

O PAPEL DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NA ABORDAGEM DA PROPAGAÇÃO DA DENGUE: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA EM SANTA CATARINA

DOI: <https://doi.org/10.33871/22385800.2024.13.30.450-470>

Jeferson Moizés Lima¹
Luciane Mulazani Dos Santos²

Resumo: Este artigo apresenta uma prática docente realizada em 2022 com uma turma de Ensino Médio que evidencia o papel da Educação Matemática na formação crítica dos estudantes e as potencialidades das tecnologias para o trabalho com as diferentes representações de um objeto matemático. A atividade abordou o ensino de função exponencial e de progressão geométrica no contexto da resolução de problemas relacionados à propagação do mosquito *Aedes aegypti* e à doença da dengue. No processo, os alunos exploraram na plataforma Grupos do GeoGebra a representação dos objetos matemáticos nos registros de língua natural, algébrico, numérico e gráfico. A análise das produções dos alunos, feita à luz da Teoria de Registros de Representações Semióticas de Duval, mostrou a dificuldade de os alunos transitarem de um registro para o outro, em especial na conversão das representações. Como outro resultado, o estudo mostrou como a matemática não só auxilia na resolução de problemas, mas também na compreensão de questões de saúde pública, como a propagação do mosquito transmissor da dengue.

Palavras-chave: Educação Matemática. Ensino de função exponencial e progressão geométrica. GeoGebra.

THE ROLE OF MATHEMATICS EDUCATION IN ADDRESSING DENGUE SPREAD: AN EXPERIENCE REPORT IN SANTA CATARINA

Abstract: This article presents a teaching practice carried out in 2022 with a High School class that highlights the role of Mathematics Education in the critical formation of students and the potential of technologies to work with the different representations of a mathematical object. The activity addressed the teaching of exponential function and geometric progression in the context of solving problems related to the spread of the *Aedes aegypti* mosquito and dengue disease. In the process, the students explored the representation of mathematical objects in natural language, algebraic, numerical and graphic registers on the GeoGebra Groups platform. The analysis of the students' productions, made in the light of Duval's Theory of Registers of Semiotic Representations, showed the difficulty of the students to move from one register to another, especially in the conversion of representations. As another result, the study showed how mathematics not only helps in solving problems, but also in understanding public health issues, such as the spread of the mosquito that transmits dengue.

Keywords: Mathematics Education. Teaching exponential function and geometric progression. GeoGebra.

Introdução

¹ Doutorando em Educação no Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Brasil. E-mail: jefmlima@gmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6456-8645>

² Doutora em Educação pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil. Professora titular na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Brasil. E-mail: luciane.mulazani@udesc.br - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7617-7310>

A situação da dengue no País em 2024, particularmente em Santa Catarina está sendo monitorada de forma rigorosa pela Secretaria de Estado de Saúde devido ao aumento preocupante de casos. A dengue é uma doença infecciosa transmitida pela picada da fêmea do mosquito *Aedes aegypti*; a melhor forma de evitá-la é combater os locais com acúmulo de água, pois são propícios para a criação desse mosquito transmissor.

O conhecimento matemático pode auxiliar na compreensão das informações relacionadas à dengue, contribuindo para a melhoria dos cuidados preventivos e tratamentos da doença. Isso envolve a modelagem da propagação do mosquito transmissor e a previsão de áreas de maior risco, possibilitando o desenvolvimento de estratégias mais eficazes de controle da dengue.

Para mostrar como a Educação Matemática tem um papel na formação crítica das pessoas, inclusive os estudantes, este artigo apresenta um relato de experiência de uma atividade realizada no ano de 2022 que trabalhou o ensino de função exponencial e progressão geométrica demonstrando como a matemática pode não apenas auxiliar na resolução de problemas, mas também na abordagem de questões de saúde pública.

O objetivo deste relato é destacar a importância da Educação Matemática na formação crítica dos estudantes, utilizando uma atividade na plataforma on-line do GeoGebra sobre função exponencial e progressão geométrica para demonstrar como a matemática pode contribuir para abordar temas relacionados à saúde pública, em especial a propagação da dengue.

Contexto da atividade

A atividade aqui relatada foi desenvolvida no ano de 2022 com a participação de trinta e seis estudantes de uma turma de segundo ano do Ensino Médio de uma escola no interior do estado de Santa Catarina. Em relação ao conteúdo matemático, tratou sobre função exponencial e progressão geométrica, com apoio de recursos de tecnologia digital disponíveis na plataforma Geogebra.

O ano de 2022 teve como uma de suas características, a qual consideramos relevante para as discussões do campo da Educação Matemática, o retorno às aulas nos ambientes escolares depois de um período de quase dois anos (2020 e 2021) nos quais medidas totais ou

parciais de distanciamento social em razão da pandemia de COVID-19³ modificaram as formas de ensinar e aprender da educação formal, em todos os níveis e modalidades de ensino. Aos professores, alunos, familiares, gestores e pesquisadores envolvidos e interessados nessas questões, coube um lugar no debate e nas ações tanto durante a pandemia para o encontro de soluções para viabilizar condições mínimas de permanência das relações de ensino e aprendizagem quanto pós-auge da pandemia para enfrentamento dos problemas identificados, muitos dos quais relacionados ao ensino e à aprendizagem de matemática na Educação Básica.

O relato de Carius e Rosa (2021), retrata situações da pandemia de COVID-19 que podem exemplificar realidades ocorridas em diferentes locais:

A aprendizagem em matemática não está sendo garantida durante as atividades em regime domiciliar em função das fragilidades do sistema, dos atores envolvidos e, também, do entendimento de prática pedagógica legítima para a disciplina de matemática. Caso as atividades realizadas em regime especial domiciliar sejam validadas como horas letivas, uma lacuna de precariedade e incertezas quanto à aprendizagem em matemática ficará registrada nesse período em função de toda a problemática, em diversos aspectos, descrita até o presente (Carius; Rosa, 2021, p. 161).

Em discussão semelhante, Goulart, Farias e Goulart (2021, p. 173) apontam que, para superação e problemas, “as instituições educacionais devem assumir a missão de estimular e orientar as aprendizagens, em lugar de abandoná-las ao acaso de uma aprendizagem espontânea”.

Nesse contexto da pandemia de COVID-19, o relatório do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF, 2022) tratou, dentre temas relevantes, sobre a importância do desenvolvimento de estratégias de recomposição das aprendizagens. De acordo com o relatório, uma pesquisa realizada em 122 países revelou que menos da metade deles, até àquela altura, tinha implementado estratégias em escala para que os alunos recuperassem aprendizagens que não foram construídas durante a pandemia. Tomar contato com essa informação e com trabalhos de professores e pesquisadores como os de Goulart, Farias e Goulart (2021) e de Carius e Rosa (2021) que produziram estudos sobre o tema foi motivação para que um professor de Ensino Médio – primeiro autor deste artigo – realizasse o projeto aqui apresentado. Além disso, a motivação para desenvolvimento da atividade também se relaciona com a prática do professor: em uma sondagem no início do ano de 2022 a respeito do que os alunos sabiam sobre função

³ A COVID-19 é causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, que foi identificado pela primeira vez em dezembro de 2019 em Wuhan, China. A Organização Mundial de Saúde (OMS) declarou a pandemia em 11 de março de 2020, quando a doença se espalhou para muitos países ao redor do mundo e confirmou o fim da Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional em 05 de maio de 2023. Disponível em: <https://www.paho.org/pt> Acesso em: 12 e abr. 2024.

exponencial – conteúdo que foi trabalhado no ano de 2021, em aulas remotas durante a pandemia de COVID-19 –, constatou que os alunos não demonstraram ter construído conhecimento do modo esperado para aquela etapa e, por isso, organizou seus planos de ensino sobre progressão geométrica, assunto do ano que estava iniciando, de modo a resgatar aprendizagens dos alunos sobre a função exponencial.

Nesse ponto, cabe ressaltar que o tema do projeto – a doença da dengue⁴ – é, no ano em que publicamos este artigo, um problema de saúde pública no Brasil, sendo Santa Catarina um dos Estados mais afetados. Por conta disso, consideramos fundamental realizar uma discussão sobre a importância da construção de conhecimentos sobre função exponencial e progressão geométrica para compreensão de questões relacionadas a importantes problemas para a sociedade, tais como os que envolvem a saúde pública.

Sobre o planejamento, o desenvolvimento e a análise da atividade

A atividade foi planejada e realizada pelo primeiro autor deste artigo, professor de matemática, em uma turma de segundo ano do Ensino Médio de uma escola privada de um município do interior do Estado de Santa Catarina, com a participação de trinta e seis alunos. As aulas foram presenciais e contaram com o suporte do GeoGebra para a criação de grupos no ambiente virtual (GeoGebra Grupos) e para a criação e utilização do recurso “folhas de trabalho”.

Foram abordados os conteúdos curriculares de função exponencial e de progressão geométrica e foi utilizada uma metodologia centrada na utilização de recursos tecnológicos da Plataforma GeoGebra. O tema da dengue foi discutido com os estudantes a partir de uma reportagem do G1, um portal de notícias on-line da Globo, que trouxe a seguinte chamada⁵: “Em pouco mais de três meses, 2022 se tornou o ano com mais mortes por dengue da história de Santa Catarina”. O que levou os estudantes a compreenderem que a forma mais eficaz de prevenir a dengue é por meio de ações que combatam o acúmulo de água, pois é o local propício para a procriação do *Aedes aegypti*.

Os objetivos da atividade foram:

- Em associação à Base Nacional Curricular Comum (BNCC), permitir a cada estudante

⁴ A dengue é uma doença causada pelo vírus pertencente à família Flaviviridae, do gênero Flavivírus, apresentando quatro sorotipos: DEN-1, DEN-2, DEN-3 e DEN-4. É transmitida pelo mosquito *Aedes Aegypti* que é encontrado em ambientes domésticos, sendo um dos principais problemas de saúde pública do Brasil. (Ferrari, 2022, p. 41.)

⁵ Disponível em: <https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2022/04/07/em-sc-2022-e-ano-com-mais-mortes-por-dengue-na-historia-e-doenca-preocupa-no-pais.ghtml> Acesso em: 12 de abr. 2024

“identificar e associar progressões geométricas (PG) a funções exponenciais de domínios discretos, para análise de propriedades, dedução de algumas fórmulas e resolução de problemas” (Brasil, 2017, p. 541) - habilidade EM13MAT508.

- No âmbito da Teoria das Representações Semióticas de Raymond Duval (Duval; Thadeu, 2016), por ser pouco trabalhado com os alunos (Lima, 2019), propiciar aos estudantes um trabalho com diferentes representações de um mesmo objeto matemático.

- Evidenciar a plataforma GeoGebra como apoio às atividades de ensino e aprendizagem.

O GeoGebra é um *software* dinâmico de matemática⁶ de código aberto e acesso gratuito. Em uma única plataforma de acesso gratuito – disponível em <https://www.geogebra.org> – reúne materiais sobre geometria, álgebra, planilhas, gráficos, estatísticas e cálculos aplicáveis a todos os níveis de ensino e permite a produção e o compartilhamento de materiais de aprendizagem interativos.

A plataforma do GeoGebra oferece diferentes opções para consulta e para produção de materiais, o que permite acesso a vários recursos disponibilizados por pesquisadores, professores e alunos de diversos países, podendo ser utilizados da maneira como estão ou ser adaptados. Além disso, pelo GeoGebra Grupos, oferece a possibilidade de criação e administração de grupos de pessoas, ou turmas de alunos, para trabalharem em conjunto. Para criar uma folha de trabalho, deve-se acessar, no perfil do usuário, a guia *Materiais* e clicar em *CRIAR*, selecionando *Atividade* e escolher a ferramenta desejada (texto, vídeo, aplicueta do GeoGebra, imagem, notas, ficheiro pdf, questão, link para a web), como ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - *Layout* inicial para composição de uma folha de trabalho



Fonte: GeoGebra (2022)

⁶ <https://www.geogebra.org/about>

Considerando que a atividade aconteceu no ano de 2022, ou seja, no retorno às aulas totalmente presenciais depois do fim do auge da pandemia de COVID-19, as aulas se iniciaram com o professor dialogando com os alunos sobre como a pandemia impactou os processos de ensino e de aprendizagem de matemática e sobre a importância de todos se envolverem em ações para retomar a aprendizagem que não foi completamente construída naquele período.

Realizado esse momento inicial de sensibilização, o professor compartilhou as folhas de trabalho com os alunos pelo GeoGebra Grupos. Os alunos, então, acessaram as folhas de trabalho utilizando suas contas pessoais do GeoGebra para conhecerem o material e ouvirem as explicações do professor sobre a atividade. Vale informar que os alunos já tinham trabalhado com essa plataforma durante a pandemia com o mesmo professor e, por isso, todos já tinham um perfil na plataforma e familiaridade com seu uso. Feito isso, de modo individual, os alunos resolveram as folhas de trabalho que posteriormente foram analisadas pelo professor.

As questões da folha de trabalho foram elaboradas pelo professor de tal modo que permitissem, tanto na apresentação dos problemas quanto na elaboração das soluções, a utilização de diferentes tipos de representação dos objetos matemáticos. Por exemplo, a representação de uma situação-problema foi solicitada em língua natural e depois convertida para a representação no registro tabular, no registro algébrico e no registro gráfico. Duval e Thadeu (2012, p. 269) sugerem que sejam disponibilizadas aos alunos atividades que requeiram sempre a mobilização sinérgica de dois e, às vezes, de três registros de representação, já que “as representações não são somente necessárias para fins de comunicação, elas são igualmente essenciais à atividade cognitiva do pensamento”.

A Teoria de Registro de Representação de Duval, segundo Duval e Thadeu (2012, p. 270) evidencia que “o funcionamento cognitivo do pensamento humano se revela inseparável da existência de uma diversidade de registros semióticos de representação”. Entretanto, os alunos têm dificuldade de reconhecer o mesmo objeto matemático em diferentes sistemas semióticos. À vista disso, o professor preparou uma atividade com a intenção de fazer o aluno explorar a representação de um mesmo objeto matemático nos registros de: língua natural, algébrico, numérico (representação de dados em tabela) e gráfico. Entendemos que assim, a partir de um enunciado (situação-problema) e uma sequência de questionamentos, o aluno seja instigado à escrita dessas diferentes representações.

Duval e Thadeu (2016, p. 4) afirmam que “a noção de registro é um instrumento de observação e de análise dos fenômenos de compreensão e de incompreensão na aprendizagem de matemática, qualquer que seja o domínio de matemática ensinado”.

A folha de trabalho foi intitulada “Crescimento Exponencial de infestação por *Aedes aegypti*”, seu *layout* no GeoGebra é apresentado na Figura 2 e uma melhor visualização está disponível para consulta no link⁷.

Foi formulada pelo professor de matemática, organizada em quatro partes. Na primeira, são apresentados os objetivos da atividade referentes aos objetos matemáticos, a saber: identificar a relação de dependência entre grandezas; construir e interpretar gráficos de uma função; analisar informações envolvendo a variação de grandezas como recurso para construção de argumentação. A segunda parte traz a contextualização do problema real, feita por meio da apresentação de manchetes (e de link para as notícias completas) retiradas de um jornal local que apresentam informações a respeito da situação da transmissão da dengue em Santa Catarina e em Itajaí no ano de 2022, que já se apresentava como preocupante por conta das mortes e do alto índice de infestação. Na terceira parte, a situação-problema é apresentada aos alunos, adaptada de Souza e Garcia (2016): *Suponha que uma fêmea do mosquito Aedes aegypti (1ª geração), com o vírus da dengue, coloque 200 ovos em um reservatório com água parada no quintal de uma casa. Além disso, considere que nas gerações futuras: metade das crias serão fêmeas; 30% das fêmeas nascerão infectadas com o vírus; as crias se reproduzirão no mesmo local e com a mesma proporção da mãe.* A quarta parte é composta das 7 questões que foram respondidas pelos alunos, a partir da situação-problema.

⁷ Disponível em: <https://www.geogebra.org/m/fvmgrx3x> . Acesso em 13 de abr. 2024.

Figura 2 - Layout da folha de trabalho no GeoGebra

Crescimento Exponencial de infestação por *Aedes aegypti*

Autor: Jeferson Lima

OBJETIVOS:

- Identificar a relação de dependência entre grandezas;
- Construir e interpretar gráficos de uma função;
- Analisar informações envolvendo a variação de grandezas como recurso para construção de argumentação.

Números crescem e SC chega a 11 mortes por dengue em 2022

O número de mortes por dengue aumentou de oito para 11 em Santa Catarina, segundo o boletim semanal da Diretoria de Vigilância Sanitária (Dive), divulgado na quarta-feira (13). O relatório analisa os casos e óbitos pela doença que ocorreram entre 2 de janeiro a 12 de abril de 2022.

Em pouco mais de três meses, 2022 se tornou o ano com mais mortes por dengue da história de Santa Catarina. Ao todo, segundo a Dive, são 26 cidades com epidemia da doença.

[Notícia Completa](#)



Itajaí divulga índice de infestação por *Aedes Aegypti*

A população de Itajaí deve ficar atenta à questão da dengue e fazer a sua parte, eliminando depósitos com água parada. Já temos alguns locais do Estado com registro de mortes e epidemia da doença, e o Levantamento Rápido do Índice de Infestação por *Aedes aegypti* (LIRAA), mostrou risco alto de infestação, por isso é importante redobrar os cuidados preventivos.

A transmissão ocorre quando a fêmea da espécie vetora se contamina ao picar um indivíduo infectado que se encontra na fase virêmica da doença, tornando-se, após um período de 10 a 14 dias, capaz de transmitir o vírus por toda sua vida através de suas picadas.

[Notícia Completa](#)

Considerando a notícia acima, sobre a infestação do *Aedes Aegypti* na cidade de Itajaí - SC, e analisando a situação abaixo, responda aos questionamentos:



(SOUZA E GARCIA - ADAPTADO) Suponha que uma fêmea do mosquito *Aedes aegypti* (1ª geração), com o vírus da dengue, coloque 200 ovos em um reservatório com água parada no quintal de uma casa. Além disso, considere que nas gerações futuras:

- metade das crias serão fêmeas;
- 30% das fêmeas nascerão infectadas com o vírus;
- as crias se reproduzirão no mesmo local e com a mesma proporção da mãe.

1. Construa uma tabela apresentando o número de fêmeas do *Aedes aegypti* infectadas nesse reservatório nas 5 primeiras gerações.

Aa π Escreva aqui a sua resposta ...

2. Analisando a tabela que você construiu no item 1, qual o número de fêmeas infectadas na 6ª geração?

Aa π Escreva aqui a sua resposta ...

3. Quantas gerações levaria para se ter 729.000.000 fêmeas infectadas?

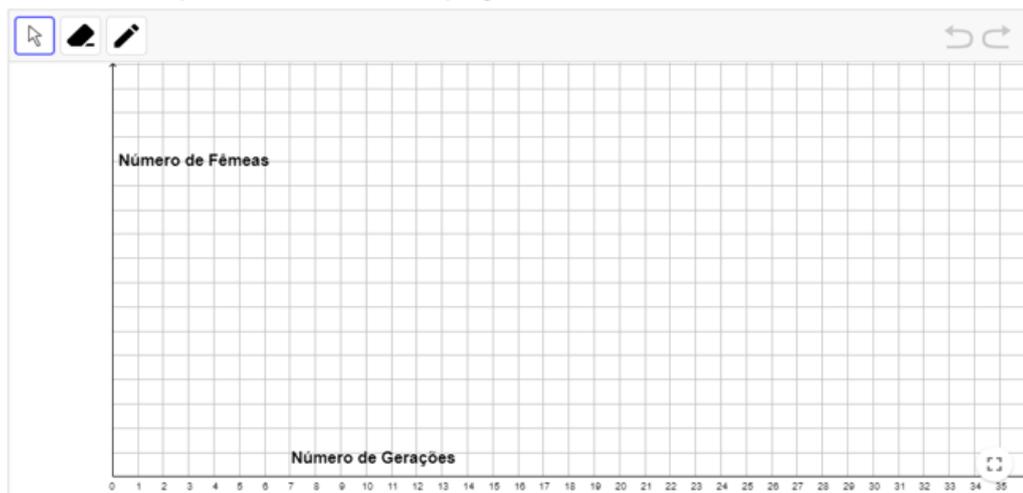
Assinale sua resposta aqui

- A 5
B 6
C 7
D 8
E 9

4. Estabeleça uma relação matemática que represente o número de fêmeas infectadas em função do tempo (gerações).

Aa π Escreva aqui a sua resposta ...

5. Construa um gráfico, utilizando o recurso caneta disponibilizado no GeoGebra, que represente o número de fêmeas infectadas pelo vírus em função do tempo (gerações).



6. Como varia o número de fêmeas do mosquito infectadas em função do número das gerações? Explique detalhadamente seu raciocínio para a representação gráfica do item 5.

Aa π Escreva aqui a sua resposta ...

7. Escreva a sequência das quantidades de fêmeas infectadas nas 5 primeiras gerações. Esta sequência é uma Progressão Aritmética ou Geométrica? Justifique.

Aa π Escreva aqui a sua resposta ...

Fonte: Autores (2022)

Após ser feita a representação dos dados na tabela do item 1, os alunos deveriam analisá-los para responderem aos itens seguintes.

O item 2 solicitava que fosse informado o número de fêmeas infectadas na sexta geração. O item 3 perguntava quantas gerações seriam necessárias para se ter 729.000.000 fêmeas infectadas. No item 4, os alunos deveriam estabelecer uma relação matemática que representasse o número de fêmeas infectadas em função do tempo (gerações). Avançando para o item 5, deveriam utilizar o recurso *caneta* da folha de trabalho para representarem o comportamento gráfico do número de fêmeas infectadas pelo vírus em função do tempo (gerações). Já no item 6, deveriam justificar essa representação por meio da linguagem natural, apresentando argumentos que fundamentassem sua resposta sobre como variou o número de fêmeas infectadas em função do número de gerações. E, por fim, no item 7, deveriam escrever a sequência das quantidades de fêmeas infectadas nas cinco primeiras gerações, justificando se a sequência era uma progressão aritmética ou geométrica.

Para realizar a atividade, os alunos utilizaram três aulas, cerca de 150 minutos, divididas em duas partes: na primeira, duas aulas no mesmo dia (100 minutos) para realização da atividade no ambiente digital com a utilização de notebook, tablet ou smartphone e, na segunda parte e em outro dia, uma aula (50 minutos) para correção.

Terminado o tempo da atividade das duas primeiras aulas, o professor informou que daria um *feedback*, em forma de *post* no GeoGebra Grupos, e que, na aula seguinte, as questões não corretas poderiam ser corrigidas.

Averiguando as atividades entregues, em um horário fora de sala de aula, o professor fez a correção e forneceu um *feedback* das respostas para cada aluno individualmente, uma facilidade que o GeoGebra Grupos oferece por meio dos *posts*, um espaço em que é permitido escrever um comentário, sendo gerado automaticamente um e-mail informando ao aluno ou ao professor sobre essa ocorrência. O professor não escreveu diretamente que a resposta estava errada, mas sim, forneceu questionamentos que instigavam os alunos a repensarem sua argumentação inicial e a corrigirem sua resposta. A Figura 3 apresenta a resposta inicial escrita por um estudante, o *feedback* do professor e a resposta final do aluno.

Figura 3 - Resposta escrita por um aluno e o *feedback* do professor

7. Escreva a sequência das quantidades de fêmeas infectadas nas 5 primeiras gerações. Esta sequência é uma Progressão Aritmética ou Geométrica? Justifique.

A f_x Esta sequência é uma Progressão Geométrica, pois o termo seguinte vem em razão do termo anterior ($q = 30$)

Esconder (2)

I 28/08/2022 18:12
Mas qual é a sequência?

G zzi 29/08/2022 11:23
(1, 30, 900, 27000, 81000) o número anterior é multiplicado por 30

Fonte: Acervo dos autores (2022)

Assim, na segunda parte da atividade, cada aluno acessou a atividade novamente e fez a leitura do *feedback* deixado pelo professor. Os alunos foram informados que deveriam fazer as devidas correções utilizando lápis e papel e depois postar a foto dessa produção no GeoGebra, via *post*, respondendo às perguntas que o professor havia deixado. Entretanto, quando o primeiro aluno havia terminado e tentou postar a foto de suas novas respostas, constatamos que a plataforma não estava aceitando a publicação de fotos como *post* e o professor precisou solicitar que cada aluno fizesse a entrega em uma folha de papel para que o professor pudesse fazer uma nova correção. Vale informar que não descobrimos a causa de a plataforma não aceitar, naquele momento, fotos como *post*, uma prática que o professor costumava utilizar em suas aulas. Para a análise dessas atividades, foram utilizados: (a) os registros de resoluções desenvolvidos pelos alunos nas folhas de trabalho e armazenados na plataforma do GeoGebra Grupos; (b) o diário de bordo do professor, contendo as observações feitas durante a aplicação (quantidade de alunos presentes, dúvidas e discussões geradas pelos alunos); (c) os áudios gravados pelo professor em seu smartphone; (d) a entrega da correção da atividade em papel.

Os resultados são aqui apresentados com a identificação dos alunos por meio de códigos formados pela letra “A” (aluno) seguida de um número - A1, A2, A3 -, a fim de manter o anonimato.

Nas correções das folhas de trabalho, o professor percebeu que a maior dificuldade dos alunos foi converter os dados representados em uma tabela, construída por eles, para o registro

algébrico e, sobretudo, para a sua representação gráfica. A Figura 4 ilustra a dificuldade identificada na resposta do aluno A27. Esse aluno, que inicialmente representou o registro tabular da forma adequada, não representou corretamente a função algébrica e tampouco a gráfica.

Após o *feedback* do professor, o aluno utilizou o recurso de progressão geométrica, possivelmente por ser o assunto que a turma estava estudando na atual etapa, para representação algébrica da situação-problema. Mas, não conseguiu converter para a representação gráfica, representando-a por meio de um gráfico de barras, o que não caracteriza uma função exponencial.

Analisando cada um dos itens, constatamos que no primeiro deles, o qual solicitava a construção de uma tabela apresentando o número de fêmeas infectadas do *Aedes aegypti* nesse reservatório nas cinco primeiras gerações, dos 36 alunos, sete não fizeram a representação adequada. Destes sete alunos, seis representaram o número de gerações por meio de uma sequência geométrica, conforme exemplificado na Figura 5, que mostra que A1 não levou em consideração o que o item requeria. Um outro aluno, A30, deduziu que na primeira geração havia 100 fêmeas e na segunda 300 fêmeas, conforme apresentado na Figura 6.

Figura 4 - Exemplo de dificuldade apresentada pelos alunos para conversão de registros

4. Estabeleça uma relação matemática que represente o número de fêmeas infectadas em função do tempo (gerações).

A $f(n) = 30^n$

f_x

Esconder (2)

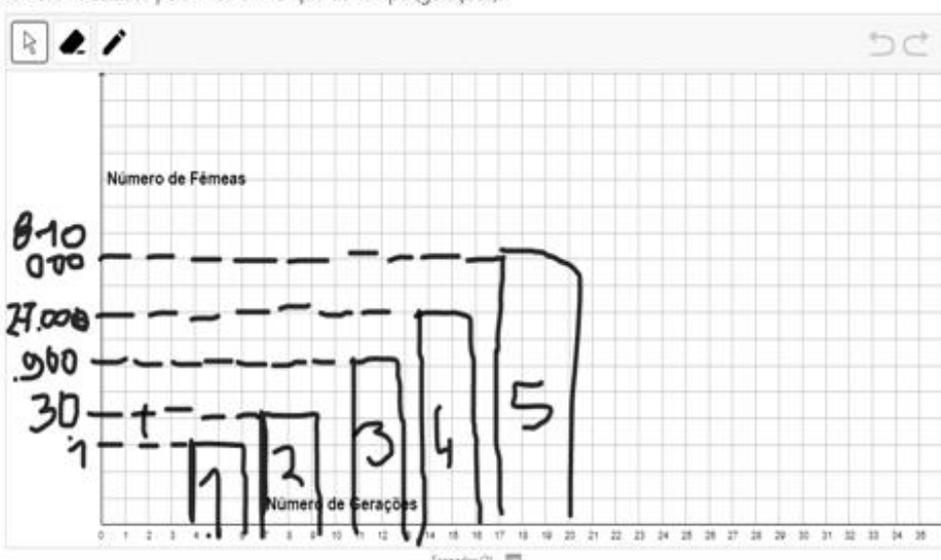
28/08/2022 18:32

Essa função não representa a tabela apresentada no item 1. Teste alguns valores, desde a geração 1, e analise o que pode estar faltando em tua representação algébrica.

F 29/08/2022 11:17

$a_n = 30^{n-1}$

5. Construa um gráfico, utilizando o recurso caneta disponibilizado no GeoGebra, que represente o número de fêmeas infectadas pelo vírus em função do tempo (gerações).



26/08/2022 18:32

Os gráficos de barra permitem visualizar rapidamente tendências e comportamentos, mas nessa situação problema ele não representa a função que tu apresentou no item 4. Que tipo é a função? Outro ponto importante que deve considerar: que tipo de domínio temos para essa função? Uma dica: Pesquise em seu material do 1º ano a diferença entre domínio discreto e contínuo. Depois volte na questão e faça as devidas correções.

Fonte: Acervo dos autores (2022)

Figura 5 - Representação incorreta feita pelo aluno A1

1. Construa uma tabela apresentando o número de fêmeas do *Aedes aegypti* infectadas nesse reservatório nas 5 primeiras gerações.

A pg (1,30,900,27.000,810.000)

f_x

Fonte: Acervo dos autores (2022)

Figura 6 - Representação incorreta feita pelo aluno A30

1. Construa uma tabela apresentando o número de fêmeas do *Aedes aegypti* infectadas nesse reservatório nas 5 primeiras gerações.

A	Gerações	número de infectados	total
f_x	1 geração	100 fêmeas	200
	2 geração	300 fêmeas	600
	3 geração	900 fêmeas	1800
	4 geração	27000 fêmeas	5400
	5 geração	810000 fêmeas	16.200
	TOTAL:	12.100 fêmeas foram infectadas	24.200 o total de que as crias irão se reproduzir pela mesma proporção da mãe

Fonte: Acervo dos autores (2022)

Pudemos verificar que estes sete alunos também não conseguiram converter satisfatoriamente a representação tabular para representação algébrica e gráfica. Tal fato possivelmente se deva à não representação correta da tabela, já que ela pode auxiliar na compreensão de que toda função é uma relação entre duas grandezas de tal forma que a variação de valores ou características em uma gera variação na outra.

No item 2, o qual requeria a análise da tabela construída no item 1 para responder qual o número de fêmeas infectadas na 6ª geração e no item 3, que perguntava sobre quantas gerações levaria para se ter 729.000.000 fêmeas infectadas, todos os alunos conseguiram responder corretamente. Iniciar a atividade solicitando que os alunos representassem as informações provenientes da situação-problema por meio de uma tabela forneceu os dados necessários para que os alunos compreendessem que o número de fêmeas infectadas se assemelha a uma progressão geométrica, pois seu crescimento ocorre por meio da multiplicação do termo anterior por 30 e, conseqüentemente, a razão é igual a 30. Além disso, nesses dois itens, podia-se verificar que a diferença entre os termos consecutivos não era constante, o que evidenciava, por exemplo, que a sequência não poderia ser uma progressão aritmética.

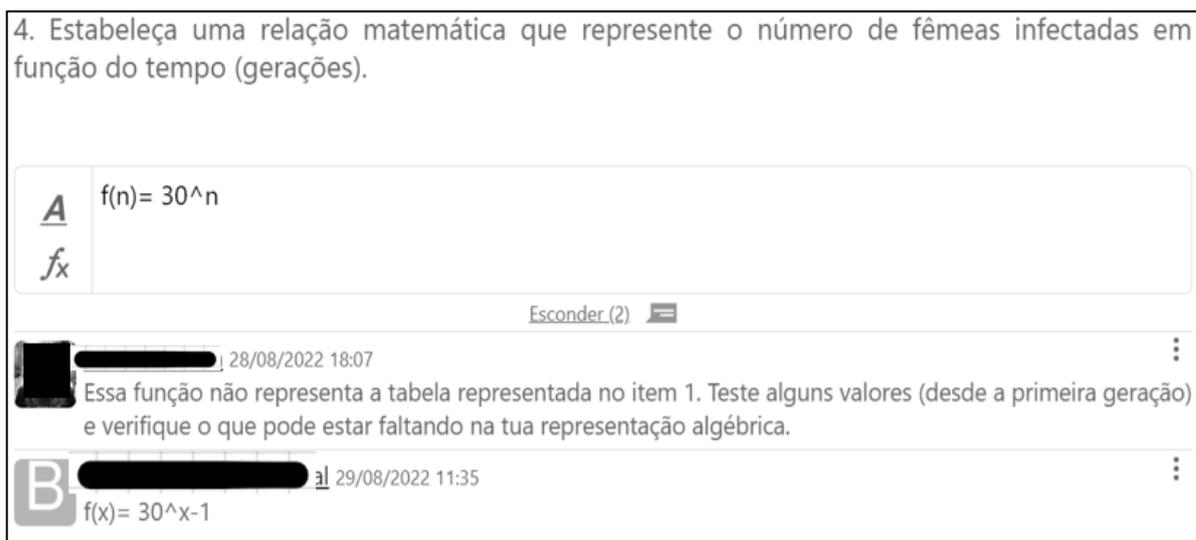
Já no item 4, o qual solicitava que os alunos estabelecessem uma relação matemática que representasse o número de fêmeas infectadas em função do tempo (gerações), dos 36 alunos, 21 responderam satisfatoriamente, 14 responderam de forma incorreta e um não respondeu. Tal constatação, remete à dificuldade que os alunos demonstram em transitar do registro tabular para o registro algébrico.

Percebemos, também, que a maioria desses 14 alunos respondeu que a função que

representava a situação-problema se dava por $f(n) = 30^n$, não levando em consideração que, desta forma, a primeira geração de fêmeas se daria por 30. O item 4 foi uma oportunidade para que os alunos percebessem que na representação de uma função exponencial, para que os valores discretos de n ($n \in \mathbb{N}^*$) correspondam aos termos a_n de uma progressão geométrica, pode ser exigido fazer um determinado ajuste no valor do expoente, pois pela experimentação, ao se substituir n por 1 na função $f(n) = 30^n$, o resultado seria o valor do termo a_2 , ou seja, 30, ao invés do termo a_1 , o que não representaria corretamente a tabela.

Por meio do *feedback* dado pelo professor, estes alunos tiveram a oportunidade de repensar e corrigir a questão. A Figura 7 apresenta a resposta do aluno A2 ao item, o *feedback* do professor e a resposta final do aluno, desta vez, correta.

Figura 7 - Resposta e contrarresposta escrita pelo aluno A2 e o *feedback* do professor



4. Estabeleça uma relação matemática que represente o número de fêmeas infectadas em função do tempo (gerações).

A $f(n) = 30^n$

Esconder (2)

Essa função não representa a tabela representada no item 1. Teste alguns valores (desde a primeira geração) e verifique o que pode estar faltando na tua representação algébrica.

B $f(x) = 30^{x-1}$

Fonte: Acervo dos autores (2022)

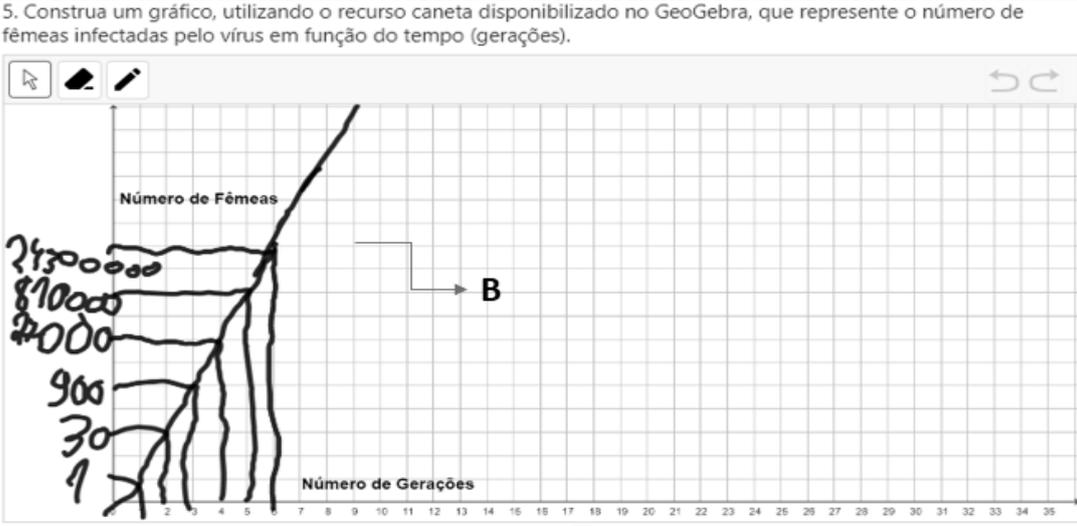
Quanto aos itens 5 - o qual solicitava a construção de um gráfico, utilizando o recurso caneta disponibilizado no GeoGebra, que representasse o número de fêmeas infectadas pelo vírus em função do tempo (gerações) - e 6 - o qual solicitava a explicação do raciocínio utilizado para representação gráfica de como variava o número de fêmeas do mosquito infectadas em função do número das gerações, e, dos 36 alunos, apenas 16 responderam de forma correta. Dos outros 20, 16 responderam de forma incorreta e quatro não responderam. Esses dados evidenciam que mais da metade da turma não desenvolveu adequadamente a competência necessária ao Ensino Médio sobre a conversão de registros em objetos matemáticos e não conseguiu comunicar, por meio da representação gráfica, o resultado da situação-problema. Em se tratando da competência, ela é indicada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e

determina que é necessário para o aluno “compreender e utilizar, com flexibilidade e precisão, diferentes registros de representação matemáticos (algébrico, geométrico, estatístico, computacional etc.), na busca de solução e comunicação de resultados de problemas”. (Brasil, 2017, p. 531).

Nestes itens, era relevante que os alunos percebessem que a tabela representada no item 1 deveria ser convertida para representação gráfica, já que dela poderiam ser extraídos os domínios e imagens para representação de pontos no plano cartesiano. Além disso, os alunos deveriam levar em consideração que a situação-problema abordada possuía seu domínio no conjunto dos números Naturais, e, por isso, teriam uma função exponencial discreta, ou seja, a curva a ser representada deveria ser apenas pontilhada e não contínua. Entretanto, os 16 alunos que não responderam satisfatoriamente se utilizaram de representações como: curva com domínio nos números Reais (5 alunos), retas (8 alunos) e barras (3 alunos).

Figura 8 (A, B, C, D) - Resposta do aluno A3 e *feedback* do professor

5. Construa um gráfico, utilizando o recurso caneta disponibilizado no GeoGebra, que represente o número de fêmeas infectadas pelo vírus em função do tempo (gerações).



Percebi que tua representação gráfica iniciou na origem. Se você analisar a tabela que construiu no item 1, qual seria o primeiro ponto a ser representado no gráfico? Além disso, que tipo de domínio temos para essa função? Uma dica: Pesquise em seu material do 1º ano a diferença entre domínio discreto e contínuo. Depois volte na questão e faça as devidas correções.

Escreva um feedback para o aluno ...

6. Como varia o número de fêmeas do mosquito infectadas em função do número das gerações? Explique detalhadamente seu raciocínio para a representação gráfica do item 5.

A como na primeira geração existia apenas uma fêmea infectada ela criou 30 fêmeas infectadas, onde cada uma das trintas criaram outras 30 fêmeas infectadas (criando aquela linha de crescimento que atravessa a tabela), isso ocorrendo a cada geração indo de 1, 30, 900, 27000, 810000, 24300000 e assim continua

Escondido (1)

Se a função varia da forma que tu descreve acima, porque você representou o gráfico por meio de uma reta? Que característica um gráfico de reta possui? É o adequado para essa situação-problema? Uma reta representa que tipo de função?

Escondido (1)

Labels A, B, C, and D are placed around the image to indicate specific points of interest: A points to the student's explanation for question 6, B points to the curve in the graph, C points to the teacher's feedback for question 5, and D points to the teacher's question about the line graph.

Fonte: Acervo dos autores (2022)

Na Figura 8, observa-se que um dos alunos – A3-, o qual selecionamos como exemplo, detalhou o raciocínio utilizado para representação gráfica em língua natural (Figura 8 - A) e compreendeu a relação entre o número de gerações e de fêmeas infectadas, entretanto, na conversão da representação tabular para gráfica (Figura 8 – B), ele representou uma reta, a qual ele chamou de linha, e, além disso, representou a reta partindo da origem, o que não condizia com sua justificativa. Nesse sentido, Duval e Thadeu (2012) esclarecem que os alunos sentem dificuldade em reconhecer e converter o mesmo objeto matemático em suas diferentes representações e afirma que “pode-se observar, em todos os níveis de ensino, na grande maioria dos alunos, um isolamento de registros de representação. Estes não reconhecem o mesmo objeto nas representações que são dadas em sistemas semióticos diferentes” (Duval e Thadeu, 2012, p. 283).

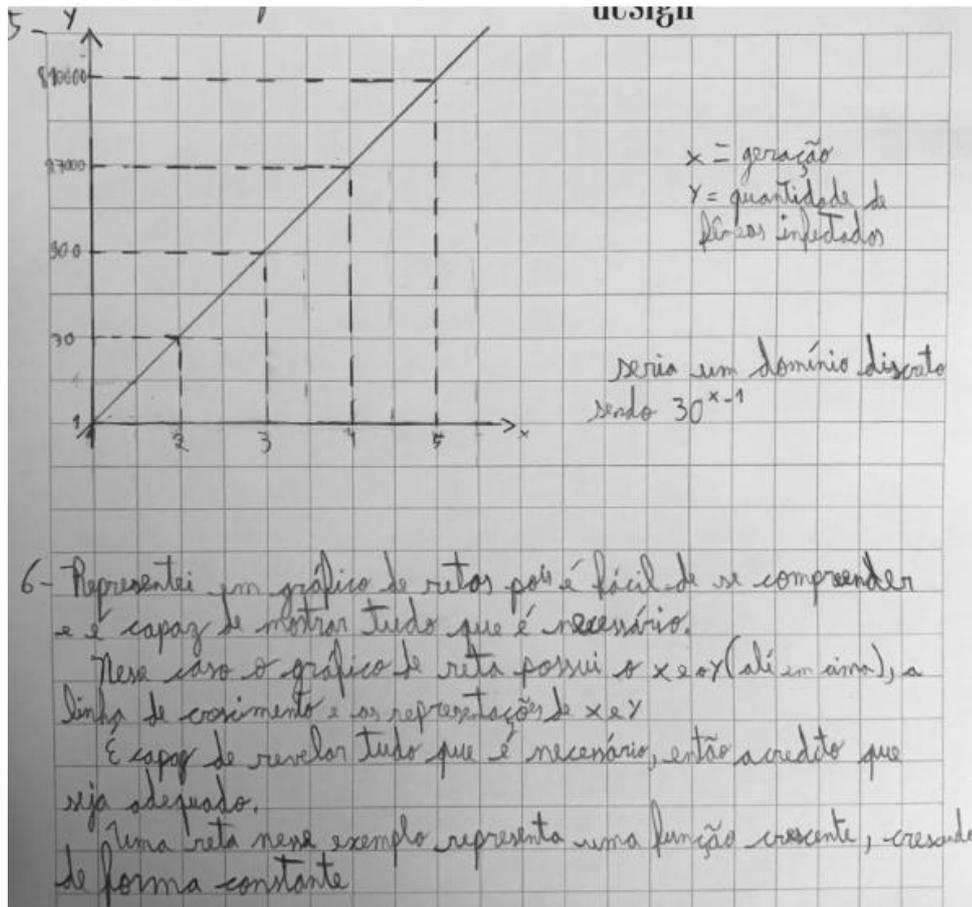
Após o *feedback* dado pelo professor (Figura 8 – C e D), este mesmo aluno refez a atividade, no ambiente do lápis e do papel (Figura 9), e entregou ao professor para nova correção. Entretanto, mesmo o professor deixando questionamentos quanto à primeira representação gráfica apresentada pelo aluno e sugerindo que ele pesquisasse no material do primeiro ano (2021) sobre a diferença entre um domínio discreto e contínuo, ele não conseguiu avançar.

A Figura 9 mostra que o aluno compreende que o número de fêmeas do mosquito infectadas aumenta em relação ao número de gerações, porém na representação gráfica, ele não conseguiu demonstrar como esses números variavam, representando de forma não satisfatória. Além disso, o aluno ainda argumenta em sua correção que “uma reta nesse exemplo representa uma função crescente, crescendo de forma constante”, o que revela defasagens na aprendizagem e um raciocínio pouco desenvolvido.

Por fim, no item 7, o qual solicitava que o aluno escrevesse a sequência das quantidades de fêmeas infectadas nas cinco primeiras gerações e justificasse se esta sequência era uma Progressão Aritmética ou Geométrica, obtivemos 30 respostas satisfatórias, cinco respostas insatisfatória e uma não respondida. Analisando as respostas, percebemos que os alunos compreenderam que a sequência se tratava de uma progressão geométrica, mesmo nas cinco respostas não satisfatórias. Nesses casos o erro se deu pelo fato de não representarem os resultados em forma de sequência, entretanto as justificativas eram aceitáveis. A Figura 10 demonstra, como exemplo, a resposta de uma das alunas, A32, que compreendeu que a situação se tratava de uma progressão geométrica, mas não soube representar adequadamente.



Figura 9 - Resposta do aluno A3 após o *feedback* do professor



Fonte: Acervo dos autores (2022)

Figura 10 - Resposta da aluna A32 que não representou adequadamente a progressão geométrica

7. Escreva a sequência das quantidades de fêmeas infectadas nas 5 primeiras gerações. Esta sequência é uma Progressão Aritmética ou Geométrica? Justifique.

A 1 fêmea
30 fêmeas
 f_x 900 fêmeas
27000 fêmeas
810000 fêmeas

Progressão geométrica: corresponde a uma sequência numérica cujo quociente (q) ou razão entre um número e outro (exceto o primeiro) é sempre igual. **Em outras palavras, o número multiplicado pela razão (q) estabelecida na sequência, corresponderá ao próximo número.**
É uma sequência crescente, que vai aumento o número de casos em relação as pessoas contaminadas.

Fonte: Acervo dos autores (2022)

Aproveitar o momento em que essa turma de alunos estudava progressão geométrica para propor uma atividade sobre função exponencial no GeoGebra Grupos, que tratava de um tema real vivenciado pela comunidade em que o grupo está inserido, pareceu-nos uma ação oportuna por dois motivos. O primeiro porque estimulamos e orientamos a recomposição da aprendizagem em função exponencial, em lugar de abandoná-la ao acaso de uma aprendizagem espontânea, como dito em Goulart, Farias e Goulart (2021). Segundo porque concordamos com Duval e Thadeu (2016, p. 21) quando afirmam que

Se queremos que todos os alunos entrem na maneira matemática de trabalhar e que eles possam realmente utilizar os conhecimentos matemáticos, é preciso que esses fatores cognitivos se traduzam em variáveis didáticas na organização de situações de aprendizagem.

Nesse sentido, concordamos que proporcionar uma situação de aprendizagem sob “a presença de ferramentas pedagógicas capazes de promover a compreensão do mundo atual, sob o olhar da matemática e da tecnologia, também é de extrema relevância” (Carius; Rosa, 2021, p. 161).

Com relação à aprendizagem de matemática, ficou evidente a dificuldade que os alunos apresentaram na conversão do registro tabular para o registro algébrico ou gráfico. Outro ponto importante a considerar foi a dificuldade de os alunos compreenderem que uma função pode apresentar um domínio discreto ou contínuo. Observamos nas resoluções dos itens da atividade que a maioria dos alunos não considerou representar o gráfico por pontos e uma curva pontilhada retratando o domínio que era discreto na situação proposta. Por isso, cabe a nós, professores, desenvolvermos atividades que proporcionem aos alunos a recomposição das aprendizagens em matemática e, dentro do possível, destacar o papel fundamental que a Teoria dos Registros de Representações Semióticas de Duval pode representar na aprendizagem de matemática.

Encerramos este relato com a esperança de que todos os educadores matemáticos levem em consideração, em suas práticas docentes, que a pandemia da COVID-19 deixou um retrocesso na educação e “a perda da aprendizagem traz consigo um imenso desafio a ser superado, já que se deve buscar por estratégias de recomposição da aprendizagem em concomitância com os conteúdos de cada componente curricular atuais” (Rolim, 2022, p. 5).

Considerações Finais

Problemas de saúde pública estiveram relacionados com o projeto de ensino e

aprendizagem de matemática apresentado neste artigo. Primeiro, porque nasceu como uma proposta, por parte do professor que o realizou, para enfrentamento de dificuldades de aprendizagem de seus alunos decorrentes das situações atípicas vivenciadas durante os modelos de aula que aconteceram durante a pandemia de COVID-19. Segundo, porque o tema escolhido foi a doença da dengue a qual, durante o projeto realizado em 2022, não estava em situação grave como a que vivemos no ano de 2024. Isso mostra como a Educação Matemática tem um papel crítico na formação cidadã.

Agradecimentos:

A pesquisa aqui relatada foi realizada com apoio do Programa de Bolsas de Estudo UNIEDU/FUMDES – Pós-graduação do Estado de Santa Catarina, por meio da concessão de uma bolsa de estudos ao primeiro autor deste artigo.

Referências

- CARIUS, A. C.; ROSA, T. L. C. P. da. A escola fechou. E agora? Discutindo as práticas pedagógicas em Matemática em tempos de COVID-19. **Revista BOEM**, Florianópolis, v. 9, n. 18, p. 143-162, 2021.
- DUVAL, R.; THADEU, M. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. **REVEMAT: Revista Eletrônica de matemática**, v. 7, n. 2, p. 266-297, 2012.
- DUVAL, R.; THADEU, M. Questões epistemológicas e cognitivas para pensar antes de começar uma aula de matemática. **REVEMAT: Revista Eletrônica de matemática**, v. 11, n. 2, p. 1-78, 2016.
- FERRARI, Lucas Scarini. **Uma proposta do uso de funções via Geogebra na representação gráfica dos casos de covid-19 e dengue**. 2022.
- GOULART, J. S. S.; FARIAS, L. M. S.; GOULART, C. Algumas reflexões sobre os impactos sofridos pelos sistemas didáticos em tempos de pandemia. **Revista BOEM**, Florianópolis, v. 9, n. 18, p. 163-175, 2021.
- LIMA, J. M. **Objetos dinâmicos de aprendizagem para exploração do conceito de função na perspectiva da covariação**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Joinville, p. 101. 2019b.
- SOUZA, J.; GARCIA, J. **Contato matemática**. São Paulo: FTD, v. 3, 2016.
- ROLIM, R. C. Impactos do ensino tradicional durante a retomada das aulas presenciais. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar**, v. 3, n. 4, p. e341363-

UNICEF. **Fundo das Nações Unidas para a Infância**. Disponível em:

<https://www.unicef.org/reports/where-are-we-education-recovery>. Acesso em: 09 out. 2022.