

AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE DERIVADAS PARCIAIS E DIRECIONAIS EM TEMPOS DE ATIVIDADES REMOTAS

Evaluation of the Teaching Methodology and Learning of Partial and Directional Derivatives in Times of Remote Activities

Patricia Rodrigues **FORTES**

Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, Brasil

patricia@ufsm.br

<https://orcid.org/0000-0001-7963-867X>

Mariza **CAMARGO**

Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, Brasil

mariza@ufsm.br

<https://orcid.org/0000-0002-5949-3263>

Felipe **MENDES**

Mestre em Educação em Ciências

Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, Brasil

felipe.mendes@ufsm.br

<https://orcid.org/0000-0001-7740-2567>

Sidnei Renato **SILVEIRA**

Doutor em Ciência da Computação

Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, Brasil

<https://orcid.org/0000-0002-4506-8522>

A lista completa com informações dos autores está no final do artigo ●

RESUMO

Este artigo apresenta um relato de experiência do uso das Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação – TDICs em aulas remotas de Cálculo Diferencial e Integral. Objetivou-se conhecer a opinião de acadêmicos do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da UFSM/FW acerca do uso de recursos didáticos associados às TDICs, pela necessidade de se trabalhar remotamente durante a pandemia da Covid-19, no estudo das derivadas parciais e direcionais (cálculo de várias variáveis). Concluiu-se pela opinião do público-alvo envolvido que a implementação da proposta fez fomentar a compreensão dos conteúdos estudados, considerando os objetivos de aprendizagem condicionados ao período analisado.

Palavras-chave: Ensino de Cálculo, Cálculo de várias variáveis, Software GeoGebra

ABSTRACT

This paper presents an experience report on the use of Digital Information and Communication Technologies - TDICs in remote classes of Differential and Integral Calculus. The objective was to know the opinion of academics from the UFSM/FW Environmental and Sanitary Engineering course regarding the use of teaching resources associated with

TDICs, due to the need to work remotely during the coronavirus pandemic, in the study of partial and directional derivatives (calculation of several variables). It was concluded by the opinion of the target audience involved that the implementation of the proposal promoted the understanding of the studied contents, considering the learning objectives conditioned to the analyzed period.

Keywords: Teaching of Calculus, Calculation of several variables, GeoGebra Software

1 INTRODUÇÃO

O presente relato de experiência foi elaborado a partir de atividades de ensino ministradas em uma disciplina de Cálculo Diferencial e Integral do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM/*Campus* de Frederico Westphalen, no primeiro semestre do ano de 2020, período em que a Instituição estava atuando de forma remota devido à pandemia da COVID-19. Se fez necessária a adaptação do trabalho docente e adoção de recursos didáticos associados ao uso de Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação para apoiar os processos de ensino e de aprendizagem no decorrer das aulas remotas, disponibilizadas via Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) *Moodle*.

Este artigo traz na sequência do texto a apresentação das estratégias adotadas no desenvolvimento das atividades remotas de ensino de tópicos de derivadas parciais e direcionais. Também, aborda-se aqui as opiniões encaminhadas pelos alunos envolvidos na referida experiência de ensino, que vivenciaram as atividades acadêmicas em um período de suspensão das atividades presenciais, e via questionário manifestaram suas opiniões referentes às técnicas de ensino empregadas pelo professor na elaboração do material didático disponibilizado semanalmente no AVA *Moodle*.

2 PERÍODO DE EXPERIÊNCIA REMOTA

O ano de 2020 iniciou de forma diferente no mundo globalizado, em razão da pandemia do coronavírus SARS-CoV-2 (responsável por causar a doença infecciosa denominada Covid-19). Entretanto, a necessidade de isolamento e o distanciamento das pessoas em suas casas não fez frear as rápidas e constantes mudanças no cenário de desenvolvimento das diversas áreas do conhecimento e, neste âmbito, as atividades voltadas à educação e ao trabalho foram predominantemente associadas e reconfiguradas por meio da utilização das Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação (TDICs), que seguem embasando o crescimento acelerado dos processos

de pesquisa e, também, de industrialização.

A “sociedade de informação” em que vivemos é baseada na informação e conhecimento, o que é diferente da antiga “sociedade industrial” em que tinha como base a produção e capital. [...] vivemos em uma sociedade em que a informação chega a todo instante com algo novo e sempre atualizado em alta velocidade. As tecnologias estão presentes em todos os ambientes, inclusive na Educação. A Internet apresenta diversos recursos para serem utilizados no âmbito escolar através das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), como ambientes virtuais de aprendizagem como o Moodle. Além disso, recursos como as redes sociais virtuais, objetos educacionais, repositórios educacionais, entre tantos outros meios que podem ser utilizados nos diferentes níveis de ensino: fundamental, médio e superior (Silveira, 2019, p. 01).

Acredita-se que, para além do período de pandemia de Covid-19, o uso de recursos tecnológicos de informação e comunicação têm gradualmente contribuído para ajudar professores e estudantes a melhorar seus desempenhos, prover a construção do conhecimento e, assim, provocar mudanças relacionadas aos processos de ensino e de aprendizagem.

[...] a escola que participa da cultura digital e dialoga com ela assume papel central na formação de estudantes com autonomia para tomar decisões, argumentar em defesa de suas ideias, trabalhar em grupo, atuar de forma ativa e questionadora diante dos acontecimentos, dificuldades e desafios, e participar do movimento de transformação social. Nesta escola, o potencial das TICs é incorporado às suas práticas por meio da exploração da mobilidade, da conexão e da multimodalidade, para permitir a autoria do estudante, que busca informações em distintas fontes; estabelece novas relações entre as informações, os conhecimentos sistematizados e aqueles que emergem das conexões nas redes ou são gerados nas experiências de vida; (reconstrói) conhecimentos representados por meio de múltiplas linguagens e de estruturas não lineares; interage e trabalha em colaboração com pares e especialistas situados em distintos lugares (Iannone, Almeida & Valente, 2016, p. 62).

Tendo em vista as novas circunstâncias de excepcionalidade trazidas pela pandemia, o processo educativo da Matemática, pela própria especificidade da área, tem gerado grandes desafios para os educadores. Ao serem condicionados a trabalhar remotamente com o auxílio das TDICs, os professores estão tentando encontrar e otimizar caminhos que vão além das ações de preservação da saúde das comunidades escolares e das famílias envolvidas neste cenário, e incluem a preocupação em manter a rotina de estudo dos educandos e a motivação para aprender. Tudo isso sem deixar de considerar que a Matemática deve cumprir o papel de potencializar o desenvolvimento do raciocínio lógico, ter aplicabilidade e ser chave para a solução de problemas, tanto específicos como de outras áreas do conhecimento.

E, neste período atípico que a população mundial está vivenciando, mais do que

nunca os conhecimentos matemáticos tornam-se ferramentas essenciais para se compreender o comportamento de doenças como a Covid-19 e o impacto das medidas de prevenção ao contágio. Tornam-se necessárias a capacidade de se analisar e entender dados numéricos, gráficos, probabilidades e estatísticas, questões lógicas e habilidade para se conseguir usar esses dados para entender padrões ou mesmo tomar decisões, atendendo, assim, minimamente ao enfoque do que está preconizado para a área de Matemática na Base Nacional Curricular Comum (BNCC), que traçou novas diretrizes para o ensino público e privado do Brasil, e que estimula que a Matemática seja trabalhada como uma ciência em constante evolução, “uma ciência viva, que contribui para solucionar problemas científicos e tecnológicos e para alicerçar descobertas e construções, inclusive com impactos no mundo do trabalho” (BRASIL, 2018).

Em tempos de riscos de danos à saúde das pessoas, o que se pode constatar na UFSM, é que a classe docente (em conjunto com toda comunidade universitária) reagiu prontamente ao enfrentamento das condições impostas pelo período de pandemia e vem realizando um trabalho diferenciado, conseguindo aos poucos alocar formas de desenvolver atividades tecnológicas de ensino de forma remota, com as condições de infraestrutura disponíveis (e algumas impostas). Do outro lado do processo, o público-alvo destas atividades está se adaptando ao novo cenário, ao tentar caminhar lado a lado com o professor, com pensamento aberto à exploração dos conteúdos estudados.

Temos ouvido que nunca, como neste momento, se sentiu que se deve reconhecer a necessidade de a escola mudar, de os alunos desenvolverem outras capacidades, serem mais autônomos na construção das suas aprendizagens e na interligação de saberes, utilizarem as tecnologias com racionalidade e destreza, na procura e filtragem de informação, e na capacidade de comunicar aprendizagens por diversos modos e de se comunicar com os outros através dos muitos meios disponíveis. E os professores, repentinamente, viram-se a braços com mudanças profundas no ambiente de ensino-aprendizagem, exigindo deles mesmos adaptações que, para muitos, seriam inimagináveis. O tempo para as fazer foi diminuto e a tecnologia impôs-se, em modo de ensino de emergência à distância. (Oliveira, Ferreira & Jacinto, 2020).

E foi justamente com este espírito de enfrentamento, abertura ao diálogo e determinação que se passou a proceder na condução do trabalho docente que havia sido iniciado em março de 2020 abrangendo sete disciplinas da área de Matemática ofertadas em três cursos de graduação presenciais da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM/Campus de Frederico Westphalen (a saber: Agronomia, Engenharia Ambiental e Sanitária e Engenharia Florestal), quando então foi deflagrado o período de suspensão

das atividades presenciais em decorrência da pandemia, de acordo com as instruções normativas da UFSM, que implantaram o REDE (Regime Especial Domiciliar de Estudos) (UFSM, 2020a; UFSM, 2020b).

Neste artigo, relata-se a experiência de adoção de recursos didáticos associados às TDICs para apoiar os processos de ensino e de aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral (CDI), em especial das funções de várias variáveis, em aulas ministradas remotamente para uma turma do terceiro período do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da UFSM/FW. As atividades foram operacionalizadas por intermédio do REDE – Regime de Exercícios Domiciliares Especiais (UFSM 2020a, UFSM, 2020b), por meio do qual a UFSM possibilitou que as atividades acadêmicas não fossem totalmente paralisadas no período da pandemia, sendo este um regime opcional (tanto para professores como para acadêmicos da UFSM). Assim, com adesão de 100% da turma (dezessete acadêmicos matriculados na disciplina) ao REDE, foram trabalhadas remotamente, no período de março a julho de 2020, os principais tópicos de estudo das funções de várias variáveis (com enfoque às funções de duas variáveis).

Todos os conteúdos foram disponibilizados aos alunos por meio do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) *Moodle*, que é o AVA adotado pela UFSM, com postagens semanais de apresentações (*slides*), videoaulas, listas de exercícios e tarefas (que inclusive poderiam ser debatidas via grupo de *WhatsApp*, adotado como oportunidade de discussão coletiva). Também foram oportunizados, via *Moodle*, outros recursos de comunicação síncrona e assíncrona tais como *chat* e fórum de discussões, entre outros. Quando foi possível finalizar os referidos tópicos de estudo fez-se convite à turma de estudantes para que respondessem voluntariamente a um questionário (disponibilizado via *Google Forms*) com o qual se pretendeu fazer uma avaliação diagnóstica de como foi a experiência do ponto de vista dos acadêmicos, que participaram voluntariamente das atividades remotas e se disponibilizaram a estudar os conteúdos de derivadas parciais e direcionais ministrados com auxílio das TDICs por meio do REDE/UFSM.

Cabe destacar que este relato de experiências não envolve a modalidade de Educação a Distância (EaD) e, sim, a modalidade de ensino remoto. O ensino remoto, devido à pandemia de COVID-19, está sendo aplicado como forma emergencial, para dar conta de uma situação até então inesperada, ou seja, os Projetos Pedagógicos das Instituições de Ensino e de seus respectivos cursos não foram construídos para dar conta da modalidade de EaD, a fim de estruturar o currículo e os processos de ensino e de aprendizagem nesta modalidade diferenciada.

3 CONTEÚDOS E ATIVIDADES MINISTRADAS REMOTAMENTE

Para a elaboração dos conteúdos e das atividades remotas relatadas neste artigo foram utilizadas duas fontes bibliográficas principais: Anton, Bivens & Davis (2007) e Larson, Hostetler & Edwards (1998), volume 2, a partir dos quais os conteúdos teóricos foram selecionados e adaptados ao uso das TDICs. Cada atividade foi formulada com o intuito de ampliar as informações constantes nos livros didáticos, buscando provocar reflexões e diálogos que pudessem conduzir ao efetivo aprendizado dos acadêmicos. Tendo em vista a impossibilidade de realização de aulas presenciais devido à pandemia de Covid-19, as aulas remotas tornaram-se o único meio de dar prosseguimento às atividades acadêmicas do primeiro semestre letivo de 2020.

Em preparação ao estudo dos tópicos de derivadas parciais e direcionais de funções de duas ou mais variáveis, fez-se inicialmente, por meio de videoaulas, um apanhado da notação, terminologia e definições associadas às funções de várias variáveis, promovendo analogias para com as funções de uma só variável (estudadas em disciplinas iniciais de CDI, pré-requisitos da disciplina). Este enfoque associativo também é salientado nos livros textos da disciplina.

Lembre-se que para uma função f de uma variável, o gráfico de $f(x)$ no plano xy foi definido como sendo o gráfico da equação $y = f(x)$. Analogamente, se f for uma função de duas variáveis, definimos o gráfico de $f(x,y)$ no espaço xyz como sendo o gráfico da equação $z = f(x,y)$. Em geral, tal gráfico será uma superfície no espaço tridimensional (Anton, Bivens & Davis, 2007, p. 927).

Uma vez que o esboço gráfico das funções de uma só variável se dá no plano xy e que as funções de duas variáveis são esboçadas no espaço tridimensional xyz , tem-se neste caso uma infinidade de aspectos que enriquecem os objetivos do ensino de CDI relacionados principalmente ao desenvolvimento da visão espacial (habilidade cognitiva que, ao ser desenvolvida e aprimorada, permite imaginar objetos em duas ou três dimensões e realizar conversões entre esses formatos).

E pelo fato de que nos livros-textos tem-se a estruturação dos conteúdos (e exemplos) em uma configuração estática, contempla-se a possibilidade de se associar o uso do *software GeoGebra* (<https://www.geogebra.org/>) à metodologia de ensino, entendendo esta ferramenta tecnológica como uma importante estratégia de inovação, capaz de despertar o interesse dos estudantes pelos conteúdos matemáticos. Dentre os

diversos *softwares* matemáticos existentes, o *GeoGebra* destaca-se por ser gratuito, codificado em código aberto, por apresentar múltiplas representações, por exemplo, janelas diferentes para entrada algébrica e geométrica, por oferecer opções de escolha de idioma, e por reunir diversos recursos de geometria, álgebra, probabilidade, estatística e cálculo simbólico em um único ambiente (Baltaci & Yildiz, 2015). No caso do ensino de CDI de várias variáveis, pela especificidade do conteúdo, o recurso de se poder facilmente estabelecer gráficos tridimensionais prevaleceu no momento da escolha por um software adequado a esta finalidade, e se passou então a incentivar o uso (seja no *tablet*, *smartphone*, *notebook* ou computador de mesa) e a inserir dicas de utilização do *GeoGebra* no decorrer das videoaulas.

Para embasar as explicações nas videoaulas dos aspectos gráficos bidimensionais e tridimensionais, além do uso do *software GeoGebra* e de quadro branco, também foram confeccionados materiais de apoio pedagógico, a partir da reutilização de objetos tais como caixas acrílicas de CDs, palitos de madeira, massinha de modelar, papel cartonado, papel de embrulho, cola branca, isopor e massa acrílica.

Na Figura 1 consta uma imagem de alguns materiais de apoio pedagógico usados nas videoaulas, e chama-se atenção para o parabolóide elíptico (objeto tridimensional, de cor amarela) que foi especialmente construído para as referidas aulas remotas de CDI, valendo-se do *software GeoGebra* para estabelecer várias curvas de nível da superfície quádrlica e na sequência estas curvas foram usadas para delimitar a elaboração do molde concreto (em isopor) que serviu para confecção (com papel de embrulho, cola branca e massa acrílica) do parabolóide elíptico com emprego da técnica artesanal de papietagem (Vasconcelos et al., 2011).

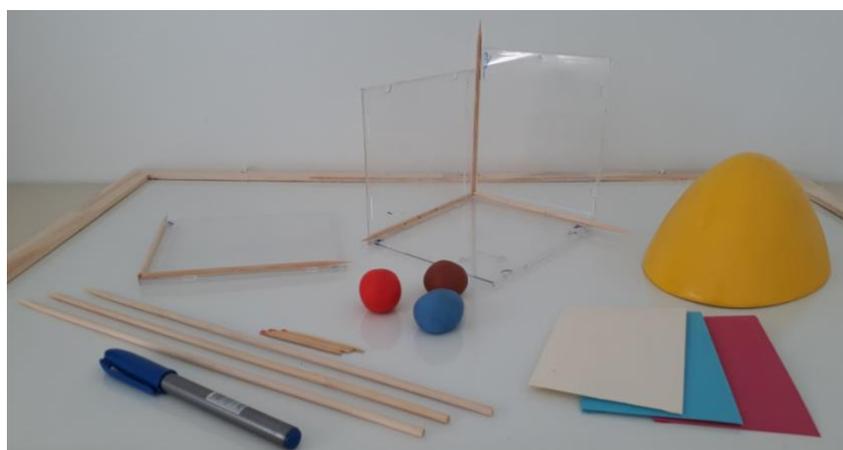


Figura 1: Materiais de apoio pedagógico para as videoaulas
Fonte: Elaborado pelos autores

As superfícies quádricas (elipsoides, hiperboloides de uma folha, hiperboloides de duas folhas, cones elípticos, paraboloides elípticos e paraboloides hiperbólicos) são constantemente abordadas no estudo das funções de duas ou mais variáveis, curvas de nível, superfícies de nível, derivadas parciais, derivadas direcionais e gradientes, planos tangentes e vetores normais, máximos e mínimos de funções de duas variáveis e nas integrais duplas e triplas. Esses tópicos são justamente os conteúdos programáticos da disciplina de CDI ministrada remotamente, via REDE/UFSC.

Sendo assim, entendeu-se que a construção de um modelo físico de uma superfície quádrica seria muito relevante para auxiliar nas falas da docente nas videoaulas. Na Figura 2, tem-se imagens do parabolóide elíptico confeccionado com a técnica de papietagem e também de um esboço plotado na interface gráfica 3D do software *GeoGebra*, sendo que ambas ilustram a ocorrência de um plano tangente a um determinado ponto da superfície quádrica.

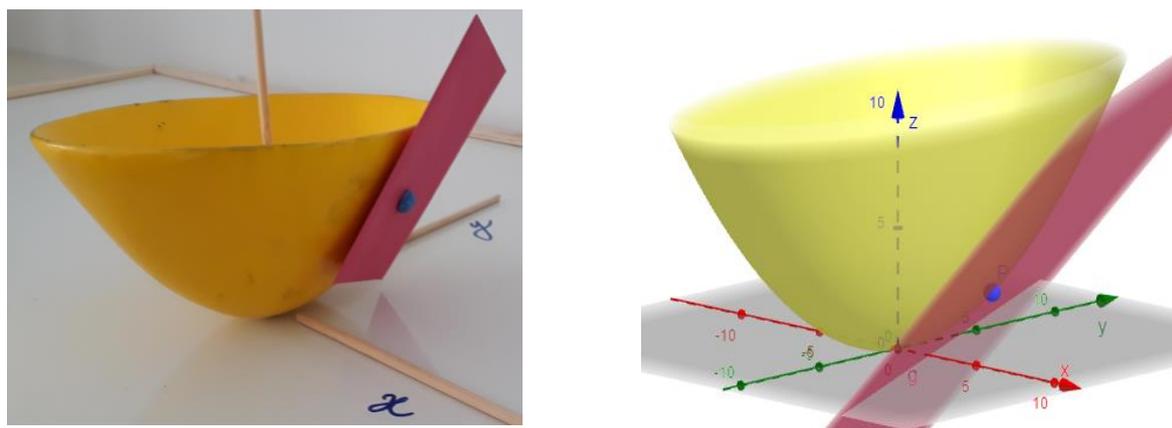


Figura 2: Parabolóide elíptico de massa acrílica e de imagem 3D do software *GeoGebra*
 Fonte: Elaborado pelos autores

No Quadro 1 estão elencados os conteúdos programáticos referentes especificamente ao ensino de derivadas parciais e de derivadas direcionais, além do objetivo de cada tópico e os recursos didáticos usados nas respectivas aulas remotas de CDI de várias variáveis.

Quadro 1: Resumo das atividades remotas de estudo das derivadas parciais e direcionais

Etapa	Conteúdo programático	Objetivo no processo de ensino	Recursos didáticos
1ª	Derivadas parciais de	Promover associações com a definição de derivada de	Slides com conteúdo dos livros textos, videoaula com materiais pedagógicos

	uma função de duas variáveis.	uma função de uma variável para viabilizar aos estudantes a compreensão do conceito de derivadas parciais de uma função de duas variáveis.	de apoio e atividades com uso do <i>software GeoGebra</i> . Indicação de lista de exercícios e correções por mensagens em grupo de <i>WhatsApp</i> .
2ª	Notação para as derivadas parciais de primeira ordem.	Apresentar aos acadêmicos as diferentes notações das derivadas parciais de primeira ordem e também as notações utilizadas para representar as derivadas parciais calculadas em um ponto (x_0, y_0) específico do plano cartesiano.	Discussão de exemplos em videoaula. Seleção de exercícios nos livros textos. Correções dos exercícios por mensagens em grupo de <i>WhatsApp</i> .
3ª	Derivadas parciais como inclinações da superfície nas direções dos eixos coordenados.	Mostrar que as derivadas parciais de uma função de duas variáveis compõem uma interpretação geométrica muito útil na área de Matemática Aplicada, representando a inclinação de uma superfície nas direções dos eixos coordenados em um dado ponto (x_0, y_0, z_0) .	Videoaula com exploração de materiais pedagógicos de apoio e uso do <i>software GeoGebra</i> , promovendo a discussão de exemplos dos livros textos e a elaboração de novas atividades, que então vieram a compor uma tarefa que foi resolvida pelos acadêmicos e enviada para correção via plataforma Moodle.
4ª	Equação do plano tangente a uma superfície em um dado ponto (x_0, y_0, z_0) .	Promover uma forma de aplicação do conceito de derivada parcial em uma situação que possa ser constatada visualmente através de observação gráfica.	Videoaula com explicações do passo a passo para obtenção da equação do plano tangente a uma dada superfície em um ponto (x_0, y_0, z_0) conhecido. Plotagem das referidas superfícies e planos tangentes no <i>software GeoGebra</i> para constatação de tangência (validação de resultados). Encaminhamento de tarefa a ser respondida pelos acadêmicos (via plataforma Moodle) contendo equacionamento e gráficos de planos tangentes a superfícies em pontos específicos.
5ª	Derivadas parciais de funções de três ou mais variáveis.	Estender para as funções de três ou mais variáveis as notações, terminologias e definições já ensinadas aos acadêmicos em termos das derivadas parciais de uma função de duas variáveis.	Elaboração de slides com conteúdo dos livros textos e indicação de links de outros materiais didáticos da internet. Videoaulas com explicações dos exemplos abordados nos livros textos e recomendação de listas de exercícios. Correções dos exercícios por meio de mensagens em grupo de <i>WhatsApp</i> .
6ª	Derivadas parciais de ordem mais alta.	Promover formas de combinação da intuição e da formalização na aplicação sucessiva das regras de derivação voltadas às funções de várias variáveis.	
7ª	Igualdade das derivadas parciais mistas.	Trabalhar o conceito de continuidade das funções de duas ou mais variáveis e de suas derivadas parciais mistas.	
8ª	Derivada	Estimular as habilidades	Plotagem de gráficos tridimensionais

	direcional de função de duas variáveis.	cognitivas referentes à visualização e compreensão geométrica do conceito de derivada direcional (localização espacial).	a partir do software GeoGebra e uso de materiais pedagógicos de apoio, promovendo em videoaulas as discussões de exemplos dos livros textos.
9 ^a	Gradiente de uma função de duas variáveis.	Redefinir derivada direcional a partir do conceito de vetor gradiente, articulando conhecimentos de Álgebra Linear e salientando possibilidades de multidisciplinaridade.	Elaboração de gráficos, tanto das superfícies tridimensionais como do respectivo vetor gradiente (no plano xy) usando o <i>GeoGebra</i> , com enfoque aos recursos de geometria dinâmica do referido <i>software</i> .
10 ^a	Propriedades do vetor gradiente.	Salientar a importância de se estabelecer a direção de crescimento máximo (e mínimo) de uma função de duas variáveis.	Elaboração de slides (com base nos livros textos) e videoaulas de resolução de problemas de aplicação das propriedades do vetor gradiente.

Fonte: Elaborado pelos autores

4 AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES REMOTAS DE ENSINO

Foram muitas as tentativas de se promover os processos de ensino e de aprendizagem de CDI de várias variáveis em associação ao uso das TDICs e ao emprego de materiais de apoio pedagógico ao longo do período de impossibilidade de realização de aulas presenciais. O acentuado aumento no número de casos de pessoas contaminadas pela Covid-19, principalmente entre os meses de março a julho de 2020, prolongou o período de isolamento social, e a necessidade de dar andamento ao semestre letivo fez com que os momentos difíceis de adaptação à realidade imposta pela pandemia fossem aos poucos sendo superados, e pela primeira vez em mais de duas décadas de carreira docente se fez necessário ensinar remotamente, sem interagir frente a frente com os estudantes. Após quatro meses de atividades remotas se desejou então buscar na opinião dos acadêmicos uma avaliação diagnóstica do trabalho docente desenvolvido naquele período.

Assim, por meio do *Google Forms* foi elaborado um questionário visando avaliar se a metodologia de ensino de CDI de várias variáveis atrelada às TDICs e ao uso de materiais de apoio pedagógico foi capaz de oportunizar aos estudantes uma maneira eficiente de apoiar o aprendizado. O questionário abordou exclusivamente os tópicos de derivadas parciais e direcionais de funções de duas e mais variáveis pelo fato de que o estudo destes conteúdos requer amplo entendimento da definição, regras e, principalmente, interpretação geométrica das derivadas parciais e direcionais. O propósito

de se promover interação com os acadêmicos via questionário buscou conhecer a opinião deles com relação à eficiência das técnicas de ensino empregadas pelo professor na elaboração do material didático disponibilizado semanalmente no AVA Moodle.

No presente trabalho, adotou-se a pesquisa qualitativa por acreditar que a mesma está em constante construção e seu desenvolvimento está intrinsecamente conectado aos indivíduos que fazem parte dela, entendendo a pesquisa qualitativa como “[...] uma atividade sistemática orientada à compreensão em profundidade de fenômenos educativos e sociais, à transformação de práticas e cenários sócios educativos [...]”. (Esteban, 2010, p. 127).

4.1 Questões e respostas dos acadêmicos

A seguir estão elencadas as questões encaminhadas aos dezessete acadêmicos matriculados na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral de várias variáveis, do curso de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária da UFSM - Campus de Frederico Westphalen. Na sequência de cada uma das onze questões estão reproduzidas duas respostas dos acadêmicos (opiniões entendidas como sendo as mais explanatórias e representativas dentre as dezesseis respostas recebidas para cada questão).

Questão 1) As apresentações (na forma de *slides*) contendo conteúdos teóricos dos livros textos, videoaulas com uso de materiais pedagógicos de apoio (materiais concretos) e atividades no *software GeoGebra* foram capazes de promover associações comparativas entre a definição de derivada de uma função de uma variável e a definição de derivadas parciais de uma função de duas variáveis? Justifique a sua resposta.

“Em minha opinião, as videoaulas com o uso dos materiais pedagógicos foram um dos pontos mais positivos das aulas remotas, pois a partir delas as associações aos conteúdos ficaram mais claras, bem como o uso do software GeoGebra que deu uma dimensão de cada função e definição”.

“O conteúdo do livro juntamente com as explicações me fizeram ter um maior entendimento sobre o assunto. As atividades e exemplos usando o GeoGebra também ajudaram bastante no entendimento”.

Observa-se nas duas respostas dos estudantes que os recursos didáticos utilizados pela professora nas atividades propostas favoreceram a aprendizagem deles.

Ambos destacaram que a visualização gerada no software GeoGebra das funções estudadas ajudou na compreensão dos conceitos ensinados.

Questão 2) As discussões de exemplos em videoaulas, indicação de lista de exercícios e posterior correções por mensagens em grupo de *WhatsApp* foram suficientes para se conhecer e distinguir as diferentes notações das derivadas parciais de primeira ordem e também as notações utilizadas para representar as derivadas parciais calculadas em um ponto específico do plano cartesiano? Justifique a sua resposta.

“As listas de exercícios são a melhor forma de aprender a partir das explicações das videoaulas, e a correção é fundamental para que consigamos ver nossos erros e corrigi-los. As mensagens no grupo da turma são ótimas pois é um meio de acesso mais rápido, assim temos um contato mais direto com a Professora e colegas”.

“Muitas vezes ficou difícil de entender meus erros e acertos. Seria melhor se todas as atividades fossem refeitas e postadas como os vídeos das aulas, passo a passo, para que assim ficasse mais fácil a compreensão”.

Pode-se constatar, pela resposta dada, que o primeiro aluno admite ter aprendido os conteúdos a partir das videoaulas e da correção de exercícios por grupo de *WhatsApp*, conseguindo fazer as correções dos erros que cometia, e interagir com os demais colegas e com a professora sobre a forma de resolução apresentada para os exercícios. Isso não se observa na segunda resposta, uma vez que o estudante relata que não conseguiu encontrar os próprios erros e fazer as correções sozinho, indicando precisar de auxílio de videoaulas feitos pela professora com a correção completa de todos os exercícios propostos.

Questão 3) Videoaulas com a exploração de materiais pedagógicos de apoio e uso do *software GeoGebra* para discussão de exemplos dos livros textos, e também a elaboração de resposta a uma Tarefa, possibilitaram o entendimento de que as derivadas parciais de uma função de duas variáveis representam a inclinação de uma superfície nas direções dos eixos coordenados em um dado ponto? Justifique a sua resposta.

“Diante dos exemplos postados não foi o suficiente, tive que procurar em outros locais de pesquisas para resolver os exercícios e, mesmo assim, tive muitas dificuldades, também diante do tempo dado para resolução que foi muito curto o prazo”.

“Sim, os materiais disponibilizados foram fundamentais no entendimento de que as derivadas parciais representam a inclinação de uma superfície”.

Nas respostas selecionadas, observa-se que os alunos possuem percepções diferentes sobre o seu aprendizado. Um aluno relata que os materiais didáticos utilizados pela professora e as tarefas propostas foram suficientes para o seu “entendimento” do conteúdo trabalhado. O outro aluno precisou recorrer a outros locais de pesquisa para conseguir resolver os exercícios solicitados e sanar suas dificuldades.

Questão 4) Videoaulas com explicações de equacionamento de plano tangente a uma dada superfície em um ponto conhecido, plotagem de superfícies e planos tangentes no *software GeoGebra* para constatação de tangência (validação de resultados) e encaminhamento de resposta a uma tarefa (com equacionamento e gráficos de planos tangentes às superfícies em pontos específicos) proporcionaram o conhecimento de uma aplicação do conceito de derivada parcial? Justifique a sua resposta.

“Sim, a utilização do GeoGebra e a resolução das tarefas proporcionaram o conhecimento de uma aplicação do conceito de derivada parcial”.

“Com a ajuda do GeoGebra conseguimos ter uma visão mais aplicada do assunto trabalhado, colaborando para um maior entendimento”.

Ambos os alunos relatam que o uso do software GeoGebra para visualização e representação das situações matemática analisadas favoreceu o seu aprendizado, através de exercícios de aplicação, interpretação dos gráficos gerados, etc. Sobre isso, Flores (2008, p. 3) relata que:

... as representações no domínio da matemática são consideráveis, já que os objetos matemáticos, não sendo acessíveis pela percepção, só podem sê-lo por sua representação, lembrando que um mesmo objeto matemático poderá ter representações diferentes, dependendo da necessidade e do uso. Para o caso do objeto matemático, a função, por exemplo, pode-se ter um registro de representação lingüística, um registro de representação simbólica, ou ainda, um registro de representação gráfica (o desenho do gráfico da função).

Questão 5) Slides com conteúdo dos livros textos, indicação de outros materiais didáticos da internet, videoaulas com explicações dos exemplos dos livros textos, recomendação de listas de exercícios e correções dos exercícios por meio de mensagens em grupo de *WhatsApp* favoreceram o estudo das derivadas parciais de funções de três ou mais variáveis, desenvolvimento da intuição e da formalização na aplicação sucessiva das regras de derivação (funções de várias variáveis)? Justifique a sua resposta.

“Gosto bastante desses diversos meios oferecidos para entender a matéria, pois caso eu não tenha entendido através de um desses meios, sei que terá um outro que irá

me ajudar a entender. Acho que o grupo no WhatsApp é uma ótima maneira para nós conseguirmos tirar nossas dúvidas e corrigir os exercícios”.

“Sim, todos os métodos citados se complementaram e conseguiram proporcionar o entendimento das derivadas parciais”.

Ambos os alunos relataram que a diversidade de materiais didáticos usados nas atividades pela professora favoreceu a aprendizagem dos conceitos e conteúdos envolvidos. Sobre isso, Santos e Curi (2009, p.57) destacam:

Considerando que o grau de dificuldade de uma tarefa proposta ao educando deva levar em conta os símbolos matemáticos ali envolvidos e que caminhos possibilitarão sua resolução, deve-se observar os diferentes pontos de vista, uma vez que para uma questão pode-se existir diversas formas de resolução dependendo da leitura do aluno, ou ainda, ele pode se apropriar de uma ferramenta que não tenha relação com a noção em jogo naquele momento. O que se pretende dizer é que no campo da educação matemática a flexibilidade cognitiva depende de inúmeros fatores e que estes estão associados não somente “ao que o professor ensina”, mas “como o professor ensina”.

Questão 6) Por meio de gráficos tridimensionais do *software GeoGebra* e uso de materiais pedagógicos de apoio em videoaulas com abordagem de exemplos dos livros textos, foi possível desenvolver habilidades cognitivas referentes à visualização e interpretação geométrica do conceito de derivada direcional (localização espacial)? Justifique a sua resposta.

“Quanto ao conceito de derivada direcional (localização espacial) a visualização 3D no software facilita muito em termos de visualização e aprendizagem, isso tudo foi muito essencial”.

“Sim, achei que a professora acertou nos usos de materiais pedagógicos”.

Nas duas respostas dos estudantes, nota-se que o uso de materiais pedagógicos diversificados motivou os alunos a aprenderem e favoreceu a sua aprendizagem. Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p.37), falam que além da predisposição para o aprendizado, o aluno precisa de materiais potencialmente significativos, desenvolvidos pelo professor, para poder, com isso, aprender de forma significativa.

Questão 7) Com *slides* dos conteúdos dos livros textos e elaboração de gráficos no *software GeoGebra*, tanto de superfícies tridimensionais como do respectivo vetor gradiente (no plano xy), pôde-se redefinir derivada direcional a partir do conceito de vetor gradiente, recordando tópicos de Álgebra Linear e observando possibilidades de multidisciplinaridade (reunião de disciplinas em busca de um objetivo final) dos conteúdos

estudados? Justifique a sua resposta.

“Sim, pois nos mostra o quanto uma disciplina é importante e pode ser utilizada em outras tantas. Eu tive um pouco de dificuldade em entender como começar o cálculo, a visualização, mas com o material de apoio e assistindo alguns vídeos no YouTube consegui sanar as dúvidas.”

“Abordamos conceitos vistos em álgebra, o que foi bem interessante para ver a relação entre as disciplinas.”

Nessa questão, a professora questionou sobre a eficiência de sua prática multidisciplinar quando trabalhou o conteúdo de derivada direcional a partir do conceito de vetor gradiente, e também sobre o aprendizado dos alunos nessa atividade desenvolvida. Nas respostas de ambos os alunos pode ser observada a satisfação de ter conseguido relacionar o conteúdo estudado na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral de várias variáveis com o que fora estudado em Álgebra Linear.

Questão 8) Estudando os *slides* dos conteúdos dos livros textos e assistindo videoaulas de resolução de problemas de aplicação das propriedades do vetor gradiente, foi possível conhecer a importância de se estabelecer a direção de crescimento máximo (e mínimo) de uma função de duas variáveis.? Justifique a sua resposta.

“Sim. Pois através dos exercícios propostos tínhamos vários pontos de vistas após a plotagem dos gráficos no GeoGebra, facilitando a visualização da direção de crescimento máximo e mínimo”.

“Sim, pois dessa forma conseguimos entender a direção e sentido a partir do ponto especificado”.

Observa-se nas duas respostas selecionadas dos alunos que a visualização dos objetos matemáticos plotados no GeoGebra proporcionou a eles uma análise visual do comportamento da função de duas variáveis, o que, talvez, não ficaria tão nítido com um desenho feito à mão pela professora. Sobre essa habilidade da aprendizagem dos conceitos matemáticos através da visualização, Zimmermann e Cunnigham (1991) apud Soares (2020, p. 4) destacam que: “A visualização matemática é a capacidade do aluno de desenhar um diagrama apropriado (em alguns usando computador) para representar um conceito matemático ou problema e usar esse diagrama como auxílio na resolução de problemas, alcançando a compreensão.

Questão 9) Quais foram as maiores dificuldades enfrentadas no estudo dos conteúdos de

derivadas parciais e/ou direcionais na modalidade de estudos remotos? Justifique.

“Sinceramente, alguma dúvida eu sempre tive na hora da resolução dos exercícios, mas nada incalculável, extremo vamos dizer. Mas aí o que eu procurava fazer era assistir uma, duas, até três vezes se preciso a videoaula ministrada pela Professora, e isso ajudava muito. Se preciso assistia alguma outra videoaula do Youtube e assim eu ia indo e conseguindo, as vezes eu me desafiava tentando fazer por conta própria até conseguir, e algum detalhe que faltasse a professora sempre ajudava via e-mail ou via WhatsApp”.

“Com os materiais e videoaulas disponibilizados não senti dificuldade para compreender os conteúdos”.

Observa-se que a elaboração e uso de materiais didáticos potencialmente significativos pode favorecer a aprendizagem significativa (Mendes, 2019, p. 88).

Questão 10) Identifique as atividades e/ou ações desenvolvidas pela professora da disciplina que facilitaram a sua aprendizagem dos conteúdos de derivadas parciais e direcionais. Justifique a sua resposta.

“O encaminhamento das videoaulas gravadas pela professora mesmo, com toda certeza foram o grande diferencial para o entendimento da disciplina, o grupo de whats para tirar dúvidas também foi muito bom”.

“Gostei da didática, principalmente dos exemplos com o GeoGebra e dos vídeos gravados com peças físicas.”

Tanto na questão 9, quanto na questão 10, observa-se nas respostas selecionadas, novamente, o apontamento dos alunos de que o uso, pela professora, de videoaulas, conversas para esclarecer dúvidas via e-mail ou pelo aplicativo WhatsApp e outros materiais e recursos didáticos favoreceu a compreensão deles.

Questão 11) Aponte sugestões/exemplos de atividades e/ou ações (que você gostou de fazer/desenvolver em outras disciplinas com outros professores) que a professora poderia utilizar na próxima vez que for trabalhar com o conteúdo de derivadas parciais e direcionais e que poderiam facilitar a aprendizagem dos acadêmicos. Justifique sua resposta.

“Especificamente nesta disciplina os métodos adotados pela Professora não estaria faltando nada, pois ela sempre foi muito comprometida fazendo as videoaulas sempre buscou clareza em cada detalhe de suas explicações para cada assunto, alguns deles

foram por exemplo, em curvas de níveis e também nas equações de planos tangentes à superfícies, a Professora usou massa de modelar e algumas placas de plástico num formato 3D e com alguns palitos conseguiu transmitir tranquilamente a explicação. Queria dar os parabéns inclusive para a Docente, pois ela buscou e se esforçou muito para dar suas aulas para a turma. Eu iria sugerir o Google Meet, mas da maneira abordada nesta disciplina não fez falta, talvez para outras disciplinas as quais os professores não aderiram a nenhum desses métodos”.

“Sei que talvez seja um pouco mais difícil, mas se fizesse uma aula via Google Meet ou Zoom onde todos os alunos acompanhassem "ao vivo" para sanar as dúvidas, eu acho que iria facilitar ainda mais. Porque as vezes, e falo por mim, no estudo remoto quando nos deparamos com aulas gravadas e sendo essas mais extensas não dá aquela vontade de ver, sabe? Por isso acho que se fosse ao vivo e com todos presentes iria ser melhor o entendimento e desenvolvimento das atividades”.

Nas respostas selecionadas, ambos os alunos evidenciaram uma falta de interação de forma síncrona com a professora. Segundo eles, o encontro via Google Meet ou Zoom poderia auxiliar ainda mais no esclarecimento de dúvidas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na experiência acadêmica vivenciada durante este período de isolamento social, em decorrência da pandemia do coronavírus, não faltou motivação, engajamento e participação da turma de estudantes de Engenharia Ambiental e Sanitária da UFSM/FW. Somente um dos dezessete acadêmicos da referida turma optou por não seguir acompanhando as atividades remotas, sendo que os demais participaram de todas as atividades da disciplina e encaminharam resposta ao questionário aqui apresentado.

Pelas opiniões provindas dos acadêmicos julga-se ter realizado um trabalho adequado nas aulas ministradas remotamente e articulado boas estratégias de uso das TDICs, como forma de alcançar o aperfeiçoamento da prática educativa e melhorias nos processos de ensino e de aprendizagem dos conceitos de CDI de funções de várias variáveis. As videoaulas, destacadas pelos acadêmicos como um dos pontos mais positivos, gravadas ou ministradas de forma *on-line*, por meio de diferentes ferramentas, tais como o *Google Meet*, foram um dos recursos mais utilizados pelos docentes durante o ensino remoto em meio à pandemia (Silveira, Bertolini & Parreira, 2020).

Com relação à busca por materiais didáticos em outros locais de pesquisa, acredita-se que a mesma é importante para que os alunos possam construir seu conhecimento, não se baseando apenas no modelo tradicional de ensino, em que o professor é visto como o único detentor do conhecimento, no formato da educação bancária apontada por Paulo Freire, em que o professor deposita o conhecimento nos alunos (Silveira et al., 2019).

A utilização de *softwares* como apoio aos processos de ensino e de aprendizagem, como foi o caso do *GeoGebra*, permite que os alunos possam interagir com os conteúdos de forma prática e lúdica, potencializando a aprendizagem. Diferentes *softwares*, desenvolvidos ou não com fim educacional, podem ser utilizados como apoio às atividades docentes, constituindo-se em uma das formas de aplicar a Informática na Educação (SILVEIRA et. al, 2019). O *WhatsApp* é um aplicativo de troca de mensagens, não tendo sido desenvolvido para fins educacionais. Entretanto, assim como outras tecnologias, pode ser aplicado como ferramenta de apoio aos processos de ensino e de aprendizagem e tem sido utilizado em meio à pandemia de Covid-19, para auxiliar no ensino remoto.

Na sequência do estudo dos conteúdos de derivadas parciais e direcionais também foi trabalhado remotamente com a mesma turma de acadêmicos os tópicos de integração múltipla, sendo que atendendo aos pedidos discentes ainda foram somados aos recursos didáticos da disciplina alguns encontros *on-line* via plataforma *Google Meet*.

Acredita-se ter sido muito importante conhecer a opinião avaliativa dos alunos envolvidos na experiência de ensino remoto, uma vez que o trabalho docente não pode parar e sempre há tempo para se reinventar e se adequar a novas e diferentes demandas.

Com a finalização do ensino dos tópicos de estudo das funções de várias variáveis, tendo-se pela primeira vez na carreira docente trabalhado tais conteúdos apenas remotamente a partir das TDICs (sem ter ministrado aulas presenciais, em função da pandemia causada pelo novo coronavírus), pôde-se concluir pelas respostas dos acadêmicos que estas ferramentas são capazes de conferir um dinamismo importante aos processos de ensino e de aprendizagem, por proporcionarem a possibilidade de se constatar comportamentos numéricos e geométricos que ficariam obscurecidos ao se investigar tais funções apenas com recursos tais como os livros didáticos e a lousa.

A preparação dos materiais didáticos digitais, em diferentes formatos, não é uma tarefa fácil para a maioria dos docentes da UFSM, bem como dos docentes de diferentes

níveis de ensino e instituições brasileiras (Franco, 2020; Godoy, 2020; Instituto Península, 2020). Com relação ao *feedback* que deve ser fornecido aos alunos, a partir das atividades propostas, apesar de trabalhoso, sabe-se que é imprescindível para estimular a interação dos alunos no ambiente virtual (Pereira et al., 2017).

O período de isolamento social adotado como forma de evitar a disseminação da Covid-19 trouxe muitas inquietações, dúvidas, medos, incertezas, alteração da rotina universitária, mas por outro lado serviu como período de reestruturação dos afazeres docentes e para os acadêmicos surgiu a possibilidade de se poder montar a própria rotina de estudos, podendo escolher momentos de maior rendimento e concentração.

REFERÊNCIAS

- Anton, H., Bivens, I. & Davis, S. (2007). *Cálculo*. v. 2. Porto Alegre: Bookmann.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., Hanesian, H. (1980). *Psicologia Educacional*. 2.^a ed. Rio de Janeiro: Interamericana.
- Baltaci, S. & Yildiz, A. (2015). GeoGebra 3D from the perspectives of elementary pre-service mathematics teachers who are familiar with a number of software programs. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 10(1), 12-17.
- Brasil. Ministério da Educação. (2018). BNCC – Base Nacional Comum Curricular. Área: Matemática. Brasília: MEC/SEB. Recuperado de: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>
- Esteban, M. P. S. (2010). *Pesquisa Qualitativa em educação*. São Paulo: Artmed.
- Franco, G. (2020). Coronavírus: professores falam dos desafios e vantagens de trabalhar em casa. Recuperado de <https://shre.ink/1d6l>
- Flores, C. R. (2008). Registros de representação semiótica em matemática: história, epistemologia, aprendizagem. *Bolema*, v.19 ,n.26. Recuperado de: <https://shre.ink/1dTM>
- Godoy, J. (2020). Professores e alunos falam sobre desafios e dificuldades de aulas online durante pandemia em MS. Portal G1 MS. 21 de maio de 2020. Recuperado de <https://shre.ink/1dTP>
- Iannone, L. R., Almeida, M. E. B. & Valente, J. A. (2016). *Pesquisa TIC Educação: da inclusão para a cultura digital*. In: COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL - CGI.br. Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras: TIC Educação. São Paulo: CGI.br, 55-67.

- Instituto Península. (2020). Sentimento e percepção dos professores brasileiros nos diferentes estágios do Coronavírus no Brasil. Recuperado de <https://shre.ink/1d6a>
- Larson, R. E., Hostetler, R. P. & Edwards, B. H. (1998). *Cálculo com Geometria Analítica*. v. 2. Rio de Janeiro: LTC.
- Mendes, F. (2019). Investigação do processo de aprendizagem de Cálculo num curso de Engenharia Florestal: o uso do software Winplot na aplicação de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas. UFSM, Santa Maria/RS. Recuperado de <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/17520>
- Oliveira, H., Ferreira, R. T. & Jacinto, H. (2020). Da globalização ao confinamento: como fica a educação (matemática)? *Quadrante*, v. 29(1), 1-7. Recuperado de <https://quadrante.apm.pt/article/download/23013/17076/88525.pdf>
- Parreira, F. J., Falkembach, G. A. M. & Silveira, S. R. (2018). *Construção de Jogos Educacionais Digitais e Objetos de Aprendizagem: um estudo de caso empregando Adobe Flash, HTML 5, CSS, JavaScript e Ardora*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna.
- Pereira, A. S., Parreira, F. J., Bertagnolli, S. C., Silveira, S. R. (2017). Metodologia da Aprendizagem em EaD. Santa Maria, RS: UAB/NTE/UFSM. Recuperado de: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/15809>
- Santos, C. A. B., Curi, E. (2009). Alguns aspectos de articulação entre as teorias da didática francesa e suas contribuições para formação de professores. *Revemat*, v.4 n.1. Recuperado de: <https://shre.ink/1dTA>
- Silveira, J. L. (2019). As Tecnologias da Informação e Comunicação Aplicadas na Educação: Comunicação e Educação à Distância. *P@RTES*, v. 1. ISSN 1678-8419. Recuperado de: <https://shre.ink/1dT5>
- Soares, L. G. (2020). O campo da visualização matemática no ensino e aprendizagem da Matemática. In *Anais do VII Congresso Nacional de Educação* (pp. 1-12). Maceió, AL. Recuperado de <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/68940>
- Silveira, S. R., Parreira, F. J., Bigolin, N. M. & Pertile, S. L. (2019). *Metodologia do Ensino e da Aprendizagem em Informática*. Santa Maria/RS: UAB/UFSM.
- Silveira, S. R., Bertolini, C. & Parreira, F. J. (2020). *Formação Docente: como empregar metodologias ativas de aprendizagem em meio à pandemia de COVID-19*. In: *Formação Docente: importância, estratégias e princípios*. Volume 1. Curitiba: Bagai.
- UFSM. Universidade Federal de Santa Maria. Instrução Normativa 02/2020: Regula o regime de exercícios disciplinares especiais. 2020a. Recuperado de <https://www.ufsm.br/wp-content/uploads/2020/03/IN-002-2020-PROGRAD-UFSM.pdf>
- UFSM. Universidade Federal de Santa Maria. Instrução Normativa 03/2020: Regula situações de estágios, atividades práticas, estágios e internatos, bem como situações de dificuldade de acesso a internet durante o Regime de Exercícios Domiciliares Especiais (REDE). 2020b. Recuperado de <https://shre.ink/1dT8>

Vasconcelos, E., Andrade, E., Cardoso, M. & Sousa, M. (2011). *Sólidos e Superfícies: Construção de Modelos Concretos*. Salvador: EDUFBA – Editora da Universidade Federal da Bahia. ISBN: 978-85-232-0795-3.

NOTAS

TÍTULO DA OBRA

Avaliação da metodologia de ensino e aprendizagem de derivadas parciais e direcionais em tempos de atividades remotas

Patricia Rodrigues Fortes

Doutora em Engenharia

Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Engenharia e Tecnologia Ambiental, Frederico Westphalen, Brasil

patricia@ufsm.br

<https://orcid.org/0000-0001-7963-867X>

Mariza Camargo

Doutora em Engenharia

Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Engenharia e Tecnologia Ambiental, Frederico Westphalen, Brasil

mariza@ufsm.br

<https://orcid.org/0000-0002-5949-3263>

Felipe Mendes

Mestre em Educação em Ciências

Universidade Federal de Santa Maria, Campus da UFSM em Frederico Westphalen, Frederico Westphalen, Brasil

felipe.mendes@ufsm.br

<https://orcid.org/0000-0001-7740-2567>

Sidnei Renato Silveira

Doutor em Ciência da Computação

Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Tecnologia da Informação, Frederico Westphalen, Brasil

<https://orcid.org/0000-0002-4506-8522>

Endereço de correspondência do principal autor

Avenida Flores da Cunha, nº 1965, CEP 98380-000, Seberi, RS, Brasil.

AGRADECIMENTOS

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Os papéis descrevem a contribuição específica de cada colaborador para a produção acadêmica inserir os dados dos autores conforme exemplo, excluindo o que não for aplicável. Iniciais dos primeiros nomes acrescidas com o último Sobrenome, conforme exemplo.

Concepção e elaboração do manuscrito: P. R. Fortes, M. Camargo, F. Mendes, S. R. Silveira

Coleta de dados: F. Mendes, S. R. Silveira

Análise de dados: P. R. Fortes, F. Mendes, M. Camargo, S. R. Silveira

Discussão dos resultados: P. R. Fortes, M. Camargo, F. Mendes, S. R. Silveira

Revisão e aprovação: P. R. Fortes, F. Mendes

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.



LICENÇA DE USO – uso exclusivo da revista

Os autores cedem à **Revemat** os direitos exclusivos de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob a [Licença Creative Commons Attribution](#) (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico.

PUBLISHER – uso exclusivo da revista

Universidade Federal de Santa Catarina. Grupo de Pesquisa em Epistemologia e Ensino de Matemática (GPEEM). Publicação no [Portal de Periódicos UFSC](#). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.

EQUIPE EDITORIAL – uso exclusivo da revista

Mérciles Thadeu Moretti
Rosilene Beatriz Machado
Débora Regina Wagner
Jéssica Ignácio de Souza
Eduardo Sabel

HISTÓRICO – uso exclusivo da revista

Recebido em: 27-10-2020 – Aprovado em: 18-11-2022