



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO  
CAMPUS BALSAS  
CURSO DE MATEMÁTICA LICENCIATURA

**ADRIANO DA SILVA MATIAS**

**O USO DO *GOOGLE COLAB* NA DISCIPLINA DE CÁLCULO NUMÉRICO:** uma  
análise das suas potencialidades para o ensino e aprendizagem de Matemática

BALSAS

2024

**ADRIANO DA SILVA MATIAS**

**O USO DO *GOOGLE COLAB* NA DISCIPLINA DE CÁLCULO NUMÉRICO:** uma  
análise das suas potencialidades para o ensino e aprendizagem de Matemática

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Matemática, Campus Balsas como requisito obrigatório para obtenção do grau de licenciado em Matemática.

Orientadora: Profª. Dr.<sup>a</sup> Lourimara Farias Barros Alves

BALSAS

2024

M433u

Matias, Adriano da Silva

O uso do Google Colab na disciplina de Cálculo Numérico: uma análise das suas potencialidades para o ensino e aprendizagem de Matemática. /Adriano da Silva Matias. – Balsas, 2024.

62 f.

Monografia (Graduação em Matemática) Universidade Estadual do Maranhão – UEMA / Balsas, 2024.

Orientadora: Professora Dra. Lourimara Farias Barros Alves

1. Google Colab. 2. Ensino de Matemática. 3. Cálculo Numérico. 4. Tecnologias Digitais. I. Título.

CDU: 51

**ADRIANO DA SILVA MATIAS**

**O USO DO GOOGLE COLAB NA DISCIPLINA DE CÁLCULO NUMÉRICO: uma análise das suas potencialidades para o ensino e aprendizagem de Matemática**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Matemática, Campus Balsas como requisito obrigatório para obtenção do grau de licenciado em Matemática.

Aprovado em: 05/03/2024

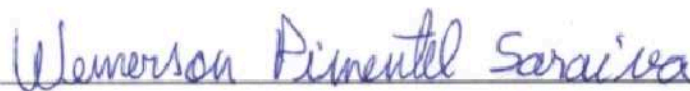
BANCA EXAMINADORA



**Profa. Dra. Lourimara Farias Barros Alves (Orientadora)**  
Doutora em Educação em Ciências e Matemática  
Universidade Estadual do Maranhão



**Prof. Dr. Antonio Nilson Laurindo Sousa**  
Doutor em Física e Astronomia  
Universidade Estadual do Maranhão



**Prof. Esp. Wemerson Pimentel Saraiva**  
Especialista em Metodologia de Ensino de Matemática e Física  
Universidade Estadual do Maranhão

Dedico este trabalho aos meus pais, cujo apoio e encorajamento foram essenciais para este caminho acadêmico. Sempre acreditaram em mim e me lembraram que somente através da educação poderia alcançar meus sonhos. Se hoje celebro esta conquista, é graças ao amor e à dedicação que vocês sempre me proporcionaram. Obrigado por serem minha inspiração e minha força motriz.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão primeiramente a Deus, pois é pela Sua graça que estou aqui hoje, celebrando este momento importante em minha vida. Sou imensamente grato pela dádiva da vida e por todas as oportunidades que Ele me proporcionou, incluindo esta jornada acadêmica.

À minha família, meu porto seguro e fonte de apoio incondicional, especialmente à minha irmã, cujo amor e encorajamento foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Sua presença constante e seu apoio foram a luz que me guiou nos momentos mais desafiadores desta jornada.

À minha orientadora, que generosamente aceitou o desafio de me orientar, mesmo que o tema não estivesse diretamente ligado à sua área de pesquisa. Sua orientação habilidosa e comprometida fora essencial para o desenvolvimento deste trabalho, e sou imensamente grato pela sua dedicação e sabedoria.

Aos meus amigos da faculdade, verdadeiros companheiros de jornada, que estiveram ao meu lado, me incentivando, apoiando e compartilhando tanto os desafios quanto as alegrias desta caminhada. Suas palavras de encorajamento e sua presença foram essenciais para que eu superasse os obstáculos e alcançasse meus objetivos.

A todos vocês, meu mais sincero agradecimento. Sem o apoio de Deus, da minha família, da minha orientadora e dos meus amigos, este momento não seria possível. Sou profundamente grato por cada um de vocês e por todo o amor, apoio e sabedoria que compartilharam comigo ao longo deste percurso. Que este trabalho possa ser uma pequena expressão da minha gratidão e um tributo ao esforço coletivo que tornou este sonho uma realidade. Muito obrigado!

“A matemática pura é, à sua maneira, a poesia das ideias lógicas”.

Albert Einstein

## RESUMO

O presente trabalho aborda o uso do *Google Colab* como ferramenta no Ensino de Matemática, com ênfase na disciplina de Cálculo Numérico. Diante do desafio constante enfrentado por educadores e estudantes nessa área, o estudo investiga as potencialidades e limitações dessa ferramenta tecnológica no contexto educacional. Por isso, o objetivo deste trabalho é analisar criticamente o uso do *Google Colab* no Ensino de Matemática, especialmente no que diz respeito ao Cálculo Numérico. Para tanto, busca-se compreender como essa ferramenta pode ser efetivamente utilizada no processo de ensino e aprendizagem, identificando os desafios enfrentados por professores e alunos. A metodologia empregada neste estudo deu-se por meio de uma abordagem quali-quantitativa. Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o uso de Tecnologias Digitais no Ensino de Matemática, com foco específico no *Google Colab*, as principais funcionalidades desta ferramenta e uma breve abordagem sobre a disciplina supracitada bem como uma demonstração prática do método de Newton-Raphson. Em seguida, foram aplicados questionários aos estudantes do curso de Matemática da UEMA/Campus Balsas e do Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (BICT) da UFMA/Campus Balsas, bem como uma entrevista com o professor responsável pela disciplina de Cálculo Numérico na UFMA. Os resultados obtidos destacaram a relevância do *Google Colab* como uma ferramenta promissora, proporcionando novas possibilidades para o trabalho com conceitos matemáticos complexos. Com isso, conclui-se que o *Google Colab* mostra-se promissor no Ensino de Matemática, especialmente no Cálculo Numérico. Embora ofereça novas possibilidades para o aprendizado de conceitos complexos, ainda há desafios a superar. Assim, é fundamental continuar aprimorando sua integração no ambiente educacional para maximizar seu potencial. Este estudo pode orientar futuras pesquisas e práticas educacionais, contribuindo para o avanço do Ensino de Matemática com o uso de ferramentas tecnológicas inovadoras.

**Palavras-chave:** *Google Colab*; Ensino de Matemática; Cálculo Numérico; Tecnologias Digitais.



## ABSTRACT

This paper looks at the use of Google Colab as a tool for teaching mathematics, with an emphasis on numerical calculus. Given the constant challenge faced by educators and students in this area, the study investigates the potential and limitations of this technological tool in the educational context. For this reason, the aim of this work is to critically analyze the use of Google Colab in Mathematics Teaching, especially with regard to Numerical Calculus. To this end, it seeks to understand how this tool can be effectively used in the teaching and learning process, identifying the challenges faced by teachers and students. The methodology used in this study was qualitative and quantitative. Initially, a literature review was carried out on the use of Digital Technologies in Mathematics Teaching, with a specific focus on Google Colab, the main features of this tool and a brief approach to the aforementioned subject as well as a practical demonstration of the Newton-Raphson method. Questionnaires were then administered to students on the Mathematics course at UEMA/Campus Balsas and the Interdisciplinary Bachelor's Degree in Science and Technology (BICT) at UFMA/Campus Balsas, as well as an interview with the professor responsible for the Numerical Calculus subject at UFMA. The results obtained highlight the relevance of Google Colab as a promising tool for teaching mathematics, providing new possibilities for working with complex mathematical concepts. With this, we conclude that Google Colab shows promise for teaching mathematics, especially numerical calculus. Although it offers new possibilities for learning complex concepts, there are still challenges to overcome. It is therefore essential to continue improving its integration into the educational environment in order to maximize its potential. This study can guide future research and educational practices, contributing to the advancement of Mathematics Teaching with the use of innovative technological tools.

**Keywords:** Google Colab; Mathematics Teaching; Numerical Calculus; Digital Technologies.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Página inicial do <i>Google Colab</i> .....	22
Figura 2 - Página inicial do <i>Google Colab</i> , criando um novo notebook .....	22
Figura 3 - Célula de código em branco do <i>Google Colab</i> .....	23
Figura 4 - Ementa da disciplina de Cálculo Numérico do curso de Matemática Licenciatura, Campus Balsas/UEMA.....	26
Figura 5 - Ementa da disciplina de Cálculo Numérico do curso de BICT, UFMA/Campus Balsas .....	27
Figura 6 - Exemplo do Método de Newton-Raphson no <i>Google Colab</i> – Parte I.....	29
Figura 7 - Exemplo do Método de Newton-Raphson no <i>Google Colab</i> – Parte II .....	30
Figura 8 - Exemplo do Método de Newton-Raphson no <i>Google Colab</i> – Parte III.....	31
Figura 9 - Exemplo do Método de Newton-Raphson no <i>Google Colab</i> – Parte IV.....	31
Figura 10 - Exemplo do Método de Newton-Raphson no <i>Google Colab</i> – Parte V .....	32

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Você já utilizou o <i>Google Colab</i> na disciplina de Cálculo Numérico? .....	37
Gráfico 2 - Como você descreveria sua experiência geral ao usar o <i>Google Colab</i> na disciplina de Cálculo Numérico? .....	38
Gráfico 3 - Você percebeu alguma vantagem específica do <i>Google Colab</i> em comparação com outras ferramentas para o estudo de Cálculo Numérico? .....	41
Gráfico 4 - O <i>Google Colab</i> facilitou a compreensão dos conceitos de Cálculo Numérico para você? .....	42
Gráfico 5 - Você sente que o <i>Google Colab</i> aumentou seu interesse pelo estudo de Cálculo Numérico? .....	43
Gráfico 6 - Na sua opinião, o <i>Google Colab</i> é uma ferramenta essencial para o estudo de Cálculo Numérico? .....	44
Gráfico 7 - Você recomendaria o <i>Google Colab</i> como uma ferramenta inicial para estudantes que estão aprendendo Cálculo Numérico? .....	45
Gráfico 8 - Como você descreveria a usabilidade do <i>Google Colab</i> para a prática de exercícios e experimentação em Cálculo Numérico? .....	46
Gráfico 9 - Você acredita que o <i>Google Colab</i> pode contribuir para aprimorar as habilidades práticas em Cálculo Numérico dos estudantes? .....	47

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE MATEMÁTICA COM ENFOQUE NO <i>GOOGLE COLAB</i></b> .....	13
<b>3 O USO DO <i>GOOGLE COLAB</i> NA DISCIPLINA DE CÁLCULO NUMÉRICO</b> .....	17
<b>3.1 <i>Python</i>: uma linguagem poderosa</b> .....	17
<b>3.2 O que é o <i>Google Colab</i>?</b> .....	18
<b>3.3 <i>Google Colab</i>: uma plataforma de colaboração e execução de código em nuvem</b> .....	20
<b>3.4 Acessando o <i>Google Colab</i></b> .....	21
<b>4 CÁLCULO NUMÉRICO: FUNDAMENTOS E APLICAÇÃO</b> .....	25
<b>4.1 Método de Newton-Raphson</b> .....	28
<b>4.2 Aplicação prática do método de Newton-Raphson no <i>Google Colab</i></b> .....	29
<b>5 METODOLOGIA</b> .....	33
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	37
<b>6.1 Análise do questionário dos acadêmicos</b> .....	37
<b>6.1 Análise da entrevista com o professor</b> .....	47
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	53
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	55
<b>APÊNDICES</b> .....	59

## 1 INTRODUÇÃO

O Ensino de Matemática tem sido um desafio constante para educadores e estudantes, especialmente quando se trata de áreas como o Cálculo Numérico. Com o avanço das Tecnologias Digitais, novas formas de ensino e aprendizagem surgiram e podem trazer melhorias significativas para a Educação Matemática. Nesse contexto, o *Google Colab*, uma plataforma gratuita de desenvolvimento de código e compartilhamento de *notebooks*, tem se destacado como uma ferramenta valiosa para o Ensino de Matemática.

A delimitação do tema se concentra na análise crítica das potencialidades e limitações do *Google Colab*, considerando seu uso específico no contexto da disciplina de Cálculo Numérico. Diante desse contexto, surge o problema de pesquisa: como o *Google Colab* pode ser efetivamente utilizado no Ensino de Matemática, especialmente no Cálculo Numérico, considerando os desafios e limitações enfrentados por professores e alunos?

Por isso, este trabalho tem como objetivo analisar de forma crítica as potencialidades e limitações do *Google Colab* como ferramenta para o ensino e aprendizagem de Matemática na disciplina de Cálculo Numérico. Para isso, será discutido o papel das Tecnologias Digitais no Ensino de Matemática e sua relação com o *Google Colab*, as suas potencialidades e os principais desafios tanto dos professores quanto dos alunos em relação ao uso dessa ferramenta na disciplina supracitada, e a sua efetividade e aceitação como ferramenta para o ensino e aprendizagem de Matemática.

A metodologia adotada partiu-se inicialmente de uma revisão de literatura relacionada ao uso de Tecnologias Digitais no Ensino de Matemática, com foco específico no *Google Colab* e sua aplicação na disciplina de Cálculo Numérico. Em seguida, foi realizado a aplicação de um questionário com 12 perguntas de natureza fechada aos estudantes do curso de Matemática da UEMA/Campus Balsas e do Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (BICT) da UFMA/Campus Balsas. Posteriormente, realizou-se uma entrevista junto ao professor da UFMA que ministra a disciplina em questão.

Os questionários foram utilizados para coletar dados quantitativos sobre a percepção dos alunos com o *Google Colab* na disciplina de Cálculo Numérico, enquanto a entrevista com o professor proporcionou uma análise qualitativa de modo a compreender as potencialidades e limitações da plataforma, bem como a identificação de desafios enfrentados pelos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem de Matemática.

Desta forma, este trabalho torna-se relevante por várias razões, uma vez que o *Google Colab* é uma ferramenta ainda pouco explorada no Ensino de Matemática,

especialmente em disciplinas como a supracitada. Seu uso pode contribuir para a melhoria do ensino e da aprendizagem, oferecendo novas possibilidades para o trabalho com conceitos matemáticos, além de possibilitar a realização de experimentos e simulações que seriam difíceis de serem realizados de outra forma.

Além disso, o uso de Tecnologias Digitais no Ensino de Matemática é um tema que tem sido amplamente discutido nos últimos anos, em virtude da necessidade de se adequar a prática pedagógica às novas tecnologias e de se buscar alternativas que motivem os estudantes e facilitem o processo de ensino e aprendizagem. Outro fator relevante é a necessidade de se adequar o Ensino de Matemática às novas demandas do mercado de trabalho, que exige profissionais cada vez mais capacitados em relação às Tecnologias Digitais. Nesse sentido, o uso do *Google Colab* pode contribuir para a formação de estudantes mais preparados e atualizados em relação às ferramentas utilizadas no mercado.

No primeiro capítulo deste trabalho, abordaremos a importância das Tecnologias Digitais no contexto do Ensino de Matemática, destacando seu papel na promoção de uma educação mais dinâmica e acessível. Em particular, será enfatizada a relevância do *Google Colab* como uma ferramenta inovadora que pode revolucionar a maneira como os conceitos matemáticos são ensinados e aprendidos, especialmente na disciplina de Cálculo Numérico.

No segundo capítulo, será realizada uma análise detalhada do *Google Colab* e de sua aplicação específica no Ensino da Matemática. Serão discutidas as características da plataforma, sua interface e suas principais funcionalidades, bem como as vantagens e desafios de sua utilização em um ambiente educacional.

No terceiro capítulo, será feita uma apresentação da disciplina de Cálculo Numérico, incluindo definições fundamentais, objetivos de aprendizagem e exemplos de problemas típicos abordados nos cursos mencionados anteriormente. Em seguida, será demonstrado um exemplo prático sobre a aplicação do método de Newton-Raphson utilizando o *Google Colab*, evidenciando como a plataforma pode ser utilizada para resolver problemas numéricos de maneira eficiente e interativa.

Através da análise crítica das potencialidades e limitações dessa ferramenta, esperamos contribuir para o avanço do campo educacional, oferecendo insights valiosos que possam informar práticas pedagógicas mais eficazes e inovadoras. Ao compreendermos melhor como o *Google Colab* pode ser utilizado de forma efetiva e integrada ao processo de ensino e aprendizagem de Matemática, estaremos mais aptos a promover experiências educacionais enriquecedoras e significativas para os estudantes, preparando-os para os desafios do século XXI.

## **2 TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE MATEMÁTICA COM ENFOQUE NO *GOOGLE COLAB***

O Ensino de Matemática enfrenta obstáculos multifacetados em sua transmissão e assimilação. A abstração inerente a muitos conceitos matemáticos, aliada à falta de contextualização com a vida cotidiana dos estudantes, pode levar a uma desconexão e desinteresse por parte dos alunos. Sanchez (2004) afirma que é possível identificar diversas áreas em que as dificuldades de aprendizagem em Matemática podem se tornar aparentes e podem se manifestar em diferentes aspectos. Entre elas estão:

As dificuldades relativas à própria complexidade da matemática, como seu alto nível de abstração e generalização, a complexidade dos conceitos e algoritmos. A hierarquização dos conceitos matemáticos, o que implica ir assentando todos os passos antes de continuar, o que nem sempre é possível para muitos alunos; a natureza lógica e exata de seus processos, algo que fascinava os pitagóricos, dada sua harmonia e sua “necessidade”, mas que se torna muito difícil pra certos alunos; a linguagem e a terminologia utilizadas, que são precisas, que exigem uma captação (nem sempre alcançada por certos alunos), não só do significado, como da ordem e da estrutura em que se desenvolve (Sanchez, 2004, p.174).

Neste sentido, conforme destacado pelo autor faz-se necessário entender os desafios que contribuem para as barreiras na assimilação desse conhecimento. Entre eles, destaca-se a falta de contextualização dos conceitos matemáticos com a vida cotidiana dos estudantes. A desconexão entre o que é ensinado em sala de aula e sua aplicação prática no mundo real pode levar à percepção de que a Matemática é uma disciplina distante e pouco relevante para a vida cotidiana, alimentando o desinteresse dos alunos (Boaler, 2015).

Outro aspecto crítico abordado por Sanchez (2004) refere-se à hierarquização dos conceitos matemáticos. O método tradicional de ensino muitas vezes exige que os alunos assimilem cada passo sequencialmente, o que pode se tornar um obstáculo para alguns estudantes. A rigidez na progressão do conteúdo pode dificultar a compreensão global e integrada da disciplina, prejudicando a fluidez na construção do conhecimento matemático.

Em consonância com isso, Freire (2014) discute como o ensino tradicional, ao impor uma sequência fixa de conteúdos, muitas vezes aliena os alunos do processo de aprendizado. Ele argumenta que o modelo bancário de educação, no qual o conhecimento é depositado nos alunos, não permite uma compreensão verdadeira e crítica do conteúdo. A rigidez na progressão do ensino pode perpetuar essa abordagem, na qual os alunos são tratados como receptores passivos de informações.

A natureza lógica e exata dos processos matemáticos também é destacada como um desafio significativo. Embora a lógica e a precisão sejam características fundamentais da Matemática, para alguns alunos, a rigidez dessas estruturas pode tornar-se um obstáculo. D'Ambrosio (2001) destaca a importância de incorporar abordagens mais flexíveis e contextualizadas, reconhecendo a diversidade de perspectivas culturais em relação à Matemática.

Ao explorar a necessidade de seguir um raciocínio linear e preciso, surge a questão de como essa abordagem pode ser intimidante para certos estudantes, particularmente aqueles que têm preferências por métodos mais flexíveis ou criativos. Nesse contexto, a perspectiva de D'Ambrosio (2001) ganha relevância ao destacar que a Matemática não é uma entidade isolada, mas sim, influenciada pelas diversas formas de pensar presentes em diferentes culturas.

A linguagem e a terminologia específicas utilizadas na Matemática são apontadas como outra fonte de dificuldades. A precisão exigida na compreensão dos termos, bem como a habilidade de interpretar a ordem e a estrutura dos conceitos matemáticos, podem ser obstáculos para alguns alunos. A linguagem matemática, muitas vezes concisa e simbólica, pode representar uma barreira de comunicação para aqueles que não estão familiarizados com suas nuances.

Nesse contexto de desafios no Ensino de Matemática, a introdução das Tecnologias Digitais torna-se uma consideração crucial para enfrentar essas barreiras e transformar a experiência de aprendizagem. A utilização de ferramentas digitais pode desempenhar um papel significativo na superação de alguns dos obstáculos anteriormente mencionados. Conforme afirma Moran (2000, p. 49), “a educação está mudando nas suas formas de se organizar, de produzir bens, de comercializá-los, de se divertir, de ensinar e de aprender”.

Desta forma, o autor aponta que a educação não pode mais ser concebida de forma estática, pois a sociedade contemporânea está imersa em um ambiente dinâmico e em constante mudança. A introdução de ferramentas digitais, representa uma resposta adaptativa a essas transformações, possibilitando abordagens mais flexíveis e inovadoras no Ensino de Matemática.

Nesse sentido, surgem tendências e inovações que visam revolucionar o ensino da Matemática. As Tecnologias Digitais têm desempenhado um papel fundamental na transformação dessa disciplina, oferecendo novas abordagens para tornar o aprendizado mais interativo e estimulante (Lima; Rocha, 2022). O uso de *softwares*, aplicativos e plataformas online permite explorar conceitos matemáticos por meio de simulações, visualizações e



problemas interativos, aproximando a Matemática do dia a dia dos estudantes (Ponte; Oliveira; Varanda, 2003).

Ainda, para Lima; Rocha (2022 *apud* Alves 2001, p. 732) “o Ensino de Matemática utilizando Aplicativos e Softwares impulsiona de maneira significativa as relações intelectuais, sociais e afetivas, além de propiciar atitudes de crítica construtiva e criação nos alunos que participam desse processo”. Isso sugere que essas ferramentas digitais não apenas promovem o desenvolvimento cognitivo, mas também contribuem para a interação entre os estudantes, a construção de conhecimento de forma coletiva e até mesmo para o aspecto emocional, proporcionando uma experiência mais rica e envolvente.

Além disso, novas abordagens pedagógicas têm sido implementadas para superar os desafios enfrentados no Ensino de Matemática. A aprendizagem ativa, por exemplo, incentiva a participação ativa dos alunos na construção do conhecimento, por meio de atividades práticas, discussões e resolução de problemas contextualizados. O ensino baseado em problemas propõe a utilização de situações-problema do mundo real para introduzir e explorar conceitos matemáticos, tornando o aprendizado mais significativo e aplicável (Borochovicus; Tortella, 2014).

A personalização do ensino também emerge como uma tendência promissora. Para Reis (2023, n.p), “personalizar a aprendizagem inclui dizer ao estudante como pode desenvolver domínios cognitivos, socioemocionais e psicomotores com a ajuda de sua fiel parceira, a tecnologia”. Logo, adaptar o ensino de acordo com as necessidades individuais de cada aluno, por meio de recursos e estratégias diferenciadas, pode ser crucial para alcançar uma compreensão mais sólida da Matemática. Com isso as ferramentas tecnológicas desempenham um papel essencial nesse aspecto, fornecendo recursos adaptativos e personalizados para atender às necessidades específicas de aprendizado de cada estudante.

Em uma análise da inserção das Tecnologia Digitais voltada para o ensino superior, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para os cursos de licenciatura em Matemática indicam que:

Desde o início do curso o licenciando deve adquirir familiaridade com o uso do computador como instrumento de trabalho, incentivando-se sua utilização para o Ensino de Matemática, em especial para a formulação e solução de problemas. É importante também a familiarização do licenciando, ao longo do curso, com outras tecnologias que possam contribuir para o Ensino de Matemática. (Brasil, 2001, p. 7).

Portanto, dentro desse contexto, as DCN buscam orientar os cursos de licenciatura em Matemática a integrar as Tecnologias Digitais como componentes essenciais do processo

de formação dos futuros professores. Essa abordagem reconhece o papel crucial dessas tecnologias na modernização do Ensino de Matemática, incentivando práticas inovadoras e eficazes.

A análise desses aspectos é de suma importância para compreender como as Tecnologias Digitais podem se inserir nesse cenário educacional. Ao considerar os desafios enfrentados no Ensino de Matemática e as tendências inovadoras que buscam superá-los, torna-se possível avaliar criticamente como essa ferramenta pode contribuir para a melhoria do ensino e aprendizagem de Cálculo Numérico.

Através da análise desses desafios e tendências, é viável perceber que o *Google Colab*, como uma ferramenta baseada em nuvem que oferece um ambiente de desenvolvimento interativo e colaborativo, possui potencial para mitigar alguns dos desafios enfrentados no ensino de Cálculo Numérico. Sua acessibilidade, interatividade e capacidade de suportar programação em *Python*, por exemplo, podem ser exploradas para criar exemplos práticos e visualizações que tornem os conceitos matemáticos mais palpáveis e compreensíveis para os alunos (Colaboratory, 2024).

Além disso, o Colab oferece recursos de compartilhamento e colaboração, permitindo que os alunos trabalhem em equipe e aprendam uns com os outros, o que pode promover uma maior interação e engajamento no processo de aprendizagem. A possibilidade de utilizar bibliotecas de visualização de dados e ferramentas de análise numérica disponíveis no ambiente do Colab também pode enriquecer a compreensão dos métodos numéricos estudados na disciplina de Cálculo Numérico (Colaboratory, 2024).

Contudo, é fundamental reconhecer que o uso do *Google Colab* no Ensino de Matemática não está isento de desafios. Questões como a infraestrutura necessária para o acesso à internet, a familiarização dos alunos e professores com a plataforma e a integração efetiva do *Colab* no currículo educacional são aspectos que requerem consideração cuidadosa.

Portanto, explorar o contexto de desafios e tendências no Ensino de Matemática é essencial para compreender tanto o potencial quanto as limitações do uso do *Google Colab* no contexto específico da disciplina de Cálculo Numérico. Ao confrontar os desafios enfrentados e examinar as inovações emergentes, é possível avaliar criticamente como essa ferramenta tecnológica pode ser aplicada de forma eficaz para enriquecer o ensino e a aprendizagem de Matemática, especialmente no âmbito do Cálculo Numérico.

### 3 O USO DO *GOOGLE COLAB* NA DISCIPLINA DE CÁLCULO NUMÉRICO

A integração da tecnologia no processo educacional tem sido uma tendência crescente, proporcionando novas oportunidades para aprimorar a aprendizagem em diversas disciplinas. No contexto da disciplina de Cálculo Numérico, o uso de ferramentas como o *Google Colab*, aliado à linguagem de programação *Python*, tem se destacado como uma abordagem eficaz para o ensino e aprendizagem. Este capítulo visa explorar o papel do *Google Colab* na otimização do ensino de Cálculo Numérico, considerando a linguagem *Python* como peça-chave nesse processo.

#### 3.1 *Python*: uma linguagem poderosa

A linguagem de programação *Python* tem surgido como uma ferramenta poderosa no cenário acadêmico e profissional, principalmente devido à sua funcionalidade, versatilidade e à comunidade de desenvolvedores que a sustentam. Para Al Sweigart (2015, p. 14), as linguagens de programação:

podem ser entendidas como intermediárias ou tradutoras entre usuários(programadores) e computadores. Elas são artificios usados para passar instruções para máquinas, isto é, programar. Essas instruções são passadas por meio de códigos, rotinas, scripts ou outros arquivos. Elas também exigem o cumprimento de regras semânticas, bem como pontuações adequadas, palavras chaves e até mesmo indentação (principalmente em *Python*), essas regras são conhecidas como sintaxe, que varia dependendo da linguagem.

Assim, Al Sweigart (2015) ressalta que a natureza intermediária das linguagens de programação desempenha o papel crucial de tradutores entre a linguagem compreensível pelos programadores e as instruções compreendidas pelos computadores. O ato de programar, portanto, envolve a habilidade de articular lógica e algoritmos por meio de códigos, scripts ou rotinas, seguindo as regras semânticas e sintáticas específicas de cada linguagem.

As regras sintáticas, como apontadas por Al Sweigart (2015), incluem aspectos cruciais como pontuações adequadas, palavras-chave e, notavelmente em *Python*, a indentação. A ênfase na formatação e organização do código em *Python* destaca-se como uma característica distintiva, influenciando diretamente a legibilidade e estrutura do programa. Essa atenção à sintaxe não apenas impõe rigor à codificação, mas também, contribui para a criação de códigos mais claros e compreensíveis, facilitando a colaboração e manutenção.

Dessa forma, a citação evidencia que a programação vai além da simples transmissão de comandos para máquinas, ela exige a maestria das regras específicas de cada linguagem, com a sintaxe desempenhando um papel crucial nesse processo. O entendimento profundo dessas nuances permite que os programadores comuniquem suas intenções de forma precisa e eficiente, garantindo a execução adequada das instruções pelos computadores.

No contexto do ensino de Cálculo Numérico, *Python* se revela uma escolha natural e eficiente, destacando-se pela facilidade de aprendizado e pela extensa coleção de bibliotecas especializadas, tais como *NumPy* e *SciPy*, que oferecem suporte robusto para a implementação de métodos numéricos.

VanderPlas (2017), enfatiza a acessibilidade e a legibilidade do *Python*, considerando-o fator essencial para o sucesso da linguagem na educação e prática. Destaca ainda que, a clareza da sintaxe do *Python* facilita significativamente a compreensão dos conceitos matemáticos subjacentes. Dessa forma, os estudantes podem se concentrar na lógica dos algoritmos, sem se perderem em detalhes sintáticos complexos.

A facilidade de aprendizado do *Python* é particularmente valiosa no contexto acadêmico, em que alunos podem rapidamente adquirir proficiência na linguagem, permitindo uma transição mais suave para a aplicação prática dos métodos numéricos em Cálculo. Além disso, a linguagem oferece uma abordagem intuitiva que incentiva o pensamento algorítmico, como destacado por Downey (2019), que destaca a importância da abordagem prática e do pensamento algorítmico no ensino de programação.

Outro ponto importante é a vasta comunidade de desenvolvedores *Python*, que contribui para a riqueza de recursos disponíveis. A comunidade desempenha um papel crucial na evolução e aprimoramento contínuo das bibliotecas especializadas em cálculos numéricos, garantindo que as ferramentas estejam sempre atualizadas e prontas para atender às demandas dos estudantes e profissionais.

A escolha da linguagem *Python* e sua aplicação no *Google Colab* para o ensino de Cálculo Numérico não apenas se justifica por sua funcionalidade e versatilidade, mas também, pela comunidade robusta e pelo suporte contínuo de bibliotecas especializadas. Esses elementos convergem para criar um ambiente propício ao aprendizado efetivo e à aplicação prática de métodos numéricos, solidificando a posição proeminente do *Python* no contexto do ensino de Cálculo Numérico.

### **3.2 O que é o *Google Colab*?**

O *Google Colab*, uma abreviação de *Google Colaboratory*, é uma plataforma gratuita baseada na nuvem que oferece um Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) para a execução de códigos *Python*. “É um ambiente digital de acesso aberto e disponibilizado pela Google para aplicação de conhecimentos de programação na linguagem *Python*” (Silva, 2020, *apud*. Carneiro *et al.*, 2018, p.1).

Lançado pela empresa Google, o *Colab* foi projetado para facilitar a colaboração entre pesquisadores, desenvolvedores e estudantes, proporcionando acesso a recursos computacionais de alto desempenho sem a necessidade de configurações locais complexas (Colaboratory, 2024).

A história do *Google Colab* remonta a 2017, quando foi introduzido como uma extensão do projeto *Jupyter*. VanderPlas (2017, p. 20, tradução nossa<sup>1</sup>) corrobora ao dizer que:

O Jupyter Notebook é uma interface gráfica baseada no browser para a shell IPython, e constrói sobre ela um conjunto rico de capacidades de visualização dinâmica. Para além de executarem instruções Python/IPython, os notebooks permitem ao utilizador incluir texto formatado, visualizações estáticas e dinâmicas, equações matemáticas, widgets JavaScript e muito mais. Além disso, estes documentos podem ser guardados de forma a permitir que outras pessoas os abram e executem o código nos seus próprios sistemas.

Dessa forma, o notebook *Jupyter* serve como alicerce para o *Colab*, proporcionando uma interface gráfica baseada em navegador para o *IPython shell*. Logo, o *Colab* herda as capacidades dinâmicas e de exibição avançada oferecidas pelo projeto *Jupyter*, permitindo desta forma a criação de documentos interativos contendo código, texto explicativo e visualizações.

Ao invés de depender exclusivamente de ambientes locais ou servidores remotos, os *notebooks* podem ser salvos diretamente no Google Drive, proporcionando uma experiência de trabalho mais fluida e eliminando preocupações com a perda de dados (Colaboratory, 2024). Essa acessibilidade instantânea aos projetos, aliada às capacidades interativas do *Jupyter*, transforma o *Colab* em uma ferramenta versátil que ultrapassa barreiras geográficas e infra estruturais.

O *Colab* visa superar barreiras no acesso a recursos computacionais de alta qualidade. Além disso, o mesmo se tornou uma escolha popular para a execução de modelos de

---

<sup>1</sup> The Jupyter notebook is a browser-based graphical interface to the IPython shell, and builds on it a rich set of dynamic display capabilities. As well as executing Python/IPython statements, the notebook allows the user to include formatted text, static and dynamic visualizations, mathematical equations, JavaScript widgets, and much more. Furthermore, these documents can be saved in a way that lets other people open them and execute the code on their own systems (VanderPlas, 2017, p.20).

aprendizado de máquina, permitindo que usuários acessem Unidades de Processamento Gráfico (GPUs) de maneira fácil e eficiente.

A colaboração em tempo real é um dos principais destaques do *Colab*. Seguindo a visão de VanderPlas (2017) sobre a importância de ambientes colaborativos no ensino de programação, o *Colab* permite que usuários compartilhem seus *notebooks*, promovendo a colaboração efetiva em projetos de pesquisa e desenvolvimento.

A acessibilidade do *Colab* também é enfatizada por Noletto (2020), que destaca como a plataforma elimina a necessidade de configurar ambientes de desenvolvimento locais, permitindo que usuários foquem mais na resolução de problemas do que nas complexidades da configuração do sistema.

Outro ponto crucial é a integração nativa com bibliotecas populares de aprendizado de máquina e ciência de dados, como *TensorFlow* e *PyTorch*. Isso proporciona aos usuários a capacidade de implementar algoritmos avançados sem a necessidade de instalações complicadas, tornando o *Colab* uma ferramenta valiosa para a comunidade de aprendizado de máquina.

O *Colab* também destaca seu compromisso com a educação, oferecendo um ambiente de aprendizado prático para estudantes e professores. Caldeira (2019) explora como o *Colab* se tornou uma ferramenta essencial em cursos de ciência de dados, proporcionando uma introdução prática ao uso de *Python* em ambientes acadêmicos.

Em vista disso, o *Google Colab* emerge como uma plataforma inovadora, promovendo a colaboração científica em nuvem e proporcionando acesso a recursos computacionais avançados. Sua criação responde à demanda por ambientes práticos, acessíveis e colaborativos, tornando-se eficaz para pesquisadores, cientistas de dados e estudantes em todo o mundo.

### **3.3 Google Colab: uma plataforma de colaboração e execução de código em nuvem**

A utilização do *Google Colab* como plataforma de colaboração e execução de código em nuvem representa um avanço significativo no campo da educação e programação. VanderPlas (2017) enfatiza a necessidade de promover uma abordagem prática e colaborativa no ensino de programação. Ele argumenta que ao fornecer ferramentas que permitem a colaboração em tempo real, os estudantes têm a oportunidade de aprender uns com os outros e aprimorar suas habilidades de programação de maneira mais eficaz.

O *Google Colab*, ao oferecer um ambiente integrado para a execução de código *Python*, vai além da simples funcionalidade de programação. Ele permite a criação de *notebooks*, nos quais é possível integrar texto explicativo, códigos e visualizações de forma interativa. Essa abordagem, conforme destacada por Granger e Pérez (2021) no contexto do Projeto *Jupyter*, promove uma experiência de aprendizagem mais envolvente.

A colaboração é um aspecto fundamental desse ambiente. Noleto (2020) argumenta que a aprendizagem é mais eficaz quando ocorre em um contexto social e colaborativo. O *Google Colab*, ao permitir que vários usuários trabalhem simultaneamente em um mesmo notebook, incentiva a troca de ideias, discussões e o desenvolvimento coletivo do conhecimento. Isso está alinhado com as teorias construtivistas, que destacam a importância da interação social no processo de aprendizagem.

Entretanto, é importante destacar que a colaboração online e em nuvem também apresenta desafios. Questões como a privacidade e segurança dos dados, requer uma necessidade de uma abordagem ética no desenvolvimento e uso de ferramentas colaborativas (Piercarlo, 2014, *apud*. Patrignani, 2009). Isso evidencia a importância de considerar não apenas os benefícios educacionais, mas também, as implicações éticas ao incorporar tecnologias como o *Google Colab* no ensino de programação.

Em suma, o *Google Colab*, ao oferecer uma plataforma de colaboração e execução de código em nuvem, representa uma ferramenta poderosa no ensino de programação. No entanto, é essencial abordar questões éticas para garantir que a integração de tecnologias colaborativas seja feita de maneira responsável e segura.

### **3.4 Acessando o *Google Colab***

Para acessar o *Google Colab*, é necessário abrir o navegador web de escolha e acessar o site <https://colab.research.google.com> (Noleto, 2022). Caso o usuário ainda não esteja autenticado em sua conta do Google, será necessário efetuar o login usando suas credenciais existentes ou criar uma conta (Araújo, 2020). Uma vez logado, o usuário será direcionado para a página principal do *Colab*, conforme ilustrado na Figura 1, onde é possível criar novos *notebooks* ou carregar projetos existentes.

Figura 1 - Página inicial do *Google Colab*



Fonte: <https://colab.research.google.com/>

Essa plataforma destaca-se pela utilidade na execução de código *Python*, fazendo uso de recursos como GPUs gratuitas disponibilizadas pelo Google. Adicionalmente, o *Colab* integra-se de forma transparente ao *Google Drive*, permitindo o armazenamento e compartilhamento fácil de projetos relacionados à análise de dados e aprendizado de máquina. A acessibilidade e integração proporcionadas simplificam o processo de desenvolvimento colaborativo e compartilhamento de trabalhos fundamentados em *notebooks Jupyter*.

Uma vez que o usuário tenha realizado o login no *Google Colab*, o próximo passo consiste em iniciar um novo projeto. Para isso, na parte superior da interface, é necessário clicar em "Arquivo" e, em seguida, selecionar a opção "Novo notebook", conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Página inicial do *Google Colab*, criando um novo notebook



Fonte: <https://colab.research.google.com/>



Esse procedimento abrirá um notebook interativo, oferecendo um ambiente similar ao *Jupyter*, no qual o usuário pode desenvolver seu código *Python* de maneira eficiente. Esse formato interativo permite a criação de células contendo tanto código *Python* quanto células de texto para documentação, proporcionando uma abordagem integrada ao desenvolvimento e à explicação do código.

Dentro do *notebook*, o usuário possui a flexibilidade de criar células contendo código *Python*, bem como células de texto para documentação e explicação do código. Esse formato híbrido permite uma abordagem integrada à programação e à documentação, facilitando a explicação de cada passo do código desenvolvido.

Além disso, o Colab oferece recursos interativos, como a execução de células individualmente, o que facilita a depuração e a compreensão incremental do código. Ao acessar o novo *notebook*, o ambiente visualizado, conforme representado na Figura 3, demonstra a interface e as opções disponíveis para o desenvolvimento do projeto.

Figura 3 – Célula de código em branco do *Google Colab*



Fonte: <https://colab.research.google.com/>

Ao acessar um novo notebook no *Google Colab*, a interface apresenta-se como um ambiente dinâmico e interativo, oferecendo uma variedade de elementos essenciais para o desenvolvimento e documentação de projetos. Na Figura 3, visualiza-se a disposição clara e organizada da barra de menu no topo, fornecendo acesso a funcionalidades essenciais, enquanto a barra de ferramentas oferece atalhos para ações frequentes.

O corpo principal do notebook é composto por células, cada uma podendo ser de código ou de texto, permitindo ao usuário integrar programação e documentação de maneira

fluida. A área de código, identificada pela barra lateral esquerda e o indicador de estado, possibilita a escrita e execução de código *Python*.

Por sua vez, a área de texto nas células dedicadas à documentação oferece suporte à linguagem de marcação *Markdown*<sup>2</sup>. Além disso, no canto superior direito no eixo horizontal fornece informações sobre o ambiente de execução. Essa representação visual na Figura 3 destaca a disposição intuitiva e a riqueza de recursos disponíveis na interface do *Google Colab*, contribuindo para uma experiência de desenvolvimento eficiente e colaborativa.

Essa combinação de funcionalidades faz do *Google Colab* uma ferramenta poderosa para o desenvolvimento e compartilhamento de projetos baseados em *notebooks*. A facilidade de integração entre código e explicação, aliada aos recursos interativos, contribui para uma experiência eficiente e produtiva no processo de desenvolvimento.

---

<sup>2</sup> *Markdown* é uma linguagem de marcação simples que permite destacar partes importantes de um texto, criar tópicos, inserir links e imagens, tudo isso sem a complexidade do HTML. A ideia é usar marcações intuitivas para tornar o texto mais legível e organizado (Silveira, 2022).

## 4 CÁLCULO NUMÉRICO: FUNDAMENTOS E APLICAÇÃO

Os Métodos Numéricos correspondem a um conjunto de ferramentas ou métodos usados para se obter a solução de problemas matemáticos de forma aproximada. Esses métodos se aplicam a problemas que não apresentam uma solução exata, portanto precisam ser resolvidos numericamente (Buffoni, 2002, p.4).

O Cálculo Numérico ou Métodos Numéricos, conforme definida por Buffoni (2002), como disciplina integrante nos componentes curriculares do Curso de Matemática em nível superior, desempenha um papel de destaque ao oferecer um conjunto específico de ferramentas e métodos voltados para a análise e resolução de problemas práticos. Esses métodos são aplicados a problemas que não apresentam uma solução exata, tornando necessária a resolução numérica.

Nesse contexto, a abordagem numérica se torna essencial quando “a obtenção de uma solução numérica para um problema físico por meio da aplicação de métodos numéricos nem sempre fornece valores que se encaixam dentro de limites razoáveis” (Barroso et.al, 1987, p. 1). Desta forma, o Cálculo Numérico é visto como uma abordagem crucial para lidar com desafios práticos e situações do mundo real na resolução de problemas matemáticos que as vezes é impossível a obtenção de soluções analíticas diretas.

Essa ênfase na natureza aproximada desses métodos ressalta a importância da precisão numérica e do uso de algoritmos iterativos para alcançar resultados satisfatórios em diversas aplicações (Buffoni, 2002). Enquanto o cálculo tradicional, com suas raízes na análise analítica, concentra-se em soluções teóricas, o Cálculo Numérico destaca-se por sua abordagem computacional, lidando com questões que muitas vezes não é possível a capacidade de resolução manual.

Explorando a ligação entre a matemática e a computação, o Cálculo Numérico destaca-se como uma ponte crucial para abordar problemas matemáticos complexos que desafiam a solução analítica direta. Ao contrário do cálculo tradicional, que se baseia na análise analítica, o Cálculo Numérico assume uma perspectiva computacional, utilizando métodos numéricos para enfrentar desafios práticos e situações do mundo real (Ribeiro; Chartier, 2012).

A matemática, como a linguagem universal da ciência, fornece um campo teórico necessário para entender os fenômenos naturais e as relações matemáticas subjacentes. No entanto, quando nos deparamos com problemas intrinsecamente complexos, muitas vezes é impossível obter soluções exatas através de métodos tradicionais (Italiano; Corrêa, 2020).

Nesse contexto, o Cálculo Numérico se destaca por sua capacidade de traduzir problemas matemáticos complexos em procedimentos computacionais, utilizando algoritmos iterativos e métodos numéricos variados (Ribeiro; Chartier, 2012). A ênfase na precisão numérica e na escolha criteriosa de algoritmos reflete a natureza pragmática dessa disciplina, em que a busca por soluções aproximadas é essencial.

A matemática computacional ganha vida no Cálculo Numérico, proporcionando uma abordagem prática para resolver equações diferenciais, integrar numericamente funções complexas e encontrar soluções para sistemas lineares (Buffoni, 2002). A implementação eficaz desses métodos requer não apenas um conhecimento sólido em matemática, mas também a habilidade de traduzir conceitos teóricos em códigos computacionais eficientes.

A convergência entre a teoria matemática e a aplicação prática se torna evidente quando o Cálculo Numérico é empregado para abordar desafios reais em áreas como engenharia, física aplicada e ciências computacionais (Cláudio; Marins, 1991). A matemática, então, transcende sua natureza abstrata, transformando-se em ferramentas poderosas para enfrentar a complexidade do mundo real.

Portanto, o Cálculo Numérico destaca-se como um campo dinâmico que utiliza a riqueza da matemática para desenvolver métodos computacionais, proporcionando soluções aproximadas e viáveis para problemas matemáticos que resistem à solução analítica direta. Essa interseção entre a matemática e a computação desempenha um papel essencial na compreensão e resolução de desafios complexos em diversas disciplinas.

No contexto específico do curso de Matemática Licenciatura, no Campus Balsas/UEMA, a disciplina de Cálculo Numérico desempenha um papel fundamental ao proporcionar aos estudantes uma visão das ferramentas necessárias para enfrentar problemas complexos e situacionais que frequentemente ultrapassam os limites da resolução analítica tradicional conforme exposto na Figura 4.

Figura 4 - Ementa da disciplina de Cálculo Numérico do curso de Matemática Licenciatura, Campus Balsas/UEMA

<b>6º PERÍODO</b>		
<b>DISCIPLINA</b>	<b>CÁLCULO NUMÉRICO</b>	<b>CH: 60 horas</b>
<b>EMENTA</b>		
Erro e Propagação de Erro. Soluções Numéricas de Equações Algébricas e Transcendentes: Isolamento de raízes; Exatidão; Método da Bisseção; Método das Cordas; Método de Newton; Interpolação. Integração: Regra do Trapézio; Regra de Simpson. Série de Taylor: Aproximações Polinomiais e Aplicações.		

Ao analisar a ementa da disciplina, é possível identificar os objetivos do Cálculo Numérico e as metas mais amplas do curso supracitado. A disciplina se alinha com a missão de fornecer uma formação abrangente, preparando os alunos para aplicar seus conhecimentos matemáticos de maneira prática e eficiente com a utilização de recursos computacionais.

Isto está de acordo com as Diretrizes Curriculares para o Curso de Matemática (CNE/CES 1.302/2001, p. 3-5), em que é esperado que os currículos dos cursos de Licenciatura em Matemática proporcionem aos licenciandos a capacidade de “compreender, criticar e utilizar novas ideias e tecnologias na resolução de problemas”.

Já em relação ao curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (BICT), Campus Balsas/UFMA, disciplinas como Cálculo Numérico desempenham um papel crucial, embora com um enfoque mais voltado para a aplicação computacional e algoritmos conforme destacado na Figura 5.

Figura 5 - Ementa da disciplina de Cálculo Numérico do curso de BICT, UFMA/Campus Balsas

<b>EMENTA</b>
Zeros de funções elementares; Soluções de sistemas lineares: métodos diretos e iterativos, convergências; Soluções de sistemas não-lineares; Ajustes de curvas, método dos quadrados mínimos lineares e linearizáveis; Interpolação polinomial, formas de Lagrange e de Newton, linear por partes (spline linear), Análise de erro de interpolação; Integração numérica: fórmulas de Newton-Cotes e quadratura Gaussiana;

Fonte: Projeto Pedagógico do Curso (UFMA, 2017).

Esta disciplina capacita os estudantes a resolverem problemas complexos utilizando métodos numéricos, algo essencial em áreas como análise de dados, modelagem computacional e desenvolvimento de software. Assim como no curso de Matemática Licenciatura, o Cálculo Numérico no BICT prepara os alunos para enfrentar desafios que muitas vezes não podem ser resolvidos apenas com métodos analíticos tradicionais. Através da implementação computacional de algoritmos numéricos eficientes, os estudantes adquirem habilidades essenciais para a resolução de problemas do mundo real.

A ênfase na resolução numérica de problemas matemáticos, conforme proposta por Buffoni (2002) e destacada por Barroso *et al.* (1987), está alinhada com a necessidade de preparar os estudantes para enfrentar desafios do mundo real. Essa abordagem prática ressoa não apenas com os objetivos do curso de Matemática, mas também com a demanda crescente por profissionais que possuam habilidades computacionais e analíticas sólidas.

Integrar o *Google Colab* nesse cenário proporciona uma vantagem adicional. A plataforma colaborativa oferece uma infraestrutura acessível e eficiente para a implementação prática dos métodos numéricos aprendidos. Ela permite que os estudantes escrevam e executem códigos *Python* diretamente no navegador, sem a necessidade de configurações complicadas. Essa acessibilidade simplificada facilita a transição do conhecimento teórico para a aplicação prática, tornando o aprendizado do Cálculo Numérico mais dinâmico e envolvente.

Portanto, ao incorporar o *Google Colab* como uma ferramenta prática nos cursos de Matemática (Campus Balsas/UEMA) e BICT (Campus Balsas/UEMA) na disciplina de Cálculo Numérico, os alunos não apenas adquirem conhecimentos fundamentais, mas também desenvolvem habilidades essenciais para enfrentar desafios complexos em sua futura carreira acadêmica e profissional. Essa abordagem integrada reflete a evolução das metodologias de ensino para atender às demandas dinâmicas do mundo contemporâneo.

#### 4.1 Método de Newton-Raphson

A disciplina de Cálculo Numérico proporciona aos estudantes uma variedade de técnicas para resolver problemas matemáticos complexos de forma aproximada. Entre essas técnicas, o método de Newton-Raphson, em particular, se destaca como uma abordagem altamente eficaz para encontrar raízes de equações não lineares. Sua relevância transcende diversas áreas do conhecimento, sendo amplamente estudado em cursos de Matemática, Engenharia e Ciência da Computação (Italiano; Corrêa, 2020).

Este método, fundamentado nos princípios do cálculo diferencial, oferece uma abordagem iterativa que gradualmente se aproxima das raízes de uma função, demonstrando a interdisciplinaridade e a aplicabilidade dos conceitos matemáticos em diferentes contextos práticos. Conhecido também como Método das Secantes, o método de Newton-Raphson se baseia na ideia de aproximar uma solução inicial por meio de uma reta tangente à curva da função (Franco, 2006).

Seja  $f(x)$  a função cuja raiz desejamos encontrar e  $x_0$  uma estimativa inicial para a raiz. A reta tangente à curva de  $f(x)$  em  $x_0$  pode ser expressa pela equação da reta:

$$y = f'(x_0)(x - x_0) + f(x_0) \quad (1)$$

em que  $f'(x_0)$  é a derivada de  $f(x)$  avaliada em  $x_0$ . A interseção dessa reta com o eixo  $x$  nos fornece uma nova estimativa para a raiz,  $x_1$ , dada por:

$$x_1 = x_0 - \frac{f(x_0)}{f'(x_0)} \quad (2)$$

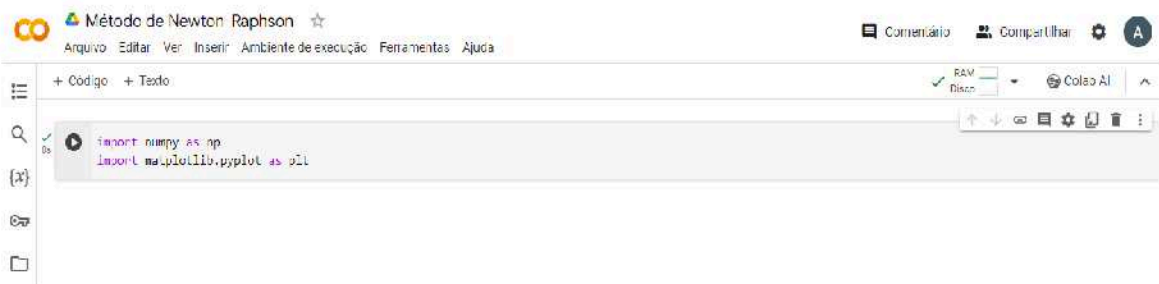
Repetindo esse processo iterativamente, obtemos uma sequência de estimativas  $x_0, x_1, x_2, \dots$  que converge para a raiz da função  $f(x)$  (Franco, 2006).

## 4.2 Aplicação prática do método de Newton-Raphson no *Google Colab*

A implementação do método de Newton-Raphson no ambiente do *Google Colab* é facilitada pela linguagem *Python* e pelas bibliotecas disponíveis para cálculos numéricos, como *NumPy* e *SciPy*. A seguir, será exposto um exemplo prático de como utilizar o Método de Newton no *Google Colab* para encontrar a raiz de uma função não linear. Esta aplicação permitirá que os estudantes não apenas compreendam a teoria por trás do método, mas também observem sua eficácia em um contexto computacional.

Tomemos como base a seguinte função:  $f(x) = x^3 + 10x - 500$ . Para resolver essa função, inicialmente deve-se importar as bibliotecas necessárias. No código fornecido, dentro da célula, é importante importar duas bibliotecas essenciais para operações matemáticas e visualização de gráficos, *NumPy* e *Matplotlib*. Em seguida dê o play para carregar tais bibliotecas, conforme a Figura 6.

Figura 6 - Exemplo do Método de Newton-Raphson no *Google Colab* – Parte I



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Com as bibliotecas importadas, o próximo passo é definir a função  $f(x)$  e sua derivada  $f'(x)$ . A função  $f(x)$  representa a função dada, enquanto  $f'(x)$  representa sua derivada. Nesta situação, iremos chamar a derivada de  $f'(x)$  de  $g(x)$  para distinguir tais funções. A visualização dessas funções está expressa na Figura 7.

Figura 7 - Exemplo do Método de Newton-Raphson no *Google Colab* – Parte II



```

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

def f(x): # Função Principal
    y = x**3 + 10*x - 500
    return y

def f'(x): # Derivada da Função Principal
    g = 3*x**2 + 10
    return g

```

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

É importante definir essas funções, pois segundo Nunes; Amaral (2020, p.77) as

definições de funções auxiliam para automatizar procedimentos que são recorrentes no código, evitando a necessidade de escrevê-los várias vezes. Bem como as outras estruturas do Python, a estrutura de definição de funções também segue as regras da indentação e dos dois pontos.

Além disso, é importante ressaltar que logo abaixo de cada função, “para retornar valores, ou apenas para indicar o término da função, deve-se usar a palavra *return*” (Nunes; Amaral, 2020, p.77), seguido da função que se deseja retornar ou terminar conforme apresentado na Figura 7.

Ao realizar esse processo, deve-se atribuir um valor qualquer para o programa iniciar o cálculo da função. Neste caso,  $x = 5$ , como referência para a resolução desse problema. Em seguida será necessário inserir uma estrutura de repetição chamada *for*. Cruz (2015, p.34) corrobora dizendo que:

Essa estrutura faz, para cada elemento da lista, uma atribuição do elemento corrente à variável definida no comando, e executa o bloco de código associado a essa variável disponível. [...] Esse comando faz com que a execução do bloco vá direto para a próxima iteração.

Para que este processo ocorra, será necessário também inserir o operador *in*, pois “quando a lista de valores acaba, o loop termina” (Nunes; Amaral, 2020, p.53). E quando os valores a serem atribuídos seguem uma sequência crescente, é possível utilizar a função *range(x)*. Com isso, o processo iterativo será repetido exatamente  $x$  vezes, atribuindo à variável valores de 0 a  $x - 1$  em cada iteração.



Ainda sobre a função  $range(x)$ , ao inserirmos no corpo da célula do *Colab*, a mesma pode “ser chamada com três argumentos. Os dois primeiros argumentos serão os valores de início e fim, e o terceiro será o argumento de incremento. O incremento é a quantidade somada à variável após cada iteração” (Al Sweigart, 2020, p. 99). A Figura 8 expressa melhor o exposto acima.

Figura 8 - Exemplo do Método de Newton-Raphson no *Google Colab* – Parte III



```

Método de Newton-Raphson ☆
Arquivo Editar Ver Inserir Ambiente de execução Ferramentas Ajuda Todas as alterações foram salvas
RAM Disco Colab AI
+ Código + Texto
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

def f(x): # Função Principal
    y = x**3 + 10*x - 500
    return y

def g(x): # Derivada da Função Principal
    g = 3*x**2 + 10
    return g

x = 5

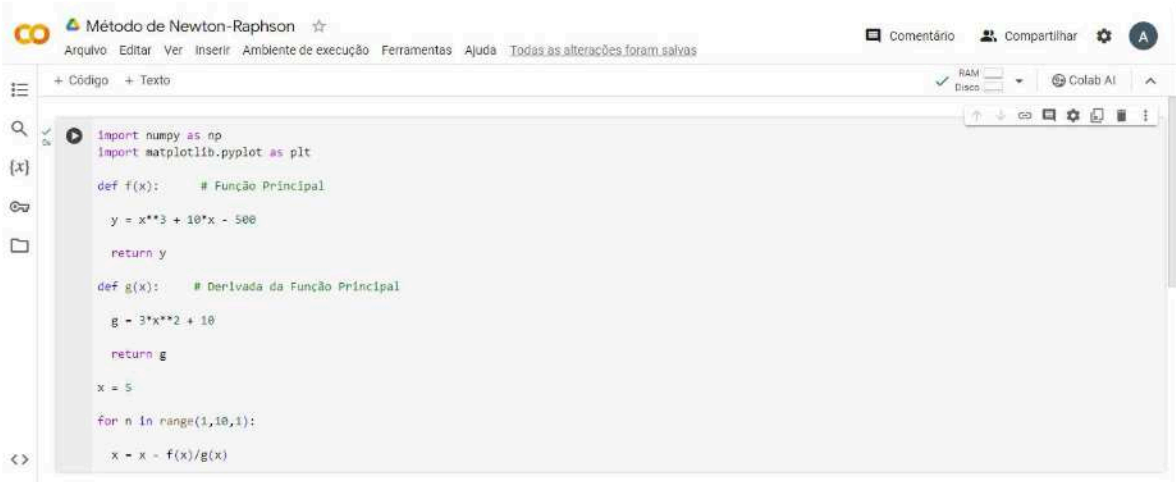
for n in range(1,10,1):

```

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

O penúltimo passo envolve a incorporação da fórmula do método de Newton-Raphson à implementação, como ilustrado na Figura 9. Nesse ponto, basta adicionar a fórmula ao código para que o programa possa reconhecer a função e, com base na quantidade de iterações especificadas dentro da função  $range(x)$ , encontrar a solução para as raízes.

Figura 9 - Exemplo do Método de Newton-Raphson no *Google Colab* – Parte IV



```

Método de Newton-Raphson ☆
Arquivo Editar Ver Inserir Ambiente de execução Ferramentas Ajuda Todas as alterações foram salvas
RAM Disco Colab AI
+ Código + Texto
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

def f(x): # Função Principal
    y = x**3 + 10*x - 500
    return y

def g(x): # Derivada da Função Principal
    g = 3*x**2 + 10
    return g

x = 5

for n in range(1,10,1):
    x = x - f(x)/g(x)

```

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Por último, para visualizarmos os resultados dessas iterações, basta adicionar o comando `print(x)`. Com isso, o *Google Colab* irá exibir as raízes da função após a execução do código. Basta pressionar o botão "play" para iniciar o processo, conforme a Figura 10.

Figura 10 - Exemplo do Método de Newton-Raphson no *Google Colab* – Parte V

```

Método de Newton-Raphson
Arquivo Editar Ver Inserir Ambiente de execução Ferramentas Ajuda Todas as alterações foram salvas
+ Código + Texto RAM 128MB Colab AI
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

def f(x): # Função Principal
    y = x**3 + 10*x**2 - 500
    return y

def g(x): # Derivada da Função Principal
    g = 3*x**2 + 20*x
    return g

x = 5

for n in range(1,10,1):
    x = x - f(x)/g(x)
    print(x)
9.023529411764707
7.09368077079546
7.521237161554247
7.517445580487893
7.517444104044327
7.517444104043917
7.517444104043917
7.517444104043917
7.517444104043917
7.517444104043917

```

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

## 5 METODOLOGIA

Para a elaboração deste trabalho, partiu-se inicialmente de uma revisão bibliográfica que explorou as perspectivas de diversos autores acerca do impacto das Tecnologias Digitais no Ensino da Matemática, destacando suas visões sobre o uso do *Google Colab*. Tal revisão deu-se baseada em Sousa; Oliveira; Alves (2021, p.67) quando mencionam que:

a pesquisa bibliográfica busca o levantamento e análise crítica dos documentos publicados sobre o tema a ser pesquisado com intuito de atualizar, desenvolver o conhecimento e contribuir com a realização da pesquisa. Com a temática definida e delimitada, o pesquisador terá que trilhar caminhos para desenvolvê-la (*apud*. Boccato 2006).

Desta forma, a pesquisa bibliográfica possibilitou a identificação de lacunas no conhecimento, fornecendo direcionamentos para áreas que requeriam mais investigação. Essa abordagem permitiu uma análise crítica sobre como o *Google Colab* pôde influenciar positivamente o processo de ensino e aprendizagem na disciplina de Cálculo Numérico.

Ademais, o trabalho propôs uma reflexão sobre as estratégias pedagógicas empregadas em relação às Tecnologias Digitais, visando identificar tanto suas potencialidades quanto suas limitações no contexto educacional. Para construir essa revisão, foram consultados diversos recursos como sites especializados, revistas científicas, obras literárias, artigos acadêmicos e periódicos, permitindo uma abordagem abrangente e fundamentada sobre o tema em questão.

Posteriormente, realizou-se uma pesquisa de campo com o propósito de avaliar a percepção dos alunos e dos professores quanto ao emprego do *Google Colab* e o impacto desse recurso na aprendizagem da disciplina de Cálculo Numérico.

Conforme discutido por Gonsalves (2001, p.67), a pesquisa de campo é o tipo de pesquisa que “pretende buscar a informação diretamente com a população pesquisada. Ela exige do pesquisador um encontro mais direto. [...] O pesquisador precisa ir ao espaço onde o fenômeno ocorre, ou ocorreu e reunir um conjunto de informações a serem documentadas”.

A fim de avaliar a percepção dos alunos, foi aplicado um questionário, com 12 questões, com perguntas fechadas, que foram direcionadas aos alunos e egressos que frequentaram as turmas de 2019.1 em diante nos cursos de Matemática Licenciatura do Campus Balsas/UEMA e Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (BICT) do Campus

Balsas/UFMA que concluíram a disciplina de Cálculo Numérico. A obtenção das informações foi realizada por meio da plataforma *Google Forms*.

A escolha da aplicação do questionário deu-se devido o pesquisador querer “obter informações sobre conhecimentos, [...], interesses, expectativas, [...], comportamento presente” (Gil, 2008, p.121) dos participantes, o que possibilitou a coleta de informações de maneira sistematizada, permitindo a compreensão das perspectivas e contextos dos envolvidos nesse processo de forma mais ampla e abrangente.

A aplicação deste questionário ocorreu em um período estabelecido previamente, e foi comunicada antecipadamente por meio dos canais de comunicação oficiais dos respectivos cursos. Foram fornecidas instruções claras sobre como acessar e responder ao questionário por meio da plataforma *Google Forms*.

A participação dos alunos e egressos foi voluntária e anônima, garantindo a confidencialidade das respostas e encorajando uma contribuição franca e honesta. Essa etapa foi crucial para capturar as percepções dos estudantes em relação ao uso do *Google Colab* no ensino de Cálculo Numérico, fornecendo informações valiosas para a análise e aprimoramento contínuo das práticas educacionais relacionadas às Tecnologias Digitais nesses cursos específicos.

Além disso, foi realizada uma entrevista semiestruturada com o professor que ministra a disciplina supracitada da Universidade Estadual do Maranhão (UFMA), para avaliar sua percepção sobre a utilização de tal ferramenta tecnológica como recurso pedagógico. Inicialmente, contou com 10 perguntas abertas pré-definidas. Em contrapartida, o entrevistado teve espaço para elaborar e explorar suas respostas de maneira mais livre. Isso permitiu “que as informações emergentes fossem mais ricas, espontâneas e adaptadas ao contexto específico de cada entrevistado.” (Manzini, 1990/1991, p. 154)

Em seguida, o recolhimento das informações, tanto dos questionários quanto da entrevista, deu-se por meio de uma análise quali-quantitativa. Nesta investigação, o pesquisador utilizou tanto métodos qualitativos quanto quantitativos para coletar e analisar dados. Os métodos qualitativos envolveram técnicas como entrevistas, observação participante e análise de conteúdo, que forneceram insights detalhados, contextuais e interpretativos sobre o fenômeno estudado. Por outro lado, os métodos quantitativos envolveram a coleta de dados numéricos, como questionários e escalas de avaliação, e utilizaram técnicas estatísticas para análise e interpretação dos dados (Lakatos; Marconi, 2013).

Refletindo sobre essa pluralidade de perspectivas a serem consideradas, Creswell e Clark (2013) propuseram uma definição abrangente da pesquisa de métodos mistos, a qual incorpora as características essenciais desse tipo de estudo. Segundo os autores:

[...] o pesquisador coleta e analisa de modo persuasivo e rigoroso tanto os dados qualitativos quanto os quantitativos (tendo por base as questões de pesquisa); mistura (ou integra ou vincula) as duas formas de dados concomitantemente, combinando-os (ou misturando-os) de modo sequencial, fazendo um construir o outro ou incorporando um no outro; dá prioridade a uma ou a ambas as formas de dados (em termos do que a pesquisa enfatiza); usa esses procedimentos em um único estudo ou em múltiplas fases de um programa de estudo; estrutura esses procedimentos de acordo com visões de mundo filosóficas e lentes teóricas; e combina os procedimentos em projetos de pesquisa específicos que direcionam o plano para a condução do estudo. (Creswell; Clark, 2013, p. 22).

Dessa forma, a abordagem de métodos mistos emerge como uma estratégia valiosa para a pesquisa, permitindo uma compreensão mais rica e abrangente do fenômeno estudado ao integrar diferentes modos de investigação.

Por fim, a análise de conteúdo dos dados qualitativos e quantitativos obtidos por meio das entrevistas e do questionário foi conduzida de maneira integrada. O objetivo era identificar padrões e insights relevantes sobre as percepções dos participantes em relação ao uso do *Google Colab* no ensino de Cálculo Numérico.

Nesse contexto, a análise de conteúdo, tal como definida por Bardin (1977, p. 42), consiste em:

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.

Dessa forma, ao empregar essa metodologia, foi possível examinar minuciosamente os dados coletados, incorporando as contribuições dos autores relevantes que discutem sobre essa área específica. Essa abordagem metodológica proporcionou uma estrutura sólida para compreender e interpretar os resultados, enriquecendo a análise e fornecendo uma base teórica consistente para a pesquisa realizada.

Este estudo realizou uma análise crítica das potencialidades e limitações do *Google Colab* como ferramenta para o ensino e aprendizagem de Matemática na disciplina de Cálculo Numérico. A pesquisa avaliou de maneira abrangente a eficácia do *Google Colab* como ambiente virtual de aprendizagem, considerando seu impacto no processo de ensino-

aprendizagem e identificando aspectos que influenciaram positiva ou negativamente a experiência dos estudantes e professores na utilização desta plataforma.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

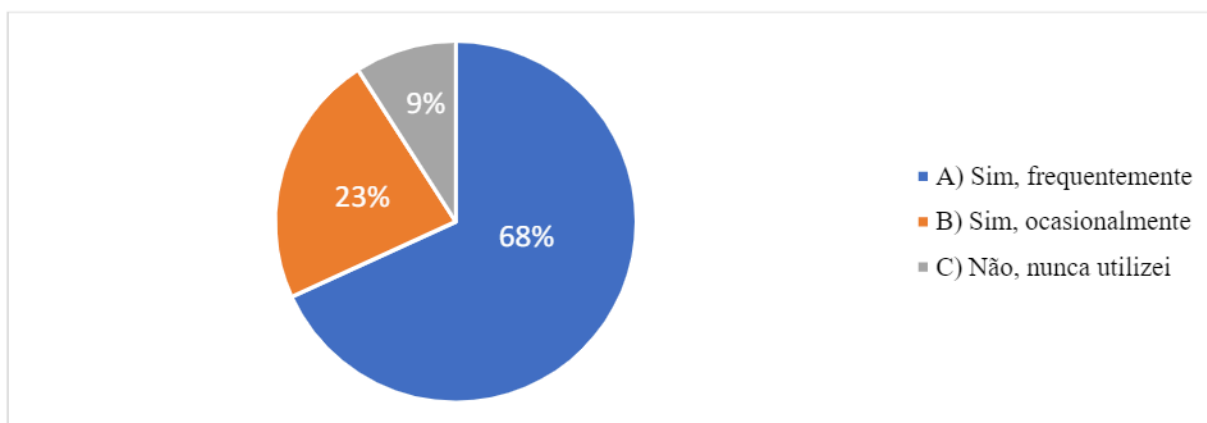
Nesta seção, apresentaremos as análises e discussões dos resultados obtidos por meio da aplicação do questionário aos alunos dos cursos de Matemática Licenciatura da UEMA/Campus Balsas e do Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (BICT) da UFMA/Campus Balsas, resultantes de uma pesquisa que investigou o uso do *Google Colab* na disciplina de Cálculo Numérico. Através de questionários e entrevistas, exploramos a percepção dos estudantes e professores sobre as potencialidades e desafios associados ao uso dessa plataforma no contexto educacional.

### 6.1 Análise do questionário dos acadêmicos

Após a aplicação do questionário, com 12 perguntas de natureza fechada, apresentamos e discutimos os resultados obtidos acerca da percepção dos alunos sobre a utilização do *Google Colab* como ferramenta pedagógica na disciplina de Cálculo Numérico no curso de Matemática Licenciatura do Campus Balsas/UEMA e Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (BICT) do Campus Balsas/UFMA. No total, foram coletadas 22 respostas dos alunos, fornecendo uma amostra representativa para análise.

Inicialmente, foi perguntado aos acadêmicos se utilizaram a ferramenta *Google Colab* na disciplina de Cálculo Numérico. Conforme expresso no Gráfico 1, observa-se que a maioria dos acadêmicos relatou ter utilizado frequentemente a ferramenta, representando 68% das respostas. Este alto índice de utilização sugere uma adoção generalizada da ferramenta entre os alunos, indicando sua relevância e aceitação no contexto do curso.

Gráfico 1 - Você já utilizou o *Google Colab* na disciplina de Cálculo Numérico?



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

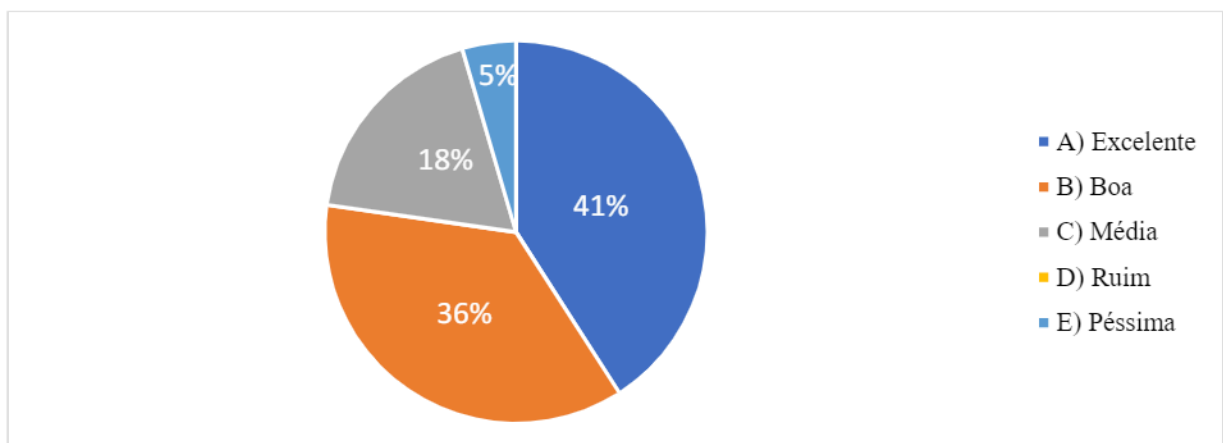
Por outro lado, 23% dos alunos afirmaram utilizar o *Google Colab* ocasionalmente, o que ainda representa uma proporção significativa, sugerindo uma familiaridade moderada com a ferramenta, mas com menos frequência de uso em comparação com o grupo anterior. Por fim, 9% dos acadêmicos responderam que não chegaram a utilizar o *Google Colab*, representando uma parcela minoritária, mas ainda presente, que pode indicar possíveis desafios na adoção ou acessibilidade da ferramenta.

Silva (2020) corrobora ao dizer que a utilização frequente de ferramentas tecnológicas no ensino de disciplinas como Cálculo Numérico pode promover uma maior interatividade e engajamento dos alunos, além de facilitar a compreensão de conceitos complexos por meio de exemplos práticos e simulações computacionais. Nesse sentido, o alto percentual de alunos que afirmaram utilizar o *Google Colab* frequentemente pode refletir uma tendência positiva em relação à integração de tecnologia no processo educacional.

Em contrapartida, a proporção menor de alunos que afirmaram utilizar o *Google Colab* ocasionalmente ou que não chegaram a utilizá-lo pode indicar possíveis desafios ou barreiras na adoção da ferramenta. Nise Furtado *et.al* (2021) destacam que, embora as tecnologias educacionais ofereçam diversas vantagens, sua eficácia depende da infraestrutura disponível, do suporte técnico adequado e da capacitação dos professores e alunos para sua utilização eficaz.

Ao analisar as respostas dos participantes em relação à sua experiência geral ao usar o *Google Colab* na disciplina de Cálculo Numérico, destacado no Gráfico 2, pode-se inferir que a maioria dos participantes classificou sua experiência como "excelente" (41%), seguida por "boa" (36%), "média" (18%) e apenas uma resposta como "péssima" (5%).

Gráfico 2 - Como você descreveria sua experiência geral ao usar o *Google Colab* na disciplina de Cálculo Numérico?



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).



Este resultado destaca claramente a predominância de avaliações positivas da experiência dos participantes com o *Google Colab* na disciplina de Cálculo Numérico. Os mesmos estão alinhados com a percepção de Zanin; Bichel (2018) que enfatizam a importância de ferramentas acessíveis e amigáveis para envolver os alunos no processo de aprendizagem da Matemática. O *Google Colab*, com sua interface intuitiva e funcionalidades poderosas (Colaboratory, 2014), parece atender a essa necessidade, proporcionando uma experiência geral positiva para a maioria dos usuários.

No entanto, é importante investigar mais a fundo as razões por trás da única avaliação negativa registrada. Isso pode fornecer insights valiosos para melhorias futuras na plataforma ou na abordagem pedagógica ao usar o *Google Colab* no ensino de Cálculo Numérico.

Em relação a percepção dos alunos quanto a facilidade de uso do *Google Colab* na disciplina de Cálculo Numérico, nota-se que uma parcela significativa dos alunos, correspondendo a 46%, considerou o *Google Colab* fácil de usar. Esse resultado sugere que a maioria dos estudantes encontrou a plataforma acessível e intuitiva para suas necessidades educacionais.

Por outro lado, 45% dos alunos responderam que consideram o *Google Colab* nem fácil nem difícil, indicando uma opinião neutra ou ambígua sobre a facilidade de uso da ferramenta. Essa categoria pode refletir uma diversidade de experiências individuais dos alunos, com alguns encontrando a plataforma relativamente fácil de usar, enquanto outros podem ter enfrentado alguns desafios ou dificuldades.

Além disso, 9% dos alunos indicaram que consideram o *Google Colab* difícil de usar. Essa proporção menor, porém, não negligenciável, sugere que uma parte dos estudantes pode ter encontrado obstáculos significativos ao utilizar a plataforma. Esses resultados destacam a importância de avaliar não apenas a frequência de uso, mas também a percepção dos alunos sobre a facilidade de uso da tecnologia educacional, para entender melhor seu impacto no processo de aprendizado (Lima; Rocha, 2022).

Ao perguntar aos participantes sobre os tipos de atividades que realizavam com mais frequência no *Google Colab* para o estudo de Cálculo Numérico, das 22 respostas recebidas, 95% responderam que utilizaram pelo menos uma das atividades mencionadas. Dentre elas estão: a implementação de algoritmos numéricos, experimentação e visualização de resultados, análise de dados e gráficos, desenvolvimento e teste de scripts para otimização numérica, execução de simulações de métodos numéricos para resolução de equações diferenciais, implementação e avaliação de algoritmos de interpolação e ajuste de curvas,

exploração de bibliotecas específicas de Cálculo Numérico no ambiente do *Google Colab*, realização de estudos de convergência e precisão de métodos numéricos, utilização de recursos colaborativos para compartilhamento e revisão de códigos relacionados a Cálculo Numérico.

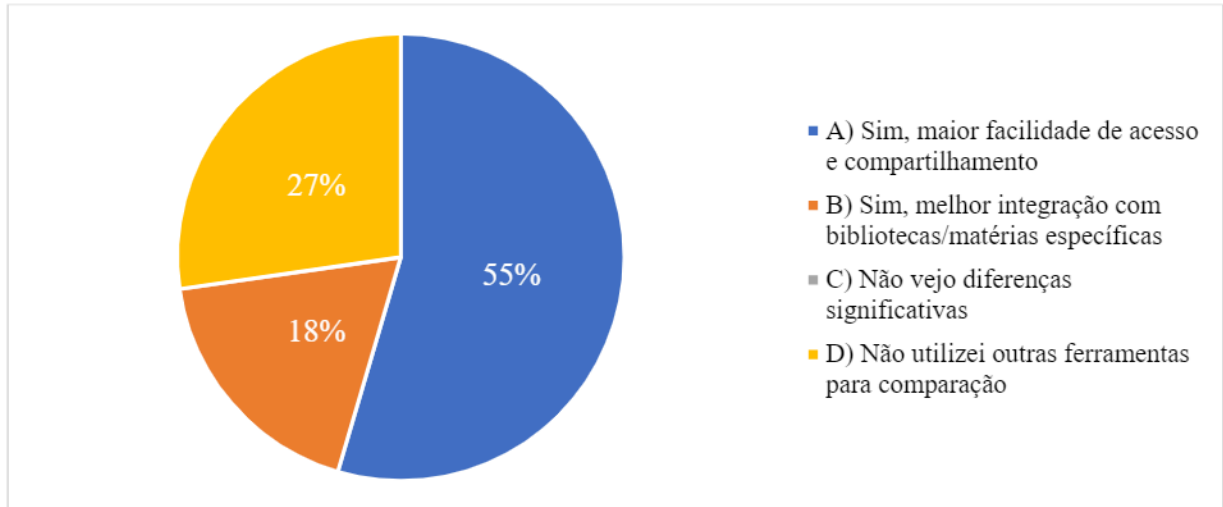
Essas atividades são fundamentais para o entendimento prático dos conceitos e métodos numéricos, permitindo aos alunos aplicarem os conhecimentos teóricos em situações reais. Essa predominância sugere que os participantes reconhecem o valor do *Google Colab* como uma plataforma para a implementação e visualização de algoritmos, bem como para a análise e interpretação dos resultados obtidos.

A importância da prática e experimentação ativa no ensino de Cálculo Numérico pode oferecer aos alunos a oportunidade de implementar algoritmos, experimentar com diferentes configurações e visualizar os resultados de maneira interativa. Com isso, o *Google Colab* pode promover uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos abordados na disciplina mencionada (Nunes; Amaral, 2020). Além disso, a variedade de atividades realizadas também reflete a versatilidade da plataforma, que pode ser adaptada para atender a diferentes objetivos de aprendizagem e estilos de ensino.

Entretanto, 5% dos participantes afirmaram não ter utilizado a ferramenta para esses fins. Isto pode estar relacionado a diversas causas, como por exemplo, a falta de conhecimento da plataforma, preferências por outros ambientes colaborativos, dificuldade de acesso e até mesmo por considerá-lo irrelevante. Compreender melhor estes fatores tornam-se essenciais para amenizar estas avaliações.

Com base nos resultados obtidos na pergunta 5, exposto no Gráfico 3, mostra que a maioria dos alunos (55%) identificou uma vantagem específica do *Google Colab* em comparação com outras ferramentas para o estudo de Cálculo Numérico, destacando sua maior facilidade de acesso e compartilhamento. Esse resultado sugere que a acessibilidade e a capacidade de colaboração são aspectos valorizados pelos alunos ao utilizar ferramentas tecnológicas no contexto educacional (Noletto, 2020).

Gráfico 3 - Você percebeu alguma vantagem específica do *Google Colab* em comparação com outras ferramentas para o estudo de Cálculo Numérico?



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Al Sweigart (2015) explora a importância da facilidade de acesso e uso das ferramentas de programação, destacando como esses aspectos podem impactar positivamente a experiência do usuário, especialmente para iniciantes na área da programação. Nesse sentido, a percepção dos alunos sobre a facilidade de acesso do *Google Colab* pode estar alinhada com essa perspectiva, indicando que a praticidade e a facilidade de compartilhamento da plataforma contribuem para sua preferência em relação a outras ferramentas.

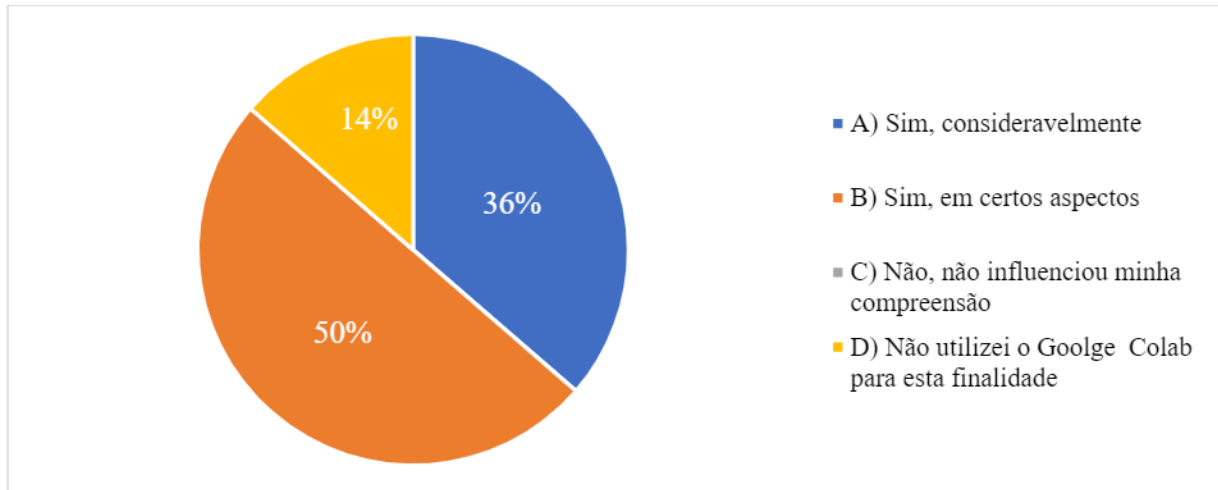
Por outro lado, 18% dos alunos destacaram a melhor integração do *Google Colab* com bibliotecas ou matérias específicas como uma vantagem em comparação com outras ferramentas. Amancio; Sanzovo (2020) discutem a importância da integração de Tecnologias Digitais no Ensino de Matemática, enfatizando as ferramentas como o *Google Colab*, podem facilitar a aplicação de conceitos matemáticos complexos por meio de recursos específicos e bibliotecas especializadas.

Além disso, 27% dos alunos responderam que não utilizaram outras ferramentas para comparação. Isso pode indicar uma falta de experiência prévia com outras plataformas ou uma preferência inicial pelo *Google Colab*, o que pode ser influenciado por fatores como recomendação de colegas, facilidade de acesso ou familiaridade com a interface.

É possível notar no Gráfico 4 abaixo, que uma parcela significativa dos alunos percebeu benefícios na utilização do *Google Colab* para a compreensão dos conceitos de Cálculo Numérico. Dos participantes, 36% responderam que o *Google Colab* facilitou consideravelmente sua compreensão dos conceitos, enquanto 50% indicaram que sim, em

certos aspectos. Entretanto, 14% dos alunos responderam que não utilizaram o *Google Colab* para esta finalidade.

Gráfico 4 - O *Google Colab* facilitou a compreensão dos conceitos de Cálculo Numérico para você?

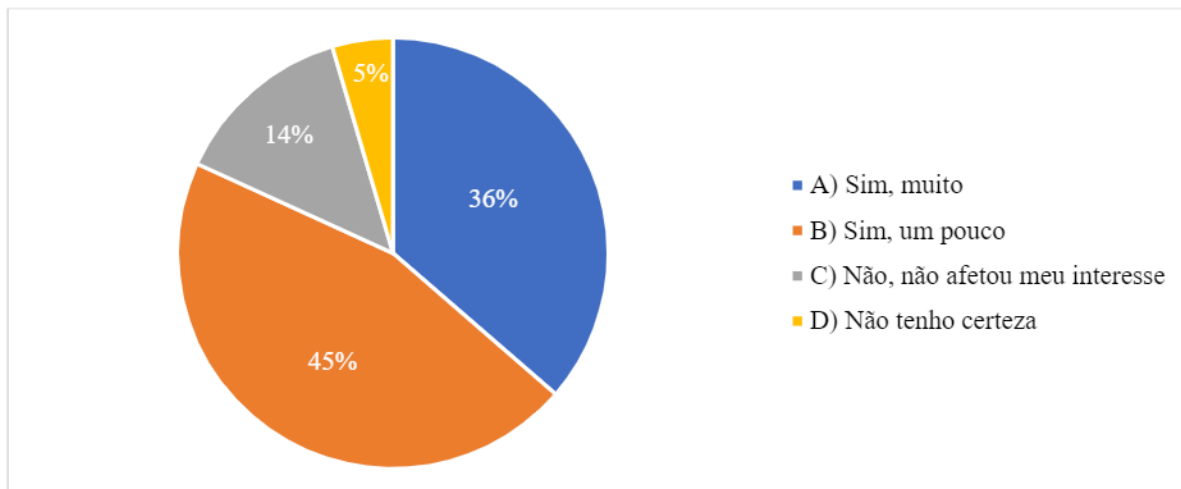


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Esses resultados sugerem que o uso do *Google Colab* pode ter contribuído positivamente para o processo de aprendizagem dos alunos em Cálculo Numérico, especialmente para aqueles que relataram uma melhoria considerável na compreensão dos conceitos. Essa percepção está alinhada com a discussão de Borochovicus e Tortella (2014), que abordam a importância de práticas educativas que promovam uma aprendizagem significativa e ativa, como o uso de Tecnologias Digitais, para facilitar a compreensão e aplicação de conceitos complexos.

No Gráfico 5, observa-se que uma parte significativa dos alunos perceberam um aumento significativo em seu interesse pelo estudo de Cálculo Numérico ao fazer uso do *Google Colab*. Dos participantes, 36% responderam que o *Google Colab* aumentou muito seu interesse, enquanto 46% indicaram que sim, aumentou um pouco. Por outro lado, 14% dos alunos responderam que não, o *Google Colab* não afetou seu interesse, e 5% não tinham certeza.

Gráfico 5 - Você sente que o *Google Colab* aumentou seu interesse pelo estudo de Cálculo Numérico?



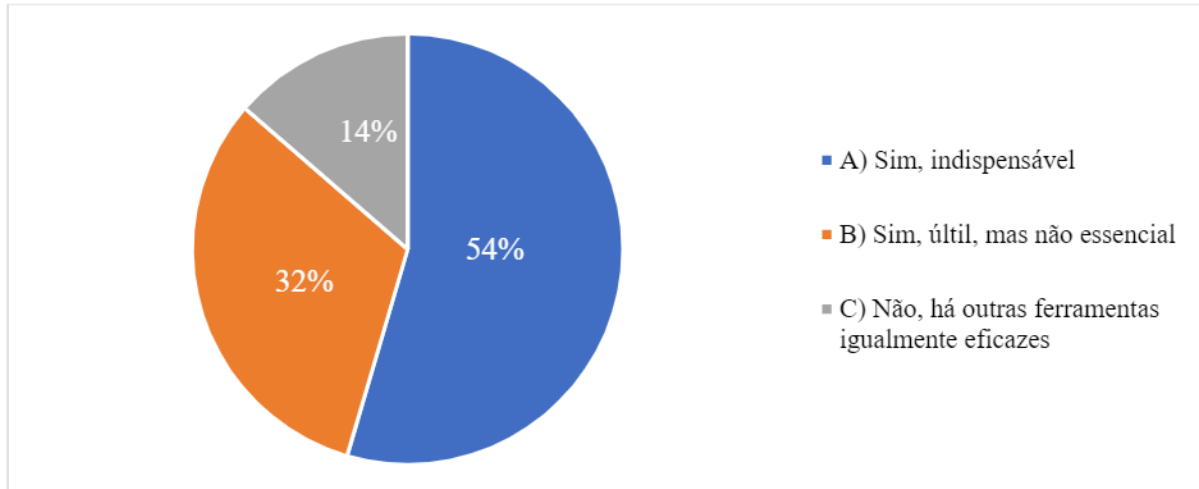
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Esses resultados sugerem que o *Google Colab* pode desempenhar um papel positivo no engajamento dos alunos com o estudo de Cálculo Numérico, contribuindo para um aumento do interesse na disciplina. Boaler (2015) enfatiza a importância de práticas educativas que promovam a curiosidade e a motivação dos alunos, como o uso de Tecnologias Digitais, para aumentar o interesse e a participação dos estudantes no aprendizado de Matemática.

No entanto, é importante notar que uma parcela dos alunos (14%) relatou que o *Google Colab* não afetou seu interesse pelo estudo de Cálculo Numérico. Isso pode indicar uma variedade de razões, como preferências individuais de aprendizagem, falta de conexão pessoal com a disciplina ou experiências prévias negativas.

Ao ser perguntados sobre o *Google Colab* ser uma ferramenta essencial para o estudo de Cálculo Numérico, conforme destacado no Gráfico 6, 54% dos participantes responderam que sim, considerando-o indispensável, enquanto 32% indicaram que sim, o *Google Colab* é útil, mas não essencial, enquanto 14% dos alunos responderam que não, existem outras ferramentas igualmente eficazes.

Gráfico 6 - Na sua opinião, o *Google Colab* é uma ferramenta essencial para o estudo de Cálculo Numérico?



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Esses resultados refletem uma percepção geral positiva em relação ao *Google Colab* como uma ferramenta valiosa no contexto do estudo de Cálculo Numérico. A maioria dos alunos (86%) reconhece a importância do *Google Colab*, seja como uma ferramenta essencial ou como uma ferramenta útil, sugerindo que a plataforma desempenha um papel significativo no suporte ao aprendizado e na prática dos conceitos de Cálculo Numérico.

Essa percepção está alinhada com o pensamento de Freire (1996), que destaca a importância de ferramentas educacionais que promovam a participação ativa dos alunos e facilitem a construção de conhecimento. Além disso, Silva (2021) e Zanin; Bichel (2018) discutem o papel das Tecnologias Digitais no ensino superior, enfatizando como essas ferramentas podem ampliar o acesso ao conhecimento e enriquecer as práticas pedagógicas.

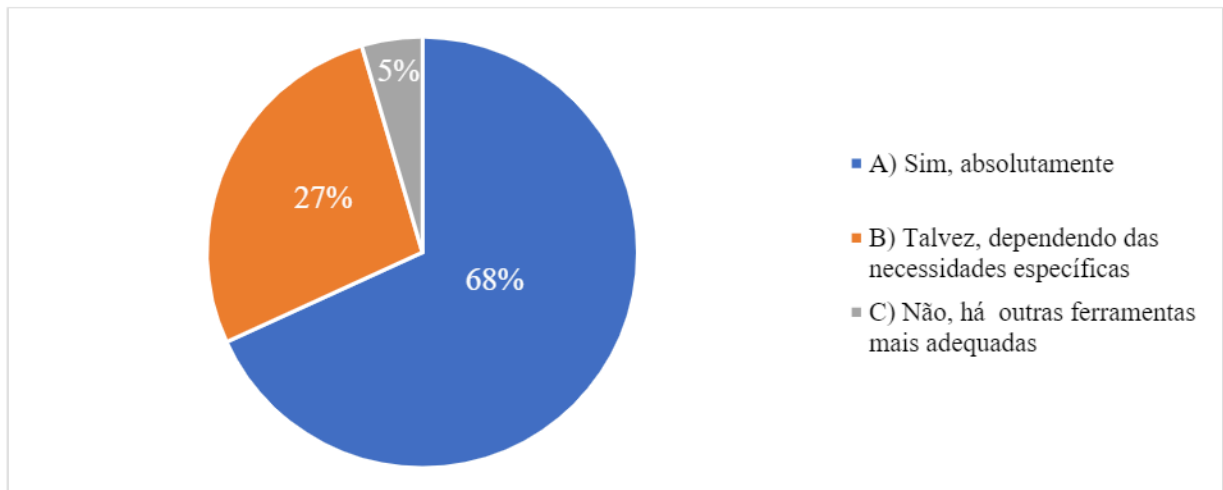
No entanto, é importante reconhecer que uma minoria dos alunos (14%) considera que existem outras ferramentas igualmente eficazes, o que sugere uma diversidade de perspectivas e experiências individuais em relação ao uso do *Google Colab* no estudo de Cálculo Numérico.

Ao serem questionados sobre os desafios e limitações ao utilizar o *Google Colab* para estudar Cálculo Numérico, os resultados são variados. A conectividade instável foi uma das principais preocupações, mencionada por 32% dos participantes, seguida pelos desafios na configuração de ambientes virtuais, apontados por 32% também. Restrições de recursos computacionais foram relatadas por 18% dos participantes, enquanto a integração de bibliotecas externas e a limitação de armazenamento foram mencionadas por 14% e 9%, respectivamente.

Esses resultados revelam que, apesar dos benefícios do *Google Colab*, como acessibilidade e colaboração, existem desafios técnicos significativos que podem afetar a experiência do usuário e sua eficácia no ensino de Cálculo Numérico. Esses desafios incluem não apenas questões técnicas, como conectividade e recursos computacionais limitados, mas também questões relacionadas à configuração e personalização da plataforma, destacando a necessidade de maior suporte e desenvolvimento de soluções para melhorar a experiência do usuário.

Com base nos resultados obtidos no Gráfico 7, infere-se que a maioria dos alunos percebem o *Google Colab* como uma ferramenta altamente recomendada para estudantes que estão aprendendo Cálculo Numérico. Dos participantes, 68% responderam que sim, recomendariam absolutamente o *Google Colab* como uma ferramenta inicial. Além disso, 27% dos alunos indicaram que talvez recomendassem, dependendo das necessidades específicas, enquanto apenas 5% responderam que não, acreditando que existem outras ferramentas mais adequadas.

Gráfico 7 - Você recomendaria o *Google Colab* como uma ferramenta inicial para estudantes que estão aprendendo Cálculo Numérico?



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

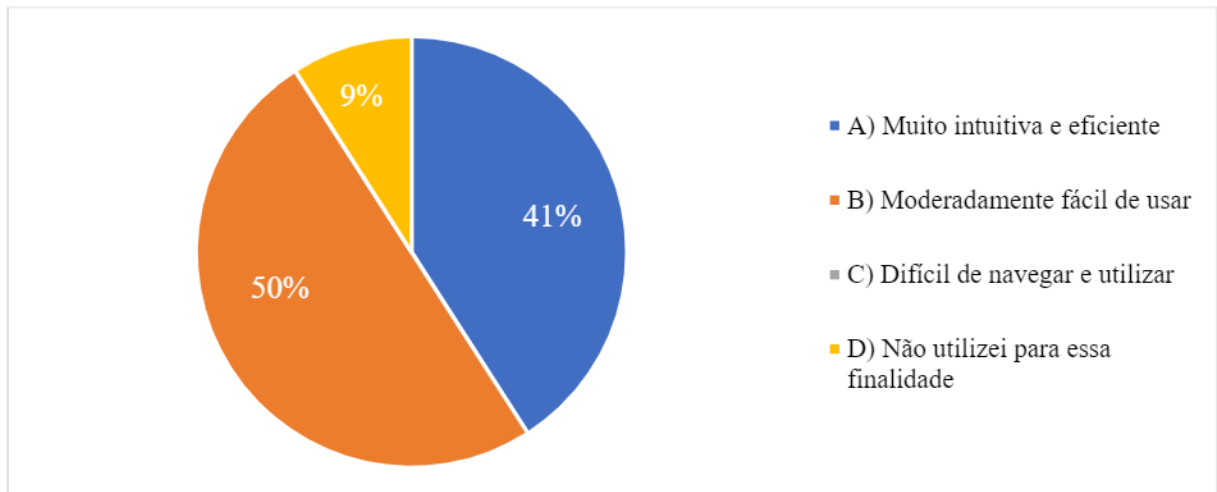
Esses resultados refletem uma percepção geral positiva em relação ao *Google Colab* como uma ferramenta valiosa para estudantes iniciantes em Cálculo Numérico. A maioria dos alunos (95%) está aberta ou propensa a recomendar o uso do *Google Colab*, reconhecendo sua utilidade e eficácia no suporte ao aprendizado dos conceitos da disciplina.

No entanto, é importante reconhecer que uma minoria dos alunos (5%) acredita que existem outras ferramentas mais adequadas para estudantes que estão aprendendo Cálculo

Numérico. Essa variedade de opiniões pode ser influenciada por fatores como familiaridade com outras plataformas, preferências pessoais de aprendizagem e experiências anteriores.

O Gráfico 8 evidencia que a maioria dos alunos percebe o *Google Colab* como uma plataforma com boa usabilidade para a prática de exercícios e experimentação em Cálculo Numérico. Dos participantes, 41% responderam que a usabilidade é muito intuitiva e eficiente, enquanto 50% indicaram que é moderadamente fácil de usar. Por outro lado, 9% dos alunos responderam que não utilizaram o *Google Colab* para essa finalidade.

Gráfico 8 - Como você descreveria a usabilidade do *Google Colab* para a prática de exercícios e experimentação em Cálculo Numérico?



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Esses resultados sugerem que a maioria dos alunos percebe o *Google Colab* como uma ferramenta acessível e eficaz para a prática de exercícios e experimentação em Cálculo Numérico. A alta porcentagem de respostas positivas indica que a plataforma oferece uma experiência satisfatória em termos de usabilidade, facilitando a realização de atividades práticas e experimentação com os conceitos da disciplina.

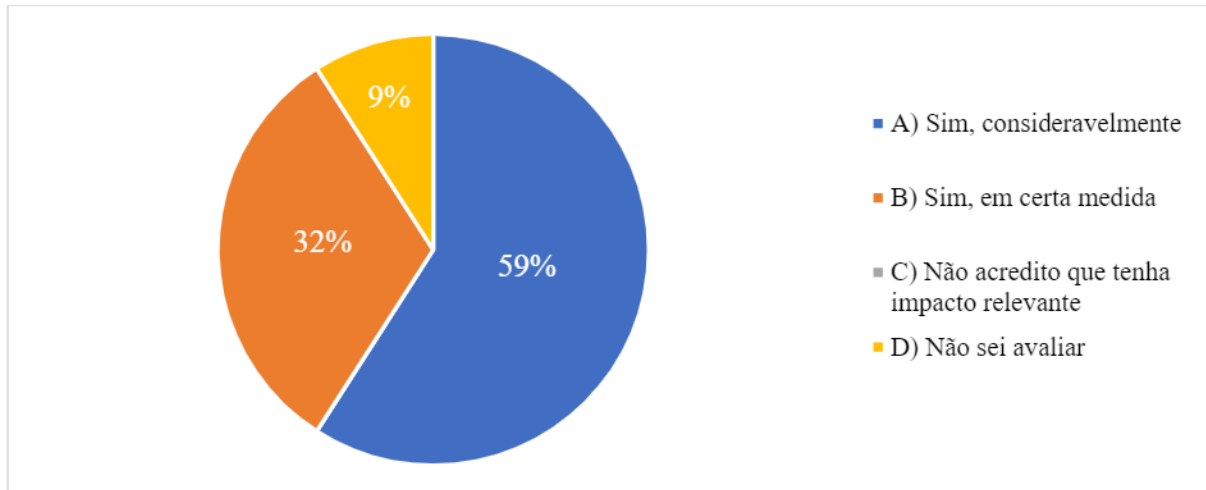
A usabilidade do *Google Colab* como uma ferramenta focada em ciência de dados, destacando sua interface amigável e recursos intuitivos, facilitam o processo de aprendizado e experimentação (Caldeira, 2024). Além disso, a usabilidade das Tecnologias Digitais no contexto educacional, enfatizadas como plataformas intuitivas e eficientes, podem promover a participação ativa dos alunos facilitando a compreensão de conceitos complexos (Amancio; Sanzovo, 2020).

Por fim, ao serem questionados se acreditam que o *Google Colab* pode contribuir para aprimorar as habilidades práticas em Cálculo Numérico dos estudantes, conforme mostra



o Gráfico 9, 59% responderam que sim, consideravelmente, enquanto 32% indicaram que sim, em certa medida. Enquanto, 9% dos alunos responderam que não sabiam avaliar.

Gráfico 9 - Você acredita que o *Google Colab* pode contribuir para aprimorar as habilidades práticas em Cálculo Numérico dos estudantes?



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Esses resultados destacam a percepção positiva dos alunos em relação ao potencial do *Google Colab* para promover o desenvolvimento de habilidades práticas em Cálculo Numérico. A maioria dos alunos (59%) reconhece a contribuição da plataforma para o aprimoramento de suas habilidades na disciplina, seja de forma considerável ou em certa medida.

No entanto, é importante notar que uma pequena parcela dos alunos (9%) não se sentiu capaz de avaliar se o *Google Colab* pode contribuir para o aprimoramento das habilidades práticas em Cálculo Numérico. Isso pode ser devido a uma variedade de razões, como falta de experiência com a plataforma, falta de oportunidade para explorar seus recursos ou simplesmente falta de conhecimento sobre o assunto.

Em síntese, os resultados obtidos por meio da análise do questionário aplicado aos alunos revelam uma percepção predominantemente positiva em relação ao uso do *Google Colab* como uma ferramenta no estudo de Cálculo Numérico. A maioria dos alunos reconhece a utilidade, facilidade de uso e potencial do *Google Colab* para melhorar tanto a compreensão teórica quanto o desenvolvimento de habilidades práticas na disciplina.

## 6.1 Análise da entrevista com o professor

Além da análise das respostas dos alunos, uma parte fundamental deste estudo envolveu uma entrevista semiestruturada com o professor responsável pela disciplina de Cálculo Numérico na Universidade Federal do Maranhão (UFMA/Campus Balsas). Esta entrevista teve como objetivo explorar a percepção e a experiência do docente em relação ao uso do *Google Colab* como recurso pedagógico na disciplina, fornecendo insights valiosos sobre a eficácia e os desafios associados à integração dessa ferramenta tecnológica no ensino de Cálculo Numérico.

Inicialmente, foi perguntado ao professor se o mesmo fazia uso do *Google Colab* na disciplina supracitada. O professor respondeu que, nos últimos anos, ele começou a usar o *Google Colab*, especialmente em função das necessidades dos alunos e da praticidade oferecida pela ferramenta. Em adição a isso, foi indagado também como ele avalia a eficácia do uso do *Google Colab* como ferramenta de ensino na disciplina de Cálculo Numérico em comparação com métodos tradicionais.

O professor menciona que, anteriormente, ele utilizava o Spider, uma IDE *Python*, e compiladores locais para programar e realizar atividades relacionadas ao Cálculo Numérico. No entanto, ele começou a usar o *Google Colab* principalmente por causa de sua acessibilidade e facilidade de acesso, especialmente durante o período da pandemia, quando nem todos os alunos tinham acesso a computadores com compiladores locais instalados.

Este resultado demonstra que o uso do *Google Colab* oferece várias vantagens em comparação com métodos tradicionais. Em primeiro lugar, o *Colab* elimina a necessidade de instalar e configurar compiladores locais, pois é baseado em nuvem e pode ser acessado diretamente por meio de um navegador da web (Colaboratory, 2024). Isso reduz as barreiras de entrada para os alunos, tornando mais fácil e rápido começar a trabalhar com cálculos numéricos.

Além disso, o professor comenta sobre a adequação do *Google Colab* às suas necessidades atuais de processamento, mencionando que, para sua disciplina de Cálculo Numérico, não é necessário um grande poder computacional, o que o *Colab* oferece de maneira satisfatória. Ele também destaca a presença de bibliotecas essenciais e o arcabouço disponível na ferramenta, que facilitam o trabalho dos alunos.

Desta forma, o professor mostra uma adaptação às necessidades atuais, levando em consideração as demandas dos alunos e a praticidade oferecida pelo *Google Colab*. Ainda, parece valorizar a facilidade de acesso, a disponibilidade de recursos e a adequação da ferramenta ao contexto de sua disciplina, favorecendo a eficiência desta ferramenta.

O professor destacou várias potencialidades do *Google Colab* para o ensino e aprendizagem de Cálculo Numérico. Ele enfatizou a acessibilidade da ferramenta, permitindo que os alunos acessem e utilizem o Colab com facilidade através de um navegador da web, eliminando a necessidade de instalar compiladores locais. Além disso, o Colab oferece bibliotecas essenciais incorporadas, como *NumPy* e *Matplotlib*, facilitando a análise de dados e a visualização de resultados.

Com isso revela-se a importância de ferramentas acessíveis e fáceis de usar no contexto educacional, destacando o quão é relevante ambientes de programação baseados em nuvem, como o *Colab*, na democratização do acesso ao ensino de programação e computação. Ao eliminar barreiras de entrada, como a necessidade de configuração de ambientes de programação locais, o *Colab* pode contribuir para aumentar a participação e o engajamento dos alunos, tornando o aprendizado mais acessível e inclusivo (Italiano; Corrêa, 2020).

Quando questionado sobre uma possível limitação ao utilizar o *Google Colab*, ele ressaltou que, embora a ferramenta seja acessível e prática, a falta de acesso à internet pode representar um obstáculo para os alunos. Isso sugere que a eficácia do Colab pode ser comprometida em ambientes onde a conectividade à internet não é confiável.

Neste sentido, é crucial considerar as limitações tecnológicas ao implementar ferramentas baseadas na web no ensino. Italiano e Corrêa (2020) destaca a necessidade de uma infraestrutura adequada de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) nas instituições educacionais para garantir o acesso equitativo e eficaz a ferramentas como o *Google Colab*. Ainda, apoiam a ideia de abordar questões de acesso à internet e garantir que os alunos tenham os recursos necessários para utilizar essas ferramentas de forma produtiva.

O professor foi indagado sobre como incorpora o *Google Colab* em suas aulas de Cálculo Numérico como uma ferramenta prática e acessível para os alunos. Ele explicou que utiliza o Colab para demonstrar conceitos e métodos numéricos, além de realizar atividades práticas de programação. O professor disse:

Eu sempre dou um conceito. Por exemplo, o método da bisseção [...] O que eu faço? Eu dou os métodos de quebra, depois eu dou os métodos de ponto. Nos métodos de quebra, mostro a parte conceitual e mostro a mão. Inicialmente, eu programo alguns com eles, e mostro os exercícios com eles. A posteriori, eles pegam e começam a fazer sorte. No início, como é meio impactante, eles têm muita dificuldade, mas depois eles conseguem pegar e sair com facilidade. Mas é o que é o que eu posso dizer [...] é que em todo o momento eu tento mostrar a parte conceitual. Eu tento, a partir desse conceito, mostrar a mão como faz. E com isso, eu também mostro no *Python*.

Isso sugere que o Colab é utilizado como uma ferramenta integrada ao processo de ensino-aprendizagem, permitindo que os alunos tenham uma abordagem prática e visual dos conceitos estudados. A abordagem do professor em incorporar o *Google Colab*, conforme destacado por Cerqueira (2021), em suas aulas reflete a tendência atual de integração de tecnologia no ensino de disciplinas STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática).

Desta forma, o uso da linguagem *Python* alinhado ao Colab, pode enriquecer a experiência de aprendizagem dos alunos, fornecendo uma plataforma interativa e colaborativa para explorar conceitos complexos (Noletto, 2020). Ao utilizar o Colab para programação e visualização de dados, o professor promove uma aprendizagem mais ativa e engajada, alinhada com as melhores práticas de ensino de Cálculo Numérico.

Ao ser questionado sobre a receptividade dos alunos em relação ao uso do *Google Colab* e se eles demonstravam maior engajamento e participação nas aulas, professor relata que os alunos têm recebido positivamente o uso do *Google Colab* em suas aulas de Cálculo Numérico, indicando que a ferramenta tem sido bem aceita e utilizada. Ele menciona que a praticidade e acessibilidade do Colab têm contribuído para maior engajamento e participação dos estudantes nas atividades propostas.

Essa percepção reflete a abordagem de Lima e Rocha (2022), que destacam como a interatividade e a facilidade de uso de ferramentas digitais podem influenciar positivamente a motivação dos alunos e promover uma aprendizagem mais eficaz e dinâmica. O engajamento dos alunos demonstrado nas aulas com o *Google Colab* sugere que a plataforma tem sido eficaz em estimular o interesse e a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem de Cálculo Numérico.

O professor mencionou que ao avaliar o desempenho dos alunos que utilizam o *Google Colab* em suas atividades de Cálculo Numérico, ele se baseia em critérios que consideram tanto a compreensão dos conceitos teóricos quanto a aplicação prática dos mesmos na resolução de problemas. Ele enfatiza a importância de mostrar aos alunos a parte conceitual e prática das atividades, além de fornecer múltiplos recursos para que eles possam se sentir à vontade ao escolher a ferramenta que melhor se adapta às suas necessidades.

Essa abordagem sugere que o professor valoriza uma avaliação abrangente, que vai além da simples execução de tarefas, mas também busca avaliar a compreensão e a habilidade dos alunos em aplicar os conceitos aprendidos. A abordagem do professor reflete uma preocupação com a aprendizagem significativa e a autonomia do aluno, aspectos que são fundamentais no contexto educacional contemporâneo.

Italiano e Corrêa (2020) enfatiza a importância de estratégias de avaliação que promovam a compreensão profunda dos conteúdos e incentivem a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem. Ao oferecer aos alunos a oportunidade de escolher a ferramenta que desejam utilizar e avaliar sua compreensão teórica e aplicação prática, o professor está alinhado com esses princípios, buscando criar um ambiente propício a aprendizagem.

O professor destacou que uma das principais vantagens do *Google Colab* em relação a outras ferramentas é a facilidade de acesso e colaboração oferecida pela plataforma. Ele ressaltou que os alunos podem trabalhar de forma colaborativa em tempo real, compartilhando códigos, resultados e experiências, o que promove uma aprendizagem mais interativa e dinâmica.

Essa observação sugere que o *Google Colab* proporciona um ambiente de aprendizagem mais participativo e colaborativo em comparação com outras ferramentas, potencializando o engajamento dos alunos. Essa abordagem está alinhada com a ideia de que a colaboração e a interatividade são aspectos fundamentais para o sucesso das ferramentas educacionais no contexto atual.

O uso de plataformas colaborativas pode promover uma aprendizagem mais significativa, estimulando a troca de conhecimento entre os alunos e incentivando a construção coletiva do saber. Portanto, a percepção do professor sobre as vantagens do *Google Colab* destaca não apenas os benefícios técnicos da plataforma, mas também seu potencial para criar um ambiente de aprendizagem socialmente construído e colaborativo (Colaboratory, 2024).

O professor mencionou que, para lidar com possíveis desafios técnicos ou restrições de acesso ao *Google Colab* por parte dos alunos, ele adota uma abordagem flexível, oferecendo alternativas viáveis para garantir a continuidade das atividades. Ele destacou que, em casos de dificuldades de acesso à plataforma, os alunos podem utilizar ambientes de desenvolvimento local ou outras ferramentas similares para realizar as atividades propostas.

Essa abordagem demonstra uma preocupação em adaptar as práticas de ensino às diferentes realidades dos alunos, garantindo que todos tenham acesso aos recursos necessários para participar das atividades de aprendizagem.

Essa postura do professor está alinhada com a abordagem inclusiva e adaptativa no ensino de tecnologia, defendida por Lima e Rocha (2022). Os autores enfatizam a importância de os educadores considerarem as diferentes habilidades e contextos dos alunos ao utilizar ferramentas digitais em sala de aula, buscando alternativas acessíveis e flexíveis para garantir a participação de todos.

O professor ressaltou que, para maximizar o potencial do *Google Colab* como ferramenta de ensino em Cálculo Numérico, é essencial oferecer treinamentos e recursos adicionais aos alunos, capacitando-os a explorar plenamente as funcionalidades da plataforma. Ele enfatizou a importância de integrar exemplos práticos e projetos desafiadores que incentivem a aplicação dos conceitos teóricos, proporcionando uma experiência de aprendizagem mais significativa e engajadora.

Essa abordagem sugere um compromisso em proporcionar aos alunos as habilidades e o contexto necessários para aproveitar ao máximo os recursos oferecidos pelo *Google Colab*. Essa visão do professor está alinhada com a abordagem de ensino centrada no aluno, enfatizando a importância do engajamento ativo e da aplicação prática dos conceitos, como proposto por Freire (1996).

A aprendizagem baseada em projetos e a resolução de problemas são fundamentais para o desenvolvimento de habilidades práticas e a transferência de conhecimento para situações do mundo real. Portanto, ao adotar estratégias que promovam a exploração ativa e a aplicação prática dos conceitos de Cálculo Numérico no *Google Colab*, o professor está contribuindo para uma experiência de aprendizagem mais eficaz e significativa para os alunos (Noletto, 2020).

Portanto, fica evidente que o *Google Colab* oferece um vasto potencial para o ensino de Cálculo Numérico, proporcionando aos alunos uma plataforma acessível e colaborativa para explorar e aplicar conceitos complexos. No entanto, como destacado pelo professor, ainda existem desafios a serem enfrentados, desde questões técnicas até considerações pedagógicas. Com isso, é fundamental buscar soluções que aprimorem a experiência do usuário, garantindo maior eficácia no uso do *Google Colab* como ferramenta educacional.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou explorar o uso do *Google Colab* como ferramenta auxiliar no ensino e aprendizagem de Cálculo Numérico, uma disciplina fundamental no curso de Matemática e em áreas afins. Diante da crescente importância da tecnologia no contexto educacional, analisamos como essa plataforma gratuita e acessível pode potencializar a compreensão e aplicação dos conceitos matemáticos abordados na disciplina.

Os resultados obtidos revelaram que o *Google Colab* oferece diversas vantagens para o ensino de Cálculo Numérico. Sua integração com o *Python*, juntamente com a possibilidade de execução de códigos de forma colaborativa e o acesso facilitado a recursos computacionais, permitiu uma abordagem prática e dinâmica dos conteúdos. Além disso, a interface amigável e a disponibilidade de bibliotecas específicas contribuíram para uma experiência de aprendizagem enriquecedora.

Em adição a isso, revelou-se a importância das Tecnologias Digitais no contexto educacional, enfatizando seu papel no enriquecimento do processo de ensino e aprendizagem, em especial de Matemática. O *Google Colab*, como uma plataforma acessível e poderosa, demonstra sua capacidade de promover uma abordagem prática e interativa para o estudo de Cálculo Numérico, possibilitando aos alunos experimentarem, explorarem e aplicarem os conceitos aprendidos em um ambiente virtual colaborativo.

No entanto, é essencial reconhecer que cada aluno possui experiências, necessidades e preferências individuais, e que a eficácia do *Google Colab* pode variar de acordo com esses fatores. Por isso, é recomendável que educadores e instituições de ensino considerem as diferentes perspectivas dos alunos ao integrar Tecnologias Digitais como o *Google Colab* em seus currículos, garantindo uma experiência educacional inclusiva, envolvente e eficaz para todos os estudantes.

Para maximizar o potencial do *Google Colab* como ferramenta de ensino, é essencial adotar abordagens pedagógicas centradas no aluno, que incentivem a exploração ativa, a aplicação prática dos conceitos e a colaboração entre os mesmos. Isso pode ser alcançado por meio da integração de exemplos práticos, projetos desafiadores e atividades colaborativas que estimulem o engajamento dos alunos e promovam uma compreensão mais profunda dos conceitos de Cálculo Numérico.

Ao mesmo tempo, é importante fornecer suporte técnico adequado e alternativas para lidar com possíveis desafios técnicos ou restrições de acesso. Essa abordagem garantirá uma experiência de aprendizagem mais eficaz e significativa, capacitando os alunos a

desenvolverem as habilidades necessárias para aplicar os conceitos de Cálculo Numérico em contextos do mundo real.

Os objetivos propostos foram alcançados de forma satisfatória, pois conseguiu-se identificar e destacar as potencialidades do *Google Colab* para o ensino de Cálculo Numérico. Observou-se também que a plataforma atendeu às demandas pedagógicas, promovendo a interação entre os alunos, facilitando a experimentação e a visualização de resultados, e incentivando a autonomia e a investigação dos conceitos matemáticos.

Apesar das vantagens identificadas, algumas sugestões de melhorias podem ser consideradas para otimizar ainda mais a utilização do *Google Colab* no contexto educacional. Entre elas, destacamos a necessidade de ampliar a documentação e os tutoriais específicos para a área de Matemática, bem como a implementação de funcionalidades que facilitem a comunicação e a colaboração entre os usuários, como a integração com ferramentas de chat e videoconferência.

A análise realizada reforça a justificativa inicial do estudo, evidenciando a relevância do uso do *Google Colab* como recurso didático no Ensino de Matemática. Considerando as demandas contemporâneas por uma educação mais interativa e tecnologicamente integrada, a adoção dessa plataforma pode contribuir significativamente para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem, preparando os alunos para os desafios do mundo digital.

Portanto, o estudo sobre o uso do *Google Colab* na disciplina de Cálculo Numérico demonstra a relevância e o potencial das Tecnologias Digitais no Ensino de Matemática. Ao longo desta pesquisa, foi possível analisar as vantagens e desafios dessa ferramenta, bem como sua aplicabilidade no contexto acadêmico. A receptividade positiva tanto dos alunos quanto do professor e os resultados obtidos sugerem que o *Google Colab* pode ser uma importante aliada no processo de ensino e aprendizagem, desde que seja adequadamente integrada às práticas pedagógicas. Diante disso, é fundamental que educadores e instituições de ensino continuem explorando e aprimorando o uso dessa ferramenta, visando proporcionar uma educação mais dinâmica, interativa e eficaz.



## REFERÊNCIAS

AL SWEIGART. **Automatize tarefas maçantes com Python**: Programação prática para verdadeiros iniciantes. Novatec Editora, 2015.

AMANCIO, Daniel de Traglia; SANZOVO, Daniel Trevisan. Ensino de Matemática por meio das Tecnologias Digitais. **Educação Pública**, v. 20, nº 47, 8 de dezembro de 2020. Disponível em: <<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/47/ensino-de-matematica-por-meio-das-tecnologias-digitais>>. Acesso em 12 de fev. de 2023.

ARAÚJO, L. H. F. **Publicando Projetos do Google Colab no Github** - luizaraujo.dev - Medium. Disponível em: <<https://medium.com/luizaraujo-dev/publicando-projetos-do-google-colab-no-github-115908578419>>. Acesso em: 01 fev. 2024.

BARDIN, Lourenço. **Análise de conteúdo Lisboa**: Edições 70, 1977.

BARROSO, Leonidas; et.al. **Cálculo Numérico** (com aplicações). Editora Harba, 2º ed. 1987.

BOALER, Jo. **Mathematical Mindsets**: Unleashing Students' Potential through Creative Math, Inspiring Messages and Innovative Teaching. Jossey-Bass, 2015.

BOROCHOVICIUS, Eli; TORTELLA, Jussara Cristina Barboza. Aprendizagem Baseada em Problemas: um metodo de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, [S.l.], v. 22, n. 83, p. 263-294, apr. 2014. ISSN 1809-4465. Disponível em: <<https://revistas.cesgranrio.org.br/index.php/ensaio/article/view/287>>. Acesso em: 05 de jan. de 2024.

BRASIL. **Conselho Nacional de Educação**. Parecer CNE/CP nº 1.302. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Matemática, Bacharelado e Licenciatura. Brasília, 2001.

\_\_\_\_\_. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**: Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. – 13. ed. – Brasília : Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2016.

BUFFONI, Salete. **Apostila de introdução aos métodos numéricos** – parte I. Universidade Federal Fluminense – UFF, Rio de Janeiro, 2002.

CALDEIRA, L. **Guia explicativo para usar o Google Colab focado em Ciência de Dados**. Disponível em: <<https://medium.com/@leonardopiechacaldeira/guia-explicativo-para-usar-o-google-colab-para-ci%C3%Aancia-de-dados-86fc6458dd9c>>. Acesso em: 26 fev. 2024.

CERQUEIRA, R. **O que é STEM e por que isso é tão importante?** Disponível em: <<https://www.universidadedointercambio.com/o-que-e-stem/>>. Universidade do Intercâmbio, 2021. Acesso em: 11 fev. 2024.

CLÁUDIO, Dalcídio Moraes; MARINS, Jussara Maria. **Cálculo Numérico Computacional – Teoria e Prática**. São Paulo: Atlas, 1989.

COLABORATORY, Google. **Conheça o Google Colab**. Disponível em: <https://colab.research.google.com>. Acesso em 10 de fev. de 2024.

CRESWELL, John W.; CLARK, Vick L. Plano. **Pesquisa de métodos mistos**. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

CRUZ, Felipe. **Python: Escreva seus primeiros programas**. Rio de Janeiro: Casa do Código, 2015.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática: Elo Entre as Tradições e a Modernidade**. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2001.

DOWNEY, Allen B. **Pense em Python: Pense como um cientista da computação**. Novatec Editora, 2019.

FRANCO, Neide Bertoldi. **Cálculo Numérico**. Person Prentice Hall, São Paulo, 2006.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2014.

NISE FURTADO, M.; *et.al.* Desafios e oportunidades do uso da tecnologia na prática docente: uma revisão em torno do TPACK no Brasil. **#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 10, n. 1, 2021. DOI: 10.35819/tear.v10.n1.a4792. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/4792>. Acesso em: 12 fev. 2024.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

GONSALVES, E. P. **Iniciação à pesquisa científica**. Campinas, SP> Alinea, 2001.

GRANGER, B., & PÉREZ, F. (2021). **Jupyter: Thinking and Storytelling With Code and Data**. *Computing in Science & Engineering*, 23(2), 7-14. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1109/mcse.2021.3059263> Retrieved from <https://escholarship.org/uc/item/6523z9vz>. Acesso em 10 fev de 2024.

HAIR, J. F.; BABIN, B.; MONEY, A.H.; SAMUEL, P. **Fundamentos métodos de pesquisa em administração**. Porto Alegre: Bookman, 2005(a)

ITALIANO, Enzo Dornelles. CORRÊA, Wellington José. **Uso da linguagem Python e do Google Colaboratory no ensino de cálculo numérico**. SEI/SICITE-UTFPR, 2020. Disponível em: <<http://seisicite2020.td.utfpr.edu.br/node/5780>>. Acesso em: 18 de fev. de 2023.

LAKATOS, Eva Maria. MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos da metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

Lima, M. G. & Rocha, A. A. S. (2022). As tecnologias digitais no ensino de matemática. **Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação**, 8(5), 729–739. Disponível em: <<https://doi.org/10.51891/raese.v8i5.5513>>, 2022. Acesso em 18 jan. 2024.

MAGGIOLINI, Piercarlo. **Um aprofundamento para o conceito de ética digital**. RAE, v. 54, n. 5, p. 585-591, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rae/a/9VSkdGnsGVBYkfjKDgmpKpK/#>>. Acesso em: 28 jan. 2024.

MANZINI, E. J. **A entrevista na pesquisa social**. *Didática*, São Paulo, v. 26/27, p. 149-158, 1990/1991.

MORAN, José. **Mudando a educação com metodologias ativas**. Coleção mídias contemporâneas. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens, v. 2, nº 1, p. 15-33, 2015a.

MORAN, J. M. **Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas**. 11. ed. São Paulo: Papirus, 2000.

NOLETO, C. **Google Colab: saiba o que é essa ferramenta e como usar!** Disponível em: <<https://blog.betrybe.com/carreira/google-colab/>>, 2020. Acesso em: 26 fev. 2024.

NUNES, Arthur; AMARAL, Israel. **Learning.py: Uma apostila de introdução à programação em Python**. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Pette UFMG, Minas Gerais, 2020.

OLIVEIRA, A. E.; PEREZ, F. **Jupyter: Thinking and Storytelling With Code and Data**. *Computing in Science & Engineering*, v. 23, n. 2, p. 7-14, 2021. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/9387490>>. Acesso em: 27 jan.2024.

PONTE, J. P.; OLIVEIRA, H.; VARANDAS, J. M. **O contributo das tecnologias de informação e comunicação para o desenvolvimento do conhecimento e da identidade profissional**. In: FIORENTINI, D. (Org). *Formação de professores de Matemática*. Campinas, SP: Mercado Letras, 2003.

RIBEIRO, A.; CHARTIER, T. P. **Numerical Methods: Design, Analysis, and Computer Implementation of Algorithms**. Princeton, NJ, EUA: Princeton University Press, 2012.

REIS, Ana Valéria. **Como o docente pode personalizar a aprendizagem**. Disponível em: <<https://revistaensinosuperior.com.br/2023/06/30/como-o-docente-pode-personalizar-a-aprendizagem/>>. Acesso em: 17 jan. 2024.

SANCHEZ, Jesús Nicasio Garcia. **Dificuldades de Aprendizagem e Intervenção Psicopedagógica**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

SILVA, M. D. **Aplicação da Ferramenta Google Collaboratory para o Ensino da Linguagem Python**. Anais da IV Escola Regional de Engenharia de Software (ERES 2020). Anais...Sociedade Brasileira de Computação, 2020. Disponível em: <[https://www.sciencegate.app/document/10.5753/eres.2020.13717#google\\_vignette](https://www.sciencegate.app/document/10.5753/eres.2020.13717#google_vignette)>. Acesso em: 24 jan. 2024.

SILVA, Marcos. **O uso de recursos computacionais no Ensino de Matemática: um novo paradigma?** Editora e-publicar, v.1, 2021. Disponível em: <[https://editorapublicar.com.br/fenomenos-da-tecnologia-educacional-rumos-de-ensino-integrados->](https://editorapublicar.com.br/fenomenos-da-tecnologia-educacional-rumos-de-ensino-integrados-). Acesso em 10 jan de 2024.

SILVEIRA, Paulo. **Markdown: Aprenda a trabalhar com essa linguagem.** Disponível em: <<https://www.alura.com.br/artigos/como-trabalhar-com-markdown>>. Acesso em: 8 fev. 2024.

SOUSA, A.S. OLIVEIRA, G. S. ALVES, L. H. **A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos.** Revista Fucamp. Disponível em: < 2336-Texto do Artigo-8432-1-10-20210308 (1).pdf.>. Cadernos da Fucamp, v.20, n.43, p.64-83/2021. Acesso em: 11 de jan. 2024.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO. **Projeto Pedagógico do Curso de Matemática licenciatura.** UEMA/Campus Balsas, Balsas, 2021. Disponível em: <<https://www.prog.uema.br/wp-content/uploads/2023/03/PPC-Matematica-Licenciatura-Balsas-Vers%C3%A3o-Final.docx.pdf>>. Acesso em 05 de fev. de 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO. **Projeto Pedagógico do Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia – BICT.** UFMA/Campus Balsas, São Luís, 2017. Disponível em: <<https://www.prog.uema.br/wp-content/uploads/2023/03/PPC-Matematica-Licenciatura-Balsas-Vers%C3%A3o-Final.docx.pdf>>. Acesso em 05 de fev. de 2024.

---

. **Manual para normalização de trabalhos acadêmicos.** Sistema Integrado de Bibliotecas da UEMA. – 4. ed. rev., São Luís: EDUEMA, 2022.

VANDERPLAS, Jake. **Python Data Science Handbook: Essential Tools for Working with Data.** O'Reilly Media, 2017.

ZANIN, E.; BICHEL, A. **A Importância das Ferramentas Tecnológicas para o Processo de Aprendizagem no Ensino Superior.** Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas, [S. l.], v. 19, n. 4, p. 456–464, 2018. DOI: 10.17921/2447-8733.2018v19n4p456-464. Disponível em: <https://revistaensinoeducacao.pgsscogna.com.br/ensino/article/view/6210>. Acesso em: 08 fev. 2024.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A – Questionário da pesquisa de campo aplicado aos acadêmicos

1. Você já utilizou o *Google Colab* na disciplina de Cálculo Numérico?
  - a) Sim, frequentemente
  - b) Sim, ocasionalmente
  - c) Não, nunca utilizei
  
2. Como você descreveria sua experiência geral ao usar o *Google Colab* na disciplina de Cálculo Numérico?
  - a) Excelente
  - b) Boa
  - c) Média
  - d) Ruim
  - e) Péssima
  
3. Qual é a sua percepção em relação à facilidade de uso do *Google Colab*?
  - a) Muito fácil
  - b) Fácil
  - c) Nem fácil, nem difícil
  - d) Difícil
  - e) Muito difícil
  
4. Quais tipos de atividades você realizou com mais frequência no *Google Colab* para o estudo de Cálculo Numérico?
  - a) Implementação de algoritmos numéricos
  - b) Experimentação e visualização de resultados
  - c) Análise de dados e gráficos
  - e) Desenvolvimento e teste de scripts para otimização numérica.
  - f) Execução de simulações de métodos numéricos para resolução de equações diferenciais.
  - g) Implementação e avaliação de algoritmos de interpolação e ajuste de curvas.
  - h) Exploração de bibliotecas específicas de Cálculo Numérico no ambiente do *Google Colab*.
  - i) Realização de estudos de convergência e precisão de métodos numéricos.
  - j) Utilização de recursos colaborativos para compartilhamento e revisão de códigos relacionados a Cálculo Numérico.
  - l) Outros (especificar)
  
5. Você percebeu alguma vantagem específica do *Google Colab* em comparação com outras ferramentas para o estudo de Cálculo Numérico?
  - a) Sim, maior facilidade de acesso e compartilhamento
  - b) Sim, melhor integração com bibliotecas/matérias específicas
  - c) Não vejo diferenças significativas
  - d) Não utilizei outras ferramentas para comparação
  
6. O *Google Colab* facilitou a compreensão dos conceitos de Cálculo Numérico para você?
  - a) Sim, consideravelmente
  - b) Sim, em certos aspectos
  - c) Não, não influenciou minha compreensão
  - d) Não utilizei o *Google Colab* para esta finalidade

7. Você sente que o uso do *Google Colab* aumentou seu interesse pelo estudo de Cálculo Numérico?

- a) Sim, muito
- b) Sim, um pouco
- c) Não, não afetou meu interesse
- d) Não tenho certeza

8. Na sua opinião, o *Google Colab* é uma ferramenta essencial para o estudo de Cálculo Numérico?

- a) Sim, indispensável
- b) Sim, útil, mas não essencial
- c) Não, há outras ferramentas igualmente eficazes

9. Quais desafios ou limitações você encontrou ao utilizar o *Google Colab* para estudar Cálculo Numérico?

- a) Restrições de recursos computacionais
- b) Conectividade instável
- c) Integração de bibliotecas externas.
- d) Restrições de armazenamento.
- e) Tempo de execução limitado
- f) Compatibilidade de versões de bibliotecas.
- g) Desafios na configuração de ambientes virtuais.
- h) Necessidade de autenticação frequente
- i) Limitações na personalização da interface.

10. Você recomendaria o *Google Colab* como uma ferramenta inicial para estudantes que estão aprendendo Cálculo Numérico?

- a) Sim, absolutamente
- b) Talvez, dependendo das necessidades específicas
- c) Não, há outras ferramentas mais adequadas

11. Como você descreveria a usabilidade do *Google Colab* para a prática de exercícios e experimentação em Cálculo Numérico?

- a) Muito intuitiva e eficiente
- b) Moderadamente fácil de usar
- c) Difícil de navegar e utilizar
- d) Não utilizei para essa finalidade

12. Você acredita que o *Google Colab* pode contribuir para aprimorar as habilidades práticas em Cálculo Numérico dos estudantes?

- a) Sim, consideravelmente
- b) Sim, em certa medida
- c) Não acredito que tenha impacto relevante
- d) Não sei avaliar

## APÊNDICE B – Perguntas da entrevista semiestruturada realizada com professor

1. Como você avalia a eficácia do uso do *Google Colab* como ferramenta de ensino na disciplina de Cálculo Numérico em comparação com outros métodos tradicionais?
2. Quais são, na sua opinião, as principais potencialidades do *Google Colab* para o ensino e aprendizagem de Cálculo Numérico?
3. De acordo com sua experiência, quais são as limitações ou desafios práticos que surgem ao utilizar o *Google Colab* na disciplina de Cálculo Numérico?
4. Como você incorpora o *Google Colab* nas suas aulas de Cálculo Numérico? Quais atividades ou recursos específicos você utiliza com a plataforma?
5. Como você percebe a receptividade dos alunos em relação ao uso do *Google Colab*? Eles demonstram maior engajamento e participação nas aulas?
6. Quais são os critérios que você utiliza para avaliar o desempenho dos alunos quando eles utilizam o *Google Colab* como parte de suas atividades e projetos de Cálculo Numérico?
7. Você observa alguma melhoria na compreensão e aplicação dos conceitos de Cálculo Numérico por parte dos alunos que utilizam o *Google Colab* em comparação com métodos tradicionais?
8. Na sua opinião, quais são as principais vantagens do uso do *Google Colab* em relação a outras ferramentas ou plataformas disponíveis para o ensino de Cálculo Numérico?
9. Como você lida com possíveis desafios técnicos ou restrições de acesso ao *Google Colab* por parte dos alunos? Existem alternativas ou soluções que você implementa nesses casos?
10. Com base na sua experiência, quais sugestões você daria para maximizar o potencial do *Google Colab* como ferramenta de ensino na disciplina de Cálculo Numérico?