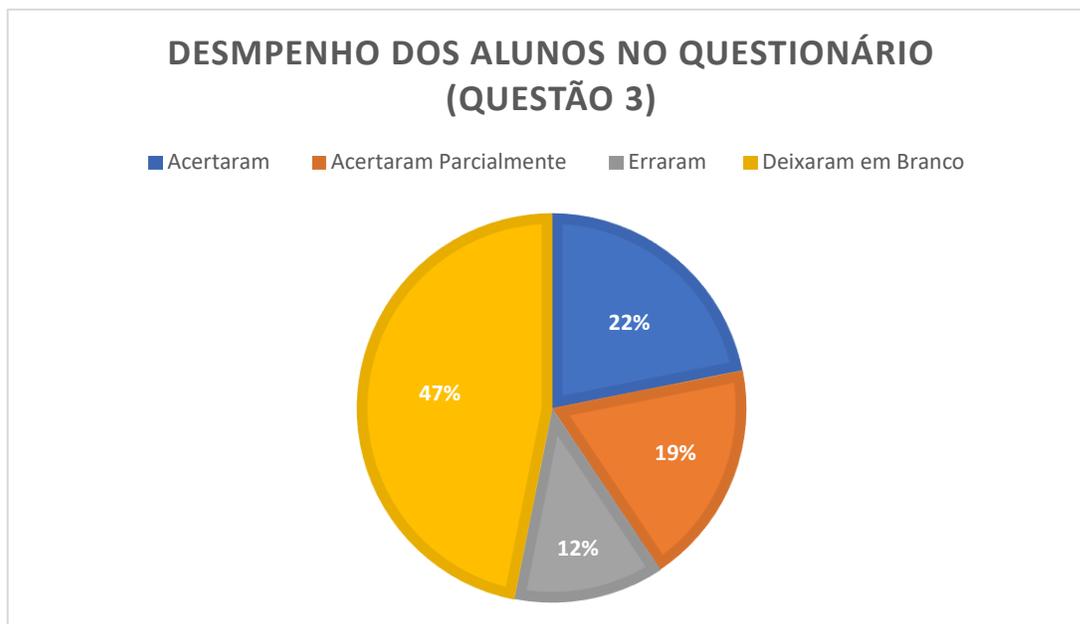


Gráfico 5. Desempenho dos alunos que estão cursando, questão 3.

Já o desempenho dos alunos que já cursaram a disciplina foi superior aos dos alunos que estão cursando. O gráfico 7 mostra os índices.

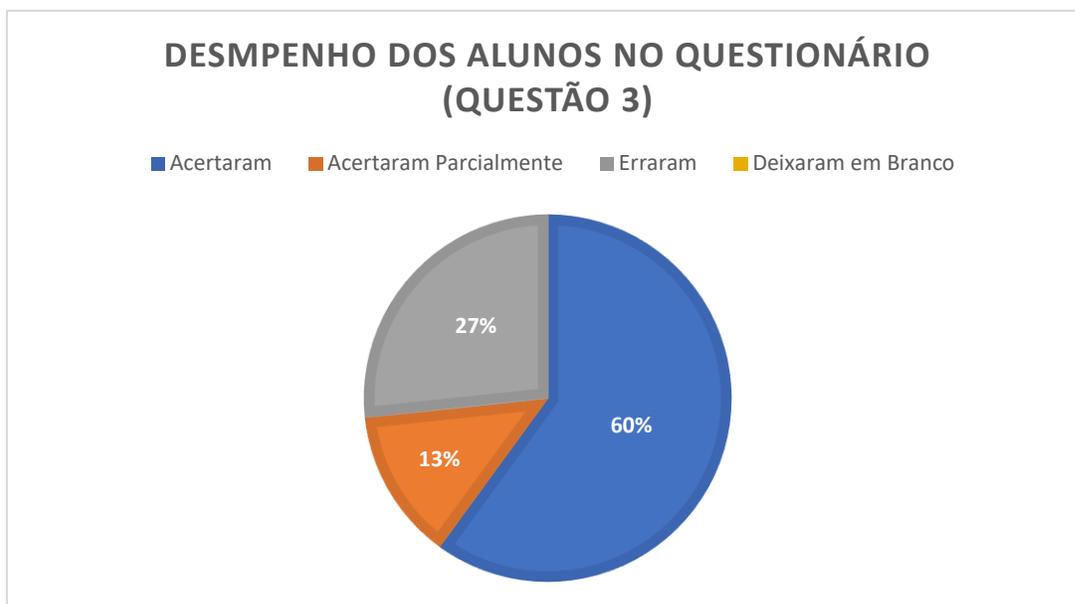


Gráfico 6. Desempenho dos alunos que já cursaram, questão 3.

Já na questão 4 os alunos que estão cursando a disciplina tiveram uma diminuição nos índices de erros e de questões em branco. O gráfico 17 mostra o desempenho dos alunos na questão 4.

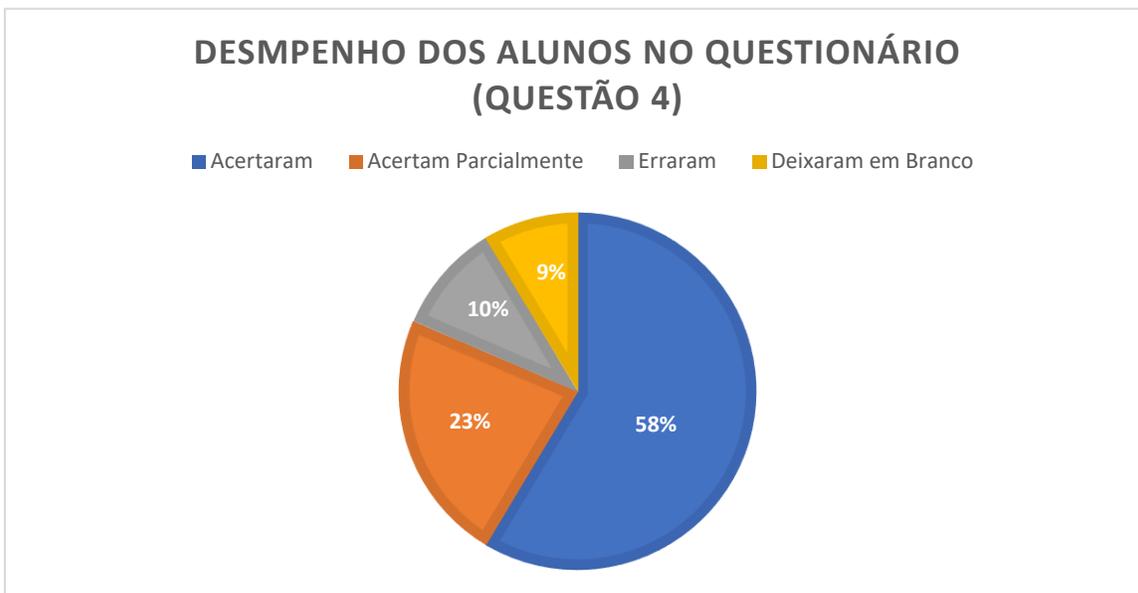


Gráfico 7. Desempenho dos alunos que estão cursando, questão 4.

A questão 4 tinha como objetivo principal verificar o domínio que os alunos tem em técnicas de integração, ferramenta crucial para um bom desempenho na disciplina de Cálculo 3. A figura 17 mostra a resolução do anulo P.

4. Calcule $\int_0^1 (4x^2 \sqrt{3x^3 + 5}) dx$

$u = 3x^3 + 5$
 $du = 9x^2 dx$
 $dx = \frac{du}{9x^2}$
 $x = 0 \Rightarrow u = 5$
 $x = 1 \Rightarrow u = 8$

$\int_5^8 \frac{4}{9} \sqrt{u} du = \frac{4}{9} \int_5^8 \sqrt{u} du$

Figura 21. Resolução da questão 2, aluno P.

O aluno não concluiu a questão por não conseguir integrar \sqrt{u} , este também foi o problema de outros alunos. A última questão também houve uma grande dificuldade por

partes dos alunos. A questão tinha como finalidade verificar se os alunos tem domínio dos conceitos que são apresentados em Cálculo 1 e 2. O principal objetivo da questão era que os alunos conseguissem, por meio dos conceitos de soma de Riemann, montar a integral que caracterizava a área destacada. A figura 18 mostra a resposta do aluno R.

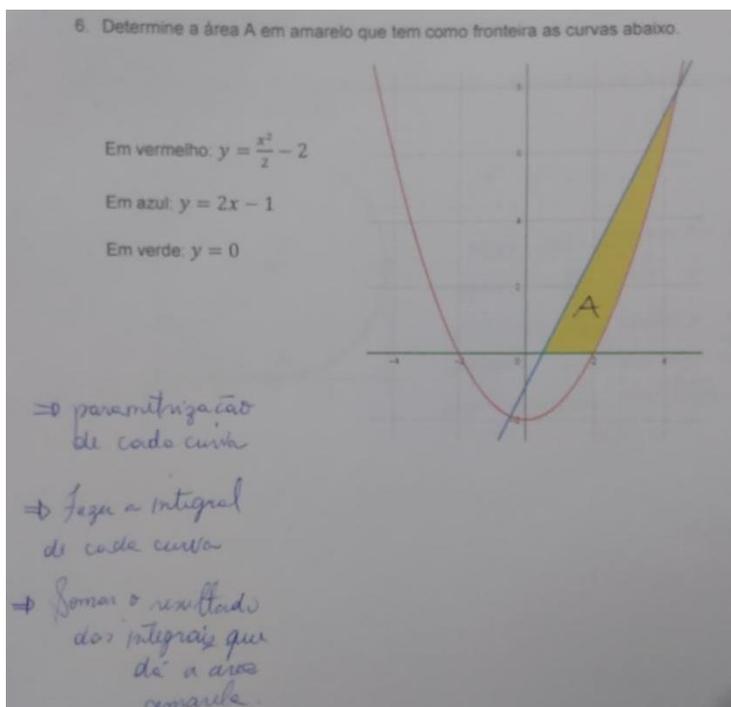


Figura 22. Figura 17. Resolução da questão 2, aluno R.

Apesar do aluno não ter desenvolvido a questão ele tentou explicar o processo conceitual que para resolver a questão. No entanto os conceitos que ele explicou na questão estão errados. Nesta questão não houve nenhum aluno, que estivesse cursando Cálculo 3, que conseguiu resolver corretamente e apenas dois alunos que já cursaram a disciplina conseguiram resolver a questão corretamente.

Os resultados dos questionários apontam que há uma grande deficiência dos alunos que estão cursando a disciplina, visto que não há domínio suficiente em conteúdos de disciplinas pré-requisitos, tanto na questão conceitual quanto na questão técnica. Estas deficiências geram grande dificuldades no processo de aprendizagem, já que estes conteúdos não são o foco da disciplina, mas são aparatos fundamentais para que haja a efetivação do ensino durante o período que a disciplina está ocorrendo.

3.3 Análise documental

3.3.1 Quanto a grade curricular

O questionário 2 foi elaborado de acordo com as ementas do conjunto de disciplinas que são pré-requisitos para Cálculo 3. Toda estrutura base do estudo de Cálculo Diferencial e Integral está intrinsicamente ligado aos conceitos de funções, pois a disciplina de Cálculo é uma ferramenta no estudo analítico de funções que representam alguma manifestação física ou matemática. As disciplinas como Matemática Elementar I, Matemática Elementar II e Geometria Analítica são alicerces fundamentais para a construção dos conceitos dentro das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral. A figura a seguir mostra a ementa e os objetivos da disciplina de Cálculo 3.

Componente Curricular: Cálculo III		
Carga Horária: 90H	Sigla: ESN0406	Pré-Requisito: ESN0344
EMENTA		
<p>Funções de R^n em R^m. Limite, Continuidade e Derivada. Divergência. Rotacional. Integrais de Linha. Integrais de Superfície. Teorema de Green. Teorema de Gauss e Teorema de Stokes. Aplicações a Cálculo de Trabalho e Fluxo. Funções Potenciais.</p>		
OBJETIVO		
<p>Estudar as funções de R^n em R^n, bem como suas aplicações em diversas áreas do conhecimento. Interpretar geometricamente funções que representam uma superfície. Estudar os principais teoremas que envolvem esses tipos de funções, como por exemplo teorema de Green, Gauss e de Stokes.</p>		

Figura 23. Currículo de Cálculo 3.

O primeiro aspecto importante que se deve observar é a ementa, que o aluno tenha capacidade de compreender os teoremas, como o teorema Green, Gauss e Stokes, ele precisa ter um bom domínio das técnicas e conceitos de derivadas e integrais em R^n , já que estes teoremas trabalham no espaço e requer o conhecimento de funções em R^n , derivadas parciais e afins. Outro ponto importante são os objetivos, como afirma David Tall (2002) apud GRANDE (2019), a visualização torna o conceito mais palpável aos olhos dos discentes, aliado a contextualização e aplicabilidades o ensino tende a se tornar cada vez mais eficaz.

Os conteúdos abordados na disciplina de Cálculo 3 tem uma larga aplicabilidade, dentro dos campos da física, como, por exemplo, no estudo do comportamento de campos elétricos com a lei de Coulomb, ou com a abordagem da dinâmica dos fluidos utilizando os operadores lineares, ou até mesmo na mecânica quando se lida com trabalho realizado por um campo de força, podendo assim proporcionar a ligação entre o real e o abstrato que é tanto almejado pelos discentes. Na figura a 24 está ilustrado a disciplina de Cálculo 2.

Componente Curricular: Cálculo II		
Carga Horária: 90h	Sigla: ESN0344	Pré-Requisito: ESN0282
EMENTA		
<p>Funções de uma variável real a valores em \mathbb{R}^n. Funções de várias variáveis a valores reais. Limite e Continuidade. Derivadas Parciais. Funções diferenciáveis. Regra da Cadeia. Gradiente e derivada direcional. Derivadas Parciais de ordens superiores. Teorema do Valor Médio. Máximos e Mínimos. Integrais Múltiplas. Mudança de Variáveis na Integral. Teorema da função inversa e Teorema da função implícita.</p>		
OBJETIVO		
<p>Estudar as funções de uma variável real a valores em \mathbb{R}^n e as funções de várias variáveis reais a valores reais sob o ponto de vista do Cálculo Diferencial e Integral.</p>		

Figura 24. Currículo de Cálculo II.

Já a disciplina de Cálculo 2 tem como objetivo principal a inserção do aluno a conceitos mais sofisticados dentro do estudo de Cálculo Diferencial e Integral, visto que há na composição da ementa teoremas que são usados em articulações mais complexas do ensino de Cálculo, como, por exemplo os operadores diferenciais e as derivadas parciais. Há também o foco nas técnicas de derivação e integração. A ementa parte do pressuposto que o aluno tenha adquirido domínio sobre os conceitos mais básicos, os que são apresentados no início do estudo de Cálculo na disciplina de Cálculo I.

Os conteúdos e conceitos vistos em Cálculo II são cruciais para que o discente tenha um bom desempenho de Cálculo 3, visto que todo o aparato técnico e teórico

necessário para o estudo de campos vetoriais e superfícies, temas foco de cálculo 3, estão presentes em sua ementa. A figura a 25 mostra a ementa de Cálculo I.

Componente Curricular: CÁLCULO I		
Carga Horária: 90H	Sigla: ESN0282	Pré-Requisito: ESN0130
EMENTA		
<p>Limite e Continuidade. A Derivada. Estudo da Variação das Funções. A Derivada de Funções Inversas. Aplicações da Derivada. Integral de Riemann. Teorema Fundamental do Cálculo. Técnicas de Integração. Aplicações da Integral.</p>		
OBJETIVO		
<p>Estudar as funções de uma variável real sob o ponto de vista do Cálculo Diferencial e Integral.</p>		

Figura 25. Currículo de Cálculo I.

Cálculo I é o primeiro contato do discente com os conceitos de taxa de variação instantânea, partições infinitesimais e limites. Cálculo I é o curso introdutório, apresenta para o aluno uma nova perspectiva de se observar e de se manipular as funções que foram vistas desde o ensino básico até as disciplinas de Matemática Elementar I e Matemática Elementar II.

3.3.2 Quanto a índices de turmas anteriores

Foi feito o levantamento de dados a fim de analisar o histórico do índice de reprovação e desistência em turmas de cálculo. Para isso foram analisados dados de 3 turmas. A primeira turma foi a turma de Cálculo 3 de 2015, turno noturno, composta por 31 alunos. A segunda turma analisada foi a turma de 2015, turno vespertino, composta por 14 alunos. A terceira turma analisada foi a turma de 2014, turno vespertino, composta por 14 alunos. Por meio dos dados coletado foi possível a construção de gráficos que mostram a taxa de abandono e reprovações da disciplina de Cálculo. Foram montados dois gráficos, um gráfico para cada ano analisado. O gráfico 8 mostra a taxa de

desistência e reprovação da turma de 2014, vale ressaltar que a turma em questão era seguida a antiga grade do curso.

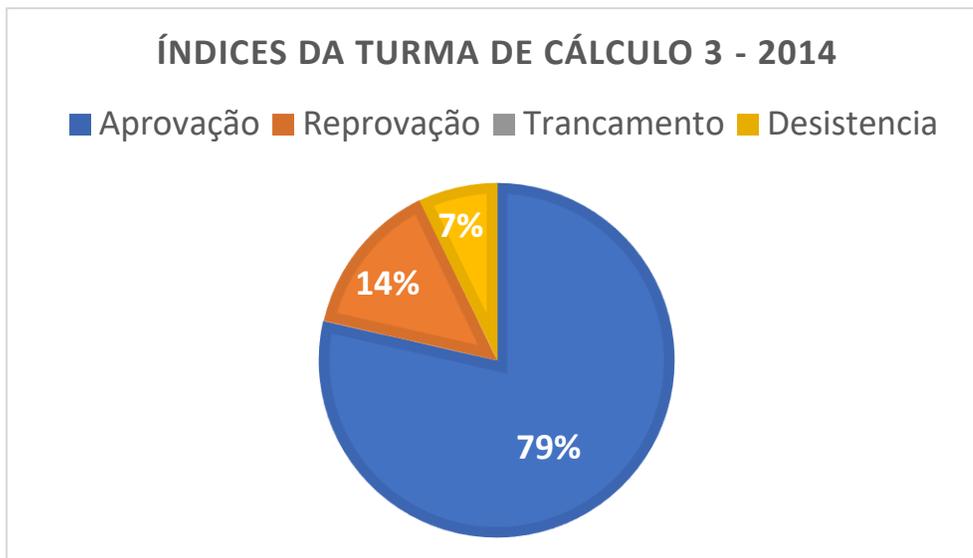


Gráfico 8. Índices da turma de Cálculo 3 de 2014.

O índice de aprovação no ano de 2014 foi bem elevado, não houve nenhum trancamento, e apenas 14% dos alunos reprovaram na disciplina, e a taxa de desistência também foi bem baixa. Podemos comparar com os índices referentes ao ano seguinte, ano que a nova grade do curso entrou em vigor. O gráfico 9 mostra os índices.

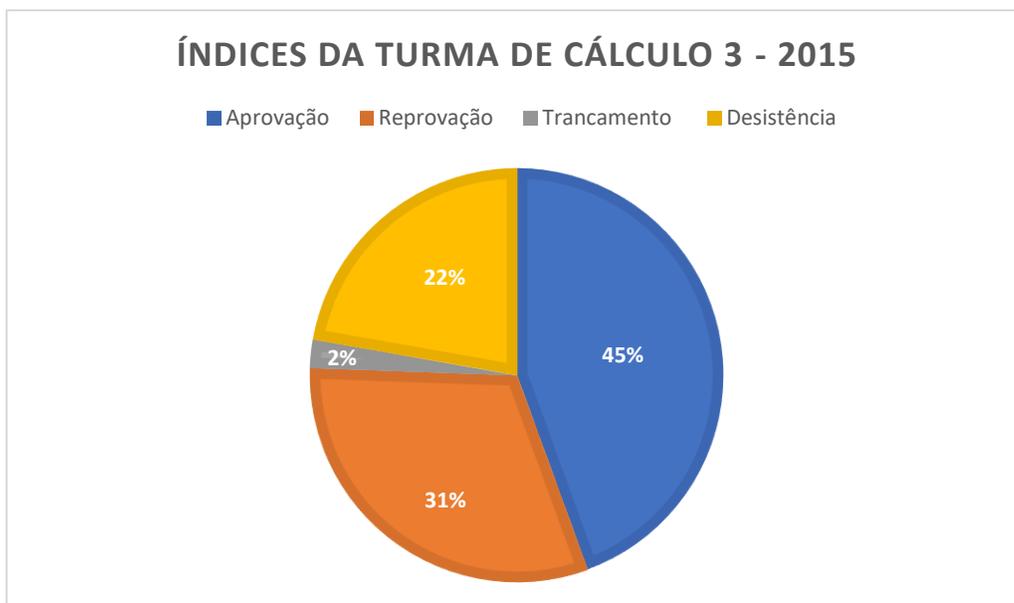


Gráfico 9. Índices da turma de Cálculo 3 de 2015.

Houve uma notória queda na taxa de aprovados e um grande aumento nos índices de abandono e reprovação. Um dado alarmante, já que menos da metade da sala conseguiu concluir com êxito a disciplina.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o período de investigação para a elaboração deste Trabalho de Conclusão de Curso houveram alguns fatores que inviabilizaram alguns aspectos da pesquisa. Entretanto creio que esta pesquisa foi apenas o ponta pé inicial que servirá como motivação para a continuidade desta linha de pesquisa, visto a importância do tema para a comunidade acadêmica da Universidade do Estado do Amazonas.

O foco principal desta pesquisa não foi identificar e sugerir alternativas que acabassem com este problema, mas sim tentar encontrar, por meio das observações e análises, as dificuldades comuns enfrentadas pelos alunos ao longo desta disciplina. Não há como generalizar e definir uma solução definitiva, pois esta dificuldade enfrentada tanto por professores quanto alunos é uma manifestação da realidade como fenômeno instaurado pelas características comuns e subjetivas dos indivíduos que dele fazem parte. Ou seja, o que pode ser solução para um não necessariamente é para outro. No entanto, há algumas medidas que podem ser tomadas pela comunidade acadêmica que podem diminuir estas dificuldades de ensino-aprendizagem.

Como sugerido por alguns alunos da pesquisa, e citado no referencial teórico, o uso de ferramentas que possibilitam a abstração e instigar os alunos a desenvolverem estas competências, aulas menos longas para que possibilite os alunos a assimilação do conteúdo. O processo de ensino-aprendizagem é dinâmico, tem sua flexibilidade atuante no tempo e na necessidade, os professores e alunos, sejam eles em quaisquer níveis, tem que se reinventar para sempre oferecer um ao outro o que a de melhor em si.

Apesar do problema ter uma raiz bem mais profunda, há algumas medidas que podem ser tomadas para, em curto prazo, minimizar estas dificuldades. Como sugerido por alguns alunos, o programa de monitoria é uma das alternativas que podem tornar o ensino mais eficaz. Junto a coordenação, os alunos e professores podem criar um projeto voluntário similar ao programa de monitoria. Os alunos mais antigos que tem o domínio dos conteúdos seriam monitores no período de férias, ajudando os alunos a sanarem questões que poderiam dificultar o aprendizado na disciplina que iria cursa no período seguinte. Como incentivo os alunos monitores receberiam certificado para horas complementares ao fim do período do projeto.

Outra possibilidade seria o uso mais frequente de ferramentas tecnológicas, tanto por professores quanto por alunos. *Softwares* como *Geogebra*, *Maple* e *Matlab* podem ser inseridos como ferramenta metodológica pelos professores e aparato de estudo pelos alunos, visto a relevância destas tecnologias citadas por David Tall (2002) apud GRANDE (2019). Alguns conteúdos exigem um grau de abstração que alguns alunos ainda não têm, e estas ferramentas são grandes aliadas tanto para o professor quanto para o aluno, pois por meio delas é possível que o aluno visualize algo que a primeiro momento é abstrato demais na concepção dele. Vale ressaltar que estas ferramentas não devem ser usadas apenas pelo professor, mas também pelo aluno, o professor tem o papel de incentivar este aprendizado, e o aluno tem o papel de buscar se aperfeiçoar enquanto acadêmico.

Outro ponto muito importante diz respeito a abordagem da disciplina. Há uma diversidade de aplicações nos conteúdos presentes na disciplina de Cálculo 3, e esta é uma questão muito citada pelos alunos, as devidas aplicações. Enquanto acadêmico, os alunos devem ter a formação objetivada à investigação, a ciência, desta forma não se deve restringir as aulas e as avaliações a técnicas a serem internalizadas, mas também as suas respectivas aplicabilidades e contextualizações. Desta forma uma maneira de tornar o ensino mais eficiente e interessante seria a abordagem pela perspectiva das aplicações como ponte para a construção dinâmica dos conceitos. O uso de seminários como forma de compor a avaliação é outro ponto bastante interessante, já que instiga o aluno a investigação e autonomia que é necessário academia.

REFERÊNCIAS

ANDRE, S. L. C. **Uma proposta para o ensino do conceito de derivada no ensino médio**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

ASTOLFI, Jean Pierre; DEVELAY, Michel. **A didática das ciências**. Tradução: Magda Sento sé Fonseca. 16ª ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.

BACON, Francis. **Novum Organum**. Tradução e notas: José Aluysio Reis de Andrade. Rio de Janeiro: Edipro, 2002.

BARROS, R. M; MELONI, L. G. P. **O processo de ensino e aprendizagem de cálculo diferencial e integral por meio de metáforas e recursos multimídia**. Anais do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2006. Disponível: <http://www.abenge.org.br/cobenge/interna.php?ss=13&ctd=76>. Acesso: 24/10/2019.

BARUFI, M. C. B. **A construção/negociação de significados no curso universitário inicial de Cálculo Diferencial e Integral**. 1999. 184 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 1999. Disponível: https://www.teses.usp.br/index.php?option=com_jumi&fileid=17&Itemid=160&lang=pt-br&id=D7A0A90988BD. Acesso: 25/10/2019.

BRASIL, 1996. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1996/lei-9394-20-dezembro-1996-362578-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso: 02/09/2019.

BRASIL, 2004. Lei Nº 10.861, de 14 de abril de 2004. **Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior**. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.861.htm. Acesso: 02/09/2019.

CRESWELL, John; CLARK, Vicki. **Pesquisa de Métodos Mistos**. Tradução: Magda França Lopes; Revisão técnica: Dirceu da Silva. 2ª ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

CUNHA, Marcia. **Cognição e as dificuldades de aprendizagem**: possíveis contribuições. Artigo. Universidade Del Sol – Assunção, Paraguai. Disponível:

<https://www.webartigos.com/artigos/cognicao-e-as-dificuldades-de-aprendizagem-possiveis-contribuicoes/163280>. Acesso: 02/11/2019.

CUNHA, Aparecida; TUNES, Elizabeth; SILVA, Roberto Ribeiro da. **Evasão do curso de Química da Universidade de Brasília**: a interpretação do aluno evadido. In: Química Nova, São Paulo, v. 24, nº 1, p. 262-280, 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422001000200019. Acesso em: 07/09/2016.

D'AMBROSIO, U. **Educação Matemática**: Da Teoria à Prática. São Paulo: Papirus, 1996.

DESLAURIERS, Jean-pierre. **Pesquisa Qualitativa, A**: Enfoques Epistemológicos e Metodológicos. Tradução de Ana Cristina. Petrópolis – RJ: Vozes, 2008.

FERREIRA, Aurélio. **MINI AURÉLIO**: Dicionário de língua portuguesa. Positivo, 8ª ed. Curitiba, 2010.

FLICK, Uwe. **Desenho da pesquisa qualitativa**. Tradução: Roberto Carlos Costa; Consultoria, supervisão e revisão técnica desta edição Direceu da Silva. – Porto Alegre: Artmed, 2009.

FRISON, L. M. B.; MORAES, M. A. C. **As práticas de monitoria como possibilitadoras dos processos de autorregulação das aprendizagens discentes**. Artigo – Universidade Federal de Goiás – GO, 2010. Disponível: <https://www.revistas.ufg.br/poiesis/article/view/14064>. Acesso: 03/11/2019.

GARZELLA, Fabiana Aurora Colombo. **A disciplina de cálculo I**: análise das relações entre as práticas pedagógicas do professor e seus impactos nos alunos. Tese (Pós – Graduação em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 2013.

GRANDE, André. Uma introdução ao estudo das superfícies parametrizadas regulares utilizando o GeoGebra. Anais (XV CIEAM) – Faculdade de Tecnologia de Mauá – SP, 2019. Disponível: <https://conferencia.ciaem-redumate.org/index.php/xvciaem/xv/search/advancedResults>. Acesso: 03/11/2019.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar**. 12ª ed. Rio de Janeiro: Record, 1997.

GONÇALVES, M.B.; ZUCHI, I. **Investigação sobre os obstáculos de aprendizagem do conceito de limite**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2003, Rio de Janeiro. *Anais*. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Ensino de Engenharia, 2003. Disponível: <http://www.abenge.org.br/cobenge/interna.php?ss=16&ctd=72>. Acesso: 24/10/2019.

HERNÁNDEZ, Sampieri Roberto; COLLADO, Carlos Fernández; LUCIO, Maria Del Pilar Baptista. **Metodologia da pesquisa**. Tradução: Daisy Vaz Moraes; revisão técnica: Ana Gracinda Queluz Garcia, Dirceu da Silva, Marcos Júlio. 5 ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

HUSSERL, Edmund. **A ideia da fenomenologia**. Tradução: Artur Morão. Rio de Janeiro – RJ, 2008.

MASOLA, W. J; ALLEVATO, N. S. G. Dificuldades de aprendizagem matemática de alunos ingressantes na educação superior. **Revista Brasileira de Ensino Superior**. 2016. Disponível: <https://seer.imed.edu.br/index.php/REBES/article/view/1267>. Acesso: 24/10/2019.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 11 ed. São Paulo: Hucitec, 2008.

PAGANI, Erica M.L; ALLEVATO, Norma Suely Gomes. **Ensino e Aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral: Um mapeamento de algumas teses e dissertações produzidas no Brasil**. Artigo (Ensino e Educação em Ciências e Matemática) – Santa Maria – RS, 2014. Disponível: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/42/166>. Acesso: 25/10/2019.

PENIN, S.; VIEIRA, S. L. **Refletindo sobre a função social da escola**. In. VIEIRA, S. L. (Org.) *Gestão da escola: desafios a enfrentar*. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

PIAGET, Jean. **Psicologia e Pedagogia**. 1ª ed. Tradução: Daniele Saheb. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010.

REZENDE, W. M. **O Ensino de Cálculo: Dificuldades de Natureza Epistemológicas**. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 2003. Disponível: <http://flacso.org.br/?publication=o-ensino-de-calculo-dificuldades-de-natureza-epistemologica>. Acesso: 25/10/2019.

RIBEIRO, R. C. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL):** Uma implementação na educação em Engenharia na voz dos atores. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2005. Disponível: <https://repositorio.ufscar.br/discover>. Acesso: 25/10/2019.

RIBEIRO, Vânia; KAIBER, Carmen. **Leitura e interpretação de textos matemáticos: construindo competências no ensino médio.** Anais (II CNEM) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – RS, 2011. Disponível: <https://docplayer.com.br/3133135-Leitura-e-interpretacao-de-textos-matematicos-construindo-competencias-no-ensino-medio-gt-02-educacao-matematica-no-ensino-medio-e-ensino-superior.html>. Acesso: 03/11/2019.

SCHOPENHAUER, Arthur. **O mundo como vontade e como representação - Tomo I.** 2ª ed. Tradução: Jair Barbosa. São Paulo – SP: UNESP, 2015.

SILVA, Glauco. **ANÁLISE DE EVASÃO NO ENSINO SUPERIOR:** Uma proposta de diagnóstico de seus determinantes. Campinas – SP, 2013.

SILVEIRA, Eduardo; SALES, Fernanda. **A importância do Programa de Monitoria no ensino de Biblioteconomia da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).** Artigo – Universidade do Estado de Santa Catarina, Santa Catarina, 2016. Disponível: <https://www.revistas.usp.br/incid/article/>. Acesso: 03/11/2019.

TUCKMAN, Bruce W. **Manual de investigação em educação.** 4ª ed. Tradução: António Rodrigues Lopes. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. Serviço de Educação e Bolsas, 2012.

VIEIRA, A. F. **Ensino do Cálculo Diferencial e Integral:** das técnicas ao humans-with-media. 2013. 204 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-06062013-102222/pt-br.php>. Acesso: 25/10/2019.

VILLAREAL, Mônica Ester. **O pensamento matemático de estudantes universitários de Cálculo e tecnologias informáticas.** Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro – SP, 1999. Disponível:

<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/10610>.

Acesso: 24/10/2019.

YIN, Robert. **Estudo de caso**: Planejamento e métodos. 2ª ed. Tradução: Daniel Grassi. São Paulo – SP: Bookman, 2001.

APÊNDICE A.1
QUESTIONÁRIO (1ª Parte)

1. Idade: _____
2. Sexo: M () F ()
3. Ano de ingresso na UEA: _____
4. Já cursou ou está cursando cálculo 3: Já cursei () Estou cursando ()
5. Caso esteja cursando: Primeira vez () Já cursei outras vezes ()
6. Caso já tenha cursado e em alguma das vezes tenha desistido: De forma sucinta, diga o motivo que lhe fez abandonar a disciplina.

7. Em relação aos conteúdos abordados em disciplinas anteriores que são pré-requisitos para o curso de cálculo 3:
 - a) Como você descreve a importância e a influência destes conteúdos para um bom aproveitamento da disciplina de cálculo 3?

b) Qual seu nível de domínio destes conteúdos e como isto interferiu/interfere no seu ensino-aprendizagem na disciplina de cálculo 3?

8. Em relação as dificuldades epistemológicas encontradas durante a disciplina.

a) Qual a maior dificuldade que você encontrou/Encontra para entender os conteúdos da disciplina de cálculo 3?

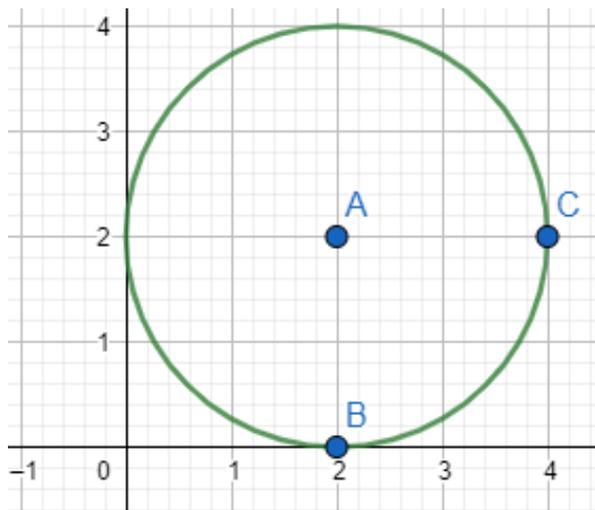
a) A que fatores você atribui estas dificuldades epistemológicas?

9. Em relação a possíveis alternativas que possibilitem os alunos a terem o um melhor desempenho na disciplina. Na sua perspectiva, que medidas podem ser adotada para tornar o ensino de cálculo 3 eficaz?

APÊNDICE A.2

QUESTIONÁRIO (1ª Parte)

1. Determine a equação da curva abaixo. Em seguida, parametrize a porção da curva que vai do ponto B ao ponto C.



2. Determine a função vetorial que representa a curva obtida pela interseção da superfície S_1 e S_2 . Em seguida, esboce-a.

$$S_1: x^2 + y^2 = 4$$

$$S_2: z = x^2$$

3. Desenhe o a parte em que y é positivo da curva expressa pela equação:

$$y^2 + 2y = 6x - x^2 - 5$$

4. Calcule $\int_0^1 (4x^2 \sqrt{3x^3 + 5}) dx$

5. Calcule $\int_0^1 x \cdot \text{sen}(x) dx$

6. Determine a área A em amarelo que tem como fronteira as curvas abaixo.

Em vermelho: $y = \frac{x^2}{2} - 2$

Em azul: $y = 2x - 1$

Em verde: $y = 0$

