

Múltiplas estratégias de ensino na disciplina de cálculo: relato de uma experiência e das percepções dos estudantes.

Márcio Rostirolla Adames 

João Luis Gonçalves 

Mateus Bernardes 

Resumo

Este artigo relata a experiência realizada através da oferta de curso intensivo na área cálculo para cursos de engenharia durante a pandemia de Covid-19. No curso, foram utilizadas três modalidades de ensino remoto: aulas síncronas, videoaulas assíncronas e material didático interativo integrado à programação. Ao final foram aplicados questionários aos estudantes participantes a respeito de suas percepções sobre o curso, e o artigo contém uma breve discussão dos resultados obtidos.

Palavras-chave: Ensino remoto; Cálculo; Múltiplas estratégias de ensino.

Abstract

This paper reports the offer of an intensive course in the area of calculus for engineering courses during the Covid-19 pandemic. In the course, three remote teaching approaches were used: synchronous classes, asynchronous video classes and interactive didactic material integrated with coding. At the end, forms were applied to enrolled students regarding their perceptions about the course and the paper contains a brief discussion of the results surveyed.

Keywords: Remote teaching; Calculus; Multiple teaching strategies.

1. Introdução

O aumento na disponibilidade de ferramentas de comunicação e recursos computacionais tem aberto oportunidades para utilização de diferentes estratégias no ensino remoto. O trabalho traz um relato de uma experiência didática em um curso intensivo de Cálculo 3 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) para turmas de engenharia. Nessa experiência realizamos o curso em três frentes:

- aulas síncronas via videoconferência;
- videoaulas assíncronas;
- material didático com códigos interativos.

Nas próximas seções deste trabalho encontram-se detalhes sobre a estrutura do curso e as três frentes desenvolvidas.

Avaliar diretamente a eficácia dessas estratégias é uma tarefa bastante complexa e, na impossibilidade de fazê-lo diretamente, utilizamos as opiniões dos estudantes e analisamos suas percepções a respeito da qualidade e efetividade do curso.

Uma noção de percepção destacada na literatura é a satisfação percebida (*student satisfaction*), que pode ser entendida como a medida da realização das expectativas educacionais ([6]) e engloba a qualidade da instrução, a qualidade dos materiais disponibilizados, a carga de trabalho exigida, a efetividade do ensino, entre outros. A satisfação é importante pois está relacionada a menores taxas de evasão, a maior engajamento e a taxas de sucesso mais altas ([2], [7]).

Outra noção de percepção chave encontrada na literatura é a de autoeficácia, que pode ser definida como “o nível de confiança que alguém tem ao executar determinada tarefa, atividade, ação ou desafio” ([1], p. 45). A autoeficácia não é uma medida de o quanto o estudante aprendeu sobre determinado assunto, mas pode indicar o quanto o estudante sente que domina o conteúdo.

O texto apresenta a estrutura do projeto, como foram desenvolvidas as respectivas etapas, as respostas dos estudantes ao questionário e uma discussão dos resultados obtidos.

2. A estrutura do projeto de ensino.

Cálculo 3 é uma disciplina com alto índice de reprovação em nossa instituição. O principal obstáculo à aprovação, segundo a experiência dos professores que atuam na disciplina, é a formação deficiente em disciplinas que são pré-requisitos. Outro fator é o pouco tempo dedicado à disciplina, em geral, devido à alta carga horária dos cursos. Assim, aproveitamos a atual situação sanitária para oferecer, através de um projeto de ensino, um curso concentrado, intensivo e que, apesar de não presencial, possibilita um acompanhamento bem próximo, propiciando uma imersão dos estudantes nos conteúdos da disciplina. Aproveitamos também para utilizar recursos computacionais com o intuito de diversificar a apresentação do conteúdo, bem como para estimular o desenvolvimento de habilidades específicas de programação básica.

Um curso presencial de Cálculo 3 em nossa instituição, usualmente, dura dezessete semanas e tem dois encontros semanais com duração de 1h40 cada. A duração do curso foi de seis semanas, com cinco atividades por semana. Cada atividade era composta de três momentos principais, a saber: videoaulas gravadas, aulas síncronas e exploração do material interativo.

Idealmente, os estudantes teriam um primeiro contato com o tema da atividade via videoaula (assíncrona), seguido de uma aula (síncrona) mais próxima da sala de aula tradicional, ainda que remota, e a possibilidade de um aprofundamento nos aspectos computacionais usando o material interativo. Todavia um dos propósitos das três frentes de ensino é permitir que o estudante possa dedicar mais tempo à metodologia com a qual se sinta mais confortável. Ainda, diariamente, havia um momento para a resolução dos exercícios propostos e discussão de dúvidas.

2.1. Aulas síncronas *on-line*

As aulas síncronas do projeto foram realizadas diariamente, de segunda a sexta-feira das 17h30 às 18h30, por videoconferência usando a plataforma Google Meet. Nessas aulas seguimos os livros-texto da disciplina, pois o mesmos estão disponíveis digitalmente na biblioteca da instituição e isso

simplificou a referenciação nas discussões. Apresentamos os conteúdos em *slides* acompanhados de exemplificações e resoluções feitas com o auxílio de uma mesa digitalizadora.

As aulas foram gravadas e disponibilizadas integralmente aos participantes em nossa sala virtual no ambiente Google Classroom, pois alguns participantes, por questões profissionais, não conseguiram acompanhar todas as aulas. Alguns participantes relataram que usaram essas gravações como forma de rever pontos que não estavam completamente compreendidos.

Embora a maioria dos participantes mantivesse suas câmeras e microfones desligados durante a maior parte da aula, percebemos que a maioria acompanhava atentamente o exposto, pois houve muitas perguntas. Por exemplo, quando algum erro era cometido pelo professor, quase que imediatamente alguém comentava e corrigia. A maioria das perguntas e comentários ocorreram via *chat*. Nas últimas semanas sentimos os estudantes menos tímidos e usando mais o microfone para suas intervenções.

Nos momentos de resolução de exercício do projeto, realizados diariamente com duração de uma hora, tratamos as questões da atividade do dia anterior na intenção de dirimir as dúvidas antes de avançar com os conteúdos. A participação nas aulas de resolução de exercícios não era obrigatória, talvez por consequência disso o número de participantes foi menor, mas em contrapartida a interação foi maior.

2.2. Videoaulas assíncronas

Dentro desse projeto foi disponibilizado aos alunos um conjunto de videoaulas assíncronas como material adicional de acompanhamento da disciplina. Tal conjunto está dividido em duas categorias distintas, sendo elas: videoaulas próprias gravadas e editadas pessoalmente; e videoaulas externas recomendadas.

O curso de cálculo 3 dentro da nossa instituição comporta três tópicos distintos e independentes: cálculo vetorial, séries e sequências e variáveis complexas. Dentro dessa configuração, o conjunto de videoaulas próprias cobriu o conteúdo de cálculo vetorial em 34 vídeos que totalizaram em torno de 468 minutos, e o conteúdo de variáveis complexas em 14 vídeos com mais de 158 minutos. Para a parte de séries e sequências recomendamos o material do professor James Fowler da Ohio State University, disponível na plataforma YouTube. Dessa série selecionamos 47 vídeos totalizando cerca de 218 minutos.

O material produzido também foi disponibilizado nessa mesma plataforma na categoria de vídeo não listado, disponível somente aos estudantes do curso. O material foi gravado a partir da captura de imagens da tela de um computador caseiro onde foi projetada uma apresentação de *slides* com o conteúdo comentado pelo professor. Em seguida, esse material foi editado com o objetivo não apenas de converter a gravação para um formato mais adequado à plataforma, mas também, e principalmente, com o objetivo de inserir ferramentas de edição que tornassem o material mais didático e aprazível.

Esse formato baseia-se no tripé motivação-independência-flexibilidade, como descrito em [4], e julgamos ter se mostrado bastante adequado aos objetivos a que se propunha alcançar, como se verá adiante.

2.3. Material Interativo

O material interativo do curso foi desenvolvido como a primeira versão de um *e-book* disponibilizado em um servidor da universidade. O *e-book* foi desenvolvido utilizando a plataforma PreTeXt¹ e comporta códigos integrados às páginas na linguagem SageMath.

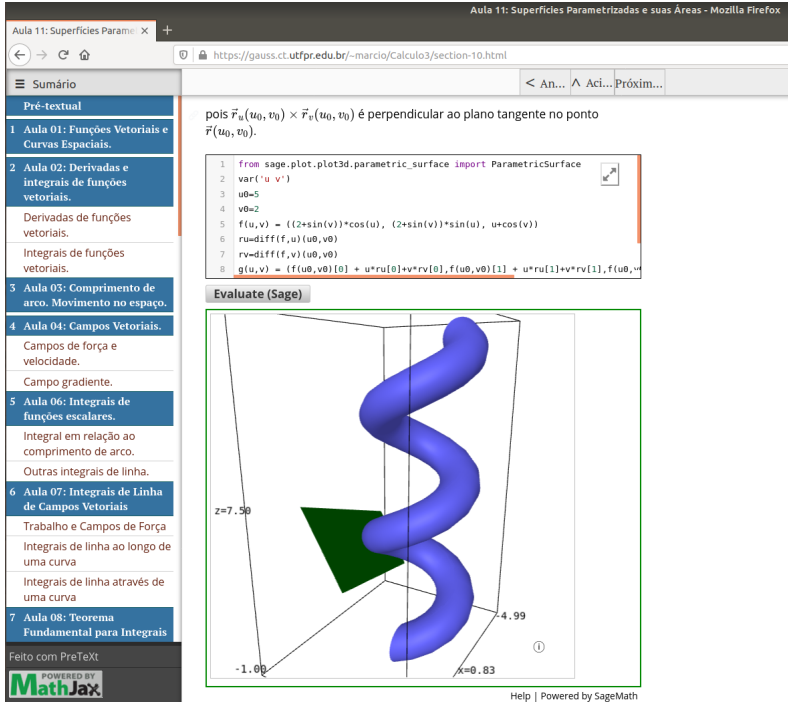


Figura 1: Uma célula com códigos de Sagemath.

O PreTeXt é uma linguagem de marcação (*markup language*), na qual o autor especifica a estrutura do texto, e a linguagem encarrega-se de produzir o *layout* da saída, que pode ser um html, entre diversos outros formatos. Assim tem semelhanças com o LaTeX, que compila um pdf a partir de um documento que especifica a estrutura (seções, teoremas etc).

O PreTeXt permite que parte matemática do texto seja escrita de modo muito parecido com o LaTeX², que é muito popular entre os matemáticos. Isso o torna acessível para usuários de LaTeX experientes e pode ser uma opção relativamente simples para a criação de um *e-book* acadêmico.

Dentre seus princípios, o PreTeXt propõe respeitar boas práticas do *design* e ser *human-readable*, *human-writable* e gratuito [3]. Uma de suas características mais interessantes é permitir a incorporação de códigos de Sagemath nas páginas produzidas, o que oportuniza a integração efetiva de códigos com o conteúdo de matemática.

A definição do Sagemath, como proposta pela Wikipedia é: “o SageMath é um software de matemática que possui recursos que abrangem muitas áreas, incluindo álgebra, combinatória, análise numérica, teoria dos números e cálculo.” [5]

¹antes de junho de 2017, PreTeXt era chamado “MathBook XM”.

²Com exceção da troca de alguns caracteres especiais, que são utilizados pelo xml.

O *software* é uma alternativa de código aberto baseada em Python, suportando programações procedural, funcional e de orientação a objetos. O programa permite interação com outras linguagens populares (como R, Python e Máxima) e suporta estruturas simbólicas e numéricas em diversos ramos da matemática, sendo uma linguagem versátil e adequada para o ensino de matemática em diversos contextos.

Os códigos podem ser editados pelos estudantes na própria página, o que permite experimentação e visualização do conteúdo independentemente. Além disso, os códigos pretendem introduzir os estudantes à programação, o que é fundamental para a utilização efetiva das ferramentas matemáticas em contextos realísticos.

As páginas geradas foram disponibilizadas aos estudantes e transformadas em referências para o curso.

3. Percepções dos estudantes

É difícil avaliar objetivamente a eficácia do curso, pois a aprendizagem depende de muitos fatores. Uma condição necessária para a aprendizagem efetiva é a participação engajada nas atividades propostas. Esse fator está relacionado às atitudes dos estudantes e pode ser motivado por suas percepções positivas em relação ao curso.

A investigação dessas percepções baseou-se na disponibilização de um questionário aos estudantes inscritos no ambiente de sala de aula utilizado (*Google Classroom*). Tivemos 203 pedidos de inscrição; desses, 140 participaram de alguma atividade e 85 concluíram o curso com frequência suficiente (maior ou igual a 70%). Dentre os participantes obtivemos 54 respostas ao questionário, que não era obrigatório. Acreditamos que questionários dessa forma podem ter um viés implícito: os estudantes que participaram mais do curso tendem a ter maior disposição para responder o questionário. Dessa forma deve-se tomar cuidado para não generalizar os resultados para todos os participantes.

A primeira questão indagava a respeito da avaliação geral do curso, e 94,4% das respostas avaliaram o curso como “Bom” ou que “Superou minhas expectativas”, o que consideramos um percentual bastante alto, tendo em vista que cursos remotos podem ser vistos por alguns como de baixa qualidade. Ressaltamos que não é possível medir a “qualidade” do curso objetivamente, mas que as respostas indicam a satisfação dos estudantes quanto às expectativas em relação ao curso.

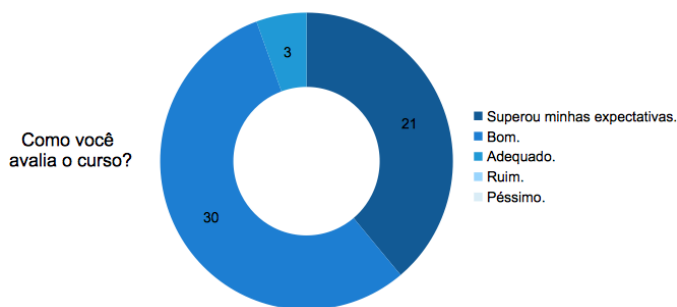


Figura 2: Gráfico das respostas à 1ª pergunta.

Na segunda questão indagamos qual a percepção deles sobre a aprendizagem em comparação com

curso presenciais de cálculo. 81,5% dos estudantes disseram que a aprendizagem foi “Melhor” ou “Muito Melhor” do que a aprendizagem em outros cursos presenciais de cálculo, enquanto 9,3% disse que a aprendizagem foi “De mesmo nível” e apenas 9,3% disse que a aprendizagem foi “Pior”. Nenhum estudante considerou a aprendizagem “Muito pior”. Cabe ressaltar que a pergunta não consegue avaliar efetivamente a aprendizagem de cada estudante, mas está relacionada à autoeficácia e mede a percepção sobre o conhecimento adquirido em relação às expectativas de aprendizagem dos estudantes.

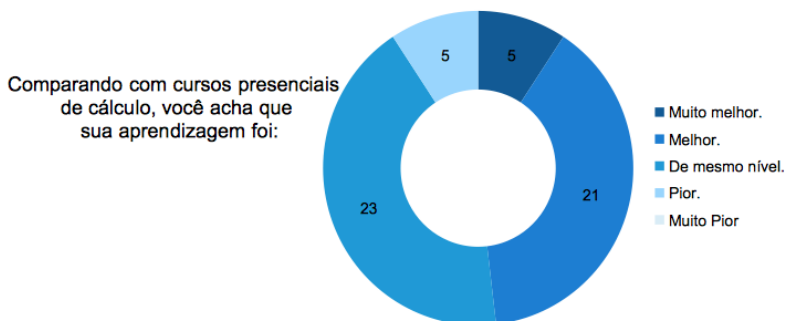


Figura 3: Gráfico das respostas à 2ª pergunta.

O cenário da pandemia impõe uma situação adversa totalmente nova e a aprendizagem remota, que surgiu como necessidade – e não escolha – gera mudanças nas situações de aprendizagem que podem ser difíceis para os estudantes (e professores) definirem exatamente quais são. No intuito de ter uma ideia das dificuldades geradas pela mudança de paradigma, perguntamos se eles sentiram falta da sala de aula. Quase metade dos estudantes respondeu “Mais ou menos”, enquanto mais de 35% responderam “Pouco” ou “Nada”. Cerca de 20% responderam “Muito” ou “Totalmente”.

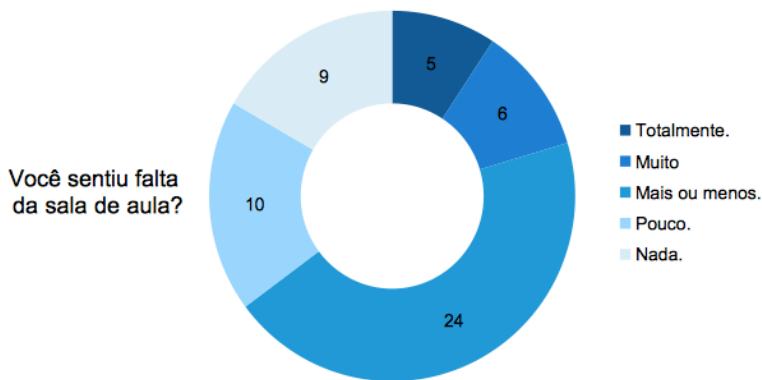


Figura 4: Gráfico das respostas à 3ª pergunta.

Nas duas próximas perguntas questionamos quanto ao nível de aprendizagem e o engajamento no curso. Acreditamos que o engajamento efetivo é um fator essencial para a aprendizagem, ainda que não seja o único. Por isso apresentamos as respostas em um mesmo gráfico, que parece indicar essa tendência.

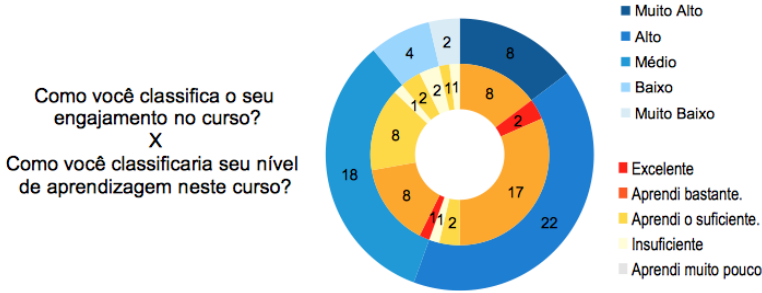


Figura 5: Gráfico com as respostas das perguntas 4 e 5.

Como o curso teve três frentes de atuação, perguntamos sobre a aderência dos estudantes a cada uma delas e quanto eles acreditaram que as diferentes metodologias foram importantes em suas respectivas aprendizagens.

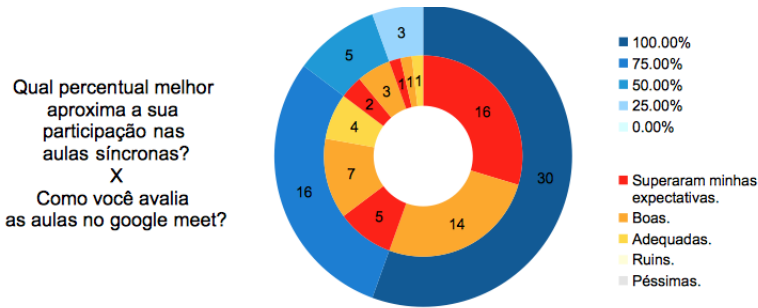


Figura 6: Gráfico com as respostas das perguntas 6 e 7.

Em relação às aulas síncronas via *Google Meet*, perguntamos pela frequência nos encontros e sobre a avaliação deles. 85,2% dos estudantes marcaram as faixas mais altas de participação (75% e 100%) como as melhores aproximações, o que achamos bastante alto, especialmente se levarmos em conta que as aulas eram diárias. Além disso, 90,7% dos estudantes consideraram as aulas “Boas” ou que “Superaram as minhas expectativas”, sinalizando que as aulas síncronas foram importantes para a grande maioria dos estudantes.

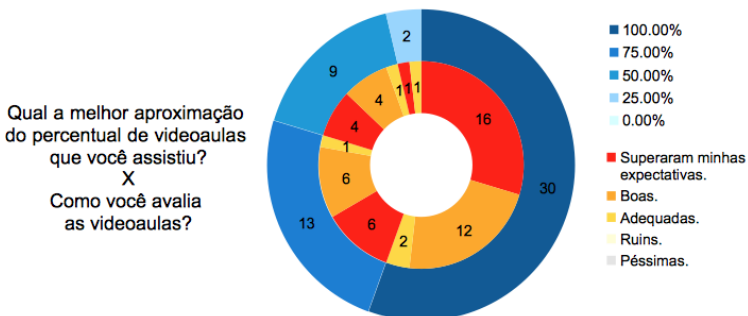


Figura 7: Gráfico com as respostas das perguntas 8 e 9.

A respeito das videoaulas, 79,6% dos estudantes marcaram as faixas mais altas de participação (75% e 100%) como as melhores aproximações, o que achamos bastante alto, especialmente se levarmos em conta a grande quantidade de material disponibilizado. Além disso 90,7% dos estudantes consideraram as videoaulas “Boas” ou que “Superaram as minhas expectativas”, indicando que essa modalidade também foi importante para a grande maioria.

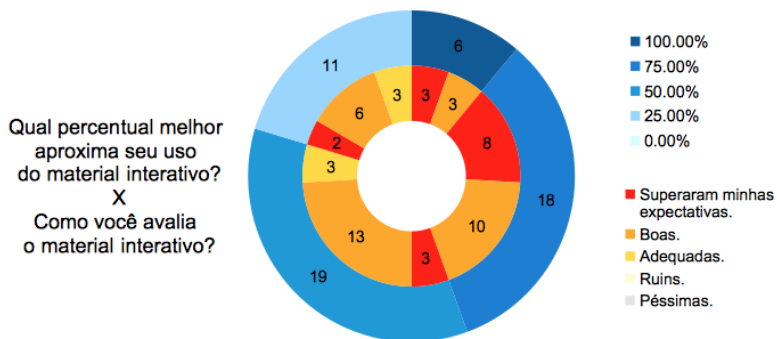


Figura 8: Gráfico com as respostas das perguntas 10 e 11.

Os resultados na utilização do material interativo foram mistos: 44,4% dos estudantes utilizaram bastante o material (75% e 100%), 35,2% utilizaram cerca de 50% do material e 20,4% utilizaram pouco o material (25%). Todavia, apesar da adesão menor ao material, 88,8% dos estudantes consideraram o material “Bom” ou que “Superou as minhas expectativas”. O uso do material não foi tão frequente quanto o das duas outras frentes. Pode ter contribuído para isso, entre outros fatores, a falta de tempo para realizar as atividades nas três frentes e a mudança de paradigma necessária, de um curso tradicional para um curso integrado à programação.

4. Conclusão

A pandemia gerou a necessidade de mudança do ensino presencial para o remoto instantaneamente. Nessa modalidade abrem-se muitas possibilidades que, entretanto, trazem consigo uma série de dificuldades específicas. Duas dessas dificuldades são a permanência dos estudantes e o engajamento efetivo nas atividades. Considerando que os estudantes aprendem de formas diferentes e com ritmos diferentes, ofertamos um curso em três modalidades paralelas: aulas remotas síncronas, videoaulas assíncronas e através de um *e-book* interativo *on-line*.

O desenvolvimento dos materiais e atividades só foi possível por abrirmos uma turma com grande quantidade de estudantes, de modo que cada um dos docentes pôde focar sua atenção em uma das frentes de atuação. Todavia ressaltamos que, apesar das boas avaliações dos estudantes, a urgência na elaboração do curso faz com que ainda haja espaço para aprimoramento do material desenvolvido.

A situação foi uma oportunidade para revermos algumas práticas e oportunizou o ensino de cálculo integrado com (e promovendo a) programação. A visualização dos conceitos de cálculo pode ser realizada através de diversas ferramentas, entretanto acreditamos que a programação em alguma linguagem seja importante para o uso efetivo das ferramentas de cálculo em simulações de engenharia, e o material interativo pretende fomentar a utilização dessas ferramentas nesse contexto. Todavia ainda são necessários desenvolvimentos adicionais das ferramentas e maior incentivo à

utilização delas por parte dos estudantes.

O número de estudantes que frequentou as aulas síncronas mostra que o curso conseguiu manter boa parte dos estudantes em sala, levando em conta os altos níveis de desistência frequentes para cursos de cálculo. Os questionários indicam que os estudantes realizaram as atividades propostas e ficaram satisfeitos com o material ofertado e com a aprendizagem obtida. Ao considerar os resultados há que se levar em consideração que o ensino remoto era a única opção para cursos desse tipo em nossa instituição no período, o que pode ter levado os estudantes a ter uma disposição mais favorável ao ensino remoto do que em circunstâncias usuais, uma vez que a outra opção seria a não realização do curso.

Outro grande desafio no ensino remoto é a realização de avaliações efetivas e que garantam a lisura no processo todo. Nesse curso não ocorreram avaliações de espécie alguma, a proposta focava na preparação para um exame de suficiência e a pesquisa realizada restringe-se à percepção dos estudantes quanto a aprendizagem. Desse modo não acreditamos que seja possível, através de nossa experiência, fazer uma comparação da aprendizagem efetiva do curso remoto intensivo com aquela da sala de aula presencial. Ainda assim, diante das circunstâncias apresentadas, a apreciação dos alunos participantes mostra que o projeto conseguiu engajar grande número de estudantes na aprendizagem de cálculo.

Referências

- [1] Alqurashi, E. “Self-efficacy in online learning environments: A literature review”. *Contemporary Issues in Education Research*, n°9, pp.45-52, 201.
- [2] Alqurashi, E. “Predicting student satisfaction and perceived learning within online learning environments”. *Distance Education*, n° 40, pp.133-148, 2019.
- [3] Beezer, R. A. *PreTeXt Author’s Guide*. Disponível em: <<http://mathbook.pugetsound.edu/doc/author-guide/html/>>. Acesso em: 29 de setembro de 2020.
- [4] Bernardes, M. “Utilização de vídeo-aulas como estratégia auxiliar de ensino numa turma de EDO”. *Proceedings fo SBMAC*, v. 3, n° 1 (2015). DOI: <https://doi.org/10.5540/03.2015.003.01.0506>
- [5] SAGEMATH. *Wikipedia: Sagemath* Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/SageMath>>. Acesso em: 29 de setembro de 2020.
- [6] Weerasinghe, S., Lalitha, R., Fernando, S. “Students’ Satisfaction in Higher Education Literature Review”. *American Journal of Educational Research*. vol. 5, p. 533-539, 2017
- [7] Yukselturk, E., Yildirim, Z. “Investigation of Interaction, Online Support, Course Structure and Flexibility as the Contributing Factors to Students’ Satisfaction in an Online Certificate Program”. *Educational Technology & Society*, vol. 11, N°4, pp.51-65, 2008.

Márcio Rostirolla Adames
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
<marcioadames@utfpr.edu.br>

João Luis Gonçalves
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
<jlgoncalves@professores.utfpr.edu.br>

Mateus Bernardes
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
<mbernardes@utfpr.edu.br>

Recebido: 15/10/2020
Publicado: 22/02/2021

Chamada Temática “Experiências didáticas em Matemática no período de isolamento social”