

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

JHONATA MORAES DOS SANTOS

**UMA ABORDAGEM COLABORATIVA PARA O ENSINO DE CÁLCULO
DIFERENCIAL E INTEGRAL**

Manaus

2021

JHONATA MORAES DOS SANTOS

**UMA ABORDAGEM COLABORATIVA PARA O ENSINO DE CÁLCULO
DIFERENCIAL E INTEGRAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Linha de Pesquisa 03: Tecnologias para Educação, Difusão e o Ensino de Ciências e Matemática

Orientador: Prof. Dr. Disney Douglas de Lima Oliveira

Manaus

2021

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S237a Santos, Jhonata Moraes dos
Uma abordagem colaborativa para o ensino de cálculo diferencial e integral / Jhonata Moraes dos Santos . 2021
85 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Disney Douglas de Lima Oliveira
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. Cálculo diferencial e integral. 2. Não aprovação. 3.
Aprendizagem colaborativa. 4. Intervenção metodológica. I.
Oliveira, Disney Douglas de Lima. II. Universidade Federal do
Amazonas III. Título

JHONATA MORAES DOS SANTOS

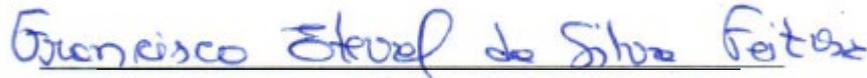
UMA ABORDAGEM COLABORATIVA PARA O ENSINO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática/PPG-ECIM da Universidade Federal do Amazonas/UFAM, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

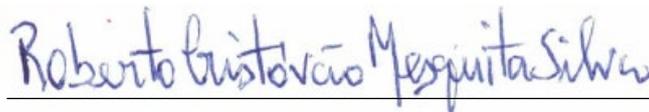
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Disney Douglas de Lima Oliveira
Presidente da Banca



Prof. Dr. Francisco Eteval da Silva Feitosa
Membro Interno



Prof. Dr. Roberto Cristóvão Mesquita Silva
Membro Externo

*Este trabalho é dedicado às crianças adultas que,
quando pequenas, sonharam em se tornar cientistas.*

Agradecimentos

Agradeço primeiro a Deus por ter me dado forças persistências e por ter colocado em caminhos pessoas extraordinárias. Agradeço aos amigos que conquistei durante a Pós-Graduação, em especial aos amigos de turma.

Agradeço também aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM), por todo o conhecimento e dedicação que tiveram e ao meu orientador professor Dr. Disney Douglas de Lima Oliveira.

E agradeço a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para meu crescimento acadêmico.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas - FAPEAM - RESOLUÇÃO N. 003/2019 - POSGRAD UFAM - Edição 2019.

*“Não vos amoldeis às estruturas deste mundo,
mas transformai-vos pela renovação da mente,
a fim de distinguir qual é a vontade de Deus:
o que é bom, o que Lhe é agradável, o que é perfeito.”*
(Bíblia Sagrada, Romanos 12, 2)

Resumo

A disciplina de Cálculo Diferencial e Integral é uma das disciplinas com uma das mais elevadas taxas de não aprovação, devido a esta elevada taxa, tem-se buscado novas metodologias e teorias para que se possa ter uma melhoria no processo de ensino e aprendizagem. Desta forma, esta pesquisa se propõe a investigar a intervenção metodológica em uma disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. Para tal, foi usado a aprendizagem colaborativa pelo seu potencial de promover uma aprendizagem mais ativa por meio do estímulo. Utilizamos como referência a teoria histórico-cultural de Vygotsky na perspectiva de fundamentar o processo de interação feita pelo grupo, monitor e professor em relação ao processo de aprendizagem. A pesquisa tem uma abordagem qualitativa e quantitativa, o método que foi usado é o estudo de caso. Para a análise de dados usamos as técnicas de a análise de conteúdo de Bardin, análise de conteúdo é uma técnica de análise das comunicações, que irá analisar o que foi dito nas entrevistas, nos questionários ou observado pelo pesquisador. A pesquisa foi realizada na Universidade Federal do Amazonas, no curso de Engenharia da Computação, no primeiro período de 2020, na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I. Da mesma forma, foi feita no curso de Engenharia de Software, no segundo período de 2020, também na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I. Nos resultados foi possível concluir que a abordagem colaborativa, possibilitou uma redução nos números de não aprovados, além disso, constatamos que nossa abordagem contribui para a aprendizagem dos conteúdos de Cálculo Diferencial e Integral.

Palavras-chave: Cálculo Diferencial e Integral. Não Aprovação. Aprendizagem Colaborativa. Intervenção metodológica.

Abstract

The Differential and Integral Calculus subject is one of the subjects with one of the highest non-approval rates, due to this high rate, new methodologies and theories have been sought in order to improve the teaching and learning process. Thus, this research proposes to investigate the methodological intervention in a discipline of Differential and Integral Calculus. To this end, collaborative learning was used for its potential to promote more active learning through stimulation. We used Vygotsky's cultural-historical theory as a reference in the perspective of supporting the process of interaction made by the group, monitor and teacher in relation to the learning process. The research has a qualitative and quantitative approach, the method that was used is the case study. For data analysis we used Bardin's content analysis techniques, content analysis is a communication analysis technique, which will analyze what was said in interviews, in questionnaires or observed by the researcher. The research was carried out at the Federal University of Amazonas, in the Computer Engineering course, in the first period of 2020, in the Differential and Integral Calculus I discipline. Likewise, it was carried out in the Software Engineering course, in the second period of 2020, also in the Differential and Integral Calculus I course. In the results it was possible to conclude that the collaborative approach allowed a reduction in the numbers of non-approved, in addition, we found that our approach contributes to the learning of the contents of Differential and Integral Calculus.

Keywords: Differential and integral calculus. No Approval. Collaborative Learning. Methodological intervention.

Resumen

La asignatura Cálculo Diferencial e Integral es una de las asignaturas con uno de los índices de desaprobación más altos, debido a este alto índice se han buscado nuevas metodologías y teorías con el fin de mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Así, esta investigación se propone investigar la intervención metodológica en una disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. Para ello, se utilizó el aprendizaje colaborativo por su potencial para promover un aprendizaje más activo a través de la estimulación. Tomamos como referencia la teoría histórico-cultural de Vygotsky en la perspectiva de sustentar el proceso de interacción realizado por el grupo, monitor y docente en relación al proceso de aprendizaje. La investigación tiene un enfoque cualitativo y cuantitativo, el método que se utilizó es el estudio de caso. Para el análisis de datos se utilizaron las técnicas de análisis de contenido de Bardin, el análisis de contenido es una técnica de análisis de la comunicación, que analizará lo dicho en entrevistas, en cuestionarios u observado por el investigador. La investigación se realizó en la Universidad Federal de Amazonas, en la carrera de Ingeniería Informática, en el primer período de 2020, en la disciplina Cálculo Diferencial e Integral I. Asimismo, se realizó en la carrera de Ingeniería de Software, en el segundo período. del 2020, también en el curso de Cálculo Diferencial e Integral I. En los resultados se pudo concluir que el enfoque colaborativo permitió una reducción en los números de no aprobados, además, encontramos que nuestro enfoque contribuye al aprendizaje de los contenidos de Cálculo Diferencial e Integral.

Palabras clave: Cálculo diferencial e integral. Sin aprobación. Aprendizaje colaborativo. Intervención metodológica.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Índices de alunos na disciplina de Cálculo I	20
Figura 2 – Etapas da Abordagem Colaborativa	43
Figura 3 – Colabweb	44
Figura 4 – Conteúdo Colabweb	45
Figura 5 – Desenvolvimento de uma análise	47
Figura 6 – Aulas de Cálculo	48
Figura 7 – Aulas gravadas	48
Figura 8 – Apresentação do Colabweb.	49
Figura 9 – Exercício	49
Figura 10 – Grupo a	50
Figura 11 – Grupo b	50
Figura 12 – Exercício avaliativo 01	51
Figura 13 – Respostas	52
Figura 14 – Nota Final	53
Figura 15 – O quanto as atividades em grupo o ajudaram?	54
Figura 16 – Nível de interação no Grupo	55
Figura 17 – Resolução de Atividades	56
Figura 18 – Entendimento da disciplina	57

Lista de quadros

Quadro 1 – Atividades em Grupos - Turma 01	58
Quadro 2 – Atividades em Grupos - Turma 02	59
Quadro 3 – Interação - Turma 01	61
Quadro 4 – Interação - Turma 02	62
Quadro 5 – Dúvidas - Turma 01	64
Quadro 6 – Dúvidas - Turma 02	65
Quadro 7 – Assistir às aulas - Turma 01	66
Quadro 8 – Assistir às aulas - Turma 02	67
Quadro 9 – Formação de Grupos - Turma 01	68
Quadro 10 – Formação de Grupos - Turma 02	70

Lista de tabelas

Tabela 1 – Alguns cursos que contêm a disciplina de Cálculo I ou semelhante. . . .	19
Tabela 2 – Dados sobre reprovação e cancelamento de 2015-1.	32
Tabela 3 – Dados sobre aprovação, reprovação e trancamento de 2015-1	33
Tabela 4 – Dados sobre aprovação, reprovação e reprovados por falta, em geral, no curso de CDI I entre 2010 e 2013-1.	33

Lista de abreviaturas e siglas

CDI	Cálculo Diferencial e Integral
IES	Instituições de Ensino Superior
IME	Instituto de Matemática e Estatística
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

Sumário

1	Introdução	16
1.1	Problema	18
1.2	Justificativa	18
1.3	Objetivos	20
1.3.1	Geral	20
1.3.2	Específicos	20
1.4	Organização da Pesquisa	21
2	Pesquisas Relacionadas	22
3	Fundamentação Teórica	30
3.1	O ensino de Cálculo Diferencial e Integral	30
3.2	Teoria histórico – cultural	34
3.3	Interação	36
3.4	Zona de Desenvolvimento Proximal	38
3.5	Aprendizagem Colaborativa	39
4	Metodologia	42
4.1	Abordagem da Pesquisa	42
4.2	Contexto e Participantes	42
4.3	Etapas da Abordagem	43
4.4	Exposição do Método	43
4.5	Aplicação do Método	44
4.6	Atividades Avaliativas	45
4.7	Procedimentos de coletas e análise de dados	45
5	Desenvolvimento da Proposta	48
5.1	1ª Etapa	48
5.2	2ª Etapa	49
5.2.1	Atividade Síncrona	49
5.3	3ª Etapa	50
5.3.1	Atividade Assíncrona	50
5.4	Respostas	51
6	Análise e discussão dos resultados	53
6.1	Análise Quantitativa	53
6.2	Análise Qualitativa	58
6.2.1	Atividades em Grupos	58
6.2.2	Interação	60
6.2.3	Dúvidas	63
6.2.4	Assistir às aulas	65

6.2.5	Formação de Grupos	68
7	Conclusão	71
7.1	Conclusões	71
7.2	Considerações Finais	72
	Referências	73
	Apêndices	80
APÊNDICE A	Atividade Síncrona	81
APÊNDICE B	Atividade Assíncrona	82

1 Introdução

Existe uma grande quantidade de cursos no Ensino Superior, muitos deles têm disciplinas relacionadas à Matemática. Por isso, muitas das vezes, os professores dessas disciplinas precisam desenvolver pré-requisitos básicos nos alunos, competências que deveriam ter sido aprendidas na educação básica. Dentre outras, a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral (CDI) se destaca “devido a sua grande aplicabilidade, desempenhando importante papel como linguagem na representação dos fenômenos e como instrumento para a resolução de problemas.” (CATAPANI, 2001, p. 48).

O Cálculo é de fundamental importância para o desenvolvimento da Matemática. De acordo com EVES (2004, p. 417) “com essa invenção a matemática criativa passou a um plano superior e a história da matemática elementar essencialmente terminou.”

No que se refere ao seu desenvolvimento, o Cálculo Diferencial e Integral foi se constituindo com a contribuição de vários matemáticos, no entanto os protagonistas na sua criação foram: Newton e Leibniz. Dessa forma, cada matemático contribuiu no seu tempo na elaboração dos conceitos do conteúdo. (CARVALHO; MACÊDO; LOPES, 2021, p. 2)

A disciplina de Cálculo Diferencial e Integral é trabalhada em diversos cursos de diferentes áreas do conhecimento. No curso de Licenciatura em Ciências, por exemplo, em que a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral recebe o nome de Fundamentos de Matemática I¹, são trabalhados assuntos de funções, limites, derivadas e integrais, assuntos tradicionais do curso de CDI.

Situação semelhante também ocorre nos cursos de Administração e Farmácia, nos quais as disciplinas recebem, respectivamente, os nomes de Matemática Aplicada à Administração² e Matemática Aplicada à Biologia³. Esses são apenas alguns exemplos, mas já se percebe o quão importante é a disciplina de CDI para cursos de diferentes áreas.

Nas muitas pesquisas sobre o ensino e aprendizagem da Matemática no Ensino Superior, o Cálculo Diferencial e Integral tem um papel de destaque, pois esta disciplina está associada a altos índices de reprovações. Silva (2009) afirma que as dificuldades de alunos quanto à aprendizagem dos conteúdos envolvidos na disciplina Cálculo Diferencial e Integral, que compõe a grade curricular de cursos de exatas em diferentes áreas, se traduz pelo alto índice de reprovação e desistência do curso inicialmente escolhido pelo jovem universitário. Muitas pesquisas corroboram com essa afirmação (BARBOSA, 2004;

¹ Disciplina obrigatória do curso de Licenciatura em Ciências da Universidade Federal do Amazonas

² Disciplina obrigatória do curso de Bacharel em Administração da Universidade Federal do Amazonas

³ Disciplina obrigatória do curso de Bacharel em Farmácia da Universidade Federal do Amazonas

LUZ, 2011; MACÊDO; GREGOR, 2020; MACIEL; FLAIN; DALBIANCO, 2019; VIEIRA, 2013).

As dificuldades na disciplina de CDI também são pesquisadas em trabalhos internacionais (EYRIKH et al., 2018; FERRER, 2016; HUANG, 2018; TEÓFILO; LIMA; MENEZES, 2020). Várias pesquisas buscam entender as dificuldades do ensino de Cálculo, alguns afirmam que são inerentes aos conceitos estudados nessa disciplina, tais como o trabalho de Silva (2011). Nele, o autor busca discutir diferentes componentes envolvidos no ensino e aprendizagem do Cálculo, em particular aqueles referentes ao próprio saber matemático. Santos e Neto (2005) buscaram entender os fatores que afetam o rendimento dos alunos, tais fatores, segundo os autores, são: a formação básica do aluno em matemática, a metodologia utilizada pelo professor em sala, a motivação do aluno em face do curso que faz, o tipo de relação professor-aluno que se desenvolve em sala, a participação do aluno e a heterogeneidade das turmas em relação a sua composição por cursos diferentes.

Esses problemas nos levaram a debater sobre as mudanças necessárias na educação superior. Tais mudanças estão em constante discussão, “principalmente quando se discutem as práticas e metodologias de aprendizagem e sua aplicação no contexto do ensino superior” (KLEIN; VOSGERAU, 2018, p. 3). Algumas modificações já foram sugeridas, como o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação na aprendizagem de Cálculo, pontuado por (DOMENICO, 2006), e o emprego de problemas que desafiem os estudantes a superá-los, sugerido por Notare (2009 apud FLORES, 2018). Mas, ao que tudo indica, tais iniciativas não têm mostrado a eficácia esperada (OLIVEIRA; RAAD, 2012).

Apesar da existência de bons livros didáticos, de boas práticas pedagógicas, de diferentes iniciativas no sentido de diminuir o insucesso dos estudantes em Cálculo: oferecimento de monitorias, revisão de conteúdos de Matemática básica, diminuição do rigor e valorização de aspectos intuitivos e aplicativos, ainda assim a reprovação persiste, permanecendo como um problema crônico, uma verdadeira tradição. (OLIVEIRA; RAAD, 2012, p. 11)

Nesse contexto, buscamos contribuir para a formação do estudante por meio da Aprendizagem Colaborativa, que se dá através de quatro princípios fundamentais: o trabalho conjunto, a interatividade, a aprendizagem compartilhada e a construção de conhecimento coletivo. Espera-se do aluno o envolvimento ativo em sua própria aprendizagem e sua inserção em um contexto social solidário e desafiador (MAY, 2005).

Dessa forma, torna-se possível a prática de ensino e aprendizagem compartilhada, um ambiente em que é possível interagir, discutir, refletir e construir de forma conjunta o conhecimento, por meio de atividades e objetivos comuns.

1.1 Problema

Assim sendo, temos a seguinte questão:

Como uma abordagem colaborativa pode contribuir para a redução dos altos índices de não aprovados na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral dos cursos da UFAM?

1.2 Justificativa

Esta pesquisa é justificada pelos constantes problemas que estão ligados à disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. Meyer e Júnior (2002, p. 9) afirmam que “no Brasil o ensino de Cálculo é responsável pelo grande número de reprovações e pela evasão de estudantes universitários”. Por isso, esses problemas têm se transformado cada vez mais em objeto de investigação em Educação Matemática.

Os problemas com a disciplina de Cálculo não são novos, na década de 80, nos Estados Unidos, iniciou-se um movimento que ficou conhecido como *Calculus Reform*. De acordo com Rezende (2003b, p. 4), tal movimento teve “como características básicas: o uso de tecnologia, isto é, software computacional e calculadoras gráficas, tanto para o aprendizado de conceitos e teoremas como para a resolução de problemas”. Movimentos semelhantes também ocorreram em outros países, tais como: Reino Unido, Portugal, França, Austrália, Espanha e outros. (GÓMEZ; WAITS, 2000; MORENO, 2005)

Várias pesquisas internacionais tratam desses problemas na disciplina de cálculo (ASHRAF, 2020; CRONHJORT; FILIPSSON; WEURLANDER, 2018; LAOULACHE et al., 2001; LIU et al., 2009; MACIEJEWSKI, 2016; MESA; WHITE, 2021). Esses trabalhos buscam entender os problemas dessa matéria e propor soluções. O trabalho de Cronhjort, Filipsson e Weurlander (2018), por exemplo, buscou relatar o esforço para medir o efeito da substituição do ensino tradicional de cálculo, baseado em aulas expositivas, por uma abordagem de sala de aula invertida. Na literatura nacional também existem várias pesquisas que buscam investigar esses problemas.

Estudos como os de Rasmussen, Marrongelle e Borba (2014) e Sousa (2015) têm discutido as dificuldades de aprendizagem, os índices de reprovação e evasão na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral (CDI), no Brasil e no exterior. Outros estudos analisam, por exemplo, como as reprovações causam nos estudantes frustração e desmotivação, o que pode influenciar negativamente em seu desenvolvimento, tanto acadêmico, como emocional e social (NASSER, 2009; ALVARENGA; DÖRR; VIEIRA, 2016). Algumas pesquisas têm apresentado o custo econômico e social do fracasso do ensino e da aprendizagem de CDI para as instituições de ensino superior e para a sociedade, tendo em vista as demandas por novas turmas, a necessidade de contratar mais docentes e de ampliar os espaços físicos (ZUIN, 2001; LIRA, 2008). (RODRIGUES; NEVES, 2019, p. 2)

A partir dos anos 2000, começaram a surgir pesquisas na área de Educação Matemática. Nesse momento, buscavam-se soluções para os problemas e muitas delas foram implementadas, tais como: turmas de pré-cálculo – nas quais se buscava ampliar a base matemática do aluno –, monitor de turma, nivelamento, implementação de novas metodologias etc. Tais medidas, quando colocadas em perspectiva histórica, “revelam-se como paliativos com sucesso relativo pontual, não modificando a cultura de reprodução estabelecida.” (OLIVEIRA; RAAD, 2012, p. 11).

Na Universidade Federal do Amazonas (UFAM) não é diferente. Atualmente, a UFAM oferece 80 cursos de graduação, dos quais 30 contêm em sua grade curricular a disciplina Cálculo Diferencial e Integral ou equivalente.

Tabela 1 – Alguns cursos que contêm a disciplina de Cálculo I ou semelhante.

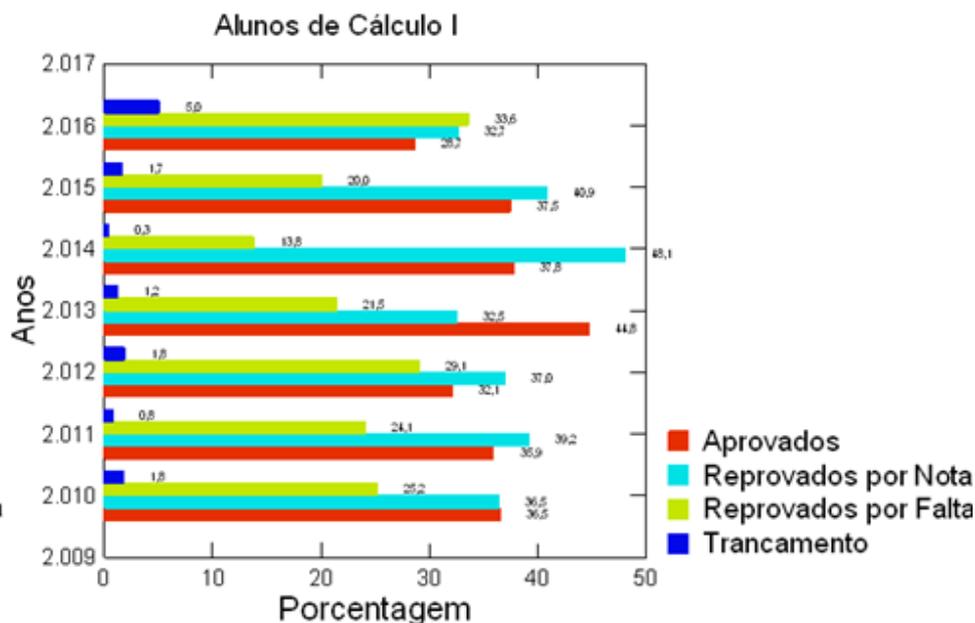
Cursos	Código	Nome da Disciplina
Administração	IEM006	Matemática Aplicada à Administração
Contabilidade	IEM007	Matemática Aplicada à Contabilidade
Economia	IEM001	Matemática Aplicada à Economia I
Eng. de Pesca	IEM011	Cálculo I
Eng. Elétrica	IEM011	Cálculo I
Geologia	IEM011	Cálculo I
Licenciatura em Ciências	IEM601	Fundamentos De Matemática I
Matemática	IEM011	Cálculo I
Química	IEM011	Cálculo I

Fonte: <<http://ice.ufam.edu.br/en/ensino/graduacao/ementas>>

Isso mostra o quão importante essa disciplina é para os cursos da UFAM. Além disso, nota-se que, por ser uma disciplina com alto índice de não aprovação, muitos alunos acabam sendo retidos nos cursos. Ao fazermos um levantamento de dados da disciplina de Cálculo I nos cursos da UFAM (Figura 1), entre os anos de 2010 a 2016, foi possível concluir que em média apenas 36% dos alunos que cursaram essa disciplina foram aprovados. O ano de 2013 teve o melhor índice de aprovação: 45%. Contrário a este índice, o ano de 2016 teve o pior índice de não aprovação: 71%.

Durante um ano, por volta de 1.424 alunos cursam essa disciplina, ou seja, desse número de alunos, 911 são retidos. Esse problema de retenção, por sua vez, ocasiona vários outros. De acordo com Silva et al. (2014, p. 4), a retenção possui efeitos danosos perceptíveis, “tais como: carência de mão de obra especializada, prejuízos financeiros ao estudante e à instituição em decorrência da permanência prolongada e perdas no desenvolvimento pessoal do estudante.” Sem dúvidas, o maior prejudicado é o próprio discente, que acaba, por vezes, sofrendo um desgaste emocional. Quanto aos aspectos econômicos e sociais, as consequências da retenção atingem tanto a esfera pública quanto a esfera privada (LUZ et al., 2019).

Figura 1 – Índices de alunos na disciplina de Cálculo I



Fonte: O autor (2021)

Esta pesquisa surge com o intuito de minimizar os altos índices de não aprovação e entender o que ocorre ao adotarmos uma nova abordagem para o ensino de Cálculo. Espera-se que a pesquisa possa contribuir com uma nova forma de abordar o ensino de Cálculo Diferencial e Integral no ensino superior. Além disso, essa abordagem poderá servir para que possamos ter estudantes com um papel mais ativo.

1.3 Objetivos

Partindo deste problema, definimos os seguintes objetivos para esta pesquisa.

1.3.1 Geral

O objetivo geral desta pesquisa é compreender como o uso da metodologia colaborativa, na disciplina de Cálculo I, pode ajudar a solucionar o problema do mau resultado dos alunos. Para tanto, fazendo uso do exposto acima, estabelecermos os objetivos específicos apresentados a seguir.

1.3.2 Específicos

Analisar as contribuições do método colaborativo no favorecimento da aprendizagem dos conteúdos de Cálculo.

Desenvolver uma metodologia que contribua para a melhoria dos índices de aprovação na disciplina de Cálculo I.

1.4 Organização da Pesquisa

Esta pesquisa está dividida em 6 tópicos. No primeiro deles, que é a introdução, fala-se do problema, da justificativa e dos objetivos. No segundo, tem-se as pesquisas relacionadas, que objetivam situar o leitor na questão da aprendizagem colaborativa, da disciplina de cálculo e do que se tem feito. O terceiro tópico é a fundamentação teórica, no qual é apresentado um pequeno contexto da disciplina de Cálculo, o teórico que subsidia a pesquisa e, por fim, a aprendizagem colaborativa. No quarto, descreve-se a metodologia utilizada na pesquisa. O quinto tópico, por sua vez, traz o desenvolvimento da pesquisa. No sexto, são expostas as análises e se discute o resultado. Por fim, há a conclusão do trabalho.

2 Pesquisas Relacionadas

Durante a pesquisa, foi possível encontrar trabalhos que tratam sobre a aprendizagem colaborativa, sobre o ensino de cálculo diferencial e integral e sobre os problemas da disciplina de cálculo. A seguir, serão expostos alguns desses trabalhos.

Investigação do processo de aprendizagem de cálculo num curso de engenharia florestal: o uso do software Winplot na aplicação de unidades de ensino potencialmente significativas.

Mendes (2019), em pesquisa feita em uma disciplina de Cálculo de um curso de Engenharia Florestal, buscou investigar o processo de aprendizagem de conteúdos de Matemática Básica por meio de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) e com o uso do software Winplot. Para alcançar seu objetivo, o autor se apoia na metodologia de ensino UEPS, desenvolvida pelo professor Marcos Antônio Moreira, aposentado do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) é uma sequência didática baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa e aplicável diretamente ao processo de ensino e aprendizagem em sala de aula. Essa metodologia é embasada na teoria de David Ausubel (Aprendizagem Significativa).

Para Ausubel, o princípio mais importante da sua teoria é o seguinte: “O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos”. Para ele, o aprendiz deve manifestar uma predisposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não arbitrária a sua estrutura de conhecimento. Ou seja, o aluno deve estar disposto a aprender, o que pode ser um problema na disciplina de CDI, que é ofertada no 1o semestre, quando os alunos ainda não estão acostumados ao ritmo de estudos do Ensino Superior.

Na aprendizagem colaborativa, os alunos trabalharão em grupo, o que pode ajudar nessa transição do ensino básico para o ensino superior. Além disso, a aprendizagem colaborativa torna os alunos mais ativos no processo de ensino-aprendizagem.

O autor faz uso do software Winplot para o ensino de Matemática, pois, segundo ele, o software apresenta operacionalidades que ajudam no processo de ensino e aprendizagem de diversos conteúdos matemáticos, em especial a Geometria Analítica no Plano e no Espaço, Funções de uma ou de diversas variáveis e Cálculo Diferencial e Integral. O software Winplot possui uma interface amigável e dispensa o uso e conhecimento de regras de programação computacional por parte dos usuários. Além disso, favorece a visualização e manipulação algébrica e geométrica de figuras matemáticas.

A pesquisa foi desenvolvida na disciplina de Cálculo I do Curso de Engenharia Florestal no primeiro semestre de 2018 no Campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Em suas considerações finais, os autores destacam alguns fatores, como: um grande número de estudantes que não acompanhou todas as atividades desenvolvidas (faltaram aulas ou chegaram atrasados), isso afetou o aprendizado completo dos conteúdos durante a UEPS. Junto a isso, um pequeno grupo de alunos que demonstrou pouca predisposição para aprender os conteúdos e, por isso, não participou de maneira efetiva das atividades, mesmo sendo repetidamente questionados pelo professor sobre a resolução das atividades e os conceitos nelas contidos.

Entretanto, o autor afirma que foi possível encontrar evidências de uma aprendizagem significativa pelos estudantes nas UEPS implementadas, pois eles conseguiram externalizar e explicar, através de conceitos matemáticos aceitos, os conteúdos. Ademais, conseguiram aplicá-los para resolver situações-problemas propostas, mostrando, com isso, terem captado e compreendido os conteúdos apresentados.

As atividades desenvolvidas com o auxílio do software Winplot evidenciaram também que a utilização de instrumentos das tecnologias da informação e comunicação ajudam no aprendizado significativo dos estudantes. Durante a utilização do software Winplot, para auxiliar na busca pela solução das situações-problemas ou dos exercícios propostos, foi observada maior autonomia pelos estudantes.

Por fim, o autor conclui que essa aprendizagem significativa, promovida pela UEPS, faz com que os alunos consigam reter em suas estruturas cognitivas os principais conceitos dos conteúdos estudados. Isso ocorre por conta da análise gráfica das características e propriedades das funções representadas no plano cartesiano do software utilizado durante os estudos em sala de aula.

A Aplicação de uma Nova Metodologia de Ensino de Física: O Aprendizado Colaborativo.

Barros et al. (2012) começam ressaltando os problemas da disciplina de Física, que tem se tornado a grande vilã dos estudantes tanto no Ensino Médio quanto no Ensino Superior, pois os alunos não conseguem fazer nenhuma associação entre os conceitos físicos e o seu cotidiano. Esses problemas persistem no Ensino Superior, tanto nos cursos que utilizam a Física como disciplina básica quanto no próprio curso de Física, no qual os alunos não conseguem ligar os conceitos físicos com o dia a dia e, com grande frequência, não percebem sua importância.

Neste trabalho, os autores relatam a experiência que tiveram quando resolveram mudar a estrutura de ensino na disciplina Física I da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). As aulas dessa disciplina aconteciam duas vezes por semana em aulas de

duas horas. A principal mudança que fizeram no curso foi a utilização de métodos que estimulam a participação ativa dos alunos. Os discentes, assim, colaboraram tanto com seu próprio aprendizado quanto com os dos demais alunos. Para implementar o aprendizado colaborativo, foram feitas as seguintes modificações: as aulas de duas horas foram divididas em duas partes, uma aula expositiva e outra com atividades em grupo.

Na parte expositiva, utilizaram o método de Instrução por Pares (Peer Instruction) de Eric Mazur. Na Instrução por Pares, recitações expositivas de aproximadamente 15 minutos, apresentadas pelo professor, são seguidas de questões ou problemas conceituais relacionados ao que foi exposto (ConceptTests). Os Testes Conceituais têm respostas em forma de múltipla escolha. Após a apresentação dos Testes Conceituais e de certo tempo para sua realização, o professor pede para que toda a turma escolha uma das respostas.

Nesse momento, torna-se possível para o professor avaliar se a turma entendeu ou não o assunto exposto no período de 15 minutos. Se a maioria da turma respondeu corretamente ao Teste Conceitual, a aula segue seu curso normal. Se, por outro lado, uma parte da turma respondeu corretamente, mas outra parte incorretamente, o professor instrui os alunos a discutirem com seus vizinhos de carteira qual seria a resposta correta (por isso o nome Instrução por Pares). O processo se repete até que todos os alunos respondam corretamente.

Além da Instrução por pares, utilizaram também minirrelatórios. Os minirrelatórios são textos de um parágrafo escritos pelos alunos após a exposição de aproximadamente 15 minutos (similar aos Testes Conceituais). Após uma breve aula expositiva, o professor orienta os alunos a responderem, num pedaço de papel, a questões como “qual foi o conceito mais confuso na aula até agora?” ou “qual foi o ponto mais importante que aprendi até agora?” Os minirrelatórios têm como objetivo estimular não somente a participação dos alunos em aula, mas também introduzir e tentar tornar um hábito para os alunos de Física I o pensamento sobre o próprio pensamento, a metacognição. Somente com esse hábito os alunos podem fazer uma autoavaliação e o planejamento do seu pensamento, tornando-se capazes de aprender de maneira independente.

Na segunda parte da aula, a turma foi dividida em grupos de 3 a 4 alunos, para os quais era proposta uma atividade relacionada ao assunto da aula expositiva. A ênfase das atividades propostas não foi a resolução de exercícios padrões, mas sim o desenvolvimento de conceitos físicos importantes e a capacidade de argumentação científica.

Para que se mantivesse o dinamismo entre os alunos, cada um deles tinha uma função diferente a cada aula. Essa função permitia que todos os alunos participassem ativamente das discussões. Eram elas: o Líder, responsável pela execução da atividade em questão; o Anotador, responsável por registrar todas as discussões do grupo; e o Cético, responsável por questionar os detalhes das discussões para que tudo se esclarecesse. Um componente também voltado para estimular a metacognição foi o uso de questionários

periódicos. Os questionários não faziam parte da aula, mas sim de atividades fora de sala de aula.

Para a participação individual na colaboração de seu próprio aprendizado, os pesquisadores preparavam listas de exercícios semanais. Estas listas continham exercícios relacionados às aulas expositivas e às atividades dos grupos.

Para verificarem a eficácia dessa metodologia, os autores aplicaram o Inventário dos Conceitos de Força (ICF). O ICF é um teste de questões de Mecânica em forma de múltipla escolha. Nele, os alunos são forçados a escolher entre as ideias do senso comum e o conceito newtoniano correto. Com isso, é possível identificar o grau de compreensão dos alunos.

Durante os semestres em que eles utilizaram o Aprendizado Colaborativo, os resultados foram positivos, pois obtiveram um ganho normalizado superior a 0,3, e de 0,2 para as turmas em que utilizaram o ensino tradicional. Esses resultados estão de acordo com a literatura internacional. Assim, percebe-se que houve um aumento significativo na compreensão dos conceitos newtonianos.

Trezentos: a dimensão humana do método

Em seu trabalho, [Fragelli e Fragelli \(2017\)](#) desenvolveram o método de ensino trezentos. De acordo com os autores, trezentos é um método de ensino e aprendizagem que procura despertar o olhar do estudante para o colega com dificuldades de aprendizagem.

Tal método surgiu com a preocupação com os altos índices de reprovação na disciplina de cálculo I. Conforme a pesquisa realizada por [Fragelli \(2015\)](#) na Faculdade UnB Gama da Universidade de Brasília (UnB) em 8 turmas de cálculo I, concluiu-se que há uma reprovação média de 60% dos inicialmente matriculados na disciplina. O abandono da disciplina também é alto, variando entre 16% e 42%.

A metodologia dos Trezentos consiste em promover ao máximo a colaboração entre os estudantes, despertando o olhar para as dificuldades de aprendizagem do outro. Para que essa colaboração seja estimulada, são formados grupos de estudo de uma forma bem interessante.

Os estudantes realizam uma prova e, com base no resultado dessa avaliação, os grupos são formados pelo professor. Cada um deles contém, obrigatoriamente, alguns estudantes que tiveram bom rendimento e alguns estudantes que tiveram rendimento considerado insatisfatório.

O objetivo dos grupos é dar apoio para os estudantes com baixo rendimento, oferecendo uma nova oportunidade de avaliação. Assim sendo, um estudante que tirou nota inferior a 4,5 poderá realizar a prova novamente, desde que realize algumas atividades com o grupo formado pelo professor. As atividades geralmente são as seguintes: a) dois

encontros presenciais com os integrantes do grupo com, pelo menos, duas horas de duração; b) entrega de uma lista de exercícios desenvolvida pelo professor; c) resolução de uma prova desenvolvida pelo líder do grupo. O líder do grupo é o estudante com a maior nota.

Os estudantes com rendimento insatisfatório que completarem todas as atividades propostas poderão realizar uma nova prova e ficarão com a melhor das duas notas, que, em quase a totalidade dos casos, é aquela obtida na segunda avaliação. Os estudantes com bom rendimento não podem refazer a prova, porém melhoram a própria nota considerando duas dimensões: a) o nível de ajuda oferecido aos estudantes do grupo; b) a melhora no rendimento dos estudantes ajudados.

Para medir o nível de ajuda oferecido por um determinado estudante, é aplicado um questionário ao próprio estudante, em que ele distribui os alunos ajudados do seu grupo de acordo com uma escala de Likert de cinco pontos, que vai de 1 (ajudei nada) até 5 (ajudei muito).

Uma outra escala de Likert é aplicada aos estudantes ajudados, que devem distribuir os estudantes do seu grupo que o ajudaram na melhora de rendimento.

Após a realização de cada prova, novos grupos são formados e novas atividades são formuladas. Desse modo, um grupo dificilmente volta a se repetir e há a possibilidade de que um estudante anteriormente ajudado seja um ajudante.

A metodologia foi aplicada em uma turma com 130 estudantes de Cálculo 1 da Universidade de Brasília e um dos melhores resultados obtidos pelo projeto foi a melhora substantiva nas notas após a reunião com os grupos.

O aumento da nota dos estudantes nas provas foi de 40% em média, mas foi de 100% para os estudantes ajudados. Na turma de Cálculo 1, com 135 estudantes, em que foi aplicada o método, observou-se uma melhora na aprovação de 50 para 85%, chegando a 95% no semestre posterior. Os resultados também mostraram que 90% dos estudantes consideraram que o estudo colaborativo por meio de grupos formados segundo esse método diminuiu o nervosismo em provas ([FRAGELLI, 2015](#)).

Discutindo o Método de Ensino por meio da Resolução de Problemas (MERP)

[Biazutti, Vaz e Andrade \(2020\)](#) fazem parte de um grupo denominado “Transição do Projeto Fundão”, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Ao longo dos últimos nove anos, o grupo Transição vem buscando novas opções didáticas que minimizem as dificuldades da aprendizagem de funções e, conseqüentemente, reduzam as taxas de reprovação e evasão nas turmas de Cálculo.

Há 8 anos, o grupo “Transição do Projeto Fundão” (UFRJ) pesquisa as dificuldades e barreiras no ensino de Cálculo Diferencial e Integral (CDI). Desde o final de 2018, o grupo Transição começou a construir um método que utiliza a Resolução de Problemas

para ensinar alguns conceitos que fazem parte do tópico de função e de CDI.

A princípio, a abordagem foi construída para ser utilizada nas primeiras semanas de aula da disciplina inicial de CDI em um curso de graduação da UFRJ que não possui Pré-Cálculo em sua grade curricular. No entanto, acreditamos que essa proposta é adequada para ser utilizada durante todo o semestre em uma disciplina de Pré-Cálculo.

Consideramos que o método de ensino por meio da Resolução de Problemas é diferenciado, pois é desenvolvido a partir de duas ideias: a exploração de diversos registros de representação semiótica e a utilização do software GeoGebra, que auxilia o aluno a criar figuras que o ajudam a interpretar problemas, além de explorar registros de representação analíticos e gráficos para as funções.

Os autores relembram que um dos principais problemas da disciplina de Cálculo é o alto índice de reprovação, tanto em universidades públicas quanto em particulares. Isso tem despertado o interesse de pesquisadores e o temor dos estudantes.

As taxas de reprovação estão diretamente associadas às taxas de evasão. Eles ainda mencionam outros problemas como as principais causas para o baixo rendimento dos estudantes: a falta de base, as falhas metodológicas de ensino, as falhas na estrutura curricular dos cursos e a complexidade dos conceitos.

O trabalho de [Biazutti, Vaz e Andrade \(2020\)](#) expõe um levantamento mais detalhado das diferentes pesquisas do grupo Transição e apresenta sugestões de atividades envolvendo problemas de otimização e utilização do software GeoGebra. A partir daí, surgiu a ideia do MERP, desenvolvida em detalhes no artigo, que dá continuidade e amplia significativamente o referido texto, apresentado no IX Seminário de Pesquisa em Educação Matemática do RJ em 2020.

Este método é sustentado por três pilares teóricos/metodológicos: o ensino por meio da Resolução de Problemas, o estudo das Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS), proposta por Duval e a utilização do GeoGebra como ferramenta de Ensino. [Duval e Moretti \(2012\)](#) afirmam que as representações semióticas de um objeto matemático são necessárias para a compreensão dos conceitos.

A utilização de recursos computacionais no ensino pode incentivar a reflexão e o desenvolvimento cognitivo de cada aluno, principalmente por respeitar o ritmo de aprendizagem de cada um e deixar que os estudantes aprendam com seus erros. A escolha do Geogebra se deu pelo fato do software ser livre.

O Geogebra é um software de matemática dinâmica, gratuito e multiplataforma, o que permite que ele seja trabalhado em diferentes níveis de ensino. Possui muitos recursos interativos e dinâmicos que podem ser aplicados facilmente em sala de aula, o que o torna uma ferramenta facilitadora do processo de ensino e aprendizagem.

Arbain e Shukor (2015) descrevem o aumento da autoconfiança e da motivação. Relatam também que aumentou a livre comunicação entre os alunos e o professor. Os alunos são atraídos naturalmente por ferramentas tecnológicas. Houve uma melhora nítida entre os alunos do grupo que utilizou GeoGebra em comparação com os do grupo de controle, que não utilizou o software.

Para o professor, as vantagens do software são: dinamizar a aula e despertar o interesse do aluno. Devido ao software possuir uma conectividade mundial, pode-se trocar informações e/ou experiências, ensinando e aprendendo com essa interação.

Os autores definem *problema* como uma tarefa que essencialmente não se resolve com procedimentos memorizados. Se os procedimentos para a resolução de uma tarefa escolar estão previamente contidos em algum algoritmo já aprendido pelo estudante, essa tarefa não é mais um problema. Um problema deve proporcionar uma pequena dose de investigação e exploração para que ocorra a descoberta.

A resolução de problemas, geralmente, está relacionada a uma prática pedagógica em que o professor ensina determinadas técnicas e o estudante resolve cada questão com apenas uma forma de solução.

O método de ensino por meio da resolução de problemas proposto neste texto utiliza o seguinte conceito: ensinar matemática através da resolução de problemas, pois “o problema é visto como ponto de partida para a construção de novos conceitos e novos conteúdos” (ONUCHIC; ALLEVATO, 2011, p. 80).

Os autores propõem a utilização do que chamam de Método de Ensino por meio da Resolução de Problemas (MERP). Esse método consiste na utilização da resolução de problemas como ponto de partida para o ensino de determinados conceitos, com apoio de diferentes representações semióticas e do software GeoGebra. Nesse método, um conceito é desenvolvido formalmente depois de surgir, de maneira natural e intuitiva, na compreensão ou resolução de um problema.

Utilizaram o MERP para facilitar a compreensão dos conceitos relacionados à função no ensino de Pré-Cálculo. Foram propostos quatro problemas: o primeiro problema envolve a otimização de uma função de uma variável a ser identificada pelos alunos a partir das informações fornecidas; o segundo, apresenta uma investigação sobre função bem diferente do que é feito, em geral, na Educação Básica; o terceiro, foi selecionado porque apresenta uma situação problema que pode ser representada por duas funções distintas; o último, envolve a otimização de uma função afim de mais de uma variável.

Em suas considerações finais, os autores afirmam que o Método de Ensino por Meio da Resolução de Problemas combina raciocínio geométrico e algébrico, o que melhora a compreensão da natureza do problema e faz com que se chegue de forma mais segura a sua solução. Enfatizam, porém, não terem a pretensão de afirmar que o MERP se configura

como uma forma revolucionária ou inovadora de ensino de Matemática, mas sim propor que ideias sustentadas por pesquisas teóricas e experimentais já existentes e consolidadas sejam unidas e implementadas no Ensino.

Entendemos que a Resolução de Problemas e a Teoria dos Registros de Representação Semióticas podem, como estratégias didáticas, contribuir para a melhoria do ensino de Pré-Cálculo, Cálculo Diferencial e Integral, Programação Linear e Geometria Analítica.

Por fim, considerando a complexidade e a diversidade existente nos processos de ensino, as reflexões agregadas por esse método talvez ofereçam contribuições significativas à aprendizagem de Matemática.

3 Fundamentação Teórica

Nesta seção será apresentada a Fundamentação Teórica da pesquisa, abordaremos o estado da arte do ensino de Cálculo Diferencial e Integral, apresentaremos alguns dos principais conceitos da teoria histórico-cultural de Lev Semionovich Vygotsky (1896 – 1934) e veremos como eles podem se relacionar à aprendizagem colaborativa.

3.1 O ensino de Cálculo Diferencial e Integral

Nossa pesquisa não tem como objetivo mostrar a evolução do Cálculo, neste tópico buscaremos entender os problemas que estão relacionados com a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, suas causas e as soluções que foram encontradas. Sabemos que o Cálculo é usado nas mais diversas áreas do conhecimento, sua aplicabilidade é muito ampla, serve como linguagem para descrever fenômenos ou como ferramenta para resolução de problemas. Por isso, a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral faz parte da grade curricular de vários cursos do ensino superior, como os de engenharia, administração, zootecnia, biologia etc.

Por seu caráter interdisciplinar, os problemas nessa matéria afetam grande parte dos cursos de Ensino Superior. O ensino de Cálculo tem sido objeto de estudo de várias pesquisas na área de Educação Matemática: “as pesquisas em Educação Matemática que tratam do ensino e da aprendizagem do Cálculo se justificam pela importância dessa disciplina em diversos cursos da área de Ciências Exatas” (GONÇALVES, 2012, p. 19).

Várias pesquisas buscam entender quais são os principais problemas da disciplina de cálculo. Dentro desse arcabouço, encontram-se os seguintes obstáculos: transição da educação básica para o ensino superior, falta de conhecimentos básicos de Matemática; pouca motivação do aluno para o estudo; incapacidade cognitiva do aluno de aprender os conteúdos de Cálculo; fatores socioeconômicos; questões pedagógicas; problemas institucionais (JÚNIOR; BESSA; CEZANA, 2015; SANTOS; MATOS, 2012; SANTOS; NETO, 2005).

Rezende (2003a) defende que tais problemas são anteriores ao ensino de cálculo:

[...] acreditamos que grande parte das dificuldades de aprendizagem no ensino de Cálculo é essencialmente de natureza epistemológica. Pode-se dizer ainda mais: as raízes do problema estão além dos métodos e das técnicas, sendo inclusive anteriores ao próprio espaço-tempo local do ensino de Cálculo. (REZENDE, 2003a, p. 4)

Segundo o autor, o uso das novas tecnologias por si só não resolve os problemas da

disciplina de cálculo. Para [Rezende \(2003b\)](#) “o que precisamos fazer não são projetos para o ‘uso de computadores’ no ensino de Cálculo, e sim, projeto para o ensino de Cálculo”. A transição do ensino básico para o superior é um dos principais tópicos de sua pesquisa. Em suas reflexões finais, o autor questiona a ausência de conteúdos de Cálculo no ensino básico e propõe que o mesmo seja iniciado já nessa etapa. [Oliveira \(2018\)](#) também defende essa ideia, para o autor não seria um problema encontrar espaços para introduzir o Cálculo nos currículos, mas sim reorganizá-los em uma melhor distribuição e organização de seus tópicos. Ele afirma que:

Estudar Cálculo no Ensino Básico é mais do que uma atualização do currículo da Matemática, é solucionar uma injustiça pedagógica, histórica. É modernizar o currículo, com uma área da Matemática de profunda influência no dia a dia da humanidade. ([OLIVEIRA, 2018](#), p. 53)

[Flores et al. \(2018\)](#) buscaram compreender como se dá o uso das tecnologias digitais no ensino de Cálculo diferencial e integral. As autoras indicam que essa abordagem tem ganhado bastante relevância no ensino de cálculo, pois demonstra que as tecnologias digitais aliadas à prática pedagógica podem se constituir como recursos para a superação das dificuldades e para a ampliação das condições de sucesso dos estudantes. [Almeida \(2013 apud FLORES et al., 2018\)](#) enfatiza que os recursos tecnológicos digitais são alternativas para facilitar a visualização e oferecer um retorno mais rápido em relação às respostas, o que dinamiza a conjuntura da aula. Entretanto, o uso das tecnologias digitais não se configuram como uma nova ação pedagógica, pois tais tecnologias acabam sendo um suporte novo para a reprise de velhas práticas. As supracitadas afirmam que as tecnologias digitais usadas no ensino de Cálculo podem ser classificadas em três categorias: recursos de apoio, software e ensino e tecnologia.

Foram considerados recursos de apoio as tecnologias móveis, destacando os smartphones, os tablets e as calculadoras. Mesmo que um software também seja um recurso de apoio, eles foram enquadrados em uma categoria separada, contemplando programas específicos para computadores. Já ensino e tecnologia é uma categoria que foca mais essencialmente nas práticas pedagógicas apoiadas por algum recurso tecnológico digital. ([FLORES et al., 2018](#), p. 9).

É possível afirmar que as tecnologias digitais estão sendo uma importante ferramenta para o ensino de Cálculo, pois fornecem possibilidades distintas de visualização e de manipulação de conceitos, o que facilita o trânsito entre as abordagens analítica e geométrica. Em suas considerações finais, [Flores et al. \(2018, p. 1\)](#) afirmam que “os dados obtidos permitem dizer que a inclusão de tecnologias digitais no ensino de Cálculo não é tarefa simples, e que é necessário maior investimento na formação dos professores para que isto ocorra.”

O trabalho de [Klein et al. \(2020\)](#) apresenta o uso de metodologias ativas e resolução de problemas com o objetivo de melhorar o ensino e a aprendizagem dos conceitos pelos alunos ingressantes em cursos de Engenharia. Tal trabalho surgiu visando solucionar problemas de evasão e altos índices de reprovação. Ele foi realizado com seis turmas de Graduação em Engenharia, com as quais também foram realizadas aulas de Matemática Básica para nivelamento. Apesar dos resultados positivos, o autor ressalta que as metodologias não se tratam de uma solução para todos os problemas que a própria disciplina impõe.

[Alvarenga et al. \(2017\)](#) apresentam os índices de aprovação, reprovação e cancelamento da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral em três instituições de ensino superior do centro-oeste brasileiro. Além disso, mapeiam ações desenvolvidas por essas universidades que visem a dar subsídios aos estudantes no aprendizado dos conteúdos da disciplina. A primeira instituição é a Universidade Federal de Goiás, na qual 34 cursos oferecem a disciplina de Cálculo. No ano de 2015, foram oferecidas 30 turmas com média de 50 alunos cada. De acordo com os autores, tais números sugerem que a quantidade de vagas é alta, o que indica que há uma tentativa de proporcionar aos estudantes mais oportunidades de superação dessa etapa e avanço em seus cursos.

Tabela 2 – Dados sobre reprovação e cancelamento de 2015-1.

Denominação	Reprovados (média aritmética) Intervalo 5% a 78%	Cancelamento (média aritmética) Intervalo 2% a 47%	Reprovados (moda)	Cancelamento (moda)
Cálculo 1, Cálculo 1A, Cálculo 1B, Cálculo 1C, Cálculo Dif. e Int. e Geometria Analítica, Matemática Aplicada, Cálculo I, Cálculo para Eng. Elétrica 1, Elementos de Matemática	39%	17%	39%	22%

Fonte: [Alvarenga et al. \(2017\)](#)

A [Tabela 2](#) indica as taxas de reprovações e trancamentos das disciplinas que Cálculo ou semelhantes. Para tentar sanar esse problema, o Instituto de Matemática e

Estatística (IME) passou a ofertar o curso de Matemática Básica. Entretanto, o resultado não foi o esperado, o índice de reprovação continuou alto. Outras iniciativas foram implementadas, como o projeto de Educação Tutorial, Monitoria e outros. Apesar de todos esses esforços, as autoras afirmam que novas tentativas ainda precisam ser realizadas. [Alvarenga et al. \(2017\)](#) apresentam os dados da Universidade de Brasília (UnB), que oferece aproximadamente 1.900 vagas de CDI para um total de 33 cursos superiores.

Os dados obtidos referentes à disciplina de Cálculo I mostram um índice de aprovados superior a 50% durante o primeiro semestre de 2015.

Tabela 3 – Dados sobre aprovação, reprovação e trancamento de 2015-1

Denominação	Aprovados	Reprovados	Trancamentos
Cálculo 1	51,10%	44,05%	4,85%

Fonte: [Alvarenga et al. \(2017\)](#)

As autoras afirmam que os índices de reprovação têm se mantido em torno de 50% no período de 5 anos. Em busca de soluções, o Departamento de Matemática introduziu nos cursos de CDI uma metodologia de ensino em que a primeira aula semanal é teórica e as demais são aulas de exercícios. Os estudantes têm como apoio extraclasse as monitorias, que são oferecidas pelo departamento todos os dias entre 12h e 13h50min ou 18h e 19h. Além disso, os estudantes podem tirar dúvidas em fóruns específicos. A reestruturação do CDI na UnB revela uma preocupação do corpo docente com a atualização de suas práticas de sala de aula bem como uma preocupação com o ensino e a aprendizagem da disciplina ([ALVARENGA et al., 2017](#)).

A última instituição é a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-GO), durante o segundo período de 2010 até o primeiro de 2013. No decorrer desse tempo, foram matriculados 8.074 alunos, dentre os quais apenas 38,12% foram aprovados.

Tabela 4 – Dados sobre aprovação, reprovação e reprovados por falta, em geral, no curso de CDI I entre 2010 e 2013-1.

Denominação	Aprovação	Reprovação	Cancelamento / reprovado por falta
CDI I	38,12%	61,88%	14,8%

Fonte: [Alvarenga et al. \(2017\)](#)

Assim como na UFG, na PUC - GO também há o programa de Monitoria. Além dele, foi criado o *Projeto Calcule!*, que é desenvolvido pelos professores do curso de Matemática, que atendem aos alunos da disciplina Cálculo Diferencial e Integral I em diversos horários. ([ALVARENGA et al., 2017](#)). É possível afirmar que as instituições estão atentas para esse problema e que têm buscado soluções, o que em alguns casos parece estar surgindo efeito.

Dentre as contribuições encontradas na literatura para minimizar esse problema, destacam-se: a utilização de novas abordagens metodológicas; a melhor preparação do professor quanto ao conteúdo ensinado e suas práticas pedagógicas; o uso intensivo de TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação) e do GeoGebra; a introdução do ensino de CDI no Ensino Médio; métodos diferenciados para o ensino de CDI; reforço, tutoria ou monitoria e a inserção do Pré-Cálculo na graduação (BIAZUTTI; VAZ; ANDRADE, 2020)

Tais pesquisas demonstram que várias medidas foram tomadas na tentativa de resolver a questão dos altos índices de retenção dos alunos. Apesar disso, continuamos enfrentado esse problema.

3.2 Teoria histórico – cultural

Esta pesquisa se ancora na teoria histórico-cultural de Vygotsky. Ele começou sua vida acadêmica no curso de medicina na Universidade de Moscou, a escolha por esse curso se deu por pressão da família. Por isso, não permaneceu muito tempo no curso, em menos de um mês foi para o curso de Direito (BORTOLANZA; RINGEL, 2017). Em 1914, Vygotsky passou a frequentar aulas de História e de Filosofia na Universidade Popular de Shaniavski, “[...] embora não tenha recebido nenhum título acadêmico dessa universidade, aí aprofundou seus estudos em psicologia, filosofia e literatura, o que foi de grande valia em sua vida profissional posterior.” (OLIVEIRA, 1993, p. 19). No fim de 1917, Vygotsky encerrou seus estudos nas duas universidades. Durante esse período, trabalhou em diferentes áreas, “lecionando Literatura Russa em escolas, Psicologia Geral, Infantil e Pedagógica nos cursos técnicos de pedagogia e, também, se dedicando às atividades culturais”. (LONGAREZI; PUENTES, 2017, p. 54).

Vygotsky também se dedicou à publicação de material pedagógico. Isso se deve basicamente a sua atuação como professor, seu único trabalho remunerado na época. Como afirmam Bortolanza e Ringel (2017, p. 12) “todo o período de dificuldades de Vygotsky [...] influenciaria sua atuação como pesquisador em Moscou, e, conseqüentemente, moldaria a teoria histórico-cultural.”

Vygotsky teve uma produção intelectual bastante ampla, com mais de 200 trabalhos em diversas áreas do conhecimento, como psicologia, antropologia, linguística, história, filosofia e sociologia. (REGO, 2013).

Vygotsky não conseguiu concluir todos os seus trabalhos, deixou vários em aberto, os quais seriam concluídos por seus colaboradores Alexander Romanovich Luria (1902-1977) e Alexei Nikolaievich Leontiev (1904-1979). Entre as décadas de 20 e 30, os trabalhos de Vygotsky na psicologia se intensificaram e trouxeram relevantes reflexões sobre a educação e seu papel no desenvolvimento humano (REGO, 2013). Por volta de 1928, Vygotsky começou a desenvolver os esboços de sua teoria histórico-cultural (VEER; VALSINER,

2009).

A premissa básica de sua teoria é que os seres humanos são históricos e sociais. Assim, cada indivíduo se desenvolve à medida que se relaciona com outros indivíduos imersos em uma cultura humana.

Segundo Vygotsky, o objetivo de sua teoria é:

Caracterizar os aspectos tipicamente humanos do comportamento e elaborar hipóteses de como essas características se formam ao longo da história humana e de como se desenvolvem durante a vida de um indivíduo. (VYGOTSKY, 2017, p. 3).

Para atingir seu objetivo, Vygotsky precisava responder a três questões fundamentais, que, segundo ele, estavam sendo tratadas de forma inadequada pelos estudiosos interessados na psicologia humana e animal (VYGOTSKY, 2017).

Qual a relação entre os seres humanos e o seu ambiente físico e social? Quais as formas novas de atividade que fizeram com que o trabalho fosse o meio fundamental de relacionamento entre homem e natureza e as consequências psicológicas dessa forma de atividade? Qual a natureza das relações entre o uso de instrumento e o desenvolvimento da linguagem? (VYGOTSKY, 2017, p. 3)

As bases teóricas da teoria histórico-cultural de Vygotsky se acorram principalmente nas ideias de Marx.

Além disso, se queremos compreender a obra de Vygotsky, precisamos lembrar que seu pensamento político e suas ações literárias têm origem na ideologia marxista, ou seja, precisamos compreender que assim como para Marx, para Vygotsky as mudanças produzidas na sociedade e na vida material interferiam diretamente na natureza humana, pois considerava o homem um ser histórico, construído a partir de suas relações com o mundo natural e social, e neste sentido, o sujeito social se constrói com base no movimento de internalização da cultura, numa perspectiva histórica, ampliando a compreensão dos mecanismos pelos quais a cultura se apropria dos sujeitos e como os sujeitos se apropriam dela. (BESSA, 2008, p. 59).

Para ele, o desenvolvimento cognitivo se dá pelo processo de internalização da interação social com materiais fornecidos pela cultura.

A teoria histórico-cultural de Vygotsky, de acordo com Bortolanza e Ringel (2017), foi uma dentre tantas teorias que se propuseram a estudar, entender e explicar a complexidade do desenvolvimento humano. Ao fazê-lo, partiu do princípio de que o homem é um ser racional, que busca a todo momento compreender os elementos que constituem sua realidade objetiva, atribuindo-lhes sentidos e significados construídos a partir da vida em sociedade.

Para que possamos relacionar a teoria de Vygotsky com o ensino, apresentaremos a seguir alguns conceitos fundamentais: a relação indivíduo/sociedade e a zona de desenvolvimento proximal (ZDP).

3.3 Interação

Lev S. Vygotsky destacou o papel determinante que as relações sociais desempenham no processo de desenvolvimento das funções psicológicas superiores dos seres humanos. Esse processo mental tem origem nas funções psicológicas elementares, como reações automáticas e associações simples, presentes nas crianças pequenas e nos animais e de origem biológica. Segundo ele, as funções psicológicas superiores são tipicamente próprias apenas dos seres humanos, “tais como a capacidade de planejamento, memória voluntária, imaginação etc.” (REGO, 2013, p. 39). Essas habilidades são desenvolvidas por intermédio da cultura humana.

Para ele, a vivência em sociedade tem um papel fundamental na transformação do ser biológico em ser humano. Esses processos se originam nas relações entre indivíduos humanos e se desenvolvem ao longo do processo de internalização de formas culturais de comportamento. Silva et al. (2008) afirmam que para Vygotsky, o desenvolvimento cognitivo se dá pelo processo de internalização da interação social com materiais fornecidos pela cultura.

Um caso que ilustra a importância da interação é o de duas meninas que ficou conhecido como “as meninas lobas”. Elas foram encontradas na Índia vivendo no meio de uma alcateia (REGO, 2013). De acordo com Davis e Oliveira (1994), ao serem encontradas elas não tinham nada de humano, o comportamento delas era exatamente semelhante àqueles dos seus irmãos lobos.

Eram incapazes de permanecer em pé. Só se alimentavam de carne crua ou podre, comiam e bebiam como os animais, lançando a cabeça para frente e lambendo os líquidos. Na instituição onde foram recolhidas, passavam o dia acabrunhando e prostradas numa sombra; eram ativas e ruidosas durante a noite, procurando fugir e uivando como lobos. (DAVIS; OLIVEIRA, 1994, p. 16)

Isso demonstra e permite entender que as características humanas dependem do convívio social.

Ao mesmo tempo em que o ser humano transforma o seu meio para atender suas necessidades básicas, transforma a si mesmo. Uma de suas questões centrais é a aquisição de conhecimentos pela interação do sujeito com o meio. Segundo Rozeno e Siqueira (2011, p. 5), “para que o homem construa sua consciência e alcance seu desenvolvimento é preciso

estabelecer vínculos sociais e produtivos que acontecem pela capacidade natural de se relacionar com os indivíduos.” [Martins \(1997\)](#) destaca a importância dessas interações:

Vygotsky aponta que construir conhecimento implica numa ação partilhada, que implica num processo de mediação entre sujeitos. Nessa perspectiva, a interação social é condição indispensável para a aprendizagem. A heterogeneidade do grupo enriquece o diálogo, a cooperação e a informação, ampliando consequentemente as capacidades individuais. As relações sociais se convergem em funções mentais ([MARTINS, 1997](#), p. 6).

Por ter essa abordagem voltada para a relação indivíduo/sociedade, a obra de Vygotsky também é chamada de teoria sociointeracionista, pois para o teórico o sujeito é interativo, isto é, adquire conhecimentos a partir de relações intra e interpessoais e de troca com o meio, em um processo denominado mediação.

Entender o conceito de mediação é de extrema importância, pois é através desse processo que as funções psicológicas superiores se desenvolvem. De acordo com [Bortolanza e Ringel \(2017\)](#) os processos de interação e de mediação assumem, nesta perspectiva, um papel primordial no desenvolvimento dos indivíduos e na organização da vida em sociedade.

Vygotsky define dois responsáveis por essa mediação: o instrumento e o signo. Esses dois fazem a mediação dos homens entre si e com o mundo. Essa relação do homem com o mundo não é direta, ela acontece por meio de instrumentos, ou seja, ferramentas. Tais instrumentos são provocadores de mudanças externas, pois ampliam a possibilidade de intervenção na natureza ([REGO, 2013](#)).

Segundo [Gomes \(2013, p. 10\)](#) “a capacidade de criar essas ‘ferramentas’ é exclusiva da espécie humana.” Vygotsky deu especial atenção ao estudo de signos como mediadores, entendidos como algo que representam ideias, situações ou objetos. O signo tem função de auxiliar a memória humana, utilizado para lembrar, registrar ou acumular informações ([LEITE; LEITE; PRANDI, 2009](#)). Nessa perspectiva de signos, Vygotsky destaca a importância da linguagem, que é entendida como um sistema simbólico fundamental em todos os grupos humanos.

[Leite, Leite e Prandi \(2009\)](#) destacam essa importância:

Na visão sócio-histórica, a conquista da linguagem representa um marco no desenvolvimento do homem: a capacitação, especificamente humana para a linguagem, habilita as crianças a providenciarem instrumentos auxiliares na solução de tarefas difíceis, a superarem a ação impulsiva, a planejarem a solução para um problema antes de sua execução, e a controlarem seu próprio comportamento. ([LEITE; LEITE; PRANDI, 2009](#), p. 4)

Assim, a função inicial da linguagem é a comunicativa (CEREZUELA; MORI, 2015), esta desempenha um papel fundamental na interação.

Em uma abordagem colaborativa, a interação tem um papel muito importante, pois a interação em grupos realça a aprendizagem mais do que em um esforço individual. Uma troca de ideias com outras pessoas melhora o pensamento e aprofunda o entendimento (GERDY, 1998 apud WIERSEMA, 2002).

3.4 Zona de Desenvolvimento Proximal

No processo de aprendizagem e desenvolvimento, Vygotsky identifica dois níveis de desenvolvimento: o primeiro nível pode ser chamado de desenvolvimento real, isto é, o nível de desenvolvimento das funções mentais dos alunos que se estabeleceram como resultado de certos ciclos de desenvolvimento já completados. Em outras palavras, consiste em aptidões e conhecimentos que o aluno construiu até então, tarefas e problemas que os alunos podem resolver sozinhos, sem a ajuda de companheiros mais capazes.

Já no nível de desenvolvimento potencial, encontram-se as aptidões e os conhecimentos que ainda não amadureceram de forma completa e que precisam do auxílio e orientação de um adulto ou de um companheiro mais experiente para que possam ser utilizados.

De acordo com Vygotsky (2017, p. 98) “aquilo que uma criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã”. Dentro dessa visão, surge o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal de Vygotsky, que em suas próprias palavras é:

Zona de Desenvolvimento Proximal, é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes. (VYGOTSKY, 2017, p. 97).

De acordo com Zanella (1994), o nível de desenvolvimento potencial é muito mais indicativo do desenvolvimento da criança que o nível de desenvolvimento real, pois esse último se refere a ciclos de desenvolvimento já completos, é fato passado. Enquanto o nível de desenvolvimento potencial indica o desenvolvimento prospectivamente, refere-se ao futuro da criança.

Para Vygotsky, a ZDP é considerada o ponto central da aprendizagem, no qual se encontram as funções em processo de maturação. Segundo Vygotsky (2017, p. 98) “a zona de desenvolvimento proximal define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processos de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário.” Vygotsky desenvolveu o conceito de zona de desenvolvimento

proximal para discutir e explicar a relação existente entre desenvolvimento e aprendizagem. É justamente nesta zona de desenvolvimento proximal que a aprendizagem vai ocorrer (RABELLO; PASSOS, 2010). No que tange aos processos de aprendizado, Vygotsky afirma:

Propomos que um aspecto essencial do aprendizado é o fato de ele criar a zona de desenvolvimento proximal; ou seja, o aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas em seu ambiente e quando em cooperação com seus companheiros. (VYGOTSKY, 2017, p. 103)

Com base nessas teorias, pode-se considerar que a utilização de recursos como trabalhos em grupo, uso de tecnologias comunicativas como bate-papos, fóruns de discussão e outras formas de comunicação grupais podem levar ao debate de diferentes ideias e ao desencadeamento de novos conflitos cognitivos.

A influência de outros indivíduos atuando como promotores do crescimento cognitivo de si mesmos e de outrem constituem a espinha dorsal da aprendizagem colaborativa.

3.5 Aprendizagem Colaborativa

Entre as várias metodologias, a Aprendizagem Colaborativa tem se destacado pelo potencial de promover uma aprendizagem mais ativa por meio do estímulo ao pensamento crítico, ao desenvolvimento de capacidades de interação, à negociação de informações, à resolução de problemas e ao desenvolvimento da capacidade de autorregulação do processo de ensino-aprendizagem (TORRES; IRALA, 2014).

A aprendizagem colaborativa está entre as práticas que estimulam a autonomia e a construção da aprendizagem e promovem a interação entre os estudantes. É também considerada uma estratégia efetiva de ensino e eficaz para a aprendizagem (BARKLEY; CROSS; MAJOR, 2014).

A aprendizagem Colaborativa não é nova, segundo Klein e Vosgerau (2018), as discussões em torno dessa prática iniciaram-se na América do Norte, entre os anos 1980 e 1990, a partir dos estudos sobre aprendizagem cooperativa realizados por Johnson, Johnson e Holubec (1988) e Jonhson e Jonhson (1994) no contexto da educação básica. Torres, Alcantara e Irala (2004) afirmam que somente na década de 1990 a Aprendizagem Colaborativa ganha popularidade entre educadores do ensino superior.

Davidson e Major (2014, p. 15) afirmam que os “teóricos como Vygotsky (1962, 1978), Dewey (1938) e Piaget (1951) influenciaram a aprendizagem colaborativa e cooperativa.”

Torres e Irala (2014) afirmam que muitas das propostas atuais de aprendizagem colaborativa e cooperativa surgem do interesse de estruturar a sala de aula e os processos

de ensino para superar preconceitos raciais e étnicos, principalmente nos Estados Unidos e Israel.

Não existe uma definição exata para Aprendizagem colaborativa, entretanto ela pode ser entendida como “uma situação em que duas ou mais pessoas aprendem ou tentam aprender algo juntas” (DILLENBOURG, 1999, p. 3). O autor ressalta alguns elementos dessa definição, tais como: “dois ou mais”, que pode ser interpretado como um par, um pequeno grupo, uma turma, uma comunidade ou mesmo uma sociedade. Outra expressão é “aprender algo” que pode ser entendido como seguir um curso, estudar material do curso, realizar atividades de aprendizagem como resolução de problemas, aprender com a prática de trabalho ao longo da vida etc. Por fim, “aprender juntos” pode ter várias configurações de interação, como face a face, via internet, de forma síncrona ou não.

Um conceito mais específico dado por Dillenbourg (1999) descreve aprendizagem colaborativa como uma situação na qual se espera que ocorra formas particulares de interação entre as pessoas, mas não há garantia de que essas interações de fato ocorrerão.

Segundo Schmitz e Foelsing (2018), aprendizagem colaborativa refere-se a processos de interação social em que os alunos trabalham ativamente em conjunto com objetivos de aprendizagem compartilhada e participam de um processo de ensino-aprendizagem.

Para Carneiro, Garcia e Barbosa (2020, p. 4), “o principal objetivo da aprendizagem colaborativa é a participação ativa dos membros. Isso é possível, porque a interdisciplinaridade dos alunos pode fomentar novas descobertas a partir dos feedbacks e apoios.”

Nesse contexto, essa metodologia vê o aluno como um sujeito ativo e participante do processo de aprendizagem. Na aprendizagem colaborativa, os alunos devem reconsiderar seus conceitos por meio da discussão uns com os outros (ALCÂNTARA; SIQUEIRA; VALASKI, 2004). De acordo com Smith e MacGregor (1992), na maioria das situações de aprendizagem colaborativa, os alunos estão trabalhando em grupos de dois ou mais, buscando mutuamente soluções, significados ou criando um produto. Mas vale ressaltar o papel individual de cada aluno, para Dillenbourg (1999, p. 6) “os pares não aprendem porque são dois, mas porque realizam algumas atividades que desencadeiam mecanismos específicos de aprendizagem.” Isso inclui o atividades/mecanismos realizados individualmente, uma vez que a cognição individual não é suprimida pela interação entre pares.

Muito tem se pesquisado sobre o uso de tecnologias computacionais como meio de favorecer o processo de aprendizagem colaborativa. Entretanto, deve-se utilizar tais tecnologias como um instrumento metodológico facilitador da construção do conhecimento do aluno, não como um instrumento que apenas serve para passar mais rápido as informações necessárias (SOUSA, 2019).

Com a Aprendizagem Colaborativa, os estudantes conseguem desenvolver a in-

telectualidade e, principalmente, tornam-se mais sociáveis, atingindo e superando metas pessoais, resultado da interação em grupo (BARKLEY; CROSS; MAJOR, 2014). Além disso, obtêm resultados positivos e muito mais expressivos quando se envolvem efetivamente no processo colaborativo.

A aprendizagem colaborativa muitas vezes é confundida com aprendizagem cooperativa. Às vezes, uma é usada com sinônimo da outra, porém diversos autores já fizeram a distinção entre aprendizagem cooperativa e colaborativa (BRUFFEE, 1995; ROCKWOOD, 1995; PANITZ, 1996; BRODY; DAVIDSON, 1998). Panitz (1996) faz a seguinte distinção entre elas:

Colaboração é uma filosofia de interação e estilo de vida pessoal em que os indivíduos são responsáveis por suas ações, incluindo aprender e respeitar as habilidades e contribuições de seus pares;

Cooperação é uma estrutura de interação projetada para facilitar a realização de um produto ou objetivo final específico por meio de pessoas trabalhando juntas em grupos. (PANITZ, 1996, p. 1)

A diferenciação entre as duas pode ser melhor entendida pela maneira como os grupos desenvolvem suas atividades. A aprendizagem cooperativa é mais estruturada, nela há um conjunto de técnicas e processos que grupos de indivíduos aplicam para a concretização de um objetivo final ou a realização de uma tarefa específica (TORRES; IRALA, 2014).

Cada componente do grupo tem seu papel definido, o professor tem um maior controle sobre as atividades.

Já na aprendizagem colaborativa, os alunos possuem um papel mais ativo, não existe uma hierarquização entre os membros do grupo. Portanto, todos os alunos envolvidos em um empreendimento colaborativo são automaticamente responsáveis por seu progresso e pelo progresso do seu grupo, num relacionamento solidário e sem hierarquias (TORRES; IRALA, 2014).

Nesse contexto, “não basta apenas colocar, de forma desordenada, os alunos em grupo, deve sim criar situações de aprendizagem em que possam ocorrer trocas significativas entre os alunos e entre estes e o professor” (TORRES; IRALA, 2014, p. 5). Além disso, o professor deve estar preparado para formar e gerir os grupos, bem como facilitar o processo de colaboração.

Por fim, de acordo com os supracitados, a adoção dessa prática contribui positivamente para a promoção da aprendizagem dos estudantes e, notoriamente, possibilita a construção do conhecimento de forma compartilhada.

4 Metodologia

Nesta seção será apresentada a metodologia da pesquisa, os indivíduos participantes e o contexto em que a pesquisa será desenvolvida – a universidade, o curso e a disciplina. Também serão apresentados os instrumentos de coleta de dados, assim como os procedimentos de análise de dados.

4.1 Abordagem da Pesquisa

Nossa pesquisa tem uma abordagem qualitativa e quantitativa. A metodologia qualitativa preocupa-se em analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano. Além disso, busca fornecer análise mais detalhada sobre as investigações, hábitos, atitudes, tendências de comportamento etc (LAKATOS; MARCONI, 2011). A quantitativa visa a coletar fatos: números. Dados quantitativos são estruturados e estatísticos. Eles formam a base para tirar conclusões gerais da sua pesquisa.

O método usado foi o estudo de caso. De acordo com Yin (2015), o estudo de caso é uma forma de se fazer pesquisa empírica, isto é, investigar fenômenos contemporâneos dentro de seu contexto de vida real, em situações em que as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não estão claramente estabelecidas e em casos nos quais são utilizadas múltiplas fontes de evidência. O objetivo desse método é aprofundar a descrição de determinado fenômeno.

4.2 Contexto e Participantes

A pesquisa foi realizada na Universidade Federal do Amazonas, no curso de Engenharia da Computação, no primeiro período de 2020, na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I. Da mesma forma, foi feita no curso de Engenharia de Software, no segundo período de 2020, também na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I.

Os encontros das aulas no curso de Engenharia da Computação aconteceram segunda-feira e quarta-feira, no horário das 08h00 às 09h50. Participaram da pesquisa 30 alunos. No curso de Engenharia de Software, as aulas ocorreram segunda-feira e quarta-feira, de 20h00 às 21h50. Participaram da pesquisa 22 alunos.

Por causa da pandemia, foi aprovado o Regulamento do Ensino Remoto Emergencial (ERE)¹ e o Calendário Acadêmico Especial 2020, no âmbito do ensino de graduação da

¹ <https://proeg.ufam.edu.br/ultimas-noticias/413-consepe-aprova-ensino-remoto-emergencial-ere.html>

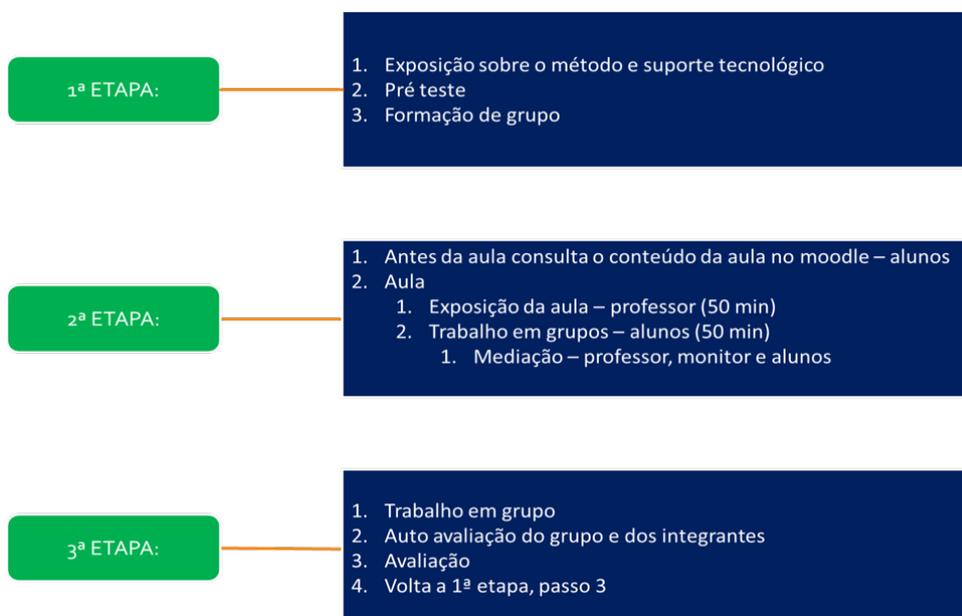
UFAM, em caráter excepcional. Tal regulamento trouxe a possibilidade de desenvolvimento de componentes curriculares (disciplinas) obrigatórios ou optativos, mesmo durante a suspensão, por prazo indeterminado, do Calendário Acadêmico de 2020/1 e 2020/2, das atividades administrativas presenciais e das atividades acadêmicas da graduação, presenciais ou não presenciais. O semestre letivo especial no ERE teve a duração de 75 dias letivos.

O ERE foi desenvolvido com recursos educacionais mediados por Tecnologias de Informação e Comunicação e com a possibilidade de ocorrer de duas formas, por meio de atividades síncronas ou assíncronas. A adesão ao ERE foi voluntária e facultativa, tanto para o docente quanto para o discente. De acordo com o artigo 24, somente constará no Histórico Escolar do discente o(s) componente(s) curricular(es) em que o mesmo for aprovado.

4.3 Etapas da Abordagem

Nossa abordagem é dividida em três etapas: exposição do método, exposição do conteúdo em sala de aula e atividades avaliativas, como mostra a [Figura 2](#).

Figura 2 – Etapas da Abordagem Colaborativa



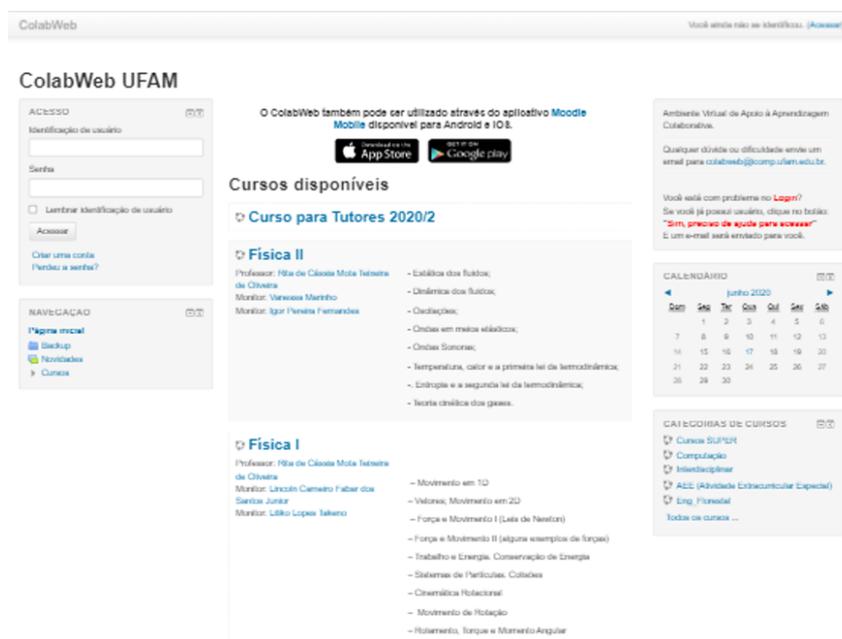
Fonte: O autor (2021)

4.4 Exposição do Método

Nesta primeira etapa, foi feita uma apresentação da abordagem colaborativa, como seriam trabalhados os conteúdos da disciplina de Cálculo e como seriam formados

os grupos. Também foi mostrado o ambiente virtual Colabweb. Através dele, os alunos tiveram acesso aos materiais das aulas, puderam interagir com outros alunos e com o monitor da disciplina, que estava disponível para tirar dúvidas por meio do fórum.

Figura 3 – Colabweb



Fonte: O autor (2021)

Após os alunos estarem familiarizados com o Colabweb, foi pedido para que eles realizassem um teste diagnóstico e respondessem a um questionário para que fossem formados os grupos.

Existem várias maneiras de se organizar grupos, o professor pode, por exemplo, deixar que os alunos selecionem os membros, geralmente essa maneira de formar grupos faz com que os alunos escolham aqueles com quem tem certa afinidade.

O professor pode também organizar os grupos selecionando alunos aleatoriamente, essa é outra maneira de se criar grupos. Entretanto, a formação de grupos desempenha um papel importante no que diz respeito a aumentar o sucesso no cumprimento de uma tarefa, na colaboração e na aprendizagem. Para maximizar a colaboração e a interação entre os membros, os grupos foram criados de maneira que os membros fossem os mais heterogêneos entre si e, ao mesmo tempo, que os grupos fossem os mais homogêneos possíveis.

4.5 Aplicação do Método

Antes de cada aula, os alunos deveriam acessar o Colabweb, onde estavam disponíveis os materiais da aula, a apostila do conteúdo, a videoaula e a lista de exercícios,

como mostrado na [Figura 4](#). A leitura da apostila, realizada antes das aulas, introduz o material.

Figura 4 – Conteúdo Colabweb



Fonte: O autor (2021)

As aulas foram ser divididas em duas partes. Na primeira, o professor expôs o conteúdo de sua aula. Como os alunos já tiveram conhecimento prévio do conteúdo, as aulas puderam ter seu tempo maximizado e o professor teve mais tempo para tirar dúvidas.

Na segunda parte, os alunos trabalharam em grupos. O professor passou questões problemas sobre o conteúdo da aula, os alunos deveriam respondê-las em grupo. Nessas atividades, os alunos tiveram a mediação do professor, do monitor e dos próprios membros do grupo.

4.6 Atividades Avaliativas

A última etapa foi de avaliação, os alunos fizeram um trabalho em grupo: uma lista de exercícios. Em seguida, realizaram a avaliação da disciplina que foi elaborada pelo professor.

Por meio do Colabweb, os alunos deveriam responder a um questionário, que tinha como propósito avaliar o nível de colaboração entre os membros dos grupos. Nele, os alunos responderam o quanto foram ajudados por cada membro em uma escala de 0 a 5 – 1, ajudou nada; 2, ajudou pouco; 3, ajudou razoavelmente; 4, ajudou bastante; 5, ajudou muito. Após terminado o período de avaliações, novos grupos foram formados.

4.7 Procedimentos de coletas e análise de dados

Para coleta de dados foram usados questionários, observação e vídeos gravados (LAKATOS; MARCONI, 2011, p. 281). Tais ferramentas possibilitam compreender as perspectivas e experiências dos discentes. Os alunos selecionados para participar da pesquisa deveriam passar por três critérios:

- Participação efetiva em todas as etapas da pesquisa;
- Resposta a todos os instrumentos aplicados;
- Realização de, pelo menos, uma prova.

Todas as ferramentas foram aplicadas por meio de plataformas on-line, pois elas permitem maior liberdade para o desenvolvimento de cada situação na direção que o pesquisador considere adequada. É uma forma de explorar mais amplamente uma questão (LAKATOS; MARCONI, 2011, p. 215).

Para compreendermos a influência da aprendizagem colaborativa, usamos questionários elaborados on-line. Vejamos algumas de suas vantagens segundo Laville e Dionne (1999):

A uniformização assegura, de outro lado, que cada pessoa veja as questões formuladas da mesma maneira, na mesma ordem e acompanhadas da mesma opção de respostas, o que facilita a compilação e a comparação das respostas escolhidas e permite recorrer ao aparelho estatístico quando chega o momento da análise. Laville e Dionne (1999, p. 184)

Na análise dos dados foi utilizada a metodologia da análise de conteúdo de Bardin (2011). Essa metodologia é usada para descrever e interpretar o conteúdo de todo tipo de textos e documentos. Ela faz uso de descrições sistemáticas, qualitativas e quantitativas, procurando reinterpretar mensagens e alcançar a compreensão dos significados subjacentes.

A análise de conteúdo é dividida em três etapas:

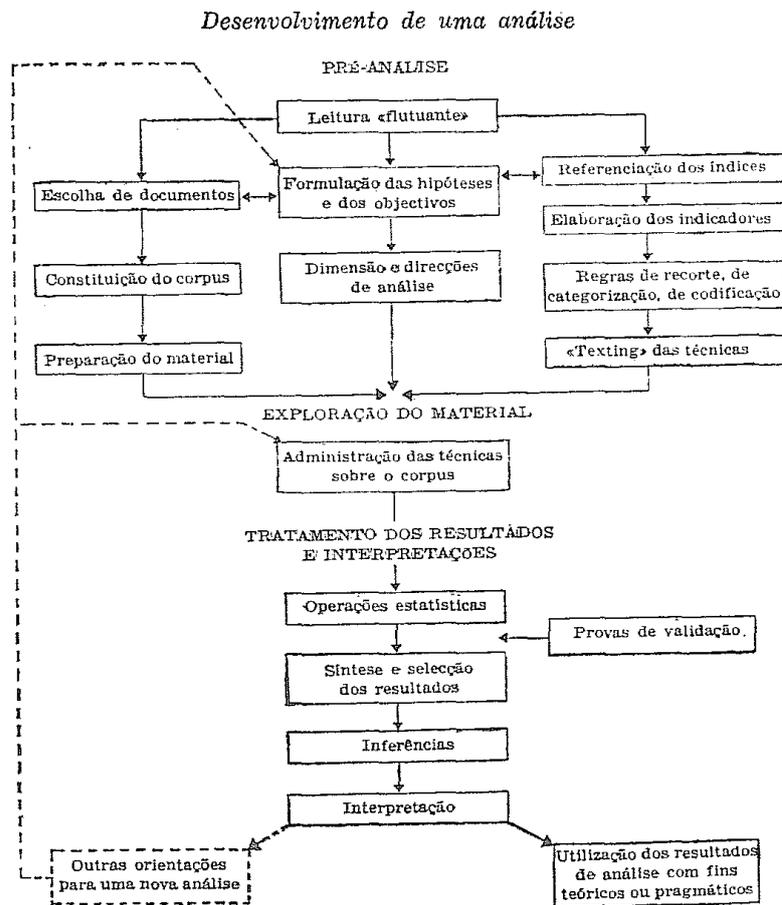
1. Pré-análise;
2. Exploração do material;
3. Tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

De acordo com Bardin (2011), a primeira etapa corresponde a um período de intuições, mas tem por objetivo tornar operacionais e sistematizadas as ideias iniciais, de maneira a conduzir a um esquema preciso do desenvolvimento operações sucessivas num plano de análise. A segunda é uma fase mais longa e fastidiosa, consiste essencialmente em operações de codificação, desconto ou enumeração, em função de regras previamente formuladas. Na última etapa, os resultados brutos serão tratados de maneira a serem significativos.

O analista, tendo à sua disposição resultados significativos e fiéis, pode então propor inferências e adiantar interpretações a propósito dos objetivos previstos, ou que digam respeito a outras descobertas inesperadas.

Por outro lado, os resultados obtidos, a confrontação sistemática com o material e o tipo de inferências alcançadas, podem servir de base a uma outra análise disposta em torno de novas dimensões teóricas, ou praticada graças a técnicas diferentes. (BARDIN, 2011, p. 101)

Figura 5 – Desenvolvimento de uma análise



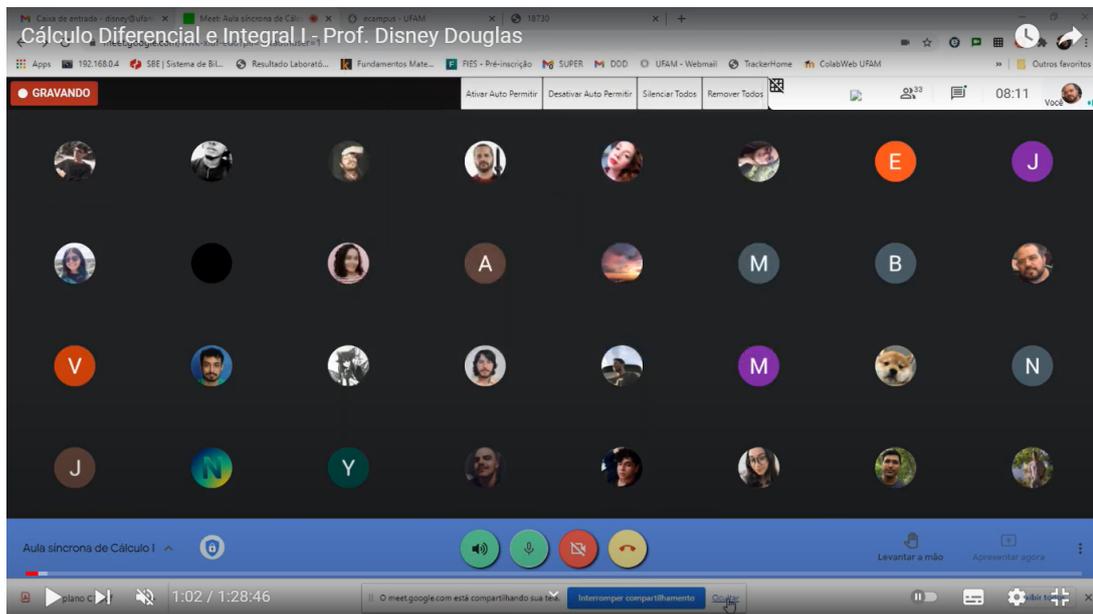
Fonte: (BARDIN, 2011)

5 Desenvolvimento da Proposta

5.1 1ª Etapa

Por motivo da Covid-19, esta pesquisa não foi aplicada no ensino presencial, as aulas foram ministradas online por meio do programa *Google Meet*.

Figura 6 – Aulas de Cálculo



Fonte: O autor (2020)

Todas as aulas foram gravadas e disponibilizadas para os alunos, pois caso eles perdessem alguma aula, poderiam assistir posteriormente.

Figura 7 – Aulas gravadas

Aulas Gravadas

Aulas da Unidade I

Aula01- Ideia intuitiva de Limites
 Aula02 - Definição Precisa de Limite
 Aula03 - Função Contínua
 Aula04 - Derivada de uma função
 Aula05 - Reta tangente e regras de derivação
 Aula06 - Derivada de Funções Trigonométricas

Aulas da Unidade II

Aula07 - Regra da Cadeia
 Aula08 - Derivação Implícita
 Aula09 - Taxas Relacionadas
 Aula10 - Derivada de Funções Inversas
 Aula11 - Máximos e Mínimos
 Aula12 - Testes das derivadas 1ª e 2ª
 Aula13 - Problemas de Otimização

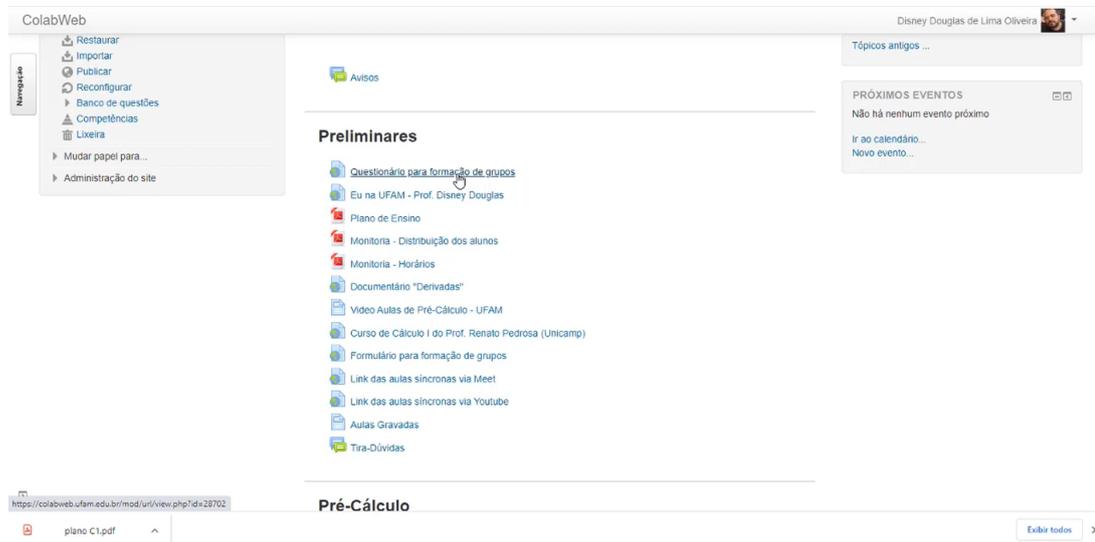
Aulas da Unidade III

Aula14 - Integral
 Aula15 - Teorema Fundamental do Cálculo
 Aula16 - Integral por Substituição
 Aula17- Integral por Partes
 Aula18 - Integral por Substituição Trigonométrica e Frações Parciais
 Aula19 - Área entre Curvas

Fonte: O autor (2021)

Na primeira aula apresentamos a plataforma Moodle - Colabweb, a metodologia do curso e pedimos para que os alunos respondessem o *Questionário para formação de grupos*.

Figura 8 – Apresentação do Colabweb.



Fonte: O autor (2021)

5.2 2ª Etapa

5.2.1 Atividade Síncrona

Após a formação dos grupos, foram realizadas as atividades síncronas, o professor fez a exposição da sua aula, terminado a aula, os alunos tiveram 50 minutos para resolver os problemas dados, cada grupo ficou em uma sala do *Google Meet*.

Figura 9 – Exercício

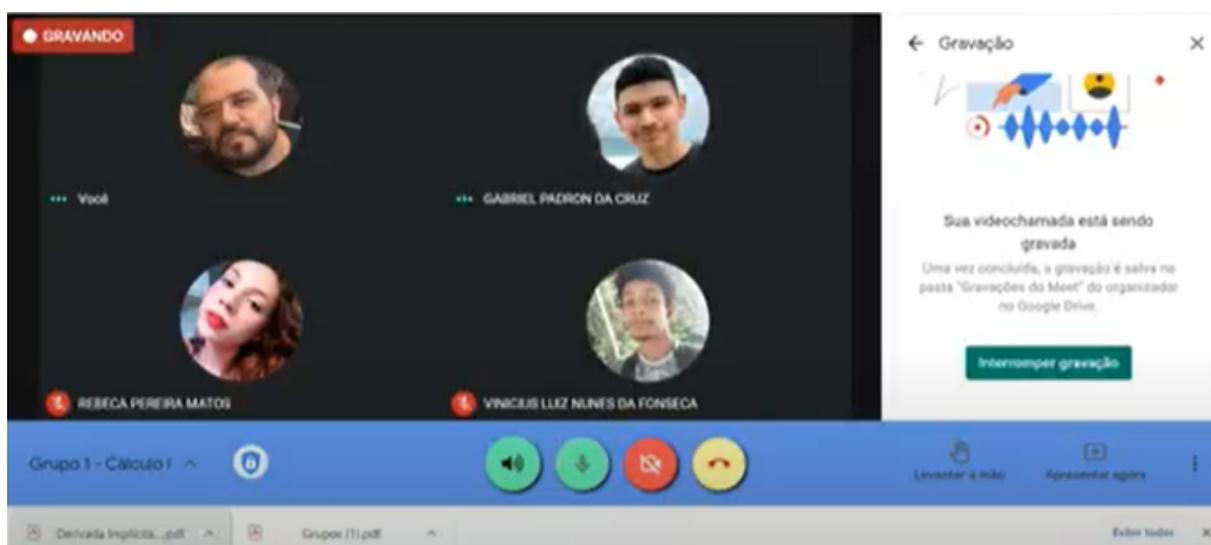
Exercícios

1. Seja $f(x) = 3x^2 - 5x$, encontre $f'(2)$ e use-o para achar uma equação da reta tangente à parábola $y = 3x^2 - 5x$ no ponto $(2, 2)$.
2. Seja $f(x) = 3x^3 + 2x^2 - 5$. Calcule:
 - (a) $f'(x) =$
 - (b) $f'(2) =$
3. Resolva as seguintes derivadas.
 - (a) $f(x) = (x - 2)e^x$
 - (b) $f(x) = \frac{3x}{2x^2 + 8}$

Fonte: O autor (2021)

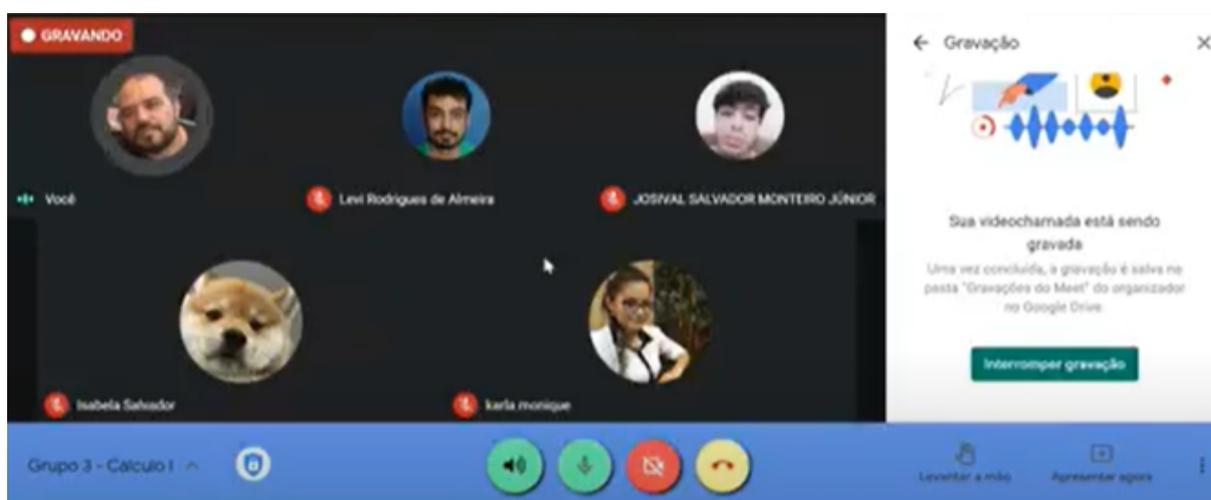
Os alunos poderiam solicitar ajuda do professor ou dos monitores.

Figura 10 – Grupo a



Fonte: O autor (2021)

Figura 11 – Grupo b



Fonte: O autor (2021)

5.3 3ª Etapa

5.3.1 Atividade Assíncrona

Nesta etapa os grupos deveriam se reunir para resolver algumas atividades avaliativas, o horário da reunião deveria ser o que permitisse que todos os membros do grupo participassem.

Os alunos deveriam responder as questões e envia pelo *Colabweb*.

Figura 12 – Exercício avaliativo 01

Exercícios

1. Derive:

(a) x^2

(b) $\frac{1}{3x^3}$

(c) $\sqrt[4]{x^2}$

(d) $f(x) = \frac{1}{\sqrt[3]{x^3}}$

(e) $f(x) = 3x^5$

(f) $f(x) = \frac{x^3}{4}$

(g) $x^2 + \sqrt{x^2}$

(h) $f(x) = 2x^4 - \frac{x^3}{2} + \frac{1}{3x}$

2. Seja $f(x) = 3x^2 + 2x + 3$. Determine a equação da reta tangente ao gráfico de f nos pontos:

(a) $(1, f(1))$

(b) $(3, f(3))$

3. Considere a curva $f(x) = -x^4 - 2x^2 + x$ e o ponto $P = (1, -2)$.

(a) Determine a equação da reta tangente.

(b) Equação da reta normal a esta curva.

Fonte: O autor (2021)

5.4 Respostas

A última parte da 3ª etapa é as correções das atividades, após isso novos grupos são formados. Buscamos sempre formar grupos de maneira que os membros sejam os mais heterogêneos entre si e ao mesmo tempo queremos que os grupos sejam os mais homogêneos possível.

Figura 13 – Respostas

Atividade Derivadas

Grupo 8

AMANDA HERICA DOS SANTOS FREIRE

IARA BARROSO DA GAMA

JONAS FERREIRA BARROS

MARIA FERNANDA DEVEZA LEITAO

1. Derive:

(a) x^2

(b) $\frac{1}{3x^3}$

(c) $\sqrt[4]{x^2}$

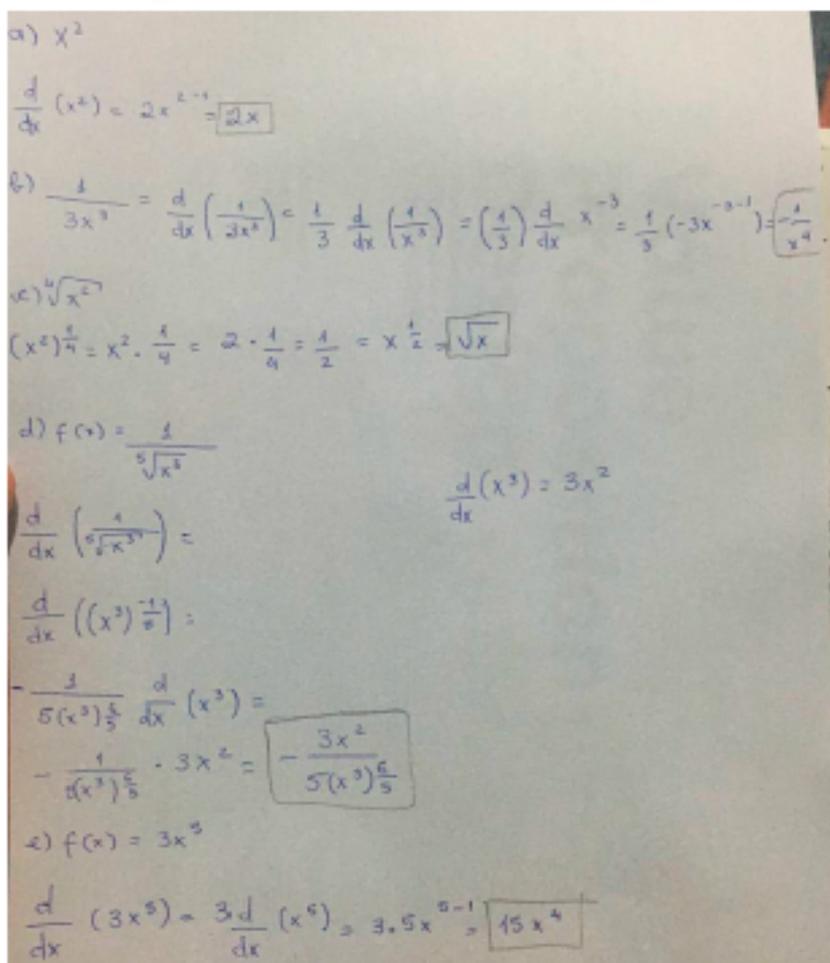
(d) $f(x) = \frac{1}{\sqrt[5]{x^3}}$

(e) $f(x) = 3x^5$

(f) $f(x) = \frac{x^3}{4}$

(g) $x^2 + \sqrt[4]{x^2}$

(h) $f(x) = 2x^4 - \frac{x^3}{2} + \frac{1}{3x}$



Fonte: O autor (2021)

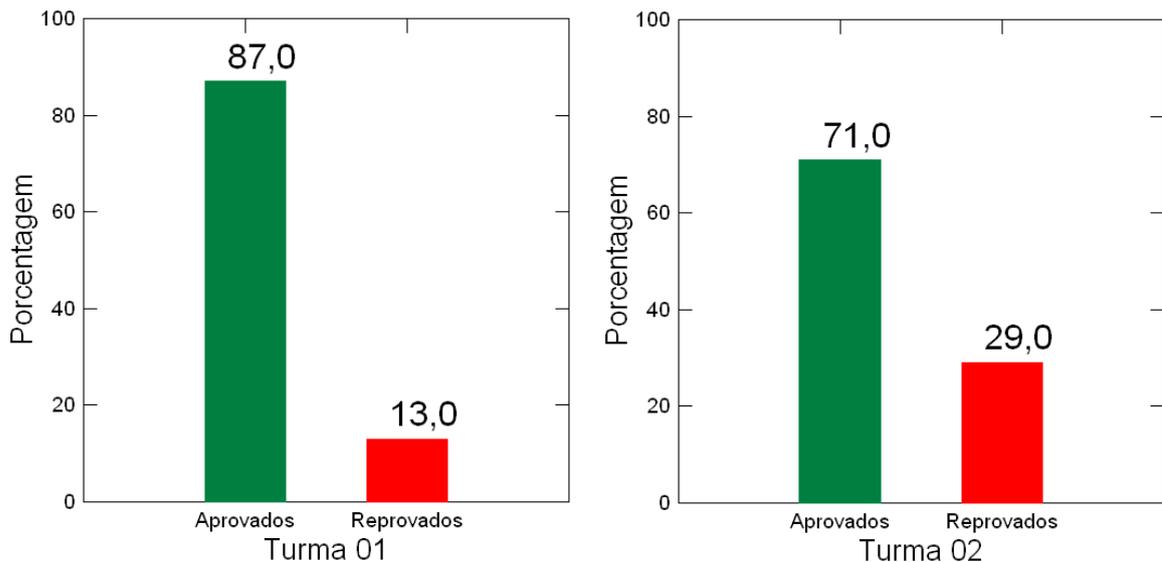
6 Análise e discussão dos resultados

Esta seção será dividida em duas. A primeira é uma análise quantitativa e a segunda uma análise qualitativa. Acreditamos que tais abordagens podem contribuir bastante para entendermos os impactos da metodologia colaborativa.

6.1 Análise Quantitativa

Para essa análise, buscou-se entender alguns aspectos da visão dos alunos em relação à metodologia colaborativa, à interação entre os membros do grupo e, principalmente, em relação à aprendizagem do conteúdo.

Figura 14 – Nota Final



Fonte: O autor (2021)

A figura 14 indica as notas finais dos alunos. Na **Turma 01**, um percentual de 87% dos alunos foram aprovados. Ao analisarmos a distribuição das notas dessa turma, constatamos que 85% ficaram com notas superiores a 7, mais especificamente 34% ficaram com notas entre 7,01 e 8,51 e 50% com notas entre 8,51 e 10,00. Um percentual de 15% obteve notas entre 5,51 e 7,01. Nesta turma 13% dos alunos foram reprovados.

Na **Turma 02**, tivemos um índice de 71% dos alunos aprovados. Desse percentual, 43% dos alunos ficaram com nota superior a 8,00 e 29% com nota entre 6,00 e 8,00. Lembramos que a média histórica de alunos aprovados na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral na UFAM é de 36%. Na primeira turma, o índice de aprovados foi superior a

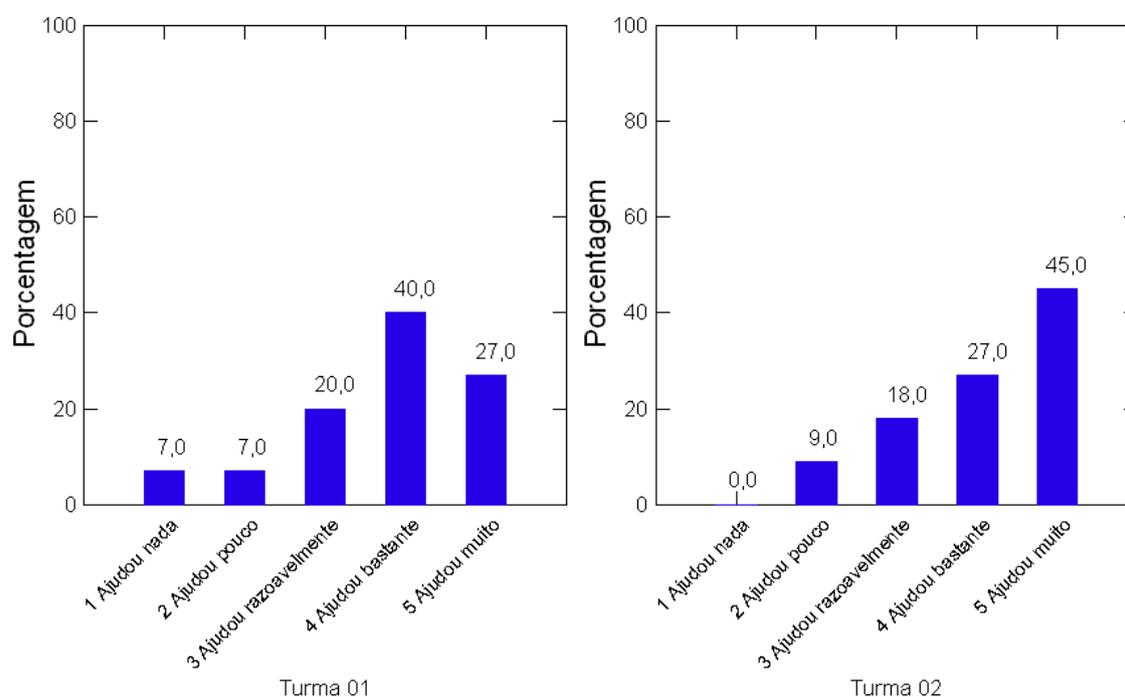
2,4x a essa média histórica. Na segunda, o índice de aprovados foi de aproximadamente 2,0x a média da UFAM.

Ao analisarmos apenas esse dado quantitativo, podemos afirmar que que nossa metodologia teve ganhos significativos quando nos referimos à **Aprovação x Reprovação**.

Nós também buscamos entender outros aspectos referente nossa abordagem.

Em nosso primeiro questionamento, procuramos identificar o quanto as atividades grupais ajudaram os alunos no decorrer do curso, [Figura 15](#).

Figura 15 – O quanto as atividades em grupo o ajudaram?



Fonte: O autor (2021)

Para 67% dos alunos da **Turma 01**, as atividades em grupos ajudaram bastante ou muito. O percentual de 20% dos alunos afirma que as atividades ajudam razoavelmente. Apenas 14% afirma que as atividades não ajudaram ou ajudaram pouco.

Na segunda turma, tivemos índices bem similares. Nela, 72% dos alunos afirmaram que as atividades em grupo ajudaram bastante (27%) ou muito (45%). Para 18% dos participantes, as atividades em grupos ajudaram razoavelmente. Apenas 9% afirmaram que ajudou pouco. Nessa turma não tivemos nenhum aluno afirmando que as atividades em grupos não ajudaram. Podemos concluir que, em média 69% dos alunos afirmam que as atividades em grupos ajudaram bastante ou muito.

Tais índices vão de encontro com a literatura, que aponta para os benefícios da abordagem colaborativa e mostra que nos ambientes em que essa abordagem é usada há baixos índices de repetência e evasão entre seus estudantes ([DAMIANI, 2008](#)).

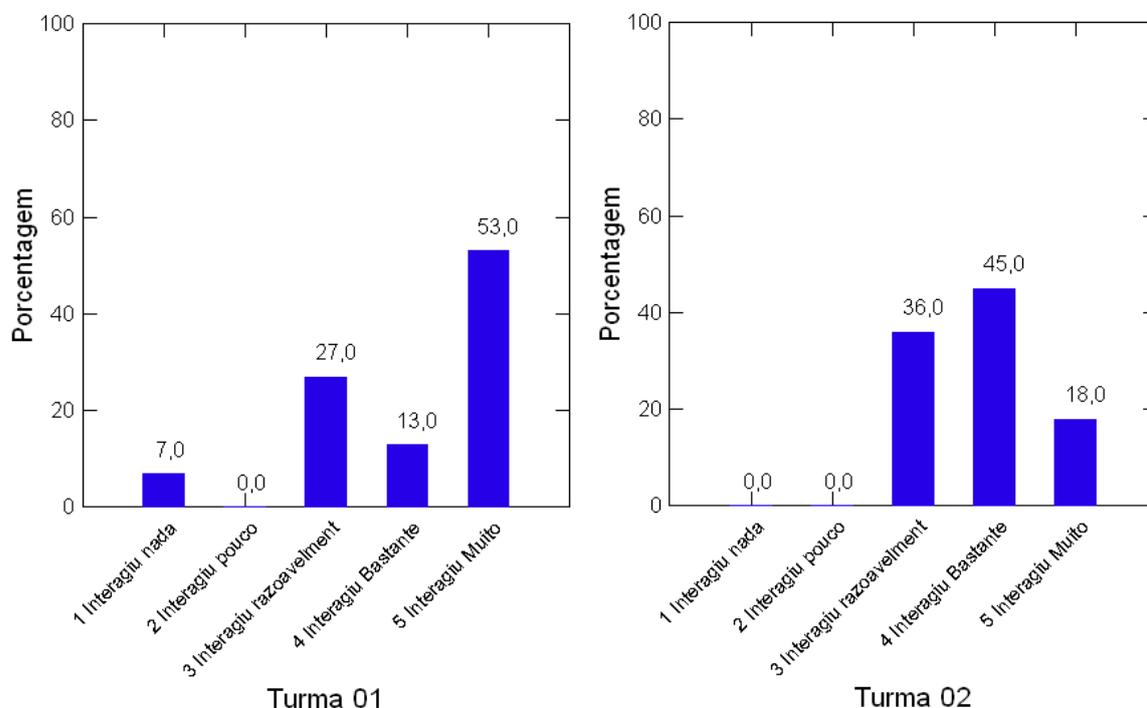
Um outro aspecto que procuramos mensurar foi o nível de interação entre os alunos, pois de acordo com [Martins \(1997\)](#).

As interações sociais na perspectiva sócio-histórica permitem pensar um ser humano em constante construção e transformação que, mediante as interações sociais, conquista e confere novos significados e olhares para a vida em sociedade e os acordos grupais. ([MARTINS, 1997](#), p. 6)

A interação desenvolve um papel muito importante na aprendizagem. Ao analisarmos a [Figura 16](#), é possível afirmar que apenas 27% dos alunos da primeira turma interagem razoavelmente com os membros do grupo. Por outro lado, temos que 66% dos alunos interagem bastante ou muito. Somente 7% dos alunos não interagiram com os colegas de grupo.

Na segunda turma, obtivemos um índice de 63% dos alunos afirmando que interagem bastante ou muito e 36% afirmando que interagem razoavelmente. Nesta turma, não tivemos nenhum aluno afirmando que não interagiu ou interagiu pouco, o que nos leva a concluir que para esta turma todos os alunos tiveram alguma interação com os membros do seu grupo.

Figura 16 – Nível de interação no Grupo



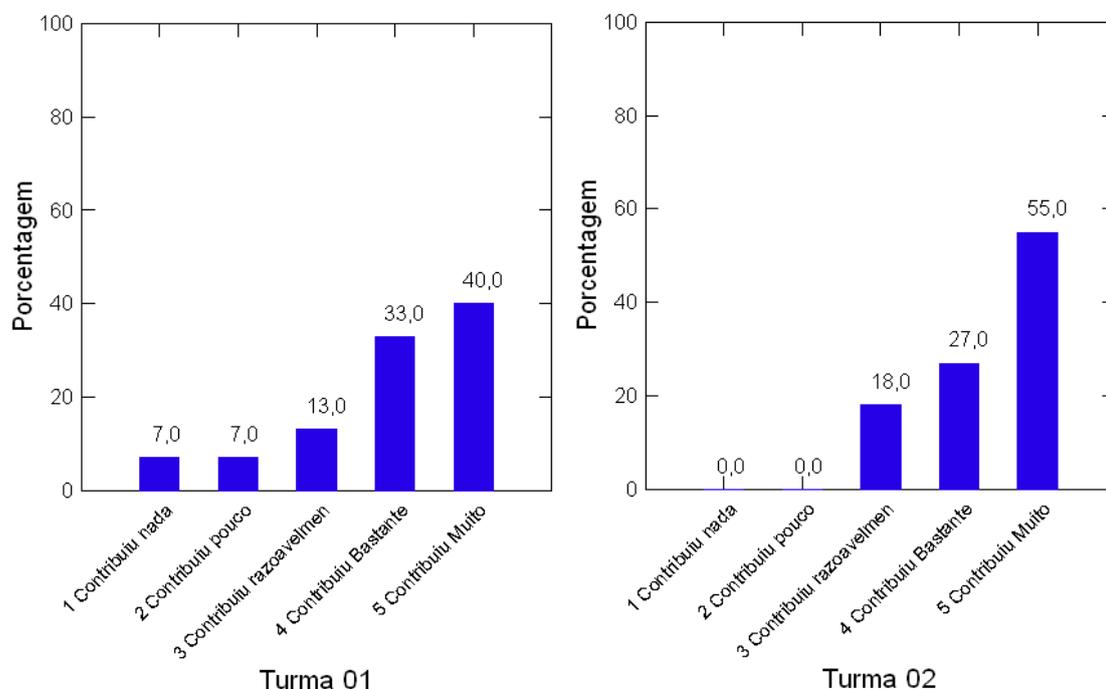
Fonte: O autor (2021)

[Vygotsky \(1994 apud LOPES; SANTOS et al., 2020\)](#) preconizou a interação no processo de aquisição de conhecimento, ele afirma que o sujeito é interativo e se desenvolve a partir das trocas relacionais. Com o percentual de 66% e 63% dos alunos

afirmando que interagiam bastante e muito, podemos concluir que tivemos um bom índice de interação nos grupos, principalmente se levarmos em conta o ensino remoto. De acordo com Marques (2021), o atual contexto de ensino online devido à pandemia do Sars-CoV-2 tem incrementado o letramento digital de professores e estudantes, entretanto ainda temos muito por desenvolver em termos de letramento digital para um adequado aproveitamento da tecnologia na sala de aula virtual.

Além das atividades em grupo, os alunos também tinham listas de exercício. Perguntamos aos alunos se as atividades em grupo estavam ajudando na resolução dessas listas.

Figura 17 – O quanto as atividades em grupo auxiliaram nas resoluções das suas atividades?



Fonte: O autor (2021)

Na turma 01, 73% dos alunos afirmaram que as atividades em grupos contribuíram bastante ou muito para a resolução das listas de exercícios. Um percentual muito pequeno de 7% afirmou que as atividades não contribuíram em nada. Já na segunda turma, tivemos um índice de 82% dos alunos afirmando que as atividades em grupo contribuíram bastante ou muito para a resolução das listas de exercícios. Mais especificamente 27% afirmaram que as atividades grupais contribuíram bastante e 55% afirmaram que contribuíram muito.

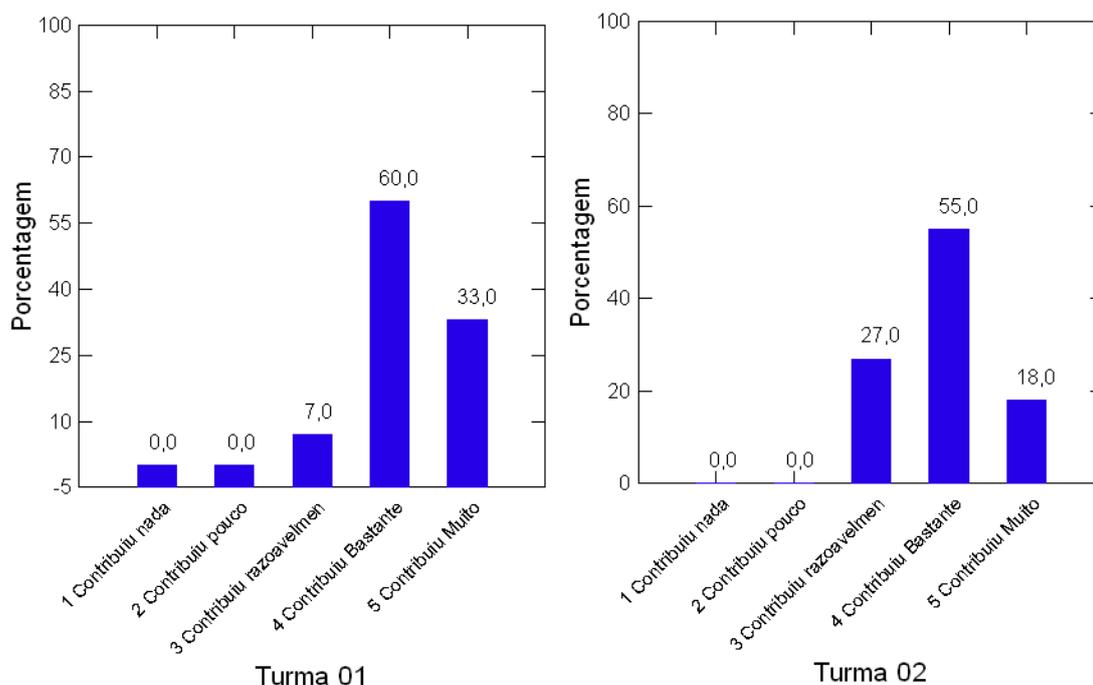
Dessa forma, podemos afirmar que as atividades em grupo contribuíram significativamente para que os alunos conseguissem resolver outros exercícios da disciplina. Barros et al. (2004 apud DAMIANI, 2008) reportam ganhos significativos em termos de compreensão conceitual e entusiasmo com relação à aprendizagem, obtidos por meio de

discussões grupais de alunos de um curso de graduação em Física.

Por fim, questionamos os alunos sobre o entendimento deles a respeito dos conteúdos de cálculo I. Procuramos saber o quanto as atividades em grupo contribuíram para o entendimento deles. Os dados dessa pergunta estão na [Figura 18](#). De acordo com os dados, apenas 7% dos alunos da primeira turma afirmaram que as atividades contribuíram razoavelmente. Não tivemos nenhum aluno afirmando que as atividades em grupo não contribuíram em nada ou que contribuíram pouco.

Na primeira turma, 60% dos alunos afirmaram que as atividades em grupo contribuíram bastante, um percentual muito significativo. Além disso, 33% afirmaram que as atividades contribuíram muito para o entendimento dos conteúdos da disciplina. Ademais, 93% dos alunos ratificam que as atividades contribuíram bastante ou muito.

Figura 18 – Contribuição para o entendimento da disciplina de cálculo durante o curso



Fonte: O autor (2021)

Já na segunda, os dados são bem semelhantes ao da turma 01, pois 27% dos alunos afirmaram que as atividades em grupo contribuíram razoavelmente, sendo o índice que teve a maior discrepância em relação à outra turma. Um percentual de 55% dos alunos afirmaram que as atividades contribuíram bastante e 18% afirmaram que as atividades em grupo contribuíram muito para o entendimento deles na disciplina de Cálculo. Por fim, um total de 73% dos alunos afirmaram que as atividades em grupo foram relevantes para o seu entendimento da disciplina, esse número é estatisticamente significativo.

Em nossa análise quantitativa, os dados nos dão suporte para afirmar que tivemos

bons resultados com as notas dos alunos. Mas não somente nisso e sim também na aprendizagem, na qual, de acordo com os dados, a abordagem colaborativa teve papel fundamental no resultado dos alunos.

6.2 Análise Qualitativa

Para a análise qualitativa, foi usado Análise de Conteúdo de [Bardin \(2011\)](#). De acordo com [Lakatos e Marconi \(2011, p 123\)](#), Após realizarem as atividades em grupo, os alunos responderam a um questionário. Partindo desse questionário, foi possível enumerar cinco categorias, sendo elas: atividades em grupo, interação, dúvidas, assistir às aulas e formação de grupos. A categorização ([BARDIN, 2011](#)) é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o gênero (analogia) e com critérios previamente definidos. As categorias são rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos (unidades de registro, no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico, o agrupamento é efetuado em razão dos caracteres comuns desses elementos.

6.2.1 Atividades em Grupos

Os alunos foram questionados sobre as atividades em grupo, se eles achavam que tais atividades ajudavam no entendimento dos conteúdos das aulas.

Quadro 1 – Atividades em Grupos - Turma 01

Código do Aluno	Atividades em Grupos
Aluno 01	Acredito que ajudam se algum dos membros presentes souber o assunto e for comunicativo [...]
Aluno 02	[...] compartilhamos conhecimento com os outros alunos e buscamos entender juntos os problemas[...]
Aluno 03	[...] os colegas podem dar uma atenção única as nossas dúvidas.
Aluno 04	[...] abre uma discussão para resolver exercícios e um ajuda na dificuldade do outro.
Aluno 06	O que me ajudou bastante foram os trabalhos em grupo.

Fonte: O autor (2021)

Para 87% dos alunos essas atividades ajudam, apenas 13% afirmaram que não ajudam.

Aluno 01 - Acredito que ajudam se algum dos membros presentes souber o assunto e for comunicativo [...]

O aluno 01 cita que para a abordagem em grupo ser efetiva algum dos participantes do grupo deve conhecer um pouco sobre o assunto. Além disso, ressalta que deve haver comunicação entre os membros do grupo. Nessa fala, podemos verificar o conceito de ZDP, na qual [Vygotsky \(1994\)](#) afirma que um indivíduo aprende com alguém que sabe mais do que ele. Usando os conceitos de linguagem de Vygotsky, a interação exerce uma grande influência na aprendizagem colaborativa, pois é através da linguagem que os alunos vão trocar informações sobre os problemas que estão resolvendo.

Aluno 07 - Sim, porque nos ajuda a pensar mais em como resolver as questões, tirar dúvidas com os colegas e até mesmo ensinar quando entendemos melhor uma parte do assunto. É uma troca de conhecimentos.

O aluno 7 reforça a ideia de que em um grupo a colaboração ajuda no processo de aprendizagem, uma vez que eles podem consultar o colega caso precisem.

Aluno 14 - Não, achei extremamente desconfortável trabalhar em equipe com pessoas desconhecidas, foi uma péssima experiência que não agregou em nada na matéria. Afinal, é cálculo. Não é uma matéria que é necessário equipe..

Para o aluno 14, as atividades em grupo não ajudam no entendimento do conteúdo da aula, para esse aluno trabalhar em grupo é desconfortável, principalmente pelo fato de ter que trabalhar com pessoas desconhecidas. [Springer, Stanne e Donovan \(1997\)](#) apud [TORRES; ALCANTARA; IRALA, 2004](#)) reportaram que estudantes que aprenderam em grupos pequenos demonstraram maior realização do que estudantes que foram expostos à instrução sem trabalho cooperativo ou colaborativo.

Quadro 2 – Atividades em Grupos - Turma 02

Código do Aluno	Atividades em Grupos
Aluno 01	[...] tínhamos que obrigatoriamente estudar para fazer a nossa parte. Nos grupos em que eu estava, todo mundo fez algo.
Aluno 03	Ajudaram porque todos puderam compartilhar seus conhecimentos para a realização da atividade.
Aluno 04	Ajudam a colocar em prática o conteúdo ministrado.
Aluno 07	[...] estar fazendo em grupo faz com que a gente tenha uma aproximação diferente ao problema e assim podemos resolvê-lo com mais facilidade[...]
Aluno 09	[...] gerou uma rede de ajuda para estudar e entender os assuntos e questões.

Fonte: O autor (2021)

Na segunda turma, 100% dos alunos afirmaram que as atividades em grupo os ajudaram. Além das trocas com os membros dos grupos, as atividades ajudaram nos estudos individuais, uma vez que para ensinar algo devemos ter domínio sobre esse conteúdo, isso fez com que os alunos estudassem os conteúdos para ajudar os membros do grupo, a fala do Aluno 01 evidencia isso:

Aluno 01 - [...] tínhamos que obrigatoriamente estudar para fazer a nossa parte. Nos grupos em que eu estava, todo mundo fez algo.

A fala do Aluno 01 reforça um ponto muito importante da aprendizagem colaborativa, que é a participação efetiva de todos os membros do grupo.

Aluno 07 - [...] [...] estar fazendo em grupo faz com que a gente tenha uma aproximação diferente do problema e assim podemos resolvê-lo com mais facilidade[...]

Para o Aluno 07 as atividades em grupo proporcionaram abordar os problemas propostos de várias maneiras. Tais abordagens não ocorreriam se não tivesse o apoio do grupo. Tal fala reforça os ganhos de se trabalhar em grupo. Além disso, a fala do Aluno 09 reforça a fala do Aluno 07, uma vez que as atividades em grupo ajudaram a criar uma rede de cooperação para o estudo e compreensão dos assuntos e questões.

Panitz (1996) cita que segundo alguns estudiosos desse tipo de aprendizagem, a interação em grupos realça a aprendizagem mais do que em um esforço individual. Segundo Alcântara, Siqueira e Valaski (2004), para que a aprendizagem colaborativa ocorra devem existir objetivos que sejam definidos e compartilhados por todos os elementos do grupo.

Para a maioria dos alunos, as atividades em grupo contribuíram para o entendimento dos conteúdos das aulas. As falas dos discentes nos levam a concluir que as atividades em grupo ajudam na aprendizagem dos conteúdos, porém, para que isso ocorra, o professor que quer formar um grupo de aprendizagem colaborativa deverá dar atenção especial para o fato de todos os seus alunos compreenderem e compartilharem os objetivos definidos para o trabalho (ALCÂNTARA; SIQUEIRA; VALASKI, 2004).

6.2.2 Interação

Nessa categoria, buscamos compreender como ocorreu a interação dos alunos e se eles participaram das atividades propostas.

Para alguns alunos, a interação com outros alunos foi fundamental para que continuassem no curso, como o aluno 13.

Aluno 13 - [...] Pensei algumas vezes em desistir quando as pessoas da equipe me chamavam. Eu me envolvi tanto no final da disciplina que eu passei a ser a pessoa que estimulava as demais a continuarem.

A interação com os outros membros foi de grande importância, pois o aluno

Quadro 3 – Interação - Turma 01

Código do Aluno	Interação
Aluno 03	muitos alunos que estavam designados para o meu grupo não tinham interesse em ajudar [...]
Aluno 04	[...] Quando um dos membros não entendia direito o assunto o outro membro tentava ajudar e estimulava a busca por materiais para nos ajudar a responder algumas questões da lista.
Aluno 08	[...] fazíamos as atividades em grupo.
Aluno 13	[...] Pensei algumas vezes em desistir, quando as pessoas da equipe me chamavam. Eu me envolvi tanto no final da disciplina que eu passei a ser a pessoa que estimulava as demais a continuarem.
Aluno 15	Lembro que para resolvermos a lista nós nos reunimos 3x via Google meet, com duração de 1h cada reunião.

Fonte: O autor (2021)

pensava em desistir da disciplina. [Alcântara, Siqueira e Valaski \(2004\)](#) podem nos ajudar a entender o que aconteceu com esse aluno:

Os sujeitos sentem-se parte importante e ativa do processo e passam a assumir uma postura de responsabilidade com relação a sua própria aprendizagem e a do grupo. Assim, surgem as contribuições individuais, dando início ao processo de colaboração, a fim de alcançar os objetivos comuns estabelecidos. ([ALCÂNTARA; SIQUEIRA; VALASKI, 2004](#), p. 7)

Os autores deixam claro que a partir do momento em que o sujeito assume a responsabilidade por sua aprendizagem, mas também pela do grupo, ele sente a capacidade de dominar e executar parte do trabalho pela qual se responsabilizou.

Podemos verificar essa inserção na fala do aluno 15.

Aluno 15 - Lembro que para resolvermos a lista nós nos reunimos 3x via Google meet, com duração de 1h cada reunião.

A interação social é fundamental para o desenvolvimento cognitivo do ser humano, pois nesse relacionamento comunitário, ele entra em atividade capaz de transformar e ser transformado cognitivamente ([CARVALHO; OLIVEIRA; NICOT, 2020](#)).

Um dos pilares da aprendizagem colaborativa é a interação, isto é, uma situação em que duas ou mais pessoas aprendem ou tentam aprender alguma coisa juntas: conhecimentos,

habilidades, competências e assim por diante (MACHADO; BERCKENBROCK; SIPLE, 2016).

Fica nítido a frustração do aluno 03, quando se refere a participação dos membros do seu grupo.

Aluno 03 - muitos alunos que estavam designados para o meu grupo não tinham interesse em ajudar [...].

A falta de comprometimento de alguns membros atrapalha toda a aprendizagem dos outros membros. Segundo Torres e Irala (2014), grupo é, pois, antes de qualquer coisa, uma ferramenta, um instrumento a serviço da construção coletiva do saber.

O relato do aluno 03 não foi o único. Entretanto, tais relatos representam uma porcentagem baixa no nosso universo de pesquisa. As falas dos *Alunos: 04, 08, 13 e 15*, corroboram com nossa tese, em que uma abordagem colaborativa contribui com a aprendizagem dos alunos.

Quadro 4 – Interação - Turma 02

Código do Aluno	Interação
Aluno 02	[...] o problema é quando os membros trabalham e estudam. Fica pouco tempo para fazer algo mais aprofundado ou até mesmo fazer o básico.
Aluno 03	O grupo se reuniu anteriormente à aula para discutir sobre a atividade e como nós resolveríamos o problema [...]
Aluno 04	[...] pois todos no grupo interagiram para resolver o problema, assim ficando mais fácil a resolução do problema.
Aluno 05	[...] essa troca de informações nos grupos me ajudou bastante e recomendo que esta metodologia seja utilizá-la outras vezes.
Aluno 09	[...] maioria dos participantes grupo respondeu. Infelizmente, do segundo grupo, os outros dois participantes (grupo em trio), não obtive resposta de nenhum. E não os conhecia, o que dificultou.

Fonte: O autor (2021)

Novamente, podemos constatar a importância da interação na aprendizagem colaborativa, como relatado pelo aluno 04.

Aluno 04 - [...] pois todos no grupo interagiram para resolver o problema, assim

ficando mais fácil a resolução do problema.

Uma vez que a interação faz parte do processo de aprendizagem (VYGOTSKY, 1994), é por meio dela que podemos ter a ZDP, tendo em vista que os alunos vão estar em constante troca de conhecimento, um aluno mais capaz ajuda o outro que ainda não possui determinado conhecimento.

De forma similar à turma 01, também tivemos alguns contratempos em relação à interação dos membros do grupo. Um dos problemas relatados foi a falta de interação com os alunos que trabalhavam, pois esses membros tinham pouco ou nenhum tempo para participar de atividades que não fossem no horário da aula.

Aluno 09 - [...] maioria dos participantes do grupo respondeu. Infelizmente, do segundo grupo, dos outros dois participantes (grupo em trio) não obtive resposta de nenhum. E não os conhecia, o que dificultou.

O aluno 09 traz em sua fala a dificuldade de interação com os membros do grupo, o mesmo relata que teve interação no primeiro grupo, mas no segundo não houve comunicação entre os membros. Para Rozeno e Siqueira (2011, p. 6) “no processo colaborativo não devemos desvinculá-lo do espaço comunicativo, pois para que essa aprendizagem aconteça é necessário que haja diálogo, conversação, troca de informações, vivências e experiências.”

Apesar de todas as dificuldades, tendo em vista que passamos por um período de transição do ensino presencial para o Ensino Remoto Emergencial, ainda assim é possível afirmar que, em sua grande maioria, os grupos tiveram interação. Tal afirmação pode ser corroborada pelas falas dos alunos: 03, 04, 05 e 09.

6.2.3 Dúvidas

Na categoria dúvidas, foi possível afirmar que 20% dos alunos não tiravam dúvidas com os colegas. O aluno 14 faz parte desses 20%.

Aluno 14 - Não, na única tarefa que fiz, mandei diversos e-mails para os membros, sendo que apenas um respondeu um pouco antes de entregar a tarefa.

Sua fala deixa claro que a falta de interação/comunicação o atrapalhou. Apesar de apresentar disposição para trabalhar com os colegas, o mesmo não obteve retorno de seus pares e, quando teve, foi pouco antes da entrega do trabalho.

Oposto Oposto ao relato do aluno 14, temos o relato do aluno 04.

Aluno 04 - Eu tirei bastante dúvidas com minhas colegas e assim como tirei dúvidas também.

Quadro 5 – Dúvidas - Turma 01

Código do Aluno	Dúvidas
Aluno 01	Sim. Uma vez eu consegui que o colega me ajudasse com uma dúvida.
Aluno 04	Eu tirei bastante dúvidas com minhas colegas e assim como tirei dúvidas também.
Aluno 06	Sim, nos primeiros tirei muitas dúvidas pois éramos um grupo de 5 [...]
Aluno 10	Sim, porém eu gostava de me testar sozinha primeiro e depois discutir no grupo caso nossas respostas foram diferentes (apesar de apenas 1 me responder)
Aluno 13	No início das atividades, eu era a pessoa que mais tirava dúvidas com as colegas.

Fonte: O autor (2021)

O aluno relata que teve uma interação com os membros do seu grupo e a troca de conhecimento era recíproca. Com base nessa fala, podemos afirmar que houve aprendizagem sobre níveis superiores de zonas de desenvolvimento proximal. Com a colaboração entre os membros do grupo, o que os alunos podem fazer hoje com ajuda dos outros, amanhã poderá fazer por si só (VYGOTSKY, 2017).

Também temos o relato do aluno 10.

Aluno 10 - Sim, porém eu gostava de me testar sozinha primeiro e depois discutir no grupo caso nossas respostas foram diferentes (apesar de apenas 1 me responder).

Podemos notar que o aluno 10 possui uma postura ativa, pois tenta resolver as questões e, caso haja divergência nas respostas, procura se reunir com o grupo para discutir a questão.

Aluno 13 - No início das atividades, eu era a pessoa que mais tirava dúvidas com as colegas.

A fala do aluno 13 nos mostra um aspecto muito relevante da aprendizagem colaborativa: a troca de conhecimento entre os membros do grupo. Afinal, um aluno, em determinado momento, pode ser ajudado. E, em outro, ajudar.

Nessa turma, tivemos um percentual de 50% dos alunos que responderam ao questionário e tiravam dúvidas com frequência.

Quadro 6 – Dúvidas - Turma 02

Código do Aluno	Dúvidas
Aluno 01	Antes das provas, eu perguntava as minhas dúvidas. E quando não sabia resolver alguma questão do trabalho, outra pessoa fazia e mandava com uma explicação rápida para eu entender.
Aluno 04	A maior dificuldade foi em relação a retirada de dúvidas, pois acho mais complicado tirar dúvidas nas aulas on-line.
Aluno 06	[...] trocamos informações sobre as aulas e tiramos dúvidas.
Aluno 08	[...] durante a atividade a cada dúvida que surgia.
Aluno 10	Apenas com dúvidas pontuais, porém respondia quando alguém solicitava ajuda.

Fonte: O autor (2021)

Na turma 02, uma grande porcentagem dos alunos tiravam dúvidas entre os colegas ou com o professor. Uma das dificuldades em tirar dúvidas se deu pelo formato do Ensino (on-line) e por muitos alunos ainda estarem se adaptando a ele. Isso fica claro na fala do aluno 04.

Aluno 04 - A maior dificuldade foi em relação a retiradas de dúvidas, pois acho mais complicado tirar dúvidas nas aulas on-line.

O compartilhamento de informações é muito importante na Aprendizagem Colaborativa, pois promove a interação. Além disso, uma das melhores formas de aprender algo é ensinando. De acordo com a teoria de William Glasser, o aluno aprende através da prática, não tentando memorizar, porque a maioria dos alunos esquece o que tentou decorar (BARROS et al., 2018).

A fala do aluno 06 corrobora com o que foi dito.

Aluno 06 - [...] trocamos informações sobre as aulas e tiramos dúvidas.

De acordo com Glasser (1999), a assimilação de um conteúdo se dá de várias formas, mas a que gera maior fixação de conteúdos é ensinar aos outros. Nesse processo, todos os alunos que participam são beneficiados, dado que ensinar é aprender.

6.2.4 Assistir às aulas

Na quarta categoria, foi possível identificar as principais dificuldades dos alunos em assistir às aulas on-line. Destacamos que a pesquisa foi realizada no período da pandemia

do Sars-CoV-2.

Quadro 7 – Assistir às aulas - Turma 01

Código do Aluno	Assistir às aulas
Aluno 01	Quando eu perdia alguma aula e não assistia à aula gravada.
Aluno 02	Quanto ao assunto eu não tive dificuldades relevantes, agora, acompanhar as aulas de qualquer disciplina em casa é muito ruim, tem que ter computador/celular disponível na hora, tem que ter internet boa. Enfim, eu nem quero entrar nesse assunto.
Aluno 05	Admito que não tive tanto, pois havia as gravações e os slides devidamente organizados pelo professor na plataforma.
Aluno 09	Estar on-line no horário da aula.
Aluno 12	Eu já olhava os slides dias antes do professor dar a aula, então, a aula do professor era mais uma revisão para mim.

Fonte: O autor (2021)

O relato do aluno 02 esclarece as principais dificuldades dos alunos.

Aluno 02 - Quanto ao assunto eu não tive dificuldades relevantes, agora, acompanhar as aulas de qualquer disciplina em casa é muito ruim, tem que ter computador/celular disponível na hora, tem que ter internet boa. Enfim, eu nem quero entrar nesse assunto.

Esse relato retrata a realidade de muitos alunos. Passamos por uma mudança brusca, em que professores e alunos estiveram em processo de adaptação para essa nova realidade. De acordo com Santos et al. (2021, p. 3) “o ensino remoto emergencial, não presencial, pode provocar sentimentos de solidão no estudante, deixando-o desmotivado pela necessidade de maior interação, atenção e apoio por partes dos docentes.”

Entre os principais problemas estão a conexão de internet, ambiente de estudo, questões emocionais etc (SANTOS et al., 2021).

A fala do aluno 09 corrobora com a pesquisa de Santos et al. (2021).

Aluno 09 - Estar on-line no horário da aula.

Contudo, para contornar esses problemas, todas as aulas foram gravadas e disponibilizadas na plataforma Moodle. Dessa forma, os alunos que não conseguiam assistir às aulas de forma síncrona, poderiam assisti-las em outro momento. Além disso, todos os slides das aulas foram disponibilizados com antecedência para os alunos.

As falas dos *Alunos 05 e 12*, demonstram como essa ação foi assertiva.

Aluno 05 - Admito que não tive tanto, pois havia as gravações e os slides devidamente organizados pelo professor na plataforma.

Aluno 12 - Eu já olhava os slides dias antes do professor dar a aula, então, a aula do professor era mais uma revisão para mim.

O aluno 05 destaca a importância das gravações e dos slides. Para o aluno 12, as aulas síncronas são como uma revisão, tendo em vista que o mesmo já tinha estudado o conteúdo da aula no dia anterior.

As aulas gravadas foram um dos principais suporte para os alunos. A fala do aluno 03 ratifica essa importância.

Aluno 03 - O professor é muito compreensivo e sempre deixou os conteúdos gravados, isso ajudou demais na compreensão do assunto.

Apesar de todas as dificuldades, podemos concluir que foram oferecidos todos os suportes possíveis para que os alunos conseguissem acompanhar as aulas no Ensino Remoto Emergencial.

Quadro 8 – Assistir às aulas - Turma 02

Código do Aluno	Assistir às aulas
Aluno 01	A playlist do professor no Youtube me ajudou muito! Estudei quase que somente por lá. Excelente canal.
Aluno 05	Pelo fato de ser EAD dificultou mais o aprendizado, por não haver a mesma interação com professor/colega de turma.
Aluno 06	O assunto estava sempre disponível.
Aluno 07	Eu paguei em um horário bem ruim (à noite) então não podia assistir às aulas ao vivo.
Aluno 09	O canal do Youtube do professor. Ele é bem explicadinho, estudei bastante por lá.

Fonte: O autor (2021)

As falas dos alunos da turma 02 são análogas às da turma 01. Ambas possuem dois temas centrais: dificuldades de assistir às aulas no horário e a facilidade de ter as aulas disponíveis no YouTube.

As falas dos *Alunos 05 e 07* deixam claras essas dificuldades. O aluno 05 relata as dificuldades no ensino EAD, um dos principais problemas para ele foi a falta de interação com o professor e os colegas de turmas. Para o aluno 07, o seu principal problema foi o

horário das aulas, que dificilmente ele conseguia assistir.

Novamente, as falas dos alunos da segunda turma convergem com as da primeira ao expressarem que um dos fatores que corroboraram para a sua aprendizagem foi a disponibilidade das aulas na plataforma do YouTube e no Moodle. A fala do aluno 09 deixa isso claro.

Aluno 09 - O canal do Youtube do professor. Ele é bem explicadinho, estudei bastante por lá.

Por fim, já era esperado que os alunos enfrentassem alguns problemas para assistir às aulas. Como os já mencionados por Santos et al. (2021), apesar desses problemas, reforçamos que nossa metodologia foi acurada ao disponibilizar as aulas gravadas e os slides das aulas, tal feito foi um fator primordial para a aprendizagem dos alunos, o que pode ser constatado ao analisarmos as falas dos estudantes das duas turmas.

6.2.5 Formação de Grupos

Na última categoria, buscamos entender a percepção dos alunos em relação à formação de grupos.

Quadro 9 – Formação de Grupos - Turma 01

Código do Aluno	Formação de Grupos
Aluno 02	No primeiro grupo, por conta de que no segundo a maioria dos integrantes não ia mais pras aulas ou não participava.
Aluno 03	No primeiro grupo, os demais grupos eram de pessoas sem interesse em fazer as atividades.
Aluno 07	Me encaixei melhor no 1 grupo. Nele havia mais pessoas que interagem e a troca de conhecimentos era maior.
Aluno 10	Tanto faz, nos dois somente um menino me ajudou (que esteve tanto no primeiro grupo quanto no segundo) e os outros 2 não fizeram muita coisa.
Aluno 12	[...] O primeiro grupo, nele foi possível dividir os papéis (funções específicas de cada aluno) da metodologia do professor.

Fonte: O autor (2021)

Em relação à formação dos grupos, 73% dos alunos indicaram que preferiram o 1º grupo. E 27% preferiram o 2º, um pequeno percentual de 7% foram indiferentes em relação aos grupos.

A fala do aluno 10 faz parte dos alunos que são indiferentes.

Aluno 10 - Tanto faz, nos dois somente um menino me ajudou (que esteve tanto no primeiro grupo quanto no segundo) e os outros 2 não fizeram muita coisa.

Essa fala retrata os casos em que os alunos, infelizmente, pararam de acompanhar as aulas. Uma das hipóteses para termos um percentual alto no primeiro grupo passa pelo fato de termos mais alunos que frequentem nas aulas síncronas.

A fala do Aluno 07 atesta essa hipótese.

Aluno 07 - Me encaixei melhor no 1 grupo. Nele havia mais pessoas que interagem e a troca de conhecimentos era maior.

O aluno 01, afirma que o 1º grupo foi onde ele melhor se encaixou, pois, nesse grupo, um dos membros era seu amigo. O que ajudou na interação e colaboração.

Aluno 01 - No 1º, porque eu sou amigo de um outro membro que estava nesse 1º grupo e, assim, conseguimos nos comunicar melhor e resolver as atividades em conjunto.

Na segunda turma, os alunos não deixaram claro qual seria a sua preferência em relação ao grupos, mas podemos concluir pelas falas que os alunos foram indiferentes. Além disso, eles discutiram sobre as dificuldades de trabalhar em grupo, como, por exemplo, na fala do aluno 08.

Aluno 08 - Nós tentávamos contato e não obtínhamos sucesso, nos dois grupos que participei tivemos esse problema. No caso da lista, ficou pesado para nós que não tínhamos feito a lista toda antes da atividade.

Segundo esse aluno, uma das suas principais dificuldades foi a falta de contato com os outros membros do grupo, nos dois grupos ele teve esse problema. O que podemos concluir é que não há uma preferência entre os grupos. Ainda nesse ponto, podemos analisar a fala do aluno 02, que demonstra um descontentamento por não poder escolher em qual grupo ficaria.

Por último, vale ressaltar que o nosso método de formação de grupo buscou formar grupos em que os membros fossem os mais heterogêneos e os grupos fossem os mais homogêneos entre si. Acreditamos que das várias maneiras de se formar grupos essa foi a que melhor colaborou com a nossa abordagem, pois os grupos foram formados com alunos mais capazes e outros não, o que reforça o princípio da ZDP. E com alunos mais comunicativos e outros nem tanto, dessa forma pode ocorrer a colaboração entre eles.

Quadro 10 – Formação de Grupos - Turma 02

Código do Aluno	Formação de Grupos
Aluno 01	No primeiro grupo, eu não gostei tanto porque tive que correr atrás dos integrantes e criar grupo, e ficar lembrando prazo e entregas para fazer. Não gosto de trabalhos desse jeito. Já no segundo grupo, todo mundo teve consciência de que precisava fazer e entregar... então eu não precisei cobrar nada de ninguém e os outros integrantes também eram super proativos quanto as coisas.
Aluno 02	Não gostei de não poder escolher o grupo em que eu ficaria.
Aluno 07	Foi meio difícil no começo onde não conhecia ninguém do grupo, mas depois ficou mais tranquilo.
Aluno 08	Nós tentávamos contato e não eles obtiveram sucesso, nos dois grupos que participei tivemos esse problema. No caso da lista ficou pesado para nós que não tínhamos feito a lista toda antes da atividade.
Aluno 10	Não conhecer os integrantes, pois principalmente no segundo grupo, nenhum me respondeu.

Fonte: O autor (2021)

7 Conclusão

Nesse último tópico, serão apresentadas as conclusões e as considerações finais. Diante de um momento tão desafiador, esperamos que nossa pesquisa possa contribuir para uma mudança no cenário atual da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral.

7.1 Conclusões

Buscamos compreender como o uso de uma metodologia colaborativa pode ajudar na solução do problema do mau resultado dos alunos na disciplina de Cálculo I. Para isso, usamos como base os escritos de [Vygotsky \(2017\)](#), bem como a teoria da Aprendizagem Colaborativa. Nosso objetivo foi desenvolver uma metodologia que contribuísse para a melhoria nos índices de não aprovação na disciplina de Cálculo e analisar as contribuições do uso do método colaborativo no favorecimento da aprendizagem dos conteúdos de Cálculo. Por meio de uma análise quantitativa, é possível afirmar que conseguimos reduzir os índices de alunos não aprovados. Mas não somente isso, quantidade não significa qualidade, nosso objetivo não foi apenas reduzir esse índice, buscávamos ter quantidade e qualidade. A [Figura 14](#) demonstra que, na turma 01, 85% dos alunos aprovados ficaram com nota superior a 7. Além do mais, apenas 15% dos alunos aprovados ficaram com nota inferior a 7. Na turma 02, 43% dos alunos aprovados ficaram com notas superiores a 8. Dessa maneira, podemos afirmar que, além de reduzir o índice de não aprovação, também conseguimos ter qualidade na aprovação desses alunos.

Em média, 70% dos alunos afirmaram que as atividades em grupo ajudaram bastante ou muito. Tal índice demonstra que nossa abordagem é eficaz no processo de aprendizagem. Os dados da [Figura 17](#) corroboram com a afirmação anterior, pois para 78% dos alunos as atividades em grupo contribuíram bastante ou muito na resolução das listas de exercício. Por fim, os dados da [Figura 18](#) demonstram ainda mais os bons resultados da Abordagem Colaborativa, visto que 83% dos alunos confirmam que as atividades em grupo contribuíram bastante ou muito para o entendimento da disciplina de Cálculo.

Do ponto de vista quantitativo, podemos afirmar que conseguimos cumprir com nossos objetivos, já que tivemos um número considerável de alunos aprovados na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. Vale ressaltar que a média histórica de aprovação nessa disciplina é de apenas 36%. Também obtivemos bons números quando nos referimos à aprendizagem do conteúdo de Cálculo.

Em nossa análise qualitativa, usamos a Análise de Conteúdo de [Bardin \(2011\)](#). Tal análise busca compreender tipos de textos e documentos. Nesse caso, as falas dos alunos. Após análise dos questionários, definimos cinco categorias: atividades em grupo, interação, dúvidas, assistir às aulas e formação de grupos.

Ao analisarmos as falas dos alunos na primeira categoria, chegamos à conclusão de que, em média, 94% dos alunos acredita que as atividades em grupo ajudam no entendimento dos conteúdos das aulas. Na segunda categoria, analisamos as falas dos alunos em relação às interações. Como embasamento para essa análise usamos a teoria de Vygotsky, que afirma que o sujeito é interativo, pois adquire conhecimento a partir de relações intra e interpessoais e de troca com o meio. Obtivemos resultados positivos, por meio das falas é possível afirmar que houve interação entre os alunos. Logo, também tivemos aprendizagem.

As outras categorias enveredam para resultados semelhantes aos anteriores. Podemos concluir que nossa abordagem foi útil para reduzir o alto índice de reprovações, com os dados das análises é certo afirmar que esta abordagem colaborativa contribuiu para a aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral dos alunos.

Por fim, a abordagem colaborativa contribuiu para a redução dos maus resultados dos alunos na disciplina de cálculo Diferencial e Integral. Além disso, essa metodologia favoreceu uma aprendizagem efetiva dos conteúdos de Cálculo I.

7.2 Considerações Finais

Esta pesquisa surgiu com o objetivo de compreender a influência do uso de uma metodologia colaborativa em uma disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. Esperamos que essa abordagem colaborativa possa contribuir ainda mais para a redução das altas taxas de não aprovação na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, pois tais taxas têm sido um problema constante nessa disciplina. Como resultado dessa redução, poderemos ter menos alunos retidos, o que pode ocasionar em uma redução também dos índices de desistência dos cursos. Ademais, almejamos que o método colaborativo venha favorecer a aprendizagem dos conteúdos de Cálculo Diferencial e Integral e que os alunos sejam mais ativos e participantes na construção da aula e do conhecimento.

Referências

- ALCÂNTARA, P. R.; SIQUEIRA, L. M. M.; VALASKI, S. Vivenciando a aprendizagem colaborativa em sala de aula: experiências no ensino superior. *Revista Diálogo Educacional*, v. 4, n. 12, p. 169–188, 2004. Citado 3 vezes nas páginas 40, 60 e 61.
- ALMEIDA, H. R. F. L. de. O uso das tecnologias digitais da informação e comunicação na aula de cálculo 1 a distância. 2013. Citado na página 31.
- ALVARENGA, K. B. et al. O ensino e a aprendizagem de cálculo diferencial e integral: características e interseções no centro-oeste brasileiro. *Revista Brasileira de Ensino Superior*, v. 2, n. 4, p. 46–57, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 32 e 33.
- ARBAIN, N.; SHUKOR, N. A. The effects of geogebra on students achievement. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Elsevier, v. 172, p. 208–214, 2015. Citado na página 28.
- ASHRAF, A. Challenges and possibilities in teaching and learning of calculus: A case study of india. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, v. 8, n. 1, p. 407–433, 2020. Citado na página 18.
- BARBOSA, M. A. *O insucesso no ensino e aprendizagem na disciplina de cálculo diferencial e integral*. Tese (Doutorado) — Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2004. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 17.
- BARDIN, L. Análise de conteúdo 4ªed. *Lisboa: Edições*, v. 70, p. 1977, 2011. Citado 4 vezes nas páginas 46, 47, 58 e 72.
- BARKLEY, E. F.; CROSS, K. P.; MAJOR, C. H. *Collaborative learning techniques: A handbook for college faculty*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 39 e 41.
- BARROS, E. M. S. et al. Metodologias ativas no ensino superior. *SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, XV*, 2018. Citado na página 65.
- BARROS, J. et al. Engajamento interativo no curso de física i da ufjf. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, SciELO Brasil, v. 26, p. 63–69, 2004. Citado na página 56.
- BARROS, J. Acácio de et al. A aplicação de uma nova metodologia de ensino de física: O aprendizado colaborativo. *arXiv*, p. arXiv–1204, 2012. Citado na página 23.
- BESSA, V. d. H. Teorias da aprendizagem. *Curitiba: IESDE Brasil SA*, p. 09–15, 2008. Citado na página 35.
- BIAZUTTI, A.; VAZ, R. F.; ANDRADE, L. R. Discutindo o método de ensino por meio da resolução de problemas (merp). *Revista Baiana de Educação Matemática*, v. 1, p. e202019–e202019, 2020. Citado 3 vezes nas páginas 26, 27 e 34.
- BORTOLANZA, A. M. E.; RINGEL, F. Vygotsky e as origens da teoria histórico-cultural: estudo teórico. *Revista Educativa-Revista de Educação*, v. 19, n. 3, p. 1020–1042, 2017. Citado 3 vezes nas páginas 34, 35 e 37.

- BRODY, C.; DAVIDSON, N. Introduction: Professional development and cooperative learning. *Professional development for cooperative learning: Issues and approaches*, Suny Press Albany, NY, p. 3–24, 1998. Citado na página 41.
- BRUFFEE, K. A. Sharing our toys: Cooperative learning versus collaborative learning. *Change: The Magazine of Higher Learning*, Taylor & Francis Group, v. 27, n. 1, p. 12–18, 1995. Citado na página 41.
- CARNEIRO, L. de A.; GARCIA, L. G.; BARBOSA, G. V. Uma revisão sobre aprendizagem colaborativa mediada por tecnologias. *Desafios-Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins*, v. 7, n. 2, p. 52–62, 2020. Citado na página 40.
- CARVALHO, D. S. de; OLIVEIRA, N. V. S. da S.; NICOT, Y. E. Modelagem matemática no ensino médio com contribuições de vygotsky e leontiev. *Série Educar-Volume 48 Linguagem Matemática*, p. 7, 2020. Citado na página 61.
- CARVALHO, J. P. A.; MACÊDO, J. A. de; LOPES, L. d. R. P. Algumas aplicações do cálculo diferencial e integral. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 8, p. e22410817220–e22410817220, 2021. Citado na página 16.
- CATAPANI, E. C. Cálculo em serviço: um estudo exploratório. *Bolema*, v. 14, n. 16, p. 48–62, 2001. Citado na página 16.
- CEREZUELA, C.; MORI, N. N. R. A educação escolar e a teoria histórico-cultural. In: *XII Congresso Nacional de Educação–EDUCERE*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 1251–1264. Citado na página 38.
- CRONHJORT, M.; FILIPSSON, L.; WEURLANDER, M. Improved engagement and learning in flipped-classroom calculus. *Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA*, Oxford University Press, v. 37, n. 3, p. 113–121, 2018. Citado na página 18.
- DAMIANI, M. F. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. *Educar em revista*, SciELO Brasil, p. 213–230, 2008. Citado 2 vezes nas páginas 54 e 56.
- DAVIDSON, N.; MAJOR, C. H. Boundary crossings: Cooperative learning, collaborative learning, and problem-based learning. *Journal on excellence in college teaching*, v. 25, 2014. Citado na página 39.
- DAVIS, C.; OLIVEIRA, Z. d. Psicologia na educação. In: *Psicologia na educação*. [S.l.: s.n.], 1994. p. 125–125. Citado na página 36.
- DILLENBOURG, P. *What do you mean by collaborative learning?* [S.l.]: Citeseer, 1999. Citado na página 40.
- DOMENICO, L. C. A. de. *Aprendizagem de cálculo diferencial e integral por meio de tecnologias de informação e comunicação*. Tese (Doutorado) — Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2006. Citado na página 17.
- DUVAL, R.; MORETTI, T. M. T. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. *Revista Eletrônica de Educação Matemática*, v. 7, n. 2, p. 266–297, 2012. Citado na página 27.

- EVES, H. Introdução à história da matemática/howard eves; tradução: Hygino h. Domingues. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, v. 844, p. 63, 2004. Citado na página 16.
- EYRIKH, N. et al. Implementing interactive information technologies when learning integral calculus in teaching further mathematics. In: SPRINGER. *International Conference on Modern Information Technology and IT Education*. [S.l.], 2018. p. 163–172. Citado na página 17.
- FERRER, F. P. Investigating students' learning difficulties in integral calculus. *PEOPLE: International Journal of Social Sciences*, v. 2, n. 1, 2016. Citado na página 17.
- FLORES, J. B. Monitoria de cálculo e processo de aprendizagem: perspectivas à luz da sócio-interatividade e da teoria dos três mundos da matemática. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2018. Citado na página 17.
- FLORES, J. B. et al. O uso das tecnologias da informação e comunicação no ensino de cálculo diferencial e integral: reflexões a partir de uma metanálise. *Abakós*, 2018. Citado na página 31.
- FRAGELLI, R. R. Trezentos: aprendizagem ativa e colaborativa como uma alternativa ao problema da ansiedade em provas. *Revista Eletrônica Gestão & Saúde*, v. 6, n. Supl 2, p. 860–72, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 26.
- FRAGELLI, R. R.; FRAGELLI, T. B. O. Trezentos: a dimensão humana do método. *Educar em Revista*, SciELO Brasil, n. 63, p. 253–265, 2017. Citado na página 25.
- GLASSER, W. *Teoria da escolha: Uma nova psicologia da liberdade pessoal*. [S.l.: s.n.], 1999. Citado na página 65.
- GOMES, P. Teoria histórico-cultural de vygotsky. Brasil. Universidade Federal do Rio Grande-FURG, 2013. Citado na página 37.
- GÓMEZ, P.; WAITS, B. *Papel de las calculadoras en el salón de clase*. [S.l.]: una empresa docente, 2000. Citado na página 18.
- GONÇALVES, D. C. *Aplicações das derivadas no Cálculo I: atividades investigativas utilizando o GeoGebra*. 2012. 110f. Tese (Doutorado) — Dissertação (Mestrado em Educação Matemática)–Instituto de Ciências Exatas e . . . , 2012. Citado na página 30.
- HUANG, J. A brief discussion on the classroom teaching of university calculus. In: ATLANTIS PRESS. *2018 8th International Conference on Social science and Education Research (SSER 2018)*. [S.l.], 2018. Citado na página 17.
- JÚNIOR, J. F. G.; BESSA, V. R. de; CEZANA, M. J. Um estudo sobre o baixo índice de aprovação nas disciplinas de cálculo da universidade federal de viçosa-campus rio paranaíba. *Revista Iuminart*, n. 13, 2015. Citado na página 30.
- KLEIN, E. L.; VOSGERAU, D. S. R. Possibilidades e desafios da prática de aprendizagem colaborativa no ensino superior. *Educação*, v. 43, n. 4, p. 667–698, 2018. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 39.

- KLEIN, S. C. A. W. et al. Estratégias metodológicas para o ensino de cálculo diferencial e integral nas engenharias. *Redes-Revista Interdisciplinar do IELUSC*, n. 2, p. 129–138, 2020. Citado na página 32.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. d. A. Técnicas de pesquisa. *São Paulo: Atlas*, 2011. Citado 4 vezes nas páginas 42, 45, 46 e 58.
- LAOULACHE, R. N. et al. Integrating engineering courses with calculus and physics to motivate learning of fundamental concepts. In: IEEE. *31st Annual Frontiers in Education Conference. Impact on Engineering and Science Education. Conference Proceedings (Cat. No. 01CH37193)*. [S.l.], 2001. v. 2, p. F1B–13. Citado na página 18.
- LAVILLE, C.; DIONNE, J. A construção do saber. *Belo Horizonte: UFMG*, p. 340, 1999. Citado na página 46.
- LEITE, C. A. R.; LEITE, E. C. R.; PRANDI, L. R. A aprendizagem na concepção histórico cultural. *Akrópolis-Revista de Ciências Humanas da UNIPAR*, v. 17, n. 4, 2009. Citado na página 37.
- LIU, P.-H. et al. A collaborative model for calculus reform — a preliminary report. 2009. Citado na página 18.
- LONGAREZI, A. M.; PUENTES, R. V. *Ensino desenvolvimental: vida, pensamento e obra dos principais representantes russos: livro II*. [S.l.]: Edufu, 2017. Citado na página 34.
- LOPES, S. C. R.; SANTOS, D. C. et al. Sociointeracionismo: dialogando com bakhtin e vygotsky sobre o sujeito fruto das interações sociais. *Revista Educação e Linguagens*, p. 282–301, 2020. Citado na página 55.
- LUZ, S. R. H. d. et al. Evasão e retenção no ensino superior: problemas de avaliação, currículo ou formação de professores? *Revista Inclusiones*, p. 265–286, 2019. Citado na página 19.
- LUZ, V. M. da. Introdução ao cálculo: uma proposta associando pesquisa e intervenção. 2011. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 17.
- MACÊDO, J. A.; GREGOR, I. C. S. Dificuldades nos processos de ensino e de aprendizagem de cálculo diferencial e integral. *Educação Matemática Debate*, v. 4, p. e202008–e202008, 2020. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 17.
- MACHADO, L. D. P.; BERCKENBROCK, C. D. M.; SIPLE, I. Z. Desenvolvimento de aplicativos para aprendizagem colaborativa apoiada por dispositivos móveis: uma análise dos requisitos. *Anais do Computer on the Beach*, p. 001–010, 2016. Citado na página 62.
- MACIEJEWSKI, W. Flipping the calculus classroom: an evaluative study. *Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA*, Oxford University Press, v. 35, n. 4, p. 187–201, 2016. Citado na página 18.
- MACIEL, V.; FLAIN, N. B. P.; DALBIANCO, V. P. Evasão e retenção do curso de bacharelado interdisciplinar em ciência e tecnologia. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, v. 11, n. 2, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 17.

- MARQUES, A. L. dos S. Competências digitais e práticas de ensino de ple a hispanofalantes em contexto universitário online de emergência. *Signo*, v. 46, n. 85, p. 70–82, 2021. Citado na página 56.
- MARTINS, J. C. Vygotsky e o papel das interações sociais na sala de aula: reconhecer e desvendar o mundo. *Série Idéias*, v. 28, p. 111–122, 1997. Citado 2 vezes nas páginas 37 e 55.
- MAY, G. L. Collaborative learning techniques: A handbook for college faculty. *Personnel Psychology*, Blackwell Publishing Ltd., v. 58, n. 4, p. 1097, 2005. Citado na página 17.
- MENDES, F. Investigação do processo de aprendizagem de cálculo num curso de engenharia florestal: o uso do software winplot na aplicação de unidades de ensino potencialmente significativas. Universidade Federal de Santa Maria, 2019. Citado na página 22.
- MESA, V.; WHITE, N. J. Characterizing aspects of reform enacted in calculus i lessons. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, Taylor & Francis, p. 1–20, 2021. Citado na página 18.
- MEYER, J. F. d. C. A.; JÚNIOR, A. J. de S. A utilização do computador no processo de ensinar-aprender cálculo: a constituição de grupos de ensino com pesquisa no interior da universidade. *Zetetike*, v. 10, n. 1-2, p. 113–148, 2002. Citado na página 18.
- MORENO, M. d. M. M. El papel de la didáctica en la enseñanza del cálculo: evolución, estado actual y retos futuros. Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM, 2005. Citado na página 18.
- NOTARE, M. R. Comunicação e aprendizagem matemática on-line: Um estudo com o editor científico rooda exata. 2009. Citado na página 17.
- OLIVEIRA, C. J. R. F. d. Cálculo diferencial: uma abordagem histórico-social e possibilidades de introdução no ensino médio. Universidade Federal de Goiás, 2018. Citado na página 31.
- OLIVEIRA, M. C. A. de; RAAD, M. R. A existência de uma cultura escolar de reprovação no ensino de cálculo. *Boletim Gepem*, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 19.
- OLIVEIRA, M. K. d. Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento-um processo sócio-histórico. In: *Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento-um processo sócio-histórico*. [S.l.: s.n.], 1993. p. 111–111. Citado na página 34.
- ONUCHIC, L. D. L. R.; ALLEVATO, N. S. G. Pesquisa em resolução de problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. *Bolema-Mathematics Education Bulletin*, p. 73–98, 2011. Citado na página 28.
- PANITZ, T. *A definition of collaborative vs cooperative learning*. 1996. Citado 2 vezes nas páginas 41 e 60.
- RABELLO, E. T.; PASSOS, J. S. Vygotsky e o desenvolvimento humano. *Portal Brasileiro de Análise Transacional*, p. 1–10, 2010. Citado na página 39.
- REGO, T. C. *Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação*. [S.l.]: Editora Vozes Limitada, 2013. Citado 3 vezes nas páginas 34, 36 e 37.

REZENDE, W. M. O ensino de cálculo: dificuldades de natureza epistemológica. *Anais do II SIPEM*, 2003. Citado na página 30.

REZENDE, W. M. O ensino de cálculo: Dificuldades de natureza epistemológica. São Paulo. *Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, USP*, 2003. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 31.

ROCKWOOD, R. Cooperative and collaborative learning. national teaching and learning forum. 1995. Citado na página 41.

RODRIGUES, L. A.; NEVES, R. S. P. O cálculo diferencial e integral na universidade de Brasília: Estratégia metodológica em estudo. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 10, n. 2, p. 97–111, 2019. Citado na página 18.

ROZENO, E. F.; SIQUEIRA, K. A teoria sócio-interacionista de vygotsky como subsídio para a aprendizagem comunicativa de língua inglesa. *Revista Eletrônica da Faculdade Sente de Setembro*, v. 5, n. 5, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 36 e 63.

SANTOS, K. D. et al. Ensino online em tempos de pandemia: a opinião de universitários quanto aos desafios encontrados. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 10, p. e162101018746–e162101018746, 2021. Citado 2 vezes nas páginas 66 e 68.

SANTOS, R. M.; NETO, H. B. Avaliação do desempenho no processo de ensino-aprendizagem de cálculo diferencial e integral I (o caso da UFC). URL: [http://www.multimeios.ufc.br/arquivos/pc/artigos \[02 May 2015\]](http://www.multimeios.ufc.br/arquivos/pc/artigos/[02_May_2015]), 2005. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 30.

SANTOS, S. P. d.; MATOS, M. G. d. O. O ensino de cálculo I no curso de licenciatura em matemática: obstáculos na aprendizagem. *Eventos Pedagógicos*, v. 3, n. 3, p. 458–473, 2012. Citado na página 30.

SCHMITZ, A. P.; FOELSING, J. Social collaborative learning environments: A means to reconceptualise leadership education for tomorrow's leaders and universities? In: *The Disruptive Power of Online Education*. [S.l.]: Emerald Publishing Limited, 2018. Citado na página 40.

SILVA, A. F. de et al. Utilização da teoria de vygotsky em robótica educativa, em ' . In: *Caracas-Venezuela. Congreso Iberoamericano de Informática Educativa RIBIE 2008*. [S.l.: s.n.], 2008. Citado na página 36.

SILVA, B. Componentes do processo de ensino e aprendizagem do cálculo: saber, aluno e professor. iv seminário internacional de pesquisa em educação matemática, 4., 2009, Brasília. *Anais.... Brasília: Sociedade Brasileira de Educação Matemática*, 2009. Citado na página 16.

SILVA, B. A. da. Diferentes dimensões do ensino e aprendizagem do cálculo. *Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática*, v. 13, n. 3, p. 393–413, 2011. Citado na página 17.

SILVA, F. I. C. da et al. Retenção escolar no curso de educação física da universidade federal do Piauí. *Educação em Perspectiva*, v. 5, n. 2, 2014. Citado na página 19.

- SMITH, B. L.; MACGREGOR, J. T. What is collaborative learning. *Towards the Virtual University: International Online Learning Perspectives*, p. 217–232, 1992. Citado na página 40.
- SOUSA, A. P. de. A tecnologia como ferramenta no processo ensino-aprendizagem. *Redin-Revista Educacional Interdisciplinar*, v. 8, n. 1, 2019. Citado na página 40.
- SPRINGER, L.; STANNE, M. E.; DONOVAN, S. Effects of cooperative learning on academic achievement among undergraduates in science, mathematics, engineering, and technology: a meta-analysis (unpublished report). *Madison, WI: University of Wisconsin-Madison and National Center for Improving Science Education, The National Institute for Science Education*, 1997. Citado na página 59.
- TEÓFILO, K. M. Á.; LIMA, F. L. da S.; MENEZES, D. B. Differential and integral calculus: from the fedathi sequence to advanced mathematical thinking. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 7, p. 435973869, 2020. Citado na página 17.
- TORRES, P. L.; ALCANTARA, P.; IRALA, E. A. F. Grupos de consenso: uma proposta de aprendizagem colaborativa para o processo de ensino-aprendizagem. *Revista diálogo educacional*, v. 4, n. 13, p. 129–145, 2004. Citado 2 vezes nas páginas 39 e 59.
- TORRES, P. L.; IRALA, E. A. F. Aprendizagem colaborativa: teoria e prática. *Complexidade: redes e conexões na produção do conhecimento. Curitiba: Senar*, p. 61–93, 2014. Citado 3 vezes nas páginas 39, 41 e 62.
- VEER, R. V. D.; VALSINER, J. *Vygotsky-uma síntese*. [S.l.]: Edições Loyola, 2009. Citado na página 35.
- VIEIRA, A. F. *Ensino de Cálculo Diferencial e Integral: das técnicas ao humans-with-media*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2013. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 17.
- VYGOTSKY, L. S. A formação social da mente. *São Paulo, Martins Fontes*, 1994. Citado 3 vezes nas páginas 55, 59 e 63.
- VYGOTSKY, L. S. *A Formação Social da Mente: o Desenvolvimento dos Processos Psicológicos Superiores*. 7. ed. [S.l.]: Martins Fontes, 2017. Citado 5 vezes nas páginas 35, 38, 39, 64 e 71.
- WIERSEMA, N. How does collaborative learning actually work in a (mexican) classroom and how do students react to it? a brief reflection. ERIC, 2002. Citado na página 38.
- YIN, R. K. *Estudo de Caso-: Planejamento e métodos*. [S.l.]: Bookman editora, 2015. Citado na página 42.
- ZANELLA, A. V. Zona de desenvolvimento proximal: análise teórica de um conceito em algumas situações variadas. *Temas em Psicologia, Sociedade Brasileira de Psicologia*, v. 2, n. 2, p. 97–110, 1994. Citado na página 38.

Apêndices

APÊNDICE A – Atividade Síncrona

Exercícios

1. Seja $f(x) = 3x^2 - 5x$, encontre $f'(2)$ e use-o para achar uma equação da reta tangente à parábola $y = 3x^2 - 5x$ no ponto $(2, 2)$.
2. Seja $f(x) = 3x^3 + 2x^2 - 5$. Calcule:
 - (a) $f'(x) =$
 - (b) $f'(2) =$
3. Resolva as seguintes derivadas.
 - (a) $f(x) = (x - 2)e^x$
 - (b) $f(x) = \frac{3x}{2x^2 + 8}$

APÊNDICE B – Atividade Assíncrona

Exercícios

1. Derive:

(a) x^2

(e) $f(x) = 3x^5$

(b) $\frac{1}{3x^3}$

(f) $f(x) = \frac{x^2}{4}$

(c) $\sqrt[3]{x^2}$

(g) $x^2 + \sqrt[3]{x^2}$

(d) $f(x) = \frac{1}{\sqrt[3]{x^2}}$

(h) $f(x) = 2x^4 - \frac{x^3}{2} + \frac{1}{3x}$

2. Seja $f(x) = 3x^2 + 2x + 3$. Determine a equação da reta tangente ao gráfico de f nos pontos:

(a) $(1, f(1))$

(b) $(3, f(3))$

3. Considere a curva $f(x) = -x^4 - 2x^2 + x$ e o ponto $P = (1, -2)$.

(a) Determine a equação da reta tangente.

(b) Equação da reta normal a esta curva.

4. Encontre a equação da reta tangente à curva no ponto dado.

(a) $f(x) = -3x^2 + 7$, $(2, f(2))$

(b) $f(x) = \sqrt{x}$, $(1, f(1))$

(c) $f(x) = x^2 - x$, $(1, f(1))$

(d) $f(x) = x^3 - 3x + 1$, $(2, f(2))$

5. Seja $f(x) = x^2 - 3x + 1$.

(a) Encontre $f'(2)$.

(b) Use-o para achar uma equação da reta tangente e a normal à parábola $y = x^2 - 3x + 1$ no ponto $(2, -1)$.

(c) Esboce o gráfico de $f(x)$.

6. Seja $f(x) = 10x^3 + 5x^2$. Calcule:

(a) $f'(x) =$

(b) $f'(4) =$

7. Resolva as seguintes derivadas.

(a) $f(x) = x^3 \cos x$

(b) $f(x) = \frac{1}{2x^2 + 1}$

(c) $f(x) = \sqrt{x} \operatorname{sen} x$

(d) $f(x) = \frac{x^3 + 2x^2 - 1}{x + 5}$

(e) $f(x) = (3x^2 + 1)e^x$

(f) $f(x) = \frac{\sqrt{x} + x}{x^2}$

(g) $f(x) = \frac{\operatorname{sech} x}{1 + \operatorname{sech} x}$

(h) $f(x) = \cos x \ln(x + 1)$

Derivada Implícita

Atividade em Grupo

1. Encontre $\frac{dy}{dx}$ por derivação implícita.

(a) $x^2 + y^2 = 1$

(c) $x^2 + xy - y^2 = 4$

(b) $2\sqrt{x} + \sqrt{y} = 3$

(d) $2x^2 + x^2y - xy^2 = 2$

2. Seja a equação $xy + 2x + 3x^2 = 4$.

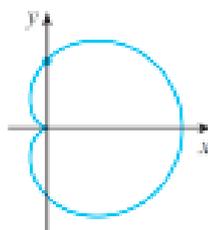
(a) Encontre y' derivando implicitamente.

(b) Resolva a equação explicitamente isolando y e derive para obter y' em termos de x .

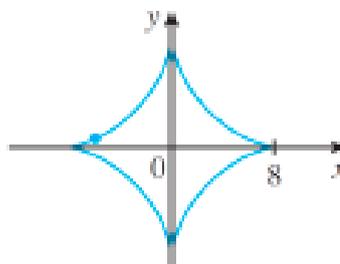
(c) Verifique que suas soluções para as partes (a) e (b) são consistentes substituindo a expressão por y na sua solução para a parte (a).

3. Use a derivação implícita para encontrar uma equação da reta tangente à curva no ponto dado.

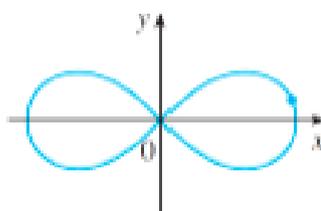
(a) $x^2 + y^2 = (2x^2 + 2y^2 - x)^2$ $P(0, \frac{1}{2})$



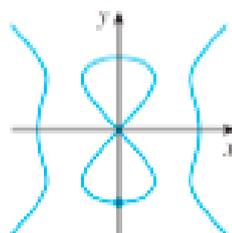
(b) $x^{\frac{2}{3}} + y^{\frac{2}{3}} = 4$ $P(-3\sqrt{3}, 1)$



(c) $2(x^2 + y^2)^2 - 25(x^2 - y^2)$ $P(3, 1)$



(d) $y^2(y^2 - 4) - x^2(x^2 - 5)$ $P(0, -2)$



4. Resolva:

- (a) A curva com equação $y^2 = 5x^4 - x^2$ é chamada *kampyle* (do grego, curvado) **de Eudoxo**. Encontre uma equação da reta tangente a essa curva no ponto $P(1, 2)$.
- (b) Ilustre a curva dada e a reta tangente.