

Resolução de problemas: reflexões de uma prática realizada com o uso de tecnologias digitais da informação e comunicação em aulas remotas no ensino superior

Problem solving: reflections of a practice carried out using digital information and communication technologies in remote classes in higher education

Resolución de problemas: reflexiones de una práctica realizada con tecnologías de la información y la comunicación digitales en clases remotas de educación superior

Vilmar Ibanor Bertotti Junior ¹

Universidade Regional de Blumenau

<http://orcid.org/0000-0003-0046-2486>

Janaína Poffo Possamai ²

Universidade Regional de Blumenau

<http://orcid.org/0000-0003-3131-9316>

Resumo

Este estudo teve como intuito analisar implicações das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação em aulas remotas e síncronas para a abordagem da metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática por meio da Resolução de Problemas, indicando adaptações, se necessário. Para tanto, nessa pesquisa, caracterizada como qualitativa, apresenta-se uma revisão da literatura frente aos pressupostos que envolvem a metodologia indicada e o uso das tecnologias digitais em aulas remotas. Na sequência, uma aplicação, realizada na disciplina de Cálculo Numérico no Ensino Superior, é relatada e analisada com base nos referenciais adotados. Os resultados indicam que o uso de tecnologias de informação favorece o ambiente de investigação e do trabalho colaborativo na resolução dos problemas, enquanto o uso de tecnologias de comunicação demanda adaptações nas etapas de organização dos grupos de trabalho, acompanhamento do professor e compartilhamento das soluções.

Palavras-chave: Resolução de Problemas, Protagonismo, Trabalho Colaborativo, Aulas Remotas e Síncronas, Mediação por Tecnologia.

¹ vbortotti@furb.br

² janainap@furb.br

Abstract

This study aimed to analyze implications of Digital Information and Communication Technologies in remote and synchronous classes for the approach of the methodology of Teaching-Learning-Evaluation of Mathematics through Problem Solving, indicating adaptations, if necessary. To this end, in this research characterized as qualitative, a literature review is presented in view of the assumptions that involve the indicated methodology and the use of digital technologies in remote classes. Following an application performed in the discipline of Numerical Calculus in Higher Education is reported and analyzed based on the adopted references. The results indicate that the use of information technologies favors the research environment and collaborative work in solving problems, while the use of communication technologies is what require adaptations in the stages of organization of work groups, teacher monitoring and sharing of solutions.

Keywords: Problem Solving, Protagonism, Collaborative Work, Remote and Synchronous Classes, Technology Mediation.

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo analizar las implicaciones de las Tecnologías Digitales de la Información y la Comunicación en clases remotas y sincrónicas para el enfoque de la metodología de Enseñanza-Aprendizaje-Evaluación de Matemáticas a través de la Resolución de Problemas, indicando adaptaciones, si es necesario. Para ello, en esta investigación caracterizada como cualitativa, se presenta una revisión bibliográfica a la vista de los supuestos que implican la metodología indicada y el uso de tecnologías digitales en clases remotas. Después de una aplicación realizada en la disciplina de Cálculo Numérico en Educación Superior se informa y analiza sobre la base de las referencias adoptadas. Los resultados indican que el uso de las tecnologías de la información favorece el entorno de investigación y el trabajo

colaborativo en la resolución de problemas, mientras que el uso de las tecnologías de la comunicación es lo que requiere adaptaciones en las etapas de organización de grupos de trabajo, seguimiento de profesores e intercambio de soluciones.

Palabras clave: Solución de Problemas, Protagonismo, Trabajo Colaborativo, Clases Remotas y Sincrónicas, Mediación Tecnológica.

Resolução de Problemas: Reflexões de uma Prática Realizada com o uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação em Aulas Remotas no Ensino Superior

Devido à situação de pandemia causada pela Covid-19, anunciada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em janeiro de 2020, algumas medidas restritivas vêm sendo tomadas desde fevereiro deste ano no Brasil. Em Blumenau/SC, seguindo o decreto do colegiado do Governo de Santa Catarina, o prefeito determinou o cancelamento das aulas em todos os níveis de ensino e por tempo indeterminado, em 18 de março de 2020 (Decreto n. 12.588, 2020).

Ao que se refere à Universidade Regional de Blumenau, os professores tiveram de se preparar para mediar as aulas de forma remota e síncrona na semana seguinte ao decreto. Diante disto, algumas ações foram tomadas pela Universidade e deliberadas aos professores como a preparação de materiais e atividades para as aulas teóricas, trabalhadas de modo virtual com os estudantes, via Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) e Microsoft Teams. Essa organização propiciou a utilização de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação – TDICs para interação com os estudantes e realização das atividades.

Nesse aspecto, cabe destacar que a comunicação remota utilizando a *internet* pode se dar de forma síncrona ou assíncrona. A primeira forma envolve o uso de ferramentas computacionais como *softwares* ou aplicativos que requerem a participação simultânea de estudantes e professores em horários definidos pela instituição de ensino. A segunda, independe de tempo e lugar, sendo que o professor pode postar materiais ou vídeos relativos ao conteúdo a ser estudado em um ambiente virtual para que os estudantes utilizem-nos fora de um horário pré-determinado. Caso seja necessário, os estudantes podem contatar os professores por meio de *e-mail*, fóruns ou *blogs*, sendo que os participantes não precisam estar conectados ao mesmo tempo (Lacerda, 2019).

Em relação às ferramentas de comunicação síncrona é possível citar o bate-papo (*chat*) que permite a troca instantânea de mensagens textuais entre distintas pessoas que se

encontram conectadas em determinado momento; bem como áudios e videoconferências, cuja interação entre os indivíduos ocorre por meio de um canal de comunicação (*software*) que permite mediar a interação professor-colega-estudante ao mesmo tempo (Lacerda, 2019).

Assim, nessa perspectiva de aula remota e síncrona é que a presente pesquisa está embasada. Utilizando o *software* Microsoft Teams, foi aplicada a metodologia de *Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas* (proposta por Allevato & Onuchic, 2014) a partir de cinco problemas com estudantes de duas turmas multicurso de Engenharia e Matemática matriculados na disciplina de Cálculo Numérico na Universidade Regional de Blumenau/SC. Como essa metodologia foi elaborada para ser aplicada em aulas presenciais, o estudo em questão tem como intuito analisar implicações do uso de TDICs em aulas síncronas para essa abordagem metodológica, bem como registrar (se necessário) adaptações para serem aplicadas em aulas remotas. Nesse viés, tem-se as perguntas que fundamentam a construção desse estudo: Quais implicações das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação em aulas remotas e síncronas para a abordagem da metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas? Essas implicações sugerem adaptações? Se sim, quais?

No intuito de responder às questões e atingir os objetivos elencados, o texto foi organizado iniciando-se pelo referencial teórico abordando as concepções de Resolução de Problemas, assim como da utilização das TDICs em salas de aula. Em seguida, são apresentados a caracterização metodológica, bem como o relato e a análise da aplicação, com o anseio de descrever os benefícios e limitações dessa abordagem e contribuir na caracterização da metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas quando aplicada de forma síncrona com o uso de tecnologias.

A Resolução de Problemas no Ensino da Matemática

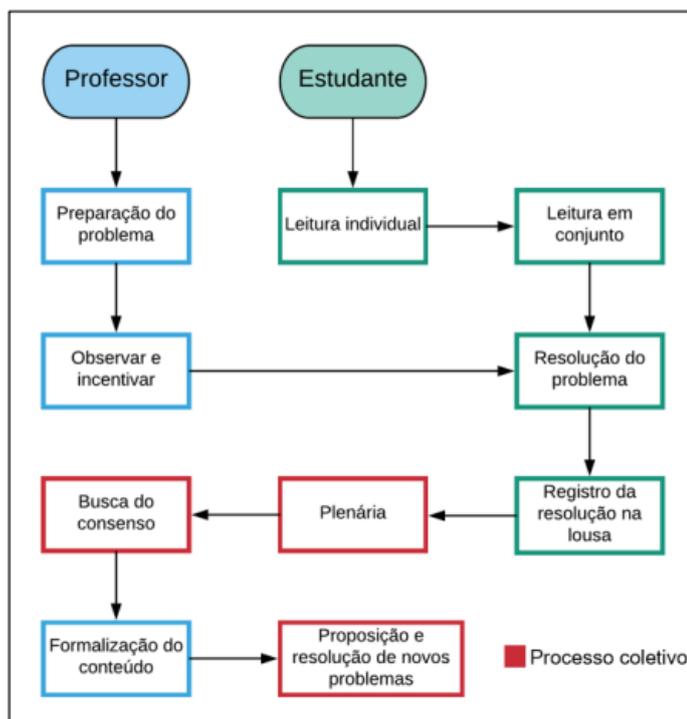
A resolução de problemas no ensino da Matemática tem duas vertentes: (i) uma enquanto ato/ação de resolver problemas (escrita em letras minúsculas) que ocorre após a apresentação do conteúdo pelo professor, com a preocupação de justificar ou aplicar a Matemática que foi ensinada; (ii) a outra enquanto estratégia de ensino (escrita com letras maiúsculas) que tem como intuito o aprendizado por meio de atividades denominadas problemas geradores. Especificamente na segunda vertente os problemas consistem em:

[...] uma situação, proposta com finalidade educativa, que propõe uma questão matemática cujo método de solução não é imediatamente acessível ao aluno/resolvedor ou ao grupo de alunos que tenta resolvê-la, porque não dispõe de um algoritmo que relaciona os dados e a incógnita ou de um processo que identifique automaticamente os dados com a conclusão e, portanto, deverá buscar, investigar, estabelecer relações e envolver suas emoções para enfrentar uma situação nova (Vila & Callejo, 2006, p. 29).

Essa última vertente é que norteia a metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas (Allevato & Onuchic, 2014), cuja palavra composta indica que a avaliação é processual e contínua e orienta as ações de ensino do professor enquanto o estudante aprende. Nessa metodologia, organizada em 10 etapas, apresentadas na Figura 1, os problemas não ficam para o final, mas são trazidos para o início, por meio dos quais o estudante desenvolve e aprende matemática, sendo protagonista da construção de sua aprendizagem.

Figura 1.

O ensino através da Resolução de Problemas (Cardozo, 2018, p. 55)



Verifica-se pela Figura 1 que a primeira etapa trata da preparação do problema quando o professor precisa ter em mente qual o conteúdo/procedimento pretende que seus estudantes aprendam como resultado da busca de solução para o problema. Já a penúltima etapa é a formalização, na qual o professor irá sistematizar o conteúdo a partir da discussão das soluções apresentadas pelos estudantes, utilizando a nomenclatura pertinente. Nesse sentido, Van de Walle (2009, p. 68) enfatiza que:

Quando você estiver satisfeito com a discussão sobre a resposta e a resolução para o problema, resuma os pontos principais da discussão e verifique se todos os alunos compreenderam. Tente usar a terminologia usada pelos estudantes. Quando as ideias forem bem-desenvolvidas, introduza os termos, as definições ou o simbolismo apropriados. As ‘etiquetas’ (nomenclaturas) vêm após o estabelecimento das ideias, e não antes.

Verifica-se, nesse viés, que a metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas é uma inversão da aula tradicional, sendo que o conteúdo/procedimento começa com as ideias dos estudantes a partir da resolução do

problema e não com a explicação do conteúdo pelo professor. Assim, dois aspectos importantes norteiam essa metodologia: (i) o professor é o mediador e o estudante é o protagonista da construção do conhecimento; (ii) a resolução do problema, a plenária e a busca do consenso envolvem um trabalho colaborativo.

O primeiro aspecto leva em conta que ao professor cabe a responsabilidade de instigar e incentivar os estudantes, de ouvi-los, de pedir explicações e fazer perguntas pertinentes, sem dar informações demais que excluam o desafio e a busca de solução para o problema, mas que sejam suficientes de modo a possibilitar uma reflexão sobre os caminhos seguidos. Ao encontro disso, corrobora Onuchic (2013, p. 102):

O professor incentiva os alunos a utilizarem seus conhecimentos prévios e técnicas operatórias já conhecidas necessárias à resolução do problema proposto. Estimula-os a escolher diferentes caminhos (métodos) com base nos próprios recursos de que dispõem. Entretanto, é necessário que o professor atenda aos alunos em suas dificuldades, colocando-se como interventor e questionador.

O segundo aspecto tem como ponto chave a discussão e a troca de ideias, não restritas à relação professor-estudante, mas (ou principalmente) entre os estudantes. Nesse viés, a metodologia direciona os estudantes a trabalharem em grupos, que podem ser organizados após a leitura individual do problema, uma vez que é interessante deixar que no primeiro momento o estudante consiga sistematizar e organizar suas ideias antes de compartilhá-las com os demais.

Tanto durante a resolução do problema, em que se acompanha o trabalho dos grupos, quanto durante a plenária e à busca do consenso, é importante que o professor assuma o papel de facilitador e não de avaliador do processo, conforme indica Van de Walle (2009, p. 67):

Tente apresentar uma posição neutra com respeito a todas as respostas. Resista à tentação de julgar a correção de uma resposta. Você pode formular questões de esclarecimento de respostas corretas e errôneas. Mas quando diz, ‘Denis, isso está correto’, não haverá mais nenhum motivo para os colegas avaliarem a resposta dele. Tendo alunos que discordaram com a resposta apresentada, eles não se aventurarão mais a desafiá-la pois você já disse que estava correta. Em vez disso, eles vão

covardemente esconder suas ideias e você não terá a chance de ouvir e aprender com eles. Você pode apoiar o pensamento dos estudantes sem julgar. ‘Alguém tem uma ideia diferente ou quer fazer um comentário sobre o que o Daniel acabou de dizer?’ Use elogios cuidadosamente. Os elogios, oferecidos às soluções corretas, ou a excitação em torno de ideias interessantes sugerem que os alunos fizeram algo incomum ou inesperado. Isso pode ser uma retroalimentação negativa para aqueles que não foram elogiados.

Quando os estudantes estiverem confiantes em fazer matemática, em se expressar e compartilhar suas ideias, o erro cometido por eles em suas resoluções tornar-se-á um motivo para discussões relevantes, para a busca de novos caminhos, envolvendo um clima de respeito quando uns discordarem dos outros (Van de Walle, 2009).

A metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas e as concepções sobre problema, aprendizagem e avaliação que a ela estão vinculadas norteiam essa pesquisa, envolvendo também uma discussão sobre sua aplicação em um contexto de aulas remotas, apresentada na sequência.

Uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação no Ensino

O mundo não pode mais ser pensado sem o uso de tecnologias uma vez que, diariamente, grande parte das pessoas organizam suas rotinas utilizando diversos recursos de comunicação e informação, além de aparatos que a envolvem. Assim como a tecnologia muda a vida das pessoas na sua forma de organização e comunicação, quando inserida no contexto de ensino, modifica o cenário em seus espaços e tempos, bem como na forma de interação com o conhecimento. Para Meneghelli e Possamai (2019, p. 493, grifos do autor):

O ensino da Matemática é agraciado de forma especial quando se fala na inserção de recursos tecnológicos, visto que existe uma quantidade significativa de *softwares* educativos que podem ser utilizados e explorados com o intuito de promover um ambiente de aprendizagem dinâmico e interativo, onde aconteça a compreensão dos conceitos pretendidos.

Especialmente no contexto educacional que envolve o ensino de Matemática, a tecnologia permite, por meio de *softwares*, que se criem e avaliem diversas hipóteses com

dinamicidade e rapidez, além disso, orienta o foco das atividades para os conceitos/procedimentos principais ao invés de dispende tempo em cálculos ou construções secundárias, uma vez que há ferramentas que tornam esses processos ágeis. Por exemplo, para resolver um problema que envolve compreender o significado do coeficiente angular de uma função afim, um estudante pode precisar construir vários gráficos para chegar a alguma hipótese e ainda mais gráficos para validá-la. Sendo a construção de gráficos necessária, mas não o foco do problema, ela é abreviada com o uso de algum *software*, em detrimento de uma resolução de lápis e papel. Nesse sentido, Pacheco (2019, p. 197) enfatiza:

Utilizar a informática no processo de ensino de matemática proporciona experiências instigantes aos educandos, incentivando a tomada de decisões, levantamento de hipóteses e comparações, aumentando a motivação para aprendizagem, desenvolvendo a autoconfiança, a concentração e o raciocínio, valorizando também a interação social no ambiente escolar.

Apesar das contribuições das tecnologias na forma de registro, de busca por soluções e de orientar para as discussões principais, o uso da tecnologia na resolução de problemas também tem suas limitações, dado que o uso de pesquisa na *internet* pode, por vezes, diminuir ou excluir o desafio na busca de soluções. Ao propor que os estudantes determinem uma forma eficiente de calcular a área de um trapézio, a tecnologia pode trazer contribuições, uma vez que eles podem usar o GeoGebra, ou outros *softwares*, para fazer construções geométricas que permitam analisar e criar hipóteses. O risco é a exclusão de todo o processo de investigação e construção do conhecimento, à medida que utilizem um *site* para pesquisar uma forma de calcular a área do trapézio.

Outro aspecto a ser discutido do uso da tecnologia nas aulas, envolve as ferramentas de comunicação que permitem que os estudantes interajam entre si e com o professor por meio de aulas mediadas por tecnologia, usando videoconferência para interação em tempo real, por meio de áudio, vídeo e compartilhamento de dados, caracterizando-se como uma forma de comunicação remota.

O uso de videoconferência para realizar aulas mediadas por tecnologia de forma remota e síncrona, ou seja, em tempo real com interação dos estudantes entre si e com o professor, cria possibilidades à medida que evita deslocamentos, permite a troca de ideias reduzindo distâncias, facilita a troca de documentos, entre outras facilidades. Porém, cabe ressaltar que, apesar dos benefícios, aulas remotas e síncronas não garantem um ambiente de melhoria para o ensino, uma vez que, conforme Garcia (2011, p. 20), há três tipos de aula que envolvem o trabalho com videoconferência (VC):

- a) Centrada no professor como transmissor de conteúdos. É geralmente o tipo mais usado de VC. Reflete a própria dinâmica tradicional da sala de aula. Aqui os alunos assistem uma aula ou uma palestra de forma passiva.
- b) Centrada na atividade. Este tipo de VC pode ocorrer de várias formas. Há situações em que a VC inicia, por exemplo, com uma atividade. Em outros casos, pode ocorrer que na primeira parte do trabalho informações necessárias são transmitidas e, logo a seguir, a atividade é guiada com a ajuda do professor local. Nesse processo é possível a utilização de materiais, kits, podendo-se, também, realizar experiências. Em qualquer tipo de atividade os alunos podem questionar, trabalhar em grupo, etc.
- c) Centrada no aluno. Aqui o aluno está envolvido em um projeto relacionado à resolução de problemas com o professor apresentador (especialista). Ele atua ativamente no planejamento e na construção, por exemplo, de uma maquete. Neste tipo de VC os estudantes interagem com o especialista através de perguntas e trocas de informações. Este formato favorece o trabalho colaborativo para a construção do conhecimento.

Além de diferentes formas de abordagem e de interação, o uso de videoconferência permite avaliar as diferentes formas de linguagem que podem ser “oral ou escrita, semiotizada com som, imagem e texto” (Lacerda, 2019, p. 96). Porém, cabe ressaltar que, diferentemente de uma aula presencial na qual os estudantes podem ser chamados a compartilhar suas ideias oralmente, em aulas mediadas por tecnologia os estudantes podem se esconder pelo mau funcionamento da *internet*, do microfone ou câmera.

Especialmente, a pesquisa apresentada nesse artigo envolve análise de uma situação de ensino mediada pela tecnologia de videoconferência, em que a aula é centrada no estudante e tem como foco discutir contribuições e limitações no contexto de aula organizada pela

metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas.

Caracterização Metodológica

A pesquisa ocorreu na Universidade Regional de Blumenau/SC envolvendo 34 estudantes que consentiram com ela e compõem duas turmas multicurso de Engenharia – Civil, Química, Alimentos, Mecânica – e Matemática. O projeto de pesquisa tinha como intuito abordar o conteúdo de Integração Numérica, contemplado na disciplina de Cálculo Numérico, especificamente na construção da generalização do método dos trapézios, bem como na aplicação profissional.

Assim, foram aplicados com os estudantes 5 problemas que envolveram essa temática, cada qual com seu objetivo de aprendizagem. O primeiro teve como intuito fazer um resgate do conhecimento prévio dos estudantes relativo ao cálculo e definição de área de quadrado, triângulo e retângulo, bem como estabelecer a relação existente entre eles até chegar à generalização da fórmula para a área trapézio. No segundo, a partir do fornecimento de regiões irregulares, buscou-se despertar nos estudantes a percepção de que nem todas as situações são possíveis de calcular analiticamente, assim sendo, tiveram a oportunidade de chegar a generalização do método dos trapézios a partir da somatória de vários trapézios inseridos em uma região de área irregular.

Com esses conhecimentos construídos, aplicou-se o problema 3 com o objetivo de que calculassem a área do lago de um parque, de região irregular, aplicando aquilo que foi consolidado nos problemas 1 e 2 em uma situação prática, com o entendimento de definir quais parâmetros usar com esse método. Já os problemas 4 e 5 possuíam cunho profissional, em que tiveram de construir um protótipo para, a partir dele, coletar os dados e calcular a área e volume de uma seção de um rio, bem como projetar o tempo de esvaziamento médio de

água de um reservatório, respectivamente. Cabe destacar que, durante a aplicação dos problemas, os acadêmicos foram acompanhados pelo professor de Cálculo Numérico da disciplina e pelo pesquisador, que assumiu o papel de professor mediador nessa intervenção.

No que se refere à forma de aplicação desses problemas, reitera-se que a disciplina de Cálculo Numérico ocorre de modo presencial na Universidade, com horários pré-definidos pela instituição de ensino. No entanto, em decorrência da situação de pandemia causada pela Covid-19, a aplicação ocorreu de forma remota e síncrona, com a interação professor-colega-estudante acontecendo ao mesmo tempo, em horário normal de aula, conforme presencialmente. Assim, utilizou-se do *software* Microsoft Teams explorando os recursos de áudio, videoconferências e *chats* (bate-papo) para que a comunicação se consolidasse.

Diante disso, durante a aplicação dos problemas, os estudantes das duas turmas, bem como o professor e pesquisador, reuniam-se em uma sala virtual no Microsoft Teams. Salienta-se que todos os estudantes recebiam o convite do professor para participar da aula via *e-mail* ou diretamente pelo acesso no calendário do *software*. Ainda, enfatiza-se que todos os estudantes possuíam o pacote Office 365 instalados em seus computadores, o qual é disponibilizado de forma gratuita pela instituição de ensino para os servidores e estudantes que dela fazem parte.

Utilizando-se esses recursos tecnológicos, aplicou-se os problemas seguindo as etapas da metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas, em aulas acontecendo de forma síncrona, mediadas por tecnologia. A sequência da organização da aplicação é apresentada a seguir:

- 1) Reunião da turma na sala virtual do Microsoft Teams com a realização da leitura individual e conjunta do problema.

- 2) Organização dos estudantes em grupos individuais em salas virtuais (*chats* separados) onde iniciavam a etapa da resolução do problema, argumentando e socializando

ideias por meio dos recursos de áudio, videoconferência, escrita e/ou compartilhamento de telas disponibilizados pelo *software*. Além disso, utilizavam, nessa etapa, de outros recursos computacionais, como o GeoGebra, Microsoft Word e Excel para visualização gráfica e resolução do problema, elaboração dos textos, bem como utilização de planilha de cálculos.

3) Observação do pesquisador: enquanto os estudantes resolviam o problema, o pesquisador mediava e participava da discussão quando era solicitado via *chat*. Isso foi possível já que ele, enquanto mediador, foi inserido em todos os grupos para poder melhor auxiliá-los. Nessa organização, o pesquisador auxiliava os estudantes nas dúvidas referentes aos recursos computacionais, bem como na resolução do problema, principalmente ao que se referia à interpretação. A resposta final nunca era diretamente indicada aos estudantes, fazendo com que chegassem a ela por meio de questionamentos para que refletissem sobre o problema.

4) Retorno à sala virtual da turma: após o término da resolução dos problemas nos *chats* de cada grupo, os estudantes retornavam à sala virtual para apresentação de resultados e discussões na etapa da plenária e consenso, sendo que a apresentação se deu por meio do compartilhamento de telas com a sistematização dos arquivos que contemplavam a resolução. Por fim, o professor formalizava o conteúdo com sua fala por meio de seu compartilhamento de tela com base em um arquivo de texto.

Com base nos referenciais adotados, os critérios que orientam a análise dessa aplicação envolvem dois aspectos: tecnologias de informação como recurso para resolução e registro das soluções, desenvolvendo o senso crítico e autonomia dos estudantes; tecnologias de comunicação como recurso para o compartilhamento de soluções e para o trabalho colaborativo.

Cabe ressaltar, que em relação aos procedimentos metodológicos, essa pesquisa possui uma abordagem qualitativa, considerando-se que existe uma relação entre o mundo real e o

sujeito, prevendo a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados para caracterização desta (Kauark, Manhães & Medeiros, 2010).

Na sequência apresenta-se uma situação de ensino mediada pela tecnologia de videoconferência, em que a aula é centrada no estudante e tem como foco discutir as contribuições e limitações dessa tecnologia no contexto de aula organizada pela metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas.

Relato e Análise

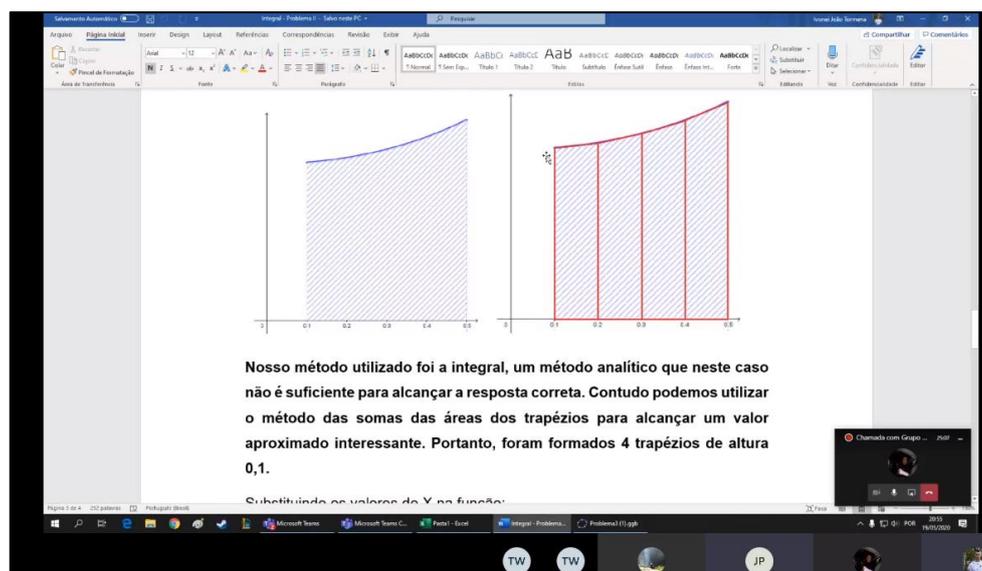
Tendo em vista o cenário decorrente da situação de pandemia da Covid-19, aplicou-se a metodologia de ensino proposta por meio de problemas norteadores da construção e aplicação do conteúdo de Integração Numérica, de forma remota e síncrona, na qual os estudantes tiveram a oportunidade de utilizar Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação para realização das atividades elaboradas. Dentre essas tecnologias, eles conheceram, bem como aprenderam a trabalhar com alguns recursos computacionais como o Microsoft Teams, integrado ao pacote Office 365, utilizado para mediar a comunicação e condução das aulas remotas, proporcionando a experiência de reunir as pessoas por meio de conversas que podem se conectar e colaborar ativamente em tempo real, discutindo e debatendo ideias frente ao problema, como elaborando um documento de registro de resolução em coautoria.

Garcia (2011) aponta algumas vantagens da utilização da videoconferência como recurso computacional para o processo de ensino e aprendizagem, como: (i) economia de tempo e de recursos, evitando o deslocamento de estudantes e professores; (ii) trabalho colaborativo, permitindo que estudantes de diferentes culturas atuem juntos na solução de um problema; (iv) troca e circulação de informações; e (v) tomada de decisão em grupo com pessoas de locais distintos.

Assim, constatou-se que o *software* possibilita que sejam realizadas conversas informais, quando os estudantes se reúnem em grupos para argumentarem acerca do problema, bem como resolvê-lo; e formais, por meio da sala virtual da turma, quando apresentam a estrutura lógica daquilo que construíram aos demais integrantes da sala, por meio de seus arquivos compartilhados. A Figura 2 exemplifica o momento em que um estudante de um grupo fala enquanto compartilha sua tela com os colegas.

Figura 2.

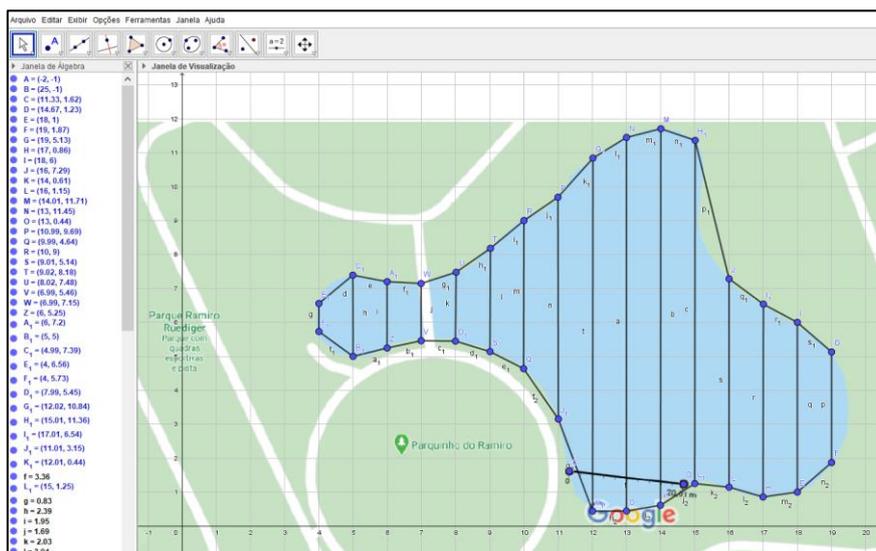
Interface do Microsoft Teams (acervo de pesquisa)



Além disso, para a etapa da resolução do problema, especificamente referente ao problema 3 que solicitava o cálculo de área de um lago localizado em Blumenau/SC, os estudantes tiveram a oportunidade de utilizar o GeoGebra para demarcação dos pontos do lago, bem como definir a altura e base dos trapézios entre os pontos demarcados. A Figura 3 exemplifica a resolução de um dos grupos envolvidos na pesquisa.

Figura 3.

Interface do GeoGebra (acervo de pesquisa)



O GeoGebra é um *software* de matemática gratuito e dinâmico que combina diversas áreas de conhecimento para serem exploradas como Geometria, Álgebra, Cálculo e Estatística, permitindo inserir imagens para serem analisadas por meio de gráficos utilizando o eixo cartesiano e outros recursos como pontos e segmentos de reta que auxiliam para determinados cálculos envolvendo área (Pacheco, 2019).

Além disso, o *software* é construído por meio de uma interface intuitiva e de fácil compreensão, favorecendo a aplicação de estratégias de ensino com os conteúdos mencionados, permitindo aos professores e estudantes a possibilidade de explorar, conjecturar e investigar conteúdos na construção do conhecimento matemático. Pacheco (2019, p. 199) aponta que “o software GeoGebra por meio de sua dinamicidade permite que os alunos se tornem pesquisadores, investigadores dos problemas a serem propostos pelo professor e próprios construtores de conhecimentos”. Essa abordagem é defendida por Van de Walle (2009, p. 66, grifos do autor) quando coloca que:

Com o passar do tempo, você fará sua turma se transformar em uma *comunidade de aprendizes de matemática*, onde os alunos se sentem confortáveis em se arriscar e compartilhar ideias; onde alunos e professor respeitam as ideias uns dos outros mesmo quando discordam, onde as hipóteses são defendidas e desafiadas respeitosamente, e

onde o raciocínio lógico ou matemático é estimado acima de tudo. Essa atmosfera não se desenvolverá fácil nem rapidamente. Você precisará orientar seus alunos sobre suas expectativas durante esta fase e como interagir com os seus colegas.

Nesse sentido, constatou-se que a utilização do *software* permitiu agilidade durante a construção do conhecimento matemático. Isso porque o problema envolvia a demarcação de pontos e a coleta de informações para posterior cálculo de área e a resolução de modo manual exigiria que os estudantes utilizassem régua para realizar as medições, coletar as medidas de altura e base de cada um dos trapézios, analisar os dados coletados e calcular o valor de área do lago com o auxílio de uma calculadora. Em contrapartida, o *software* apresenta uma janela auxiliar de planilha de cálculo, em que as informações contendo as coordenadas pertencentes ao gráfico podem ser visíveis na janela algébrica e copiadas para a planilha, por meio da qual os estudantes podem sistematizar a estrutura de cálculo a partir dos dados coletados. Assim, percebeu-se que, ao utilizar o *software*, os estudantes puderam levantar conjecturas e testar hipóteses a partir do dinamismo apresentado pelo programa. Nesse sentido, Meneghelli e Possamai (2019, p. 494) apontam que:

São muitas as vantagens de se utilizar o GeoGebra, das quais destaca-se o fato de permitir aos seus usuários a realização de manipulações em suas construções, preservando as características iniciais, visando uma melhor exploração e visualização das propriedades do objeto que se deseja estudar.

É relevante destacar que parte dos estudantes já tinham conhecimento do GeoGebra, enquanto outros não haviam tido contato com ele, sendo que, mesmo entre os que desconheciam o programa, poucos solicitavam ajuda do pesquisador para saber como trabalhar com o *software*, justamente por ser intuitivo.

Ademais, para organizar todos os registros e desenvolvimento de cálculos, os estudantes utilizaram o Microsoft Word e Excel, sobre os quais todos tinham conhecimento. Em relação ao primeiro, trata-se de um editor de texto que pode ser compartilhado via *one drive* ou Microsoft Teams, possibilitando a construção colaborativa e, ao mesmo tempo, a

sistematização de ideias relativas a um determinado problema ou assunto. Já o segundo é um editor de planilhas que dispõe de ferramentas de cálculo e de construção de gráficos, podendo ser utilizado para armazenar, organizar e analisar dados (Simonetto & Priesnitz Filho, 2012).

Assim, cabe destacar que as tecnologias de informação utilizadas favoreceram o desenvolvimento da autonomia dos estudantes no levantamento e validação de hipóteses, bem como ampliaram as possibilidades de trabalho colaborativo na autoria dos registros dos grupos.

Além das contribuições mencionadas do uso desses *softwares* como recursos de tecnologia de informação, há de registrar que o uso da *internet* em alguns grupos se tornou uma limitação no processo de investigação, uma vez que no problema 1, que tratava de determinar a área de polígonos (retângulo, triângulo e trapézio), eliminou o processo de construção de hipóteses quando os estudantes simplesmente pesquisaram por fórmulas prontas. Vale destacar que o mesmo poderia acontecer em aulas presenciais, mas, tendo o professor uma visão geral da turma, haveria mais controle para restringir o uso dessa forma, diferentemente de aulas remotas em que não há como acompanhar os recursos utilizados pelos estudantes.

Durante a aplicação dos problemas, percebeu-se que, embora a utilização das TDICs forneça a oportunidade de os estudantes se comunicarem de outros modos, bem como terem acesso a programas que permitem a agilidade na construção do conhecimento e na produção dos textos, a aula por videoconferência possui algumas limitações em relação à sala de aula convencional. Em se tratando especificamente da condução das aulas, constatou-se, por vezes, instabilidades na velocidade de conexão, o que dificultava o entendimento do que algum grupo ou professor argumentava durante a plenária ou na interação com os *chats* individuais, tendo que reduzir a velocidade da fala para não comprometer o processo e/ou desativar a câmera de parte dos estudantes para não sobrecarregar a rede de conexão. Essa situação é, inclusive, registrada por Garcia (2011, p. 24) quando aponta que “a VC requer uma conexão de banda larga; ela depende de uma assistência técnica; a qualidade da VC pode variar dependendo do

equipamento utilizado, pode ocorrer atrasos entre as imagens das pessoas que estão falando e suas falas”. Porém, quando superados esses obstáculos, se adotadas estratégias adequadas, pode-se encurtar a distância entre o professor, colega e estudante em uma aula síncrona via videoconferência.

Outro ponto a destacar foi a dificuldade de organização da turma em grupos, pois havia estudantes que não faziam parte da turma regular e, assim, essa parcela precisava encontrar algum grupo para realizar o trabalho sem conhecer pessoalmente os colegas. Desse modo, a intervenção dos pesquisadores e professor titular da turma foi necessária para mediar o processo. Na sala de aula, no modo presencial, a interação ocorre por meio de uma comunicação mais direta, utilizando até mesmo o olhar ou aceno de algum estudante direcionado a outro colega.

Outra questão a apontar foi o fato de que, durante a resolução dos problemas, nem todos os estudantes pertencentes a um determinado grupo possuíam microfone e câmera instalados em seus *notebooks*. Nesses casos, a interação se deu, por vezes, escutando o que os demais falavam para, posteriormente, os que não detinham dos recursos necessários, registrarem, por meio do *chat* de discussão, as contribuições para a resolução do problema.

Pôde-se verificar que, na maioria dos grupos, o trabalho colaborativo aconteceu e foi ampliado pelo compartilhamento de informações e construção simultânea dos registros, propiciados pelos *softwares* de informação utilizados. Porém, em alguns grupos, percebeu-se, que parte dos estudantes se dispersavam na resolução dos problemas, muitas vezes pelo fato de não estarem interagindo com os colegas presencialmente e/ou não possuírem seus áudios habilitados, bem como não conseguirem visualizar os colegas do outro lado da tela. Nessas ocasiões, o trabalho de comunicação ficava restrito apenas a uma parcela dos integrantes do grupo.

Metodologicamente, situações como essas implicavam na dificuldade da avaliação de participação dos estudantes no processo, porém um ponto relevante na avaliação é a possibilidade de gravação das discussões dos grupos para posterior análise. Nas aulas virtuais, a falta de interação entre os estudantes de forma presencial no debate das propostas e na realização das atividades, principalmente referentes aos problemas que exigiam a construção de um protótipo para posterior análise dos dados, foi uma das limitações evidenciadas. Isso ocorre, pois a metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas é baseada em referenciais que falam da importância da interação social não apenas entre os integrantes de um grupo, mas com outros grupos (Allevato & Onuchic, 2014; Villa & Callejo, 2006; Onuchic, 2013).

Em se tratando das limitações frente às etapas da metodologia, na etapa 3, leitura em conjunto, foi necessário realizar uma adaptação. Resgata-se que, na sala de aula, essa etapa é realizada exclusivamente pelos estudantes nos grupos, porém, na aula síncrona, optou-se por fazê-la juntamente com os estudantes na sala virtual da turma, uma vez que a leitura nos grupos aguardando alguma discussão necessária com o professor acabaria deixando os estudantes ociosos por um tempo, o que poderia desmotivá-los. Diferentemente da sala de aula em que um grupo levanta a mão e se direciona facilmente ao professor, no ambiente virtual foi necessária a entrada em todos os *chats* para verificar se era preciso alguma discussão com o grupo. Essa particularidade ocorreu uma vez que as notificações de grupo dos *chats* foram desativadas, pois senão a cada comentário inserido um som era emitido, o que dificultava a organização.

A etapa 5, observar e incentivar, por vezes ficou limitada tendo em vista que os pesquisadores acompanhavam os estudantes na etapa 4, de resolução do problema, quando eram solicitados diante de alguma dificuldade que encontravam. Parte do tempo do professor foi destinada a verificar se todos os estudantes estavam em grupos e como inserir os que não

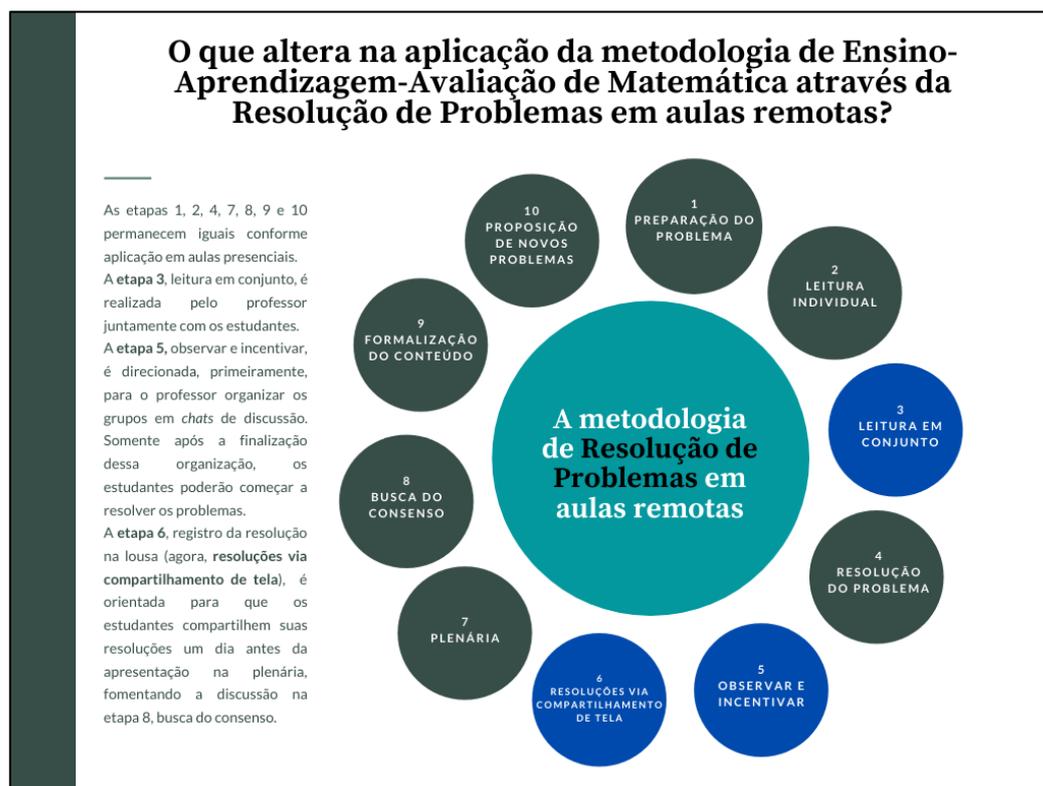
estavam. Alguns grupos, mesmo diante de algum obstáculo encontrado, não solicitavam ajuda dos pesquisadores, o que, por vezes, levavam-nos a não responderem determinadas questões pela falta dessa interação. Em contrapartida, na sala de aula, o professor ou pesquisador consegue fazer o rodízio nos grupos e acompanhar esse processo de perto caso algum grupo não esteja realizando as atividades. Assim, nessa etapa sugere-se que sejam organizados os *chats* dos grupos antes que se inicie a resolução dos problemas por eles, de modo que o tempo do professor seja direcionado para acompanhar os grupos, em detrimento de um tempo dispensado para organizações das equipes virtualmente.

Outra etapa que ficou comprometida nesse formato de aula remota foi a etapa 8, consenso, uma vez que houve pouca discussão da turma frente às soluções dos outros grupos, ficando a cargo do professor promover um confronto entre as resoluções. Enquanto numa aula presencial, com o uso do registro na lousa, todas as soluções ficam apresentadas para que os estudantes façam comparações e, assim, seja fomentada a discussão para um consenso das respostas; na aula síncrona, cada grupo compartilhava a tela com as resoluções na sua vez de apresentação, o que dificultava a comparação entre as respostas. Desse modo, sugere-se, por meio da etapa 6, registro das resoluções na lousa, compartilhar em fóruns virtuais as resoluções dos outros grupos um dia antes da apresentação e solicitar que os estudantes façam comentários referentes a elas, apontando quais foram as semelhanças e divergências de respostas em relação aos demais grupos.

Diante dessas discussões, propõe-se uma adaptação necessária da abordagem metodológica Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas para quando for trabalhada de forma remota, a qual está apresentada na Figura 4.

Figura 4.

A metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas em aulas remotas (elaborado pelos autores)



Desse modo, conforme percebe-se pela Figura 4, as etapas que sofreram adaptações nesse formato de aula remota são as que estão identificadas em azul, ou seja, leitura em conjunto, observar e incentivar e registro da resolução na lousa (alterado para resoluções via compartilhamento de tela).

Por fim, indica-se que os preceitos que envolvem o protagonismo dos estudantes na construção do conhecimento como resultado da busca de solução para os problemas, bem como o trabalho colaborativo e a socialização de ideias, foram possíveis de serem efetivados na aplicação da metodologia em aulas remotas, sendo que as adaptações elencadas têm como objetivo a melhoria desse processo.

Considerações Finais

Esse estudo teve como intuito analisar implicações do uso de TDICs em aulas síncronas orientadas pela metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas.

O uso do *software* GeoGebra, do Microsoft Word e Excel, além de buscas em *sites* da internet, constituíram-se como recursos tecnológicos de informação que auxiliaram na resolução e registro das soluções dos problemas. O GeoGebra, por meio do trabalho com diversas formas de representação de dados – janela gráfica, de álgebra e planilha – permitiu que os estudantes criassem e analisassem hipóteses com dinamicidade, envolvendo conceitos matemáticos para além do esperado inicialmente para o problema apresentado. Isso ocorreu, uma vez que a utilização dos recursos do *software* requer o envolvimento de conhecimentos prévios como segmento de reta, coordenadas cartesianas, distância entre pontos, entre outros. O uso do Word também foi relevante na etapa de registro e sistematização das soluções, uma vez que permitia que estudantes editassem o documento simultaneamente, ampliando as possibilidades do trabalho colaborativo.

Assim, como contribuição do uso de recursos tecnológicos de informação pôde-se identificar: agilidade na resolução, construção e validação de hipóteses, ampliação do trabalho colaborativo e análise crítica dos problemas. Como limitações, identificou-se o uso da *internet* como recurso de pesquisa que pode excluir, em parte, etapas do processo de investigação e de busca de solução.

Em relação aos recursos de comunicação, em que se utilizou o Microsoft Teams como *software* em aulas remotas realizadas por videoconferência, tem-se como contribuições, para além das já mencionadas na revisão da literatura, a facilidade de compartilhamento dos arquivos construídos para discussão, gravação das discussões dos grupos para avaliação posterior pelo professor e revisão pelos participantes, melhor interação dos estudantes que são

mais tímidos, pois podem se manter com câmeras fechadas e assim participar da discussão. Porém, há limitações no que se refere a acompanhar as equipes, uma vez que se perde parte da dinamicidade de visualização da turma e das necessidades dos grupos ao mesmo tempo, como acontece em aulas presenciais. A organização das equipes é outro ponto que demanda mais tempo para acontecer.

Essa análise das implicações do uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação em processos de ensino e aprendizagem orientados pela metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas, resultou em uma inovação no que se refere a uma proposta de aplicação para aulas remotas e síncronas, conforme indicado na Figura 4. Em especial, destaca-se a necessidade de realizar até a etapa 5 em aulas síncronas, com acompanhamento do professor no momento de resolução do problema, porém na etapa 6 que envolve o compartilhamento dos registros das resoluções, sugere-se a organização de um momento assíncrono, com a participação em fóruns de modo que os estudantes se envolvam na análise e discussão das resoluções dos outros grupos, para retomar as etapas 7 a 10 novamente em momento síncrono.

Outro aspecto que se sugere uma adaptação é que a organização dos grupos e dos *chats*, que se constituem como salas virtuais de discussão de cada equipe, aconteça em aulas antes da apresentação do problema aos grupos, de modo que os estudantes não fiquem ociosos. Uma alternativa é que em aulas anteriores o professor já peça que os estudantes compartilhem os nomes dos integrantes das suas equipes e que o próprio professor faça as acomodações dos estudantes que não estiverem em grupos, criando antecipadamente os *chats* das equipes.

Assim, conclui-se que a metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas pode ser aplicada em aulas remotas, envolvendo os estudantes como protagonistas de sua aprendizagem em um trabalho colaborativo, com pequenas modificações para melhor efetivação dessa proposta. Sugere-se

para trabalhos futuros, que uma revisão possa ser realizada analisando as potencialidades e limitações frente a diferentes plataformas de comunicação.

Por fim, acredita-se que a área ainda carece de pesquisas qualitativas que envolvam a discussão de práticas de ensino diferenciadas em ambientes de aulas remotas no contexto da Educação Matemática, então pesquisas futuras são incentivadas.

Referências

- Allevato, N. S. G., & Onuchic, L. de La R. (2014). Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática: por que Através da Resolução de Problemas? In L. de La R. Onuchic et al. (Org.). *Resolução de Problemas: Teoria e Prática* (pp. 35-52). Jundiaí: Paco Editorial.
- Cardozo, D. (2018). *Do átomo de carbono às grandes populações: o ensino de funções exponenciais sob a perspectiva da resolução de problemas*. Dissertação de mestrado, Universidade Regional de Blumenau, SC, Brasil.
- Decreto n. 12.588, de 15 de março de 2020*. Dispõe sobre as medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente da infecção humana pelo novo coronavírus (covid-19) e dá outras providências. Recuperado de <https://leismunicipais.com.br/a/sc/b/blumenau/decreto/2020/1259/12588/decreto-n-12588-2020-dispoe-sobre-as-medidas-para-enfrentamento-da-emergencia-de-saude-publica-de-importancia-internacional-decorrente-da-infeccao-humana-pelo-novo-coronavirus-covid-19-e-da-outras-providencias>.
- Garcia, P. S. (2011). Videoconferência no contexto da escola pública: objetivos, utilização e possibilidades no ensino e na formação de professores. In P. S. Garcia (Org.). *Videoconferência: um recurso para professores de escolas públicas* (pp. 15-46). São Paulo: Plêiade.
- Kauark, F. da S., Manhães, F. C., & Medeiros, C. H. (2010). *Metodologia da Pesquisa: Um guia prático*. Itabuna: Via Litterarum.
- Lacerda, N. A. (2019). A Interação multilateral no ensino de linguagens mediado pela tecnologia do gênero discursivo digital videoconferência. In I. V. de Souza (Org.). *Letras, Linguística e Artes: Perspectivas Críticas e Teóricas* (pp. 93-107). Ponta Grossa: Atena Editora.
- Meneghelli, J., & Possamai, J. P. (2019). Resolução de Problemas e o software GeoGebra: um caminho para a compreensão das funções seno e cosseno. *Revista Educação Matemática Pesquisa*, 21(2), 491-512. <http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2018v21i2p491-512>
- Onuchic, L. de La R. (2013). A resolução de problemas na educação matemática: onde estamos? E para onde iremos? *Revista Espaço Pedagógico*, 20(1), 88-104. <https://doi.org/10.5335/rep.2013.3509>.
- Pacheco, E. F. (2019). Utilizando o software Geogebra no ensino da Matemática: uma ferramenta para construção de gráficos de parábolas e elipses no 3º ano do Ensino

Médio. *Revista Debates em Educação*, 11(24), 197-211. <https://doi.org/10.28998/2175-6600.2019v11n24p197-211>

Simonetto, E. de O., & Priesnitz Filho, W. (2012). *Informática aplicada*. Santa Maria: UFSM.

Van de Walle, John A. (2009). *Matemática no ensino Fundamental: Formação de Professores e Aplicação em Sala de Aula* (6a. ed). Porto Alegre: Artmed. Tradução: Paulo Henrique Colonese.

Vila, A., & Callejo, M. L. (2006). *Matemática para aprender a pensar: O papel das crenças na resolução de problemas*. Porto Alegre: Artmed.