



Autoria digital discente no aprendizado de Cálculo Diferencial e Integral em cursos de Engenharia

Cristiane Ruiz Gomes

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro, RJ – BRASIL

lattes.cnpq.br/5246751839088305

crisruiz@im.ufrj.br

orcid.org/0000-0001-9368-6248

Paulo Vilhena da Silva

Universidade Federal do Pará

Belém, PA – BRASIL

lattes.cnpq.br/2979203220976406

pvilhena@ufpa.br

orcid.org/0000-0002-3989-5927

Autoria digital discente no aprendizado de Cálculo Diferencial e Integral em cursos de Engenharia

Resumo

Tradicionalmente, o ciclo básico dos cursos de engenharia é composto por disciplinas teóricas de Cálculo e Física. Essas fornecem o conteúdo fundamental para aplicações futuras nas disciplinas específicas, entretanto, é comum os alunos de tais cursos se sentirem desmotivados, uma vez que a abordagem de ensino dessas disciplinas é, geralmente, teórica e conceitual, pois não vislumbra a aplicação dos conteúdos desenvolvidos nas aulas. Visando contribuir para a melhoria desse cenário, o presente artigo propõe uma abordagem de autoria digital discente, por meio da Performance Matemática Digital na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, na qual os alunos aprendem por meio da criação de mídias digitais, como vídeos, e-books, postagens no Instagram. A pesquisa segue os moldes de uma investigação participante numa abordagem qualitativa, em que se observou que os educandos se sentem mais motivados, bem como consideram que obtêm um melhor aprendizado quando há a possibilidade de utilizar, manipular e expressar através da criação de mídias digitais.

Palavras-chave: performance matemática digital; autoria discente; ensino de cálculo; engenharias.

Student digital authorship in learning Differential and Integral Calculus in Engineering courses

Abstract

Traditionally, the basic cycle of engineering courses is made up of theoretical subjects in Calculus and Physics. These provide the fundamental content for future applications in specific disciplines, however it is common for students of such courses to feel unmotivated, since the teaching approach of these disciplines is, as a rule, theoretical and conceptual, not envisioning the application of the contents developed in class. In order to this scenario, in this article, we propose an approach to student digital authorship, through Digital Mathematical Performance in Differential and Integral Calculus discipline, in which students learn through the creation of digital media such as videos, e-books and Instagram posts, among others. The research follows the molds of a participant investigation in a qualitative approach. In this, it was observed that students feel more motivated, as well as consider that they obtain better learning when there is the possibility of using, manipulating, expressing themselves through the creation of digital media.

Keywords: digital mathematics performance; student authorship; calculus teaching; engineering.

Autoría digital estudiantil en el aprendizaje de Cálculo Diferencial e Integral en cursos de Ingeniería

Resumen

Tradicionalmente, el ciclo básico de las carreras de ingeniería se compone de asignaturas teóricas de Cálculo y Física. Estos brindan el contenido fundamental para futuras aplicaciones en disciplinas específicas, sin embargo, es común que los estudiantes de dichos cursos se sientan desmotivados, ya que el enfoque de enseñanza de estas disciplinas es, por regla general, teórico y conceptual, sin contemplar la aplicación de los contenidos desarrollado en clase. Con el objetivo de contribuir a este escenario, este artículo propone un acercamiento a la autoría digital de los estudiantes, a través del Desempeño Matemático Digital en la disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, en el que los estudiantes aprenden a través de la creación de medios digitales como videos, libros electrónicos y publicaciones en Instagram. entre otros. La investigación sigue los moldes de una investigación participante en un enfoque cualitativo. En este se observó que los estudiantes se sienten más motivados, así como también consideran que obtienen mejores aprendizajes cuando existe la posibilidad de utilizar, manipular, expresarse a través de la creación de medios digitales.

Palabras claves: rendimiento matemático digital; autoría del estudiante; enseñanza del cálculo; ingeniería.

1 Introdução

A disciplina de Cálculo Diferencial e Integral compõe o primeiro ano dos cursos de engenharia no Brasil. Temas como infinitesimais, taxas de crescimento, otimização e cálculo de áreas estão presentes em várias disciplinas subsequentes ou concomitantes no currículo dos cursos de engenharia (Firmino; Siqueira, 2017). Sendo assim, a abrangência, a complexidade e a importância dessa disciplina a tornam fundamental para o futuro engenheiro, uma vez que a elaboração de modelos matemáticos nas diversas engenharias e resolução de problemas reais fundamentam-se na matemática ensinada nessas disciplinas.

Mesmo com o seu caráter introdutório e imprescindível, é grande o número de alunos que evadem ou têm aproveitamento reduzido na disciplina. Diversos são os estudos, métricas e tentativas de justificar esse insucesso na disciplina (Lopez; Segadas, 2014; Zarpelon; Martins de Resende; Reis, 2017). Dentre os principais fatores apontados estão o despreparo inicial do universitário (Oliveira; Ramos; Carneiro; Landi Junior, 2020), as dificuldades inerentes da disciplina e as práticas pedagógicas tradicionais que, segundo Gomes e Stahl (2020), induzem

uma postura pouco crítica e pouco participativa dos estudantes, fatores que acarretam uma falta de compreensão dos conceitos devido a não contextualização do ensino.

Muitas metodologias foram propostas com o intuito de tornar o ensino mais significativo, dentre elas estão a Modelagem Matemática (Da Silva; Jardim; Carius, 2016) (Ferruzzi; De Almeida, 2013), Sala de aula Invertida, Aprendizagem baseada em projetos, Resolução de Problemas (Gomes; Stahl, 2020), entre outras. Uma tendência metodológica que ganha mais adeptos é a utilização e a criação de tecnologias digitais sociais para o ensino de matemática, tanto no ensino básico (Felcher; Pinto; Folmer, 2018) como no superior (De Sales; Boscaroli, 2020), uma vez que, segundo Prensky (2001), os professores lidam hoje com estudantes nativos digitais, isto é, pessoas cujo desenvolvimento biológico e social ocorre em contato com a tecnologia.

Pesquisas mostram a relevância do uso das tecnologias digitais na escola, em particular nas aulas de Matemática, no sentido de torná-las mais dinâmicas, bem como de proporcionar a possibilidade de pesquisa por parte dos discentes, a fim de desenvolver a capacidade dos alunos de utilizar a tecnologia, contribuindo para um melhor aprendizado da disciplina (Camargos Júnior, 2019; Costa; Prado, 2015; Kensky, 2012).

É nesse contexto que o presente artigo apresenta e discute uma experiência metodológica em turmas de Fundamentos de Cálculo para Engenharia com ênfase na criação de conteúdos digitais pelos alunos, visando o ensino significativo, colaborativo e criativo. Este artigo está dividido em quatro seções: na primeira há uma discussão acerca da relevância da autoria discente no desenvolvimento de mídias digitais voltadas para o aprendizado em Matemática, por meio do conceito de Performance Matemática Digital. Em seguida, há a apresentação da metodologia aplicada na presente pesquisa. Em continuidade, são apresentadas e discutidas as atividades elaboradas e executadas em turmas de engenharia de Cálculo Diferencial e Integral. Por fim, a discussão dos resultados, por meio da análise de gráficos e respostas escritas que apresentam as opiniões dos alunos sobre as atividades desenvolvidas.

2 A criação de mídias digitais como possibilidade de aprendizagem em matemática

Cada vez mais as tecnologias passam a fazer parte do cotidiano da sociedade. A partir do uso de computadores ou celulares, atividades como acesso às redes sociais, realização de transações bancárias, preenchimento de formulários online, tornam-se mais comuns. Borba, Silva e Gadanidis (2015) apontam que o celular está bastante presente na vida das pessoas, inclusive nas salas de aula. Nesse sentido, a escola não pode ignorar essa realidade e deve buscar formar cidadãos críticos que compreendem sua realidade e são capazes de transformá-la, acessando, criando e aprendendo por meio das tecnologias, utilizando aplicativos, softwares, jogos digitais, internet, modificando a comunicação em sala de aula, as metodologias dos professores e o aprendizado por parte dos alunos (Leite, 2021).

Por outro lado, Kenski (2013) alerta para o fato de que utilizar tecnologias na escola não é o suficiente, pois são necessárias metodologias que valorizem a criatividade e a autonomia discente, permitindo que os alunos participem da construção do saber em sala de aula. Essa demanda, segundo Leite (2021), tem colaborado para rupturas nas metodologias tradicionais, muitas vezes cristalizadas nas práticas docentes, em particular na Matemática. De modo semelhante, Castellanos Aguirre e Montoya González (2022) argumentam que as atividades com a tecnologia promovem respostas autônomas e criativas por parte dos estudantes, diminuindo o peso do falar-ditar dos métodos tradicionais, valorizando assim o processo de desenvolvimento das tarefas e não apenas o resultado.

No caso da Matemática, isso talvez se mostre ainda mais urgente, uma vez que tal disciplina nem sempre tem uma imagem pública boa: embora se reconheça a necessidade de aprendê-la, por vezes tal ciência é vista como algo frio, desumano (Silva, Borba, Gadanidis, 2012) ou ainda como algo que não é para todos (Silveira, 2021). Assim, tendo em vista que os estereótipos relacionados à Matemática são, em grande parte, baseados no ensino que os discentes têm recebido, as atividades com mídias tecnológicas podem colaborar no sentido de

engajar a comunidade escolar e colaborar para uma imagem pública da Matemática como algo belo e prazeroso (Felcher; Pinto; Folmer, 2018).

Nesse cenário, atividades que possibilitam a criação de mídias digitais por parte dos alunos, como vídeos para plataformas como o *Youtube*, postagens para redes sociais como o *Instagram* ou ainda a criação de *ebooks* disponibilizados via internet, são bem recebidos pelos usuários da internet na medida em que permitem ao aluno construir a Matemática, produzi-la sem, no entanto, reinventá-la, isso porque exige dos discentes a pesquisa, a autoria, a produção (Brum; Pereira, 2019; Felcher; Pinto; Folmer, 2018; Leite, 2021). Tais produções são comumente analisadas, conforme Borba, Silva e Gadanidis (2015), em termos de Performance Matemática Digital (PMD).

Os autores comentam que a expressão “PMD” é utilizada de forma diversificada, sem um sentido único, com o objetivo de explorar questões voltadas à inovação tecnológico-artístico-educacional, no contexto de ensino da Matemática.

É relevante deixarmos claro que a noção de PMD envolve pluralidade semântica e conceitual. Por exemplo, em algumas situações, concebemos PMD enquanto *linha de pesquisa* [...]. Em outros momentos discutimos a PMD enquanto enfoque didático e pedagógico para o ensino e a aprendizagem da Matemática. Contudo acreditamos que um dos sentidos mais usuais atribuídos ao “PMD” é o de *texto-narrativa digital multimodal*, principalmente em formato de vídeo digital, embora outros tipos de mídias digitais também sejam explorados em nossas pesquisas (Borba; Silva; Gadanidis, 2015, p. 107).

Na medida em que os alunos precisam produzir conhecimento, lidando com dificuldades técnicas, trabalhando em equipe, elaborando roteiros, interpretando papéis, administrando tempo, a criação de mídias digitais se torna relevante na medida em que promove a motivação com atividades dinâmicas, colaborando para a autonomia e desenvolvimento da criatividade (Brum; Pereira, 2019; Felcher; Pinto; Folmer, 2018; Leite, 2021).

A criação de vídeos para plataformas digitais acessadas pela internet, as postagens para redes sociais, a criação de memes para compartilhamento, além de outras criações digitais, são uma realidade na vida dos estudantes e esse

potencial inovador pode ser utilizado nas aulas de Matemática. Conforme argumenta Kenski (2013), é natural valorizar o que é novo: “Queremos algo que potencialize nossa capacidade de interação, comunicação, acesso e armazenamento das informações. Na atualidade, construímos nossas relações em meio aos mais variados artefatos tecnológicos” (Kenski, 2013, p. 62).

Assim, abordagens de ensino que promovam a autoria discente, em particular aquelas com mídias digitais, podem colaborar para uma aprendizagem criativa da Matemática, na medida em que estimulam a pesquisa, a experimentação, a interação entre os pares, a curiosidade e apropriação da cultura de seu tempo, uma vez que propiciam uma participação ativa em relação “aos modos sociais de perceber, sentir, falar e de se relacionar com os outros” (Alves, 2012, p. 147).

Nesse sentido, a seguir, é apresentada a produção digital dos alunos na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, em cursos de engenharia, como possibilidade de ensino e aprendizagem de modo criativo, dando a oportunidade de os discentes se expressarem, rompendo com o rigor tradicional que geralmente engloba a metodologia utilizada nas aulas dessa disciplina.

3 Metodologia

Este trabalho apresenta uma pesquisa participante com abordagem qualitativa. A pesquisa participante é definida por Severino (2014, p. 88) como:

É aquela em que o pesquisador, para realizar a observação dos fenômenos, compartilha a vivência dos sujeitos pesquisados, participando, de forma sistemática e permanente, ao longo do tempo da pesquisa, das suas atividades.

Na próxima seção é apresentada e analisada a metodologia de ensino aplicada na disciplina de Fundamentos de Cálculo para Engenharia, destacando as atividades realizadas, processos avaliativos e resultados alcançados.

4 O aprendizado de cálculo em turmas de engenharia da UFC através da autoria digital discente

Foram observadas duas turmas de Fundamentos de Cálculo para Engenharia da Universidade Federal do Ceará (UFC) em 2022, período do retorno presencial das aulas após a pandemia. As turmas eram numerosas, com mais de 60 alunos matriculados em cada uma, e atendiam alunos dos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia Química.

A disciplina de Fundamentos de Cálculo para Engenharia tem 128h, distribuídas ao longo de um ano. Essa é ofertada para quase todas as turmas de engenharia da UFC, por professores do Departamento de Integração Acadêmica e Tecnológica da UFC. A disciplina é composta pelos conteúdos de Limites, Derivadas e Integrais a uma variável Real.

A disciplina foi planejada com quatro avaliações, de modo que cada uma contasse com processos avaliativos distintos, a saber: a 1ª e 3ª avaliações eram compostas por uma prova individual presencial valendo 80% da nota, os outros 20% foram de atividades complementares distintas, descritas nos próximos parágrafos. Nas 2ª e 4ª avaliações, a proporção mudou ficando 70% para a prova individual e 30% para as demais atividades.

Na primeira avaliação foi feita uma atividade presencial, que não utilizava diretamente as tecnologias digitais, uma vez que alguns alunos calouros ainda precisavam se apropriar de conhecimentos sobre softwares básicos de edição de texto, imagens e planilhas.

Nas avaliações seguintes, as atividades eram descritas e recebidas dentro do ambiente virtual da instituição. Todas as atividades propostas foram realizadas em pequenos grupos ou duplas, para que o diálogo, o poder argumentativo e a criatividade fossem fatores importantes no desenvolvimento destes. A descrição das atividades pode ser encontrada no quadro 1.

A atividade referente à 2ª avaliação requeria que os alunos tivessem habilidades mínimas com softwares de apresentação e de edição de vídeo. A obrigatoriedade de incluir um aspecto cearense foi incluída para minimizar

possíveis plágios e instigá-los a pensar em problemas da própria região em que vivem.

Os vídeos enviados foram bem distintos, com metodologias, temas e softwares diferentes, trazendo conteúdos previamente selecionados para a equipe. Estes incluíam temas como melhoramento de garrafas e embalagens, minimização de custos e percursos, maximização de áreas entre outros.

Quadro 1 – Descrição das atividades com propostas de desenvolvimento de conteúdo digital pelos alunos

Avaliação	Descrição da atividade complementar no ambiente virtual
2ª	<ul style="list-style-type: none"> • Descrição: Elaboração, resolução e apresentação de um problema de otimização em formato de vídeo¹. Deve conter algum aspecto cearense no enunciado do problema. Todos os participantes devem aparecer no vídeo, apresentando, resolvendo ou analisando o problema de otimização. • Número de alunos no grupo: 3 • Tempo máximo do vídeo: 7 min.
3ª	<ul style="list-style-type: none"> • Descrição: Elaboração de post de Instagram com os conteúdos da disciplina dispostos em planilha anexa. A turma deve criar um perfil único para controle das postagens. Toda arte e conteúdo deve ser desenvolvido pelos alunos. • Número de alunos no grupo: 2
4ª	<ul style="list-style-type: none"> • Descrição: Elaboração de um e-book sobre o tema proposto. Deve conter: <ul style="list-style-type: none"> ○ Capa ○ Contracapa (com uma breve apresentação dos autores) ○ Sumário ○ Apresentação do conteúdo ○ Resolução de exercícios ○ Exercícios propostos ○ Referências • Número de alunos no grupo: 4

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Os grupos escolheram diferentes formas de gravar seus vídeos, o que incluía descrição e apresentação no quadro branco, apresentação em slide com o apresentador aparecendo no vídeo, diálogos em grupo e até pequenos roteiros encenando uma possível situação real. Todos os vídeos, assim como os problemas abordados neles, continham um contexto regional do Ceará, que

¹ <https://youtu.be/tg1zhiVLyH4>; <https://www.youtube.com/watch?v=ahCYWfDJ0ZI>;
https://www.youtube.com/channel/UCIWb7PBZMQKTu_7LIM92xfg;
<https://www.youtube.com/watch?v=I0Sm0ld3k9A&t=222s>;
<https://www.youtube.com/watch?v=dwbZqjavWGo>; <https://youtu.be/fLLn2WVshxo>;
https://www.youtube.com/watch?v=cBUjbzqyL_w;

poderia envolver os municípios, a culinária, a produção de alimentos ou energia, os aspectos históricos.

Consideramos que dois vídeos se destacaram na criatividade de seus enredos. No primeiro, os alunos encenaram uma situação na qual eram executivos de uma empresa fabricante de uma cachaça local, que precisava ter uma nova garrafa atendendo aos critérios de otimização; uma imagem do vídeo pode ser vista na figura 1. No segundo vídeo, as alunas encenaram um telejornal apresentando as condições meteorológicas, em que “um especialista” era entrevistado pela jornalista descrevendo a otimização, conforme a figura 2.

Figura 1 – Imagens do vídeo produzido pelos alunos para otimização de uma garrafa



Fonte: Sousa (2022)

Figura 2 – Imagens dos perfis de Instagram criados pelos estudantes



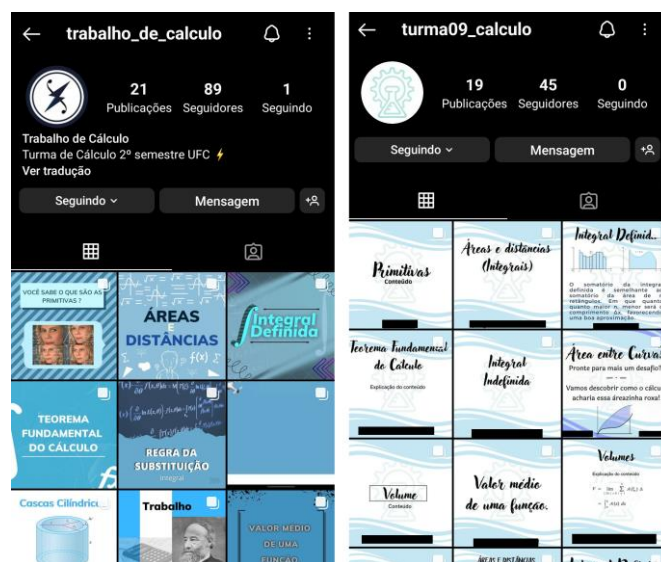
Fonte: Mourao (2022)

A atividade referente à 3ª avaliação mobilizou a turma, uma vez que os alunos precisavam criar um perfil único de Instagram para colocar todos os posts.

Os perfis criados foram *@trabalho_de_calculo* e *@turma09_calculo*. Sem nenhuma interferência docente, cada turma escolheu uma paleta de cores, possíveis gráficos de fundo e a ordem das postagens para que o conteúdo tivesse um encadeamento lógico quando fosse visualizado na *timeline*.

Mais uma vez, foi observado o trabalho colaborativo, o diálogo, a criatividade, além do conhecimento do conteúdo específico de Cálculo Diferencial e Integral. Alguns exemplos de postagens estão apresentados na figura 3 abaixo:

Figura 3 – Imagens dos perfis de Instagram criados pelos estudantes



Fonte: Compilação dos autores²

A atividade referente à 4ª avaliação foi a mais trabalhosa e, em virtude disso, contou com um número maior de participantes nos grupos. Os alunos precisavam elaborar um ebook que tivesse alguns dos elementos de um livro, como capa, breve apresentação dos autores, agradecimentos. Além disso, o livro tinha, obrigatoriamente, que apresentar o conteúdo designado, ter exercícios resolvidos e exercícios propostos. Novamente, foi observada a diversidade nos livros apresentados; os autores (alunos) foram capazes de apresentar e discutir o conteúdo, além de colocarem elementos pessoais que caracterizassem a contribuição da equipe. Alguns exemplos são apresentados na Figura 4:

² Montagem feita pelos autores a partir das páginas do Instagram: Trabalho de Cálculo (@trabalho_de_calculo) e Turma09 de Cálculo (@turma09_calculo), respectivamente.

Figura 4 – Imagens de algumas capas de *e-books* criados pelos estudantes



Fonte: Imagem elaborada pelos autores com base na produção dos alunos, 2023

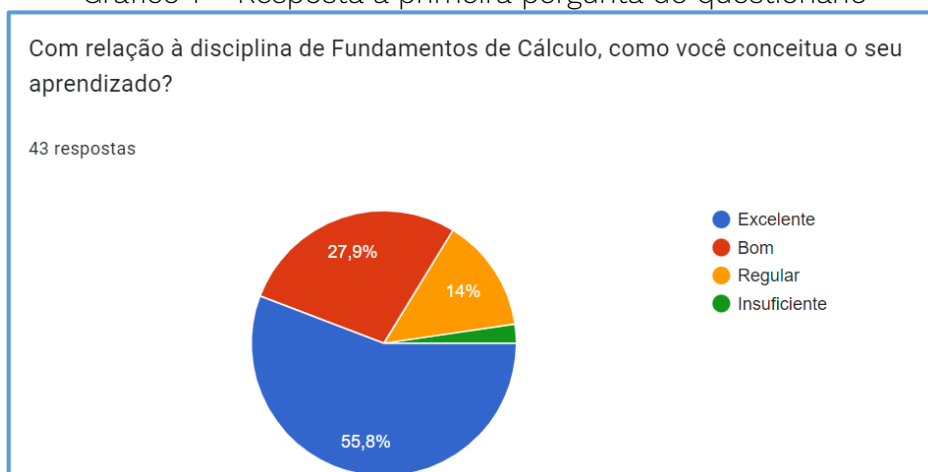
Na próxima seção, apresentaremos e discutiremos as impressões que os alunos tiveram da disciplina e do processo avaliativo.

5 Resultados e análises

No intuito de analisar os processos avaliativos empregados e receber as percepções dos alunos, foi aplicado um questionário ao fim da disciplina. Como a participação nessa parte da pesquisa foi voluntária, apenas 43 alunos o responderam; destes, 24 eram do curso de Engenharia Elétrica e 19 eram do curso de Engenharia Química. O questionário contém oito questões de múltipla escolha e uma questão para livre escrita do estudante. A seguir, são apresentadas e comentadas as perguntas e as respostas.

O gráfico 1 ilustra as respostas da primeira pergunta, cujo objetivo era observar como o próprio aluno conceituava o seu aprendizado. Como 55,8%, mais da metade dos alunos, julgou seu aprendizado excelente, 27,9% julgaram o seu aprendizado bom, nota-se que 83,7% dos alunos consideraram o seu aprendizado excelente ou bom, enquanto apenas 2,3% consideraram o seu aprendizado insuficiente.

Gráfico 1 – Resposta à primeira pergunta do questionário

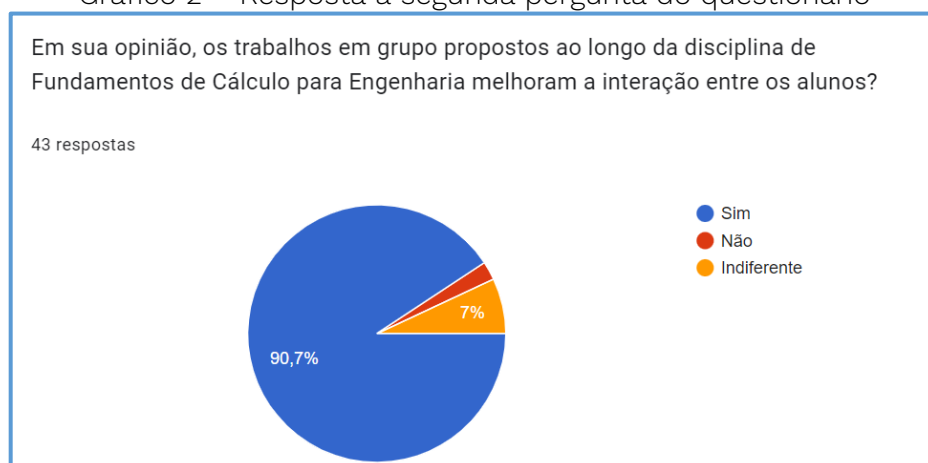


Fonte: Elaborado pelos autores, 2022

Importa notar que comumente os discentes apresentam dificuldades com essa disciplina que, geralmente, é desenvolvida nos moldes do ensino tradicional (Lopez; Segadas, 2014; Reis, 2017; Zarpelon; Martins de Resende). Infere-se que a satisfação dos alunos com seu aprendizado se deve à metodologia diferenciada com a criação de mídias digitais de autoria discente. Nota-se, então, o entusiasmo dos participantes, que se mostravam motivados, não só pelas boas notas que obtiveram, mas também pela possibilidade de criar, de se expressar e de ter participação ativa em seu aprendizado, fato também apontado por Brum e Pereira (2019), assim como por Felcher, Pinto e Folmer (2018).

A segunda pergunta, cujas respostas são apresentadas no gráfico 2, tinha foco na interação entre os alunos, na colaboração ou mesmo na socialização.

Gráfico 2 – Resposta à segunda pergunta do questionário

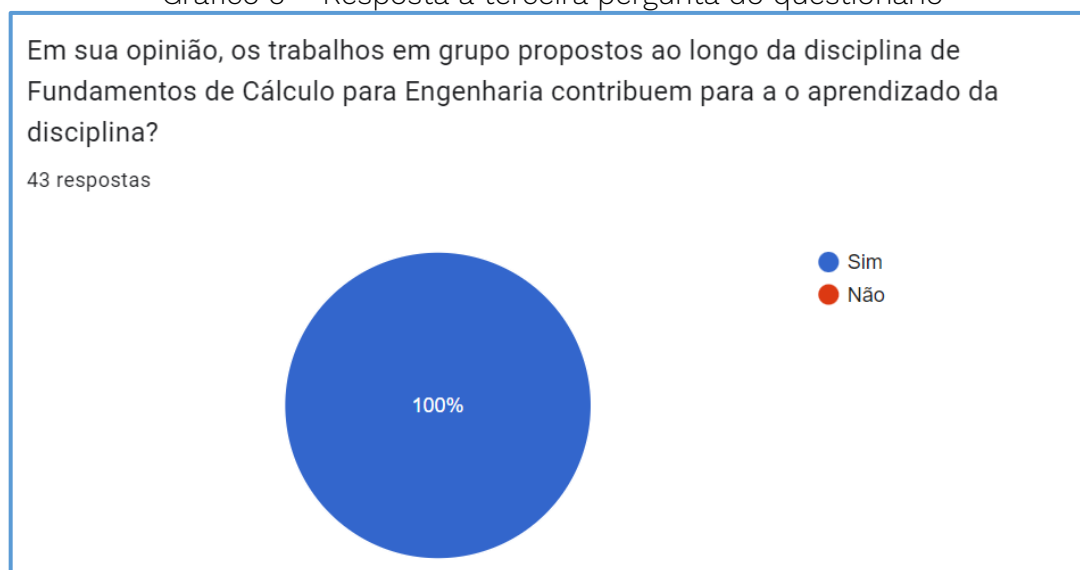


Fonte: Elaborado pelos autores, 2022

Nesta, mais de 90% afirmaram que os trabalhos em grupo contribuíram para a interação entre os alunos. Esse é um aspecto interessante, considerando que essas turmas eram de alunos calouros, e que, portanto, não se conheciam previamente. Como se sabe, a interação e dinâmica em sala de aula favorecem um melhor aprendizado (Alves, 2012; Braga, 2022) e, como se constata na próxima questão, os discentes, de fato, perceberam tal influência positiva.

Na terceira pergunta, apresentada no gráfico 3, investiga-se uma possível correlação dos trabalhos em grupo com o aprendizado da disciplina; nesse aspecto, os alunos foram unânimes quanto à contribuição dos trabalhos para o aprendizado da disciplina. Comparando as respostas das perguntas dois e três percebe-se que, mesmo que alguns alunos não tenham observado alguma melhoria na interação com seus pares, todos os alunos observaram a importância dos trabalhos para a aprendizagem da disciplina.

Gráfico 3 – Resposta à terceira pergunta do questionário



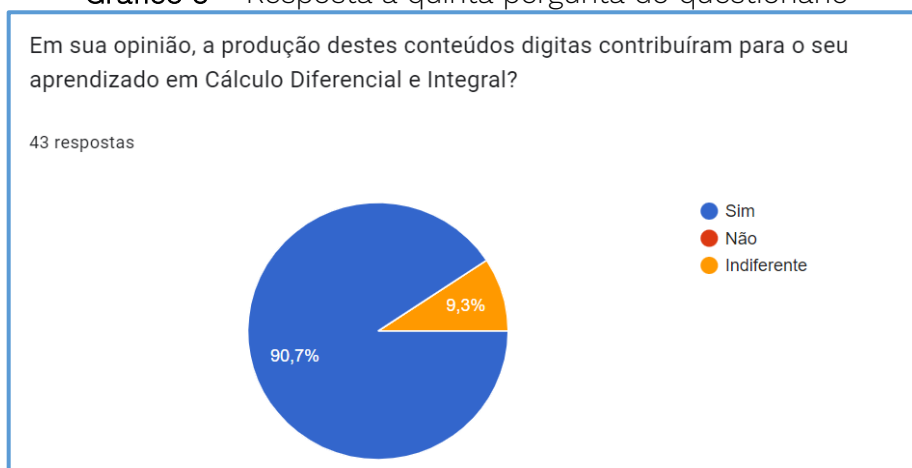
Fonte: Elaborado pelos autores, 2022

Pesquisas mostram que os alunos se sentem motivados com a possibilidade de se expressar, de mostrar suas criações para a comunidade (Borba; Silva; Gadanidis, 2015; Silva; Gregoruti, 2015). Conforme ressalta Braga, “As PMDs em formato de vídeo digital se potencializam também na possibilidade de atingir outros públicos com sua postagem em ambientes virtuais e gratuitos”

(Braga, 2022, p. 160). Por outro lado, a autonomia propiciada pela abordagem da PMD, metodologia de ensino diferente do que comumente se utiliza, motiva os discentes, pois percebem que podem participar de maneira ativa nas aulas (Felcher; Pinto; Folmer, 2018; Silva; Borba; Gadanidis, 2012).

Na quinta pergunta, gráfico 5, de forma mais específica, questiona-se a importância da produção dos conteúdos digitais no aprendizado da disciplina. Dentre os participantes, 90,7% julgaram importante, enquanto 9,3% julgaram indiferente a produção de tais conteúdos. A alta porcentagem de discentes das engenharias que confirmam que a possibilidade de criar durante as aulas favorece seu aprendizado ratifica o que a literatura aponta sobre a relevância e pertinência da autoria discente em PMD. Brum e Pereira (2019), Borba, Silva e Gadanidis (2015) e Leite (2021) apontam como pontos positivos dessa abordagem o desenvolvimento da autonomia discente, a possibilidade de os alunos se expressarem, o incentivo à pesquisa, o desenvolvimento da criatividade, entre outras potencialidades.

Gráfico 5 – Resposta à quinta pergunta do questionário

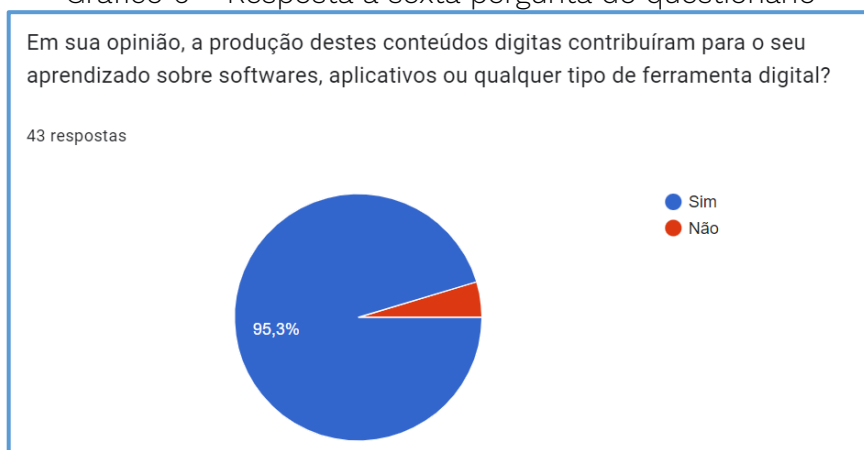


Fonte: Elaborado pelos autores, 2022

Ao observar o gráfico 6, referente à sexta pergunta, nota-se que a grande maioria dos alunos possui a opinião de que a produção de conteúdos digitais influencia o aprendizado de software e aplicativos. Isso é novamente verificado na pergunta 7 (Gráfico 7), em que os alunos elencam os softwares que utilizaram ao longo da disciplina, sendo os softwares Geogebra, Canva e Instagram os mais utilizados.

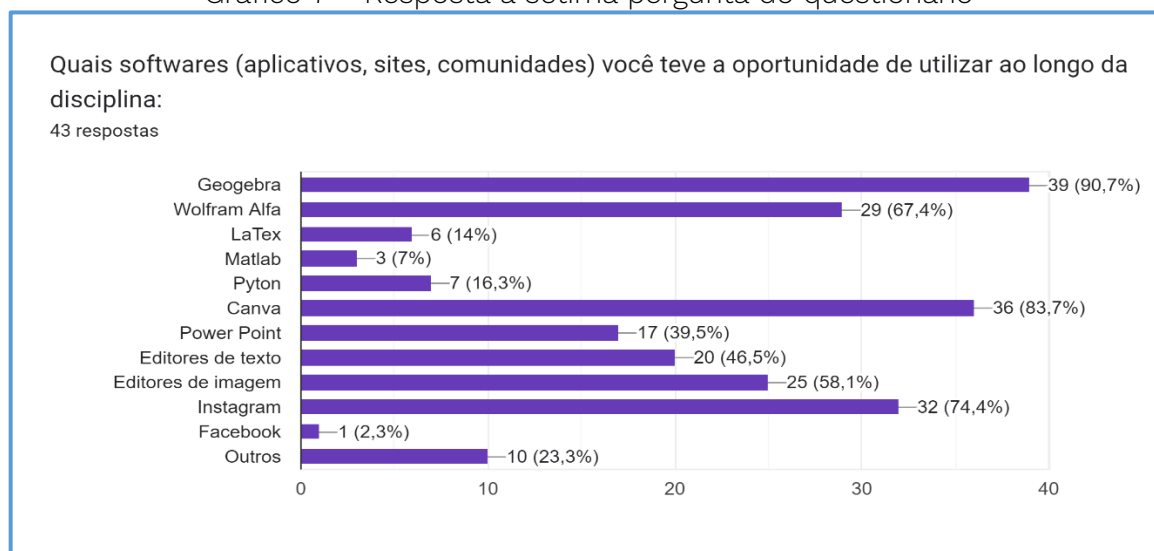
Como se sabe, é relevante que o professor proponha atividades que incluam o uso das tecnologias nas aulas (Kenski, 2013; Prensky, 2001), tendo em vista a sociedade cada vez mais digital na qual vivemos. Na formação de futuros engenheiros é particularmente importante, uma vez que o conhecimento, o uso e a criação de tecnologias são fundamentais nessas profissões.

Gráfico 6 – Resposta à sexta pergunta do questionário



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022

Gráfico 7 – Resposta à sétima pergunta do questionário



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022

O gráfico 8 ilustra a resposta quanto à possibilidade de aplicabilidade da metodologia empregada na disciplina de Fundamentos de Cálculo para Engenharia em outras disciplinas do curso de engenharia:

Gráfico 8 – Resposta à oitava pergunta do questionário



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022

Constata-se que a totalidade dos alunos questionados pensa que a metodologia pode ser aplicada em outras disciplinas. As atividades, inicialmente recebidas com estranheza pelos alunos da engenharia, logo se mostraram agregadoras, criativas e de trabalho colaborativo. A título de exemplo, na elaboração dos vídeos, os alunos ultrapassavam as barreiras dos grupos e se ajudavam, filmando, editando, emprestando material, discutindo ideias para o vídeo e, por fim, quando todos assistiram os vídeos uns dos outros, puderam se divertir e compartilhar novas ideias, que não haviam surgido no momento inicial. Entende-se que tais resultados reforçam a relevância da abordagem da autoria digital discente, conforme apontado pela literatura consultada.

Por fim, a última pergunta do questionário era aberta, possibilitando a livre escrita dos alunos: Pergunta 9: Você teria alguma sugestão para melhorarmos a metodologia ou os processos avaliativos da disciplina de Fundamentos de Cálculo para Engenharia?

Para melhor análise, foram elencadas algumas respostas que destacaram a criatividade e a utilização de softwares:

A didática aplicada no curso de Fundamentos de Cálculo é ótima, até porque a professora nos ajuda muito em não ser somente aplicação de conteúdo e questões resolvidas. A mesma nos proporciona aperfeiçoar nossas técnicas com a tecnologia e criatividade, além de não nos definir apenas pela nota da prova (Estudante A, 2022).

A melhor forma de ensino já vista, está mostrando o quão importante é sair do tradicional e se abrir para as tecnologias e formas de comunicação (Estudante B, 2022).

A metodologia da professora foi incrível, por dois aspectos, esses conteúdos digitais que nos forçaram a aprender a mexer em softwares, além da ótima metodologia da professora, focando principalmente em exercícios e passando brevemente pelas demonstrações da teoria (Estudante C, 2022).

De modo geral, o questionário evidencia a percepção dos alunos com relação ao próprio aprendizado da disciplina e como isso foi influenciado pelos trabalhos realizados em grupo. Percebe-se que os estudantes destacam o uso da tecnologia, o desenvolvimento da criatividade, o “sair do tradicional” e o “mexer em softwares” como aspectos positivos da metodologia empregada, indo ao encontro do que evidenciam as pesquisas com autoria digital discente, em particular com a abordagem da PMD (Borba; Silva; Gadanidis, 2015; Felcher, Pinto; Folmer, 2018; Silva; Borba; Gadanidis, 2012; Silva; Gregoruti, 2015).

6 Considerações finais

Este artigo apresentou e discutiu a aplicação de uma metodologia de ensino de Cálculo Diferencial e Integral, focada na autoria digital discente em cursos de engenharia. Os resultados da investigação evidenciaram a aceitação dos alunos à metodologia empregada, bem como o sentimento de que obtiveram melhor aproveitamento em seu aprendizado. Dentre os principais aspectos destacados estão o aprendizado dos conteúdos da disciplina, o aprendizado relacionado às tecnologias digitais e a melhoria das relações interpessoais nas turmas.

A abordagem de ensino, por meio da autoria digital discente, promove uma ruptura nos moldes tradicionais nos quais as disciplinas de cálculo são comumente ministradas nos cursos de engenharia; tal recurso proporciona a participação ativa dos alunos, a busca pela autonomia, o desenvolvimento da criatividade e o aprendizado de habilidades com as tecnologias, algo que tanto se busca no ensino atual.

A Pandemia da COVID-19 e as mudanças por ela impostas ao ensino promoveram uma reflexão acerca das metodologias de ensino e do papel dos

alunos nas aulas, trazendo significativo aprendizado a todos. Compreende-se, portanto, que tal aprendizado acarreta resultados positivos, principalmente no sentido de que o professor tem a oportunidade de se reinventar, de arriscar mais e buscar novos modos de ensinar.

Confirma-se, então, que a autoria digital discente, particularmente por meio da Performance Matemática Digital, é uma boa alternativa para esse cenário. Espera-se que os resultados apresentados possam contribuir para o debate sobre a relevância de incentivar a autoria discente nas aulas de Matemática, ao mesmo tempo em que pode servir de inspiração para novas pesquisas nesse tema tão promissor.

Referências

ALVES, Deive Barbosa. **O processo de autoria na cultura digital: a perspectiva dos licenciandos em Matemática**. 2012. 172 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Uberlândia-UFU, Uberlândia, 2012.

BELISÁRIO, Ana Brandão; FARIA, Débora Goulart; CHAVES, Diego Henrique de Souza; ALMEIDA, Gustavo Matheus de; CARDOSO, Marcelo. Relatos de experiência de inserção de tecnologias digitais no ensino de Engenharia. **Revista Docência do Ensino Superior**, Belo Horizonte, v. 10, p. 1-18, 2020. DOI: 10.35699/2237-5864.2020.15139. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rdes/article/view/15139>. Acesso em: 10 ago. 2022.

BORBA, Marcelo C.; SILVA, Ricardo Scucuglia Rodrigues; GADANIDIS, George. **Fases das tecnologias digitais em educação matemática: sala de aula e internet em movimento**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2015.

BRAGA, Eduardo dos Santos Oliveira. **Luz, câmera...produção de performances matemáticas digitais na educação de jovens e adultos**. 2022. 236 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Nilópolis, 2022.

BRUM, Aline de Lima; PEREIRA, Elaine Corrêa. Performance Matemática Digital a partir da construção de Stories no Instagram. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 13., 2019, Cuiabá. **Anais [...]**. [S. l.]: SBEM, 2019. Disponível em: <https://sbemmatogrosso.com.br/xiiienem/anais.php>. Acesso em: 15 maio 2023.

CAMARGOS JUNIOR, Artur. Formação docente e competências para o uso de TDIC em sala de aula. *In*: FERREIRA; Gabriella Rosseti. **Educação e tecnologias, experiências, desafios e perspectivas 2**. Ponta Grossa: Atena, 2019. p. 8-16

CASTELLANOS AGUIRRE, Uriel José; MONTOYA GONZÁLEZ, Yaimar Del Valle. Reflexões sobre a cultura digital na educação matemática. **Revista Docência e Cibercultura**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 3, p. 109-124, ago. 2022.

COSTA, Nielce Meneguelo Lobo; PRADO, Maria Elisabette Brisola Brito. A Integração das tecnologias digitais ao ensino de matemática: desafio constante no cotidiano escolar do professor. **Perspectivas da Educação Matemática**, Campo Grande, v. 8, n. 16, p. 99-120, 6 nov. 2015.

DA SILVA, Jaqueline Maria; JARDIM, Deborah Faragó; CARIUS, Ana Carolina. O ensino e a aprendizagem de conceitos de Cálculo usando modelos matemáticos e ferramentas tecnológicas. **Revista de Ensino de Engenharia**, [s. l.], v. 35, n. 2, p. 70-80, 2017.

DE OLIVEIRA, José Clovis Pereira *et al.* O questionário, o formulário e a entrevista como instrumentos de coleta de dados: vantagens e desvantagens do seu uso na pesquisa de campo em ciências humanas. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 3., 2016. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Eventos Científicos, 2016. p. 01-13.

DE SALES, André Barros; BOSCARIOLI, Clodis. Uso de tecnologias digitais sociais no processo colaborativo de ensino e aprendizagem. **Revista Ibérica de Sistemas e tecnologias de informação**, [s. l.], n. 37, p. 82-98, 2020.

DOS SANTOS, Guilherme Mendes Tomaz; DOS REIS, Júlio Paulo Cabral; DA SILVA, Marcos Manoel. Tecnologias digitais na educação superior: reflexões acerca da disciplina de cálculo diferencial e integral I. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 6, n. 8, p. 55191-55201, 2020.

FELCHER, Carla Denize Ott; PINTO, Ana Cristina Medina; FOLMER, Vanderlei. Performance Matemática Digital: o aluno produzindo vídeos e construindo conceitos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 07-19, 2018.

FERRUZZI, Elaine Cristina; DE ALMEIDA, Lourdes Maria Werle. Modelagem matemática no ensino de matemática para engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 153-172, 2013.

FIRMINO, Gilson Luis; SIQUEIRA, Antônio Marcos de Oliveira. A matemática no ensino de engenharia. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, Viçosa, v. 3, n. 3, p. 01-15, 2017. Disponível em:
<https://doi.org/10.18540/2446941603032017331>. Acesso em: 15 maio 2023.

FLORES, Jeronimo Becker; LIMA, Valderez Marina do R.; MÜLLER, Thaísa Jacintho J. O uso das Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino de Cálculo Diferencial e Integral: reflexões a partir de uma metanálise. **Abakós**, [Belo Horizonte], v. 6, n. 2, p. 21-35, 2018. Disponível em:
<https://doi.org/10.5752/P.2316-9451.2018v6n2p21-35>. Acesso em: 12 jun. 2023.

GOMES, Diego Monteiro; STAHL, Nilson Sergio Peres. A resolução de problemas no ensino de cálculo diferencial e integral nos cursos de engenharia: uma experiência. **Revista Thema**, Pelotas, v. 17, n. 2, p. 294-308, 2020.

LEITE, Bruno Silva. A aprendizagem tecnológica ativa em publicações no ensino das Ciências e Matemática: uma visão geral da incorporação das metodologias ativas às tecnologias digitais. **RITECiMa**, Foz do Iguaçu, v. 1, p. 54-79, 2021.

LOPEZ, Ivo F.; SEGADAS, Claudia. A disciplina cálculo I nos cursos de engenharia da UFRJ: sua relação com o acesso à universidade e sua importância para a conclusão do curso. **Revista de Engenharia da Universidade Católica de Petrópolis**, [Petrópolis], v. 8, n. 2, p. 92-107, 2014.

MOURAO, Samya. 4 de julho de 2022. YouTube, 04 de julho de 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ahCYWfDJ0ZI>. Acesso em: 10 maio 2023.

OLIVEIRA, Lucas Duarte; RAMOS, Tiago Clarimundo; CARNEIRO, Joaquim Alexandre Santos Almeida Oliveira; LANDI JÚNIOR, Salmon. Conhecimentos de matemática básica de graduandos nos anos iniciais de engenharia: desafios, fragilidades e enfrentamentos possíveis. **Revista BOEM**, Florianópolis, v. 8, n. 16, p. 134-152, 2020. DOI: 10.5965/2357724X08162020134. Disponível em: <https://periodicos.udesc.br/index.php/boem/article/view/18000>. Acesso em: 5 mar. 2024.

PRENSKY, Marc. Digital Natives, Digital Immigrants. **On the Horizon**, Bradford, v. 9, n. 5, p. 2-6, out. 2001.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. Campinas: Papirus, 2013.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 2017.

SILVA, Ricardo Scucuglia Rodrigues; BORBA, Marcelo de Carvalho; GADANIDIS, George. Cedo ou tarde Matemática: uma performance matemática digital criada por estudantes do ensino fundamental. **REMATEC Revista de Matemática, Ensino e Cultura**, Belém, v. 7, n. 11, p. 39-64, 2012.

SILVA, Ricardo Scucuglia Rodrigues; GREGORUTTI, Gabriel Souza. Explorando o teorema das quatro cores em performances matemáticas digitais. **Boletim Online de Educação Matemática (BOEM)**, Joinville, v. 3, n. 5, p. 02-17, ago./dez. 2015. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/boem/article/view/6752>. Acesso em: 15 abr. 2023.

SILVEIRA, Marisa Rosâni Abreu. A dificuldade da matemática no dizer do aluno: ressonâncias de sentido de um discurso. **Educação e Realidade**, Porto Alegre, v.

36, n. 3, p. 761-779, set./dez. 2011. Disponível em:
<https://seer.ufrgs.br/educacaoerealidade/article/view/18480/14340>. Acesso em:
22 mar. 2023.

SOUSA, Erik. **Trabalho de cálculo otimização**. [S. l.: s. n.], 04 jul. 2022. 1 vídeo (7 min.). Publicado pelo canal Erik Souza. Disponível em:
<https://www.youtube.com/watch?v=tg1zhiVLyH4>. Acesso em: 10 maio 2023.

TRABALHO DE CÁLCULO. [S. l.], [2023]. Instagram: @trabalho_de_calculo.
Disponível em: https://instagram.com/trabalho_de_calculo. Acesso em: 10 maio 2023.

TURMA09 DE CÁLCULO. [S. l.], [2023]. Instagram: @turma09_calculo. Disponível em: https://www.instagram.com/turma09_calculo. Acesso em: 10 maio 2023.

ZARPELON, Edinéia; MARTINS DE RESENDE, Luis Maurício; REIS, Ednei Felix. Análise do desempenho de alunos ingressantes de engenharia na disciplina de cálculo diferencial e integral I. **Interfaces da Educação**, [s. l.], v. 8, n. 22, p. 303-335, 2017. DOI: 10.26514/inter.v8i22.1416. Disponível em:
<https://periodicosonline.uems.br/index.php/interfaces/article/view/1416>. Acesso em: 10 mar. 2023.