

A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA NUMA SOCIEDADE TECNOLÓGICA EM TEMPOS DE ISOLAMENTO SOCIAL

Luiz Carahu da Cunha Neto

Mestre em Matemática - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio - Profmat).
Professor do Ensino Fundamental – Matemática (PEF) da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.
luizccn@yahoo.com.br

Christine Sertã Costa

Doutora em Engenharia de Produção – Coppe/UFRJ.
Professora do Colégio Pedro II e da PUC-Rio.
cserta@globo.com

Resumo

O presente estudo tem a finalidade de propor uma reflexão sobre a importância da Educação Matemática Crítica (EMC), subsidiada por fatos do cotidiano, como o tempo de isolamento social provocado pela pandemia de COVID-19, no ano de 2020. Tem foco principal na promoção de conhecimento, aliada ao exercício da cidadania e à prática da democracia e se vale do desenvolvimento tecnológico que vem ocorrendo na sociedade. Durante esse período ficou bastante evidenciado, especialmente pelos grandes meios de comunicação, o termo “modelo matemático”. Modelos matemáticos se propõem a descrever fenômenos diversos. Várias análises baseadas em alguns desses modelos foram descritas e buscaram explicar a forma e o ritmo em que estava se dando o contágio da epidemia, contribuindo para a construção de estratégias de prevenção. O trabalho aqui apresentado trata-se do relato de uma experiência que propõe um modelo matemático simplificado, cujo objetivo é conduzir o alunado a produzir reflexões sobre a importância do isolamento social e dos hábitos de higiene no controle do contágio em massa da população pela COVID-19. O modelo foi aplicado a alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública do Rio de Janeiro. Pretendeu-se assim que a proposta agregasse conhecimento matemático ao exercício pleno da cidadania, objetivando o bem comum da sociedade e evidenciando a força da matemática como ciência de transformação social.

Palavras-chave: Educação Matemática Crítica; Modelos Matemáticos; Cidadania; Democracia; Isolamento Social.

CRITICAL MATHEMATICAL EDUCATION IN A TECHNOLOGICAL SOCIETY IN TIMES OF SOCIAL ISOLATION

Abstract

This study aims to propose a reflection on the importance of Critical Mathematical Education (EMC), subsidized by everyday facts, such as the time of social isolation caused by the pandemic of COVID-19, in the year 2020. The current study has as its central focus promoting knowledge, combined with the exercise of citizenship, the practice of democracy and uses the technological development that has been occurring in society nowadays. During this period, the term “mathematical model” became quite evident, especially by the mainstream media. Mathematical models propose to describe different phenomena. Several analysis, based in some of these models were described and sought to explain the way and the pace of contagion of the epidemic, contributing to the construction of prevention strategies. The work presented here proposes a simplified mathematical model, whose objective is to lead students to make reflections on the importance of social isolation and hygiene habits in controlling the mass contagion of the population by COVID-19. The model was applied to 9th grade students in a public school in Rio de Janeiro. It was our wish that the proposal would add mathematical knowledge to the full exercise of citizenship, aiming the society`s common good and highlighting the strength of mathematics as a science of social transformation.

Keywords: Critical Mathematical Education, Mathematical models, citizenship, democracy, social isolation.

Introdução

No início de 2020, uma grave crise sanitária (cujo estopim ocorreu na cidade de Wuhan, na China, no final do ano de 2019) acometeu o mundo de maneira avassaladora. A epidemia causada por um novo coronavírus, cuja doença foi denominada como COVID-19, se estendeu a níveis mundiais tornando-se, em março de 2020, uma pandemia e provocando graves mudanças na sociedade em diversos aspectos, com destaque para o campo das relações sociais, dos hábitos de higiene e do setor econômico. De repente, as pessoas tiveram que se reinventar, implementando às suas rotinas novos hábitos comportamentais, descobrindo novas relações sociais e de trabalho e vivenciando perdas e dores profundas. O afastamento social e hábitos mais severos de higiene foram protocolos adotado pela maioria dos países para evitar o alastramento da doença. Assim, a população foi orientada a permanecer em suas casas sempre que possível, saindo apenas para as chamadas atividades essenciais e a terem cuidados específicos de higienização.

Este protocolo impactou fortemente vários setores da economia e das relações sociais e pessoais. Para ajudar a entender (e prever) alguns desses impactos, foram utilizados inúmeros modelos matemáticos na tentativa de compreender essa nova realidade. Fazemos aqui o entendimento de modelo matemático como Vertuan, tal que:

Um modelo matemático, por sua vez, consiste em um sistema conceitual, descritivo ou explicativo, expresso por meio de uma linguagem ou de uma estrutura matemática, com a finalidade de descrever o comportamento de outro sistema e permitir a realização de previsões sobre esse outro. (LESH; CARMONA; HJALMARSON, 2006, apud ALMEIDA; VERTUAN, 2011, p. 21)

Estes modelos matemáticos ajudaram a comprovar que as medidas restritivas, embora duras, eram imprescindíveis. Uma série de gráficos e tabelas com resultados e projeções sobre o comportamento da doença passaram a fazer parte do cotidiano do que era divulgado. Essa situação pandêmica foi uma oportunidade importante para mostrar como a educação matemática crítica, alinhada à tecnologia, é importante para a construção de uma sociedade mais consciente. A possibilidade de se construir e apresentar modelos matemáticos próximos da realidade e que objetivam promover o bem social e contribuir no exercício da cidadania, trouxeram motivação e interesse ao educando, tornando a aprendizagem da matemática mais significativa. Cabe destacar também a importância da tecnologia nesse momento, uma vez que, através do uso de aplicativos e plataformas diversas, relações de trabalho foram reinventadas, informações foram divulgadas e distâncias foram minimizadas.

Especificamente nas escolas, fechadas nesse período, todo o trabalho feito por professores e gestores, seja em termos sociais, seja em termos acadêmicos, só foi possível de ser realizado essencialmente de forma remota, valendo-se de recursos tecnológicos diversos.

O presente trabalho apresenta o relato de uma experiência que consistiu numa atividade a distância, construída com alunos de uma escola pública de Ensino Fundamental – 2º segmento, do Rio de Janeiro, alinhada com as questões fundamentadas pela educação matemática crítica. Nela, os alunos participantes foram apresentados a alguns modelos matemáticos simples que apontavam a importância da adesão ao isolamento social e demais cuidados com a higiene, estratégias orientadas à época pela OMS – Organização Mundial da Saúde. Os alunos também foram convidados a contribuir com sugestões para a melhoria dos modelos, se tornando protagonistas da proposta e

desenvolvendo um fazer democrático e participativo, em prol do bem comum, como defende Barbosa:

Modelagem Matemática é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e investigar, por meio da Matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade. (BARBOSA, 2001, p. 15)

Os resultados dessa atividade estão apresentados ao longo deste trabalho.

A importância da educação matemática crítica

Durante muito tempo, o ensino de matemática teve, para uma parte considerável da sociedade, a leitura de que o trabalho do professor consistia em transferir conteúdos incontestáveis aos alunos (apoiando-se na máxima de que a matemática é uma ciência exata), para que esses alunos se tornassem aptos a resolver problemas, utilizando os conceitos ensinados. Desta forma, segundo Freire (1987), “a educação se torna um hábito de depositar, em que os educandos são os depositários e o educador o depositante”. A busca, quase sempre, era por uma solução única e qualquer desvio da resposta esperada era caracterizada como solução errada. Dificilmente reflexões a respeito do raciocínio desenvolvido pelo aluno eram incentivadas e era perdida a possibilidade de se estabelecer uma discussão crítica sobre o possível erro. Tal rotina não permitia a percepção do quanto esse erro poderia ser interessante ou útil na construção de novas estratégias de solução, ou na promoção de importantes debates e ainda na aquisição de novos saberes.

Esse tipo de ensino da matemática é assim percebido por Rogers (1994) apud Skovsmose:

No modo tradicional (...), ‘o professor é o detentor do conhecimento e do poder’ e ‘regras ditadas por uma autoridade são a política aceita para a sala de aula’. Espera-se que os alunos sejam captadores do conhecimento, e as avaliações sejam usadas para medir o grau de retenção que eles conseguem atingir. (ROGERS apud SKOVSMOSE, 2010, p. 15)

Ainda hoje é possível se encontrar esse tipo de concepção acerca do ensino da matemática. Acreditamos que esse fazer contribui para o afastamento do alunado em relação à disciplina, levando a algumas consequências negativas, tais como alta rejeição, baixo rendimento e evolução de um sentimento de que aprender matemática é só para alguns.

Daí a importância de mudar a estratégia de abordagem da matemática em sala de aula. Segundo Skovsmose (2010), uma proposta de solução é a implantação da Educação Matemática Crítica (EMC), fortemente baseada no diálogo e na construção democrática

do conhecimento. A Educação Matemática Crítica tem fortes laços com a prática da democracia. Nas palavras de Skovsmose:

[...] estamos de acordo com a proposição de que a relação entre Educação Matemática e democracia é crítica. E se Educação Matemática deve ser organizada para apoiar ideais democráticos, então se torna essencial rever e refazer todos os aspectos da Educação Matemática (SKOVSMOSE, 2010, p. 142)

Essa abordagem da Matemática, libertadora em muitos aspectos, faz com que a mesma se apresente mais eficiente e atraente, melhorando a relação aluno-disciplina. Além do mais, aproxima ainda mais o educando do exercício da democracia, ajudando-o a tornar-se um cidadão conscientemente politizado e participativo na construção, em parceria com seu professor, do conhecimento em sala de aula e dando significado ao seu aprendizado. A aprendizagem torna-se, assim, significativa. Nas palavras de Ausubel:

A aprendizagem significativa envolve a aquisição de novos significados e os novos significados, por sua vez, são produtos da aprendizagem significativa. Ou seja, a emergência de novos significados no aluno reflete o complemento de um processo de aprendizagem significativa. (AUSUBEL, 1980, p. 34)

Ou seja, ao estabelecer uma relação entre o objeto de estudo e a realidade do educando, agregando um significado real para aquela jornada de aprendizado, faz-se do processo ensino-aprendizagem um evento verdadeiramente significativo para este aluno, motivando-o para a descoberta e apropriação de novos saberes.

Estabelecendo uma Relação entre a Educação Matemática Crítica e uma Sociedade Tecnológica

Segundo Skovsmose (2013), com o avanço da tecnologia, a matemática, através de seus modelos, passou a experimentar a possibilidade de apresentar projeções de diversos fenômenos do mundo real, cada vez com mais perfeição, permitindo assim, desenvolver algumas previsões apuradas para o futuro. Estes modelos são cada vez mais utilizados na tomada de decisões mostrando que a matemática também tem influência política e social na sociedade. Podemos citar alguns bons exemplos em que tal assertiva é facilmente perceptível: no sistema econômico, cada vez mais regido por modelos matemáticos que buscam as melhores oportunidades de investimento; no desenvolvimento técnico contínuo de grandes redes de computadores, que permitem às pessoas trabalhar através da internet; no avanço constante dos sistemas tecnológicos de comunicação em massa, que influenciam diretamente as ações e comportamentos das pessoas nas tomadas de suas próprias decisões, entre outras.

Diante disso, percebe-se um tipo de conhecimento que se mostra extremamente importante dentro da EMC, que é o conhecimento tecnológico. Este conhecimento distingue-se pela capacidade de criar e utilizar modelos matemáticos que, juntamente com outros conhecimentos, represente uma situação-problema real. E, mais especificamente dentro da EMC, vislumbra-se a possibilidade de que este modelo tenha o poder de trazer cada vez mais consciência crítica e transformadora para a sociedade.

Desenvolvimento do Trabalho

Na realização deste trabalho definiu-se como público-alvo os alunos do 9º ano do ensino fundamental de uma escola municipal da cidade do Rio de Janeiro. Importante também frisar que o mesmo teve suas particularidades devido ao isolamento social provocado pela pandemia. Toda a interação com os alunos foi feita via redes sociais e outros recursos tecnológicos, que se tornaram muito populares em pouco tempo e estavam disponíveis no momento (Microsoft Teams, Skype, Google Forms, etc). As etapas metodológicas do trabalho estão listadas a seguir:

- 1) Construção e aplicação de um questionário investigativo digital, proposto aos alunos, com a finalidade de mapear a forma como os mesmos estavam vivenciando esses tempos de pandemia e as estratégias para combatê-la. Este questionário está apresentado nas figuras 1, 2 e 3.
- 2) Análise dos resultados do questionário investigativo para que subsidiem a elaboração de uma atividade pedagógica adequada ao segmento escolar em questão, coetaneamente com a fundamentação teórica da educação matemática crítica.
- 3) Construção da atividade através da criação de um modelo matemático hipotético sobre o tema proposto.
- 4) Encaminhamento da proposta aos alunos participantes de forma remota.
- 5) Trabalho remoto da atividade com os alunos de maneira que os mesmos interagissem e refletissem sobre as questões propostas.
- 6) Exposição da percepção dos alunos sobre o trabalho proposto, através de vídeo conferência possibilitando uma troca de reflexões e estímulo a criticidade.

Figura 1: Questionário investigativo elaborado pelos autores: questões 1-3

Matemática x COVID-19 - Questionário Investigativo

Este questionário tem por objetivo coletar dados referente à forma como alunos do 9º ano do Ensino Fundamental encaram e se informam sobre a pandemia provocada pelo novo coronavírus e demonstrar que a matemática pode ser utilizada como um recurso no combate à essa pandemia.

É importante responder com seriedade e honestidade, ok?

1) Você possui fácil acesso à internet?

SIM

NÃO

2) Você considera que a maioria de seus colegas de turma possui fácil acesso à internet?

SIM

NÃO

3) Você faz uso frequente das redes

SIM

NÃO

Fonte: elaborado pelos pesquisadores, 2020.

Figura 2: Questionário investigativo elaborado pelos autores: questões 4-7

4) Você está preocupado com a pandemia de COVID-

SIM

NÃO

5) Você acha importante o uso de máscaras como forma de prevenção e/ou de minimização de contágio pelo novo coronavírus?

SIM

NÃO

6) Você acha importante a higienização constante das mãos como forma de prevenção de contágio pelo novo coronavírus?

SIM

NÃO

7) Você acha importante a adoção da estratégia do isolamento social como forma evitar o contágio em massa da população pelo novo coronavírus?

SIM

NÃO

Fonte: elaborado pelos pesquisadores, 2020.

Figura 3: Questionário investigativo elaborado pelos autores: questões 8-10

8) Você acha importante o desenvolvimento, por parte da ciência, de técnicas que possam ajudar na compreensão da COVID-19 e na minimização do contágio em massa da população pelo novo coronavírus?

SIM

NÃO

9) Você acha que a matemática pode ajudar, de alguma forma, no combate ao contágio em massa da população pelo novo coronavírus?

SIM

NÃO

10) Você tem alguma sugestão ou ideia sobre como agir no combate ao contágio em massa de coronavírus na região que você mora? Em caso positivo, qual (is)?

Texto de resposta longa

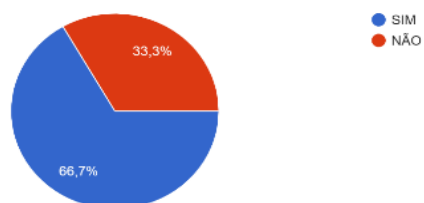
Fonte: elaborado pelos pesquisadores, 2020.

Análise dos Resultados do Questionário Investigativo

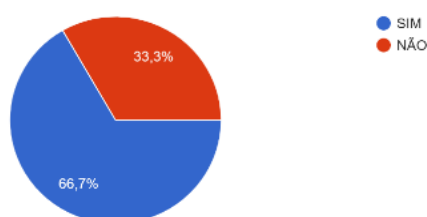
O questionário foi respondido por um total de 12 alunos do 9º ano do ensino fundamental e os resultados dessa pesquisa estão listados abaixo, bem como suas respectivas análises (figuras 4 a 8):

Figura 4 – questões 1 e 2 com suas respectivas respostas

1) Você possui fácil acesso à internet?
12 respostas



2) Você considera que a maioria de seus colegas de turma possui fácil acesso à internet?
12 respostas

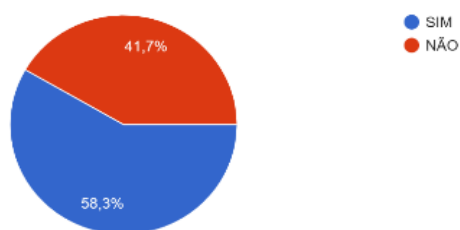


Fonte: elaborado pelos pesquisadores, 2020.

Figura 5 – questões 3 e 4 com suas respectivas respostas

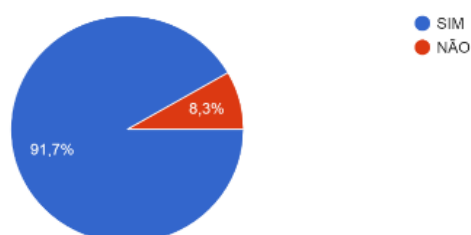
3) Você faz uso frequente das redes sociais?

12 respostas



4) Você está preocupado com a pandemia de COVID-19?

12 respostas

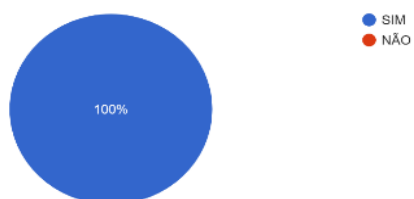


Fonte: elaborado pelos pesquisadores, 2020.

Figura 6 – questões 5 e 6 com suas respectivas respostas

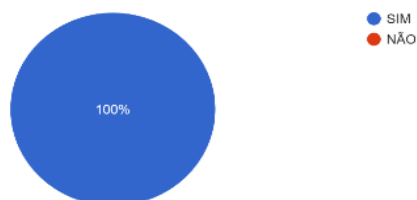
5) Você acha importante o uso de máscaras como forma de prevenção e/ou de minimização de contágio pelo novo coronavírus?

12 respostas



6) Você acha importante a higienização constante das mãos como forma de prevenção de contágio pelo novo coronavírus?

12 respostas

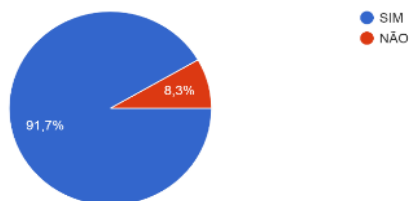


Fonte: elaborado pelos pesquisadores, 2020.

Figura 7 – questões 7 e 8 com suas respectivas respostas

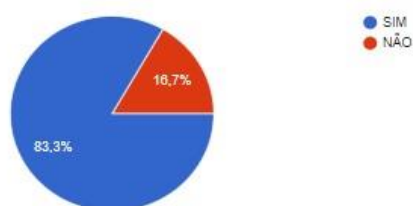
7) Você acha importante a adoção da estratégia do isolamento social como forma evitar o contágio em massa da população pelo novo coronavírus?

12 respostas



8) Você acha importante o desenvolvimento, por parte da ciência, de técnicas que possam ajudar na compreensão da COVID-19 e na minimização do contágio em massa da população pelo novo coronavírus?

12 respostas

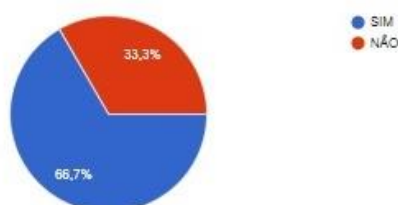


Fonte: elaborado pelos pesquisadores, 2020.

Figura 8 – questão 9 com suas respectivas respostas

9) Você acha que a matemática pode ajudar, de alguma forma, no combate ao contágio em massa da população pelo novo coronavírus?

12 respostas



Fonte: elaborado pelos pesquisadores, 2020.

As sugestões, os relatos e as ideias mais frequentes como resposta para a questão 10 mencionaram: manter o isolamento social como estratégia para diminuir o número de casos; manter e/ou desenvolver o hábito de utilizar máscaras; manter-se em casa; lavar as mãos com frequência; higienizar produtos comprados em mercado; não “misturar política com a pandemia”.

Os resultados do questionário apontam para as seguintes ponderações:

- Uma parte considerável dos alunos (mais de 30%) encontra dificuldade no acesso à internet. No que diz respeito ao presente trabalho, isso pode influenciar na atualização dos alunos com relação às notícias sobre a COVID-19, que se renovam de maneira muito dinâmica durante a pandemia. Também é possível que essa realidade tenha influenciado na quantidade de respostas obtidas no questionário, uma vez que é possível que nem todos os alunos tenham tido a oportunidade de respondê-lo.

- Entre os alunos com acesso digital, a maioria faz uso das redes sociais. Porém, uma parcela importante (cerca de 42%) não as utiliza.

- Não foi consenso entre os alunos que a ciência possa ter um papel importante no que diz respeito à compreensão da COVID-19 e na redução do contágio em massa provocado pelo novo coronavírus. Além do mais, uma parcela expressiva de alunos (33,3%) não percebe como a matemática pode ajudar no que diz respeito ao combate ao contágio em massa da população pelo novo coronavírus.

Com base nessas ponderações e com o objetivo principal de demonstrar aos alunos como a matemática pode ser útil, no que diz respeito a questões importantes e reais da sociedade, foi então desenvolvida e apresentada aos participantes uma atividade pedagógica com uma proposta de modelo matemático simples e adequado para este segmento escolar. O objetivo principal da proposta era dar clareza ao alunado da eficiência do isolamento social e da importância da utilização das máscaras e em parceria com os “novos” hábitos de higiene no combate à pandemia de COVID-19.

A seguir são descritas as propostas que constituem a atividade, bem como seus objetivos.

A Construção do Modelo Matemático

O modelo matemático proposto nesta atividade levou em consideração uma taxa R , aqui denominada taxa de transmissão, estimada em função do potencial de contágio diário de uma pessoa contaminada, ao sair na rua, e que levou em conta a periodicidade das saídas e a incorporação dos protocolos de prevenção determinados pela OMS (uso de máscaras e higienização das mãos e do ambiente). Essa taxa foi estimada com base em números próximos aos encontrados no Brasil à época (Agrela, 2020). Dessa forma, para efeito de simplificação, admitimos nesse modelo experimental duas categorias de comunidades:

- Comunidade 1: todas as pessoas não incorporaram o isolamento social fazendo saídas diárias e também não seguiram com rigor os protocolos de prevenção determinados pela OMS. Para este caso, estimamos $R = 2,5$.

- Comunidade 2: todas as pessoas incorporaram o isolamento social, saindo só quando necessário (três saídas semanais) e seguiram com rigor os protocolos de prevenção determinados pela OMS. Neste caso, a taxa utilizada foi $R = 1,5$.

A atividade proposta pressupõe cálculos referentes a análise do comportamento das duas comunidades, durante o período de uma semana e tem como premissas que:

- O dia 1 é um domingo;
- As pessoas da comunidade 1 saíram todos os dias da semana estudada (dias 1,2,3,4,5,6,7);
- As pessoas da comunidade 2 saíram no domingo, terça-feira e sexta-feira da semana estudada (dias 1, 3 e 6);
- No dia 0 (sábado anterior ao início da análise), as duas comunidades tinham exatamente uma pessoa infectada;
- O modelo não leva em conta possíveis óbitos.

O modelo matemático pode então ser assim descrito por:

$$N(t) = N(t - 1) + R.N(t - 1),$$

se a comunidade em questão foi à rua no dia t e

$$N(t) = N(t - 1),$$

se a comunidade em questão ficou em casa no dia t

onde $N(t)$ indica o número total de infectados na comunidade até o dia t da semana considerada e $N(0) = 1$.

Esse modelo tem por objetivo apresentar aos alunos como a matemática (neste exemplo, com o uso de seus modelos) pode ser útil para apontar como o comportamento das pessoas das comunidades descritas pode ter reflexo direto no número de contaminados e, dessa forma, ser útil no que diz respeito ao combate à COVID-19.

A Atividade

A atividade proposta está representada nas figuras 9, 10 e 11 abaixo:

Figura 9 – Página 1 da atividade

Atividade: O Uso de Modelos Matemáticos no Combate ao Novo Coronavírus.			
Nome:			Data: / / .
Prof.: Luiz.	Turma: 9 ano	Lista de Atividades	Valor: 10,0 .
<p style="text-align: center;"><u>ATENÇÃO:</u></p> <p>1. Leia com atenção. 2. Não utilizar aparelhos eletrônicos.</p>			Nota:

Essa tarefa se propõe a mostrar ao aluno um exemplo de como a matemática e seus modelos podem ser úteis no que diz respeito ao combate ao contágio em massa contra o novo coronavírus, nessa pandemia que se alastra pelo mundo nesse ano de 2020.

1) Considere duas comunidades assim definidas:

- Comunidade 1: todas as pessoas não incorporaram o isolamento social fazendo saídas diárias e também não seguiram com rigor os protocolos de prevenção determinados pela OMS.
- Comunidade 2, todas as pessoas incorporaram o isolamento social, saindo só quando necessário (três saídas semanais) e seguiram com rigor os protocolos de prevenção determinados pela OMS.

Suponha que o quantitativo de contaminados pelo novo coronavírus em cada uma dessas comunidades, aferido no intervalo de 1 semana, é dado pelo seguinte modelo matemático:

$$N(t) = \begin{cases} N(t-1) + R \cdot N(t-1), & \text{se a comunidade em questão foi à rua no dia } t \\ N(t-1), & \text{se a comunidade em questão ficou em casa no dia } t \end{cases}$$

Onde:

- $N(t)$ indica o número total de infectados até o dia t da semana considerada;
- $N(0) = 1$;
- A constante R representa uma aproximação para a taxa de transmissão da doença, estimada em função do potencial de contágio diário de uma pessoa contaminada ao sair na rua. Leva em conta a periodicidade das saídas e a incorporação dos protocolos de prevenção determinados pela OMS (uso de máscaras e higienização das mãos e do ambiente) em cada uma das duas comunidades em questão. Essa taxa foi estimada com base em números próximos aos encontrados no Brasil à época. Assim, estimamos $R = 2,5$ para a comunidade 1 e $R = 1,5$ na comunidade 2.

Fonte: elaborado pelos pesquisadores, 2020.

Figura 10 – Página 2 da atividade

. Para utilizar esse modelo, considera-se as seguintes premissas:

- o dia 1 é um domingo;
- as pessoas da comunidade 1 saíram todos os dias da semana estudada (dias 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7);
- as pessoas da comunidade 2 saíram no domingo, terça-feira e sexta-feira da semana estudada (dias 1, 3 e 6);
- No dia 0 (sábado anterior ao início da análise), as duas comunidades tinham exatamente uma pessoa infectada.
- O modelo não leva em conta possíveis óbitos.

Com base nessas informações calcule o total de contaminados em cada comunidade na semana considerada (considerando domingo como dia 1 e o sábado posterior como o dia 7). Coloque seus resultados na tabela abaixo, para cada comunidade:

. Comunidade 1:

Dia (t)	Número total de infectados no dia t (N(t))
0	$N(0) = 1$
1	$N(1) = N(0) + 2,5.N(0) =$
2	$N(2) = N(1) + 2,5.N(1) =$
3	$N(3) = N(2) + 2,5.N(2) =$
4	$N(4) = N(3) + 2,5.N(3) =$
5	$N(5) = N(4) + 2,5.N(4) =$
6	$N(6) = N(5) + 2,5.N(5) =$
7	$N(7) = N(6) + 2,5.N(6) =$

Total de contaminados na comunidade 1 no dia 7:

Figura 11 – Página 3 da atividade

. Comunidade 2:

Dia (t)	Número total de infectados no dia t (N(t))
0	$N(0) = 1$
1	$N(1) = N(0) + 1,5.N(0) =$
2	$N(2) = N(1) + 1,5.N(1) =$
3	$N(3) = N(2) + 1,5.N(2) =$
4	$N(4) = N(3) + 1,5.N(3) =$
5	$N(5) = N(4) + 1,5.N(4) =$
6	$N(6) = N(5) + 1,5.N(5) =$
7	$N(7) = N(6) + 1,5.N(6) =$

Total de contaminados na comunidade 2 no dia 7:

- 2) Após concluir o exercício anterior, responda às seguintes questões:
- Qual das comunidades teve o maior número de contaminados ao final dessa semana? Era o resultado esperado? Por quê?
 - Qual o aumento percentual de contaminados ao compararmos o resultado maior com o menor?
 - Você acha que, nesse caso, a matemática e seus modelos foram úteis para prever o total de contaminados pelo novo coronavírus em função do uso das medidas preventivas recomendadas pela OMS? Por quê?
 - Você acha que, nesse caso, a matemática teve um papel importante no que diz respeito à conscientização da importância da prática da cidadania? Por quê?

Fonte: elaborado pelos pesquisadores, 2020.

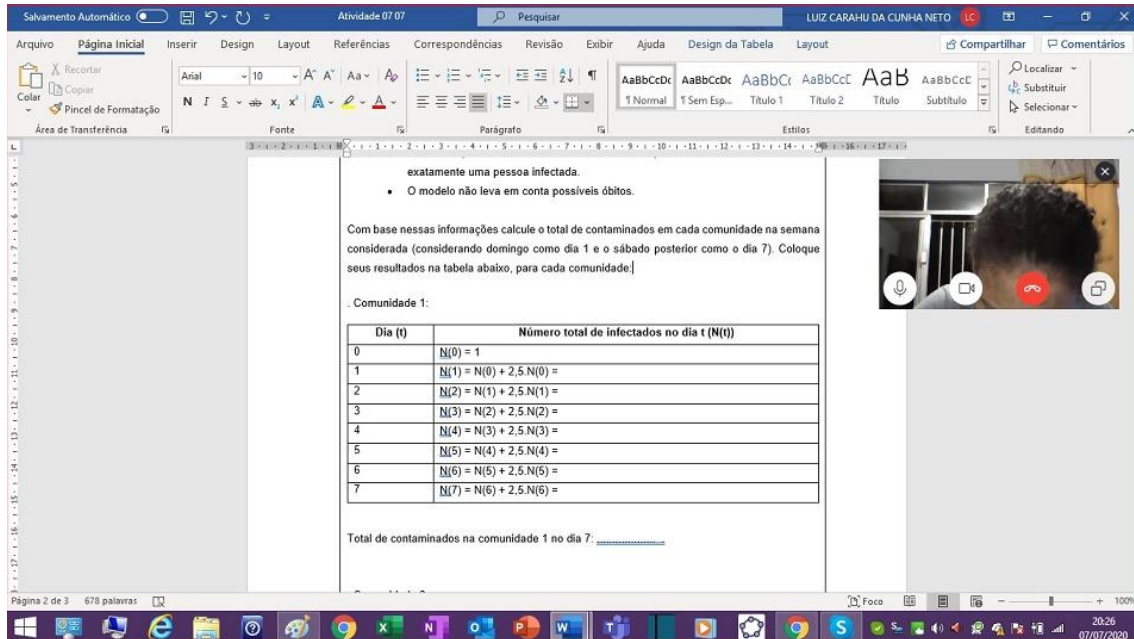
Após a utilização do modelo proposto, foi também solicitado aos alunos que comparassem os resultados obtidos e respondessem a algumas questões sobre o tema, com o objetivo de provocar uma reflexão sobre o papel da matemática nesse momento de pandemia.

A Aplicação

A aplicação da atividade ocorreu de forma remota conforme a figura 12. Foi solicitado, dentro do possível, que os alunos fizessem as atividades e tirassem suas

eventuais dúvidas via contato pelas redes sociais e aplicativos de videoconferência. Os resultados previstos e a percepção dos alunos com relação à proposta são apresentados nas seções seguintes.

Figura 12 – Aplicação da atividade



Fonte: elaborado pelos pesquisadores, 2020.

Os resultados esperados

Os resultados numéricos esperados para as duas situações são expressos pelas tabelas abaixo:

- Comunidade 1 (saídas diárias): $R = 2,5$.

Tabela 1: Resultados da primeira tabela da questão 1

Dia (t)	Número total de infectados no dia t (N(t))
0	$N(0) = 1$
1	$N(1) = N(0) + 2,5 \cdot N(0) = 1 + 2,5 \cdot 1 = 3,5$
2	$N(2) = N(1) + 2,5 \cdot N(1) = 3,5 + 2,5 \cdot 3,5 = 12,25$
3	$N(3) = N(2) + 2,5 \cdot N(2) = 12,25 + 2,5 \cdot 12,25 = 42,875$
4	$N(4) = N(3) + 2,5 \cdot N(3) = 42,875 + 2,5 \cdot 42,875 = 150,063$
5	$N(5) = N(4) + 2,5 \cdot N(4) = 150,063 + 2,5 \cdot 150,063 = 525,219$
6	$N(6) = N(5) + 2,5 \cdot N(5) = 525,219 + 2,5 \cdot 525,219 = 1838,267$
7	$N(7) = N(6) + 2,5 \cdot N(6) = 1838,267 + 2,5 \cdot 1838,267 = 6433,935$

Fonte: elaborada pelos pesquisadores, 2020.

- Comunidade 2 (saídas nos seguintes dias: domingo, terça-feira e sexta-feira, ou seja, dias 1, 3 e 6): $R = 1,5$.

Tabela 2: Resultados da segunda tabela da questão 1

Dia (t)	Número total de infectados no dia t (N(t))
0	$N(0) = 1$
1	$N(1) = N(0) + 1,5.N(0) = 1 + 1,5 \cdot 1 = 2,5$
2	$N(2) = 2,5$
3	$N(3) = N(2) + 1,5.N(2) = 2,5 + 1,5 \cdot 2,5 = 6,25$
4	$N(4) = 6,25$
5	$N(5) = 6,25$
6	$N(6) = N(5) + 1,5.N(5) = 6,25 + 1,5 \cdot 6,25 = 15,625$
7	$N(7) = 15,625$

Fonte: elaborada pelos pesquisadores, 2020.

Comparação dos resultados

Os resultados obtidos foram organizados na tabela abaixo:

Tabela 3: Comparação dos resultados obtidos nas duas tabelas da questão 1

	Número total de infectados no dia 7.
Comunidade 1	6433,935
Comunidade 2	15,625

Fonte: elaborada pelos pesquisadores, 2020.

A partir desses resultados, foi possível verificar que os alunos perceberam os efeitos extremamente positivos da prática do isolamento social e da adoção dos hábitos de higiene associados ao uso de máscaras recomendadas pela OMS durante a pandemia. Ao responderem à questão 2 da atividade, as principais percepções dos alunos foram:

- Que a comunidade 1 teve um nível de contágio extremamente mais elevado que a comunidade 2.
- Que comunidade 1 teve um número de casos mais de 41000 % maior que a comunidade 2.
- Que a matemática mostrou-se útil para indicar o aumento no percentual de pessoas contaminadas para aqueles que não seguem as normas.

- Que a matemática foi útil para comprovar as consequências de não seguir as normas, fazendo as pessoas passarem a refletir e a seguir as recomendações e fazer o que é certo.

É importante destacar que, na pesquisa inicial realizada com os alunos participantes, muitos não destacavam a importância da ciência no combate à pandemia. Porém, após a utilização do modelo proposto foi praticamente um consenso que a Matemática, aliada a diversas ciências, teve um papel determinante no controle da disseminação da doença ao elaborar e ajustar constantemente modelos que puderam prever resultados a partir do comportamento da população durante a pandemia.

Essas colocações, juntamente com nossas observações do desenvolvimento da atividade, revelaram que:

- Os resultados do modelo provocaram uma reflexão nos alunos participantes, que perceberam a relação mais estreita entre a matemática e a realidade, especificamente nesses tempos de pandemia.
- A utilização do recurso da modelagem para o ensino dos conteúdos matemáticos mostrou-se extremamente mais eficiente e atrativa em comparação com a simples transmissão de conteúdos.
- A modelagem matemática, fundamentada na problematização e no diálogo, foi extremamente útil para desenvolver o senso crítico dos alunos, levando-os a refletirem sobre questões e problemas do cotidiano, ajudando-os a tornarem-se cidadãos plenamente capacitados a exercer sua cidadania e viver bem em sociedade.
- A modelagem de questões cotidianas possibilita o desenvolvimento do ensino interdisciplinar tornando a aprendizagem mais atrativa, significativa e contemporânea.

O olhar dos alunos participantes em relação à atividade

Ao serem indagados sobre o que acharam da atividade e se tiveram alguma mudança na forma como eles viam a matemática, os principais relatos foram:

- Que continuavam a ver a matemática da mesma forma, pois já a achavam, certa forma, importante.
- Que acharam a atividade “boa” ou “legal”.

- Que acharam a atividade um pouco “difícil” porque envolvia muitos cálculos. Mas, que mostrou a “realidade” do coronavírus.
- Que apesar da atividade ter sido feita à distância, foi bem “legal”.
- Que a atividade misturou matemática com a disciplina “Ciências” do ensino fundamental. Mas que foi interessante, embora tivesse que “ler muito texto”, o que fazia parecer, às vezes, nem parecer uma atividade de aula de matemática...

Esses relatos, aliados à nossa percepção durante a aplicação da atividade, apontam para a importância de se incentivar a construção de propostas pedagógicas que envolvam toda a concepção da Modelagem Matemática, desde a problematização, passando pela construção do modelo até a análise dos resultados. Foi fortemente ratificado a estranheza de alguns alunos em relacionar matemática com outras ciências tais como física, química ou biologia. Além disso, observou-se a dificuldade apresentada pelos participantes no exercício de primeiro entender uma situação-problema via leitura para só depois aplicar seus conhecimentos matemáticos na busca de soluções.

Constatamos, como era esperado, que a aplicação de modelos matemáticos em sala de aula (especialmente em ambiente virtual, como nesta proposta) não é algo simples, mas, sem dúvida, é importante. Corroboramos com as palavras de Bassanezi (2002, p. 38) que afirma que “o mais importante não é chegar imediatamente a um modelo bem sucedido, mas caminhar seguindo etapas onde o conteúdo matemático vai sendo sistematizado e aplicado”.

Dessa forma, acreditamos que trabalhos nessa direção proporcionam, de fato, o exercício dos pressupostos pela Educação Matemática Crítica e evidenciam a força da matemática como ciência de transformação social.

Conclusões

Um dos grandes desafios do professor de matemática nos dias atuais é despertar no aluno a motivação para estudar a disciplina. Para isso, é preciso cada vez mais fazer uso de propostas criativas e inovadoras e uma forma de se fazer isso é estar sempre atento à evolução dos recursos tecnológicos disponíveis bem como aos importantes acontecimentos sociais.

Após propor essa atividade para os alunos, pôde-se promover discussões que levassem o alunado a encarar a matemática com um novo olhar. A aprendizagem mostrou-se significativa e desafiadora para esses alunos, visto que estavam diante de um problema construído sobre um tema super atual e de interesse coletivo, além de estarem

trabalhando de uma maneira não convencional: através das redes sociais (e não na sala de aula).

Esses alunos puderam perceber, assim, o papel transformador que a matemática pode exercer na sociedade e como ela pode ser útil em diversos outros campos da ciência.

Acreditamos que a metodologia voltada para uma educação mais crítica e criativa seja um caminho bastante adequado para despertar a motivação no aluno no que diz respeito a aprendizagem da matemática e para a formação de cidadãos críticos, responsáveis e transformadores. Convidamos o leitor a novas experimentações.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; VERTUAN, Rodolfo Eduardo. DISCUSSÕES SOBRE “COMO FAZER” MODELAGEM MATEMÁTICA NA SALA DE AULA. In: ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; ARAÚJO, Jussara de Loiola; BISOGNIN, Eleni (orgs.). **Práticas de modelagem matemática: relatos de experiências e propostas pedagógicas**. Londrina (PR): Eduel, 2011. P. 19-43.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK J. D.; H. HANESIAN. **Psicologia Educacional**. 2 EDIÇÃO. Editora: Interamericana. 1980.

BASSANESI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2002.

BARBOSA, J. C. **Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico**. In: Reunião Anual da ANPED. Caxambu. Rio de Janeiro: Anais Eletrônicos do ANPED, 2001. 1 CD-Rom.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**, 17 edição, Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.

SKOVSMOSE, O.; A. HELLE, **Diálogo e Aprendizagem em Educação Matemática**. 2 EDIÇÃO, Belo Horizonte/MG. Editora: Autêntica. 2010.

SKOVSMOSE, O. **Educação Matemática Crítica: A questão da democracia**. 6 EDIÇÃO, Campinas/SP. Editora: Papyrus, 2013.

AGRELA, L. Estudo mostra que Brasil tem maior taxa de contágio de COVID-19 no mundo. **Revista Exame**. Disponível em: <https://exame.com/ciencia/estudo-mostra-que-brasil-tem-maior-taxa-de-contagio-de-covid-19-no-mundo/> . Acesso em: 15/06/2020.