

**MODELAGEM MATEMÁTICA PARA UMA EDUCAÇÃO PROBLEMATIZADORA E
EMANCIPADORA**

**MATHEMATICAL MODELING FOR A PROBLEMATIZING AND EMANCIPATORY
EDUCATION**

**MODELACIÓN MATEMÁTICA PARA UNA EDUCACIÓN PROBLEMATIZADORA
Y EMANCIPADORA**

Gabriele Granada Velela

(Universidade Estadual do Paraná)

<https://orcid.org/0000-0001-6350-7835>

Daiany Cristiny Ramos

(Universidade Estadual do Paraná)

<https://orcid.org/0000-0002-0584-956X>

Gilberto Silva dos Santos

(Universidade Estadual do Paraná)

<https://orcid.org/0000-0003-4616-9891>

RESUMO:

Paulo Freire é um importante pesquisador brasileiro cujas ideias influenciaram várias áreas relacionadas à Educação, uma dessas áreas é a Educação Matemática. No campo da Educação Matemática temos diversos autores que defendem o uso da Modelagem Matemática no ambiente escolar, sobretudo com a intenção de uma formação ampla, que visa para além da formação matemática, uma formação cidadã, baseada em pressupostos freirianos. Nesse sentido, no presente texto defende-se a Modelagem Matemática na Educação Matemática como uma metodologia que favorece uma Educação problematizadora e emancipadora. Para tanto, após uma breve revisão das ideias de Paulo Freire sobre Educação e de Dionísio Burak sobre Modelagem Matemática, são traçadas algumas convergências entre as ideias desses autores, que são ilustradas em uma atividade de modelagem matemática desenvolvidas por estudantes. Podemos destacar algumas características da atividade de modelagem matemática que a revelam como uma Educação problematizadora e emancipadora: a problematização de um tema escolhido pelos próprios estudantes; o trabalho realizado em grupo a partir do diálogo horizontal entre estudantes e entre estudantes e professor(a); e a atividade envolve uma análise crítica, que promove discussões para além do campo matemático.

PALAVRAS-CHAVE: Paulo Freire. Educação emancipadora. Modelagem Matemática. Educação Matemática.

Abstract

Paulo Freire is an important Brazilian researcher whose ideas influenced several areas related to Education, one of these areas is Mathematics Education. There are several Mathematics Education authors who defend the use of Mathematical Modeling in the school environment, especially to develop a large education, which aims is a citizenship education, based on Freire assumptions. In this text we defend Mathematical Modeling in Mathematics Education as a methodology that supports problematizing and emancipatory Education. Therefore, after summarizing Paulo Freire's ideas about Education and Dionísio Burak's ideas about Mathematical Modeling, we outlined some convergences between these ideas, which are illustrated in a mathematical modeling activity developed by students. We can highlight some characteristics of mathematical modeling activity that reveals that like a problematizing and emancipatory Education: the problematization of a topic chosen by the students themselves; the work carried out in groups based on horizontal dialogue between students and between students and teacher; and the activity involve a critical analysis, further discussions beyond the mathematical area.

KEY-WORDS: Paulo Freire. Emancipatory Education. Mathematical Modeling. Mathematics Education.

Resumen

Paulo Freire es un importante investigador brasileño cuyas ideas influyeron en diversas áreas de la educación, entre ellas la didáctica de las matemáticas. Diversos autores en el campo de la educación matemática defienden el uso de la modelización matemática en el ámbito escolar, especialmente para desarrollar una educación integral que aspire a la formación ciudadana, basada en los postulados freireanos. En este texto defendemos la Modelización Matemática en Educación Matemática como una metodología que apoya una Educación problematizadora y emancipadora. Por tanto, después de resumir las ideas de Paulo Freire sobre Educación y las de Dionísio Burak sobre Modelización Matemática, esbozamos algunas convergencias entre estas ideas, las cuales se ilustran en una actividad de modelización matemática desarrollada por estudiantes. Podemos destacar algunas características de la actividad de modelización matemática que revelan que se trata de una Educación problematizadora y emancipadora: la problematización de un tema elegido por los propios estudiantes; el trabajo realizado en grupos a partir del diálogo horizontal entre estudiantes y entre estudiantes y profesor; y que la actividad implique un análisis crítico, ulteriormente discusiones más allá del ámbito matemático.

PALABRAS CLAVE: Paulo Freire. Educación emancipadora. Modelización Matemática. Educación Matemática.

1 INTRODUÇÃO

De maneira geral, a Educação Matemática (EM) é uma área de conhecimento que possui foco no ensino e na aprendizagem da Matemática. Podemos compreender a Educação Matemática como pertencente ao campo das Ciências Sociais e Humanas. É um campo de estudos que, em sua constituição, abrange, além da Matemática, outras áreas que fundamentam a Educação, como a Psicologia, a Sociologia, a Filosofia, a Didática, entre outras.

A EM caracteriza-se como uma práxis que envolve o domínio do conteúdo específico (a matemática) e o domínio de ideias e processos pedagógicos relativos à transmissão/assimilação e/ou à apropriação/construção do saber matemático escolar. (Fiorentini; Lorenzato, 2006, p.5).

Tanto em âmbito nacional como no internacional existem pesquisadores que defendem o uso da Modelagem Matemática no ambiente escolar com fins pedagógicos. No entanto, cada um desses pesquisadores traz uma visão, uma forma diferente de compreender e fazer Modelagem Matemática (Barbosa, 2001; Almeida, 2022; Blum, 2015). Essas diferentes compreensões advêm das concepções individuais que cada pesquisador tem acerca de Educação, de escola, de ensino, de aprendizagem, entre outros conceitos que subsidiam o campo escolar.

Neste texto argumentamos a favor da concepção de Dionísio Burak (1992; 2010). Para o autor, o uso da Modelagem Matemática como metodologia de ensino visa, além da formação matemática do estudante, a formação cidadã, de modo que

ele possa compreender e discutir questões sociais, políticas e econômicas que o possibilite participar criticamente da sociedade (Burak, 2010).

Essa dimensão crítica que deve ser incorporada ao ensino da Matemática se constitui quando os estudantes são incitados a tomar consciência de sua importância na sociedade e se comprometem com questões políticas, culturais e sociais. Para isso, é importante que eles vivenciem situações problemáticas reais e que reconheçam esses problemas como seus.

Para Freire (1996) o ensino deve caminhar em direção do pensar autêntico, crítico, no qual abomina-se a imposição de fórmulas, pois, segundo o autor, a compreensão é o resultado de um processo de busca que exige esforço, recriação e procura.

A partir dos pressupostos freiriano, entende-se que o desafio de formar cidadãos críticos está atrelado ao processo de escolarização, de modo que, com vistas a esse objetivo, a professora e o professor devem propor aos seus estudantes situações que permitam e estimulem o pensamento, a reflexão, o questionamento, a participação, o posicionamento, o diálogo. A professora e o professor também devem estimular o estudante para que este participe do processo de construção do seu conhecimento e para isso deve utilizar-se de metodologias de ensino que vão ao encontro desse propósito.

A partir do exposto, acredita-se haver convergências entre as ideias de Paulo Freire e a concepção de Modelagem Matemática proposta por Dionísio Burak. Para isso, apresentamos algumas ideias de Paulo Freire acerca da educação e a concepção de Dionísio Burak sobre a Modelagem Matemática. Após, delineamos convergências entre a proposta desses dois autores enquanto descrevemos uma atividade de modelagem desenvolvida por uma dupla de estudantes, pois a intenção é ilustrar que a adoção da Modelagem Matemática como uma metodologia de ensino auxilia na formação cidadã e atuante do estudante, ou seja, a Modelagem Matemática promove uma Educação problematizadora e emancipadora.

2 REVISITANDO AS IDEIAS DE PAULO FREIRE SOBRE EDUCAÇÃO

A concepção de Educação de Paulo Freire está intimamente ligada à concepção de homem e de mundo (realidade). “Alfabetizar é conscientizar” (Fiori,

2024, p. 30), uma vez que o “método de Paulo Freire é, fundamentalmente, um método de cultura popular: conscientiza e politiza” (Fiori, 2024, p. 29). Nesse percurso, Freire (2024) evidencia uma educação que emancipa e transforma.

Libertar-se pela educação, implica “uma conquista e não uma doação”, pois “exige uma permanente busca” (Freire, 2024a, p. 46). Esse buscar pela liberdade exprime a mudança de uma realidade. Esse transformar implica um transformar-se, pois “transformar a realidade opressora é tarefa histórica, é tarefa dos homens” (Freire, 2024a, p. 51). Com isso, podemos pensar a práxis¹ como “reflexão e ação dos homens sobre o mundo para transformá-lo. Sem ela, é impossível a superação da contradição opressor-oprimido” (Freire, 2024a, p. 52).

Freire acredita em uma relação com as palavras. Palavra que marca um território, descreve sentidos e significados. Palavra que sublinha uma existência, muitas vezes, tornada marginalizada. Frente a uma educação bancária em que as e os estudantes são vistos como depósitos de palavras, Freire lança uma educação libertadora, emancipatória e que constitui um percurso de autonomia e existência. Educação que é relacional e está imbricada nas noções dialéticas de ser que existe (mulher e homem) e do espaço-tempo que se habita (terra, casa, lar, escola).

Nesse percurso, uma “prática pedagógica está carregada de ousadia” (Silva, 2024, p. 19). E em suas transformações, Freire nos instiga a repensar o papel de professora e professor ao mobilizar os sentidos daquilo que fazemos em escolas e nas aulas, aqui, especificamente, em aulas de matemática. “A professora e o professor se assumem como um dos sujeitos dessa função que é profundamente humana, inserida no âmago do fazer-se homem. Consequentemente, fica dominado pela alegria prazerosa do compromisso ousado de coexistir” (Silva, 2024, p. 20).

Essa alegria e o prazer de estar professora e professor e ousar educar com sentido, assumindo nossas palavras como ações e reflexões pela e com a práxis, que aproximamos os escritos de Freire com as perspectivas da Modelagem Matemática. Nesse aproximar-se, ao deslocar os sentidos de uma matemática fixa e fechada aos

(ação)

¹ Palavra (*reflexão*)= Práxis (Freire, 2024a, p. 107).

viveres do educando em suas relações com outros educandos e com os professores e as professoras, o estudar muda em perspectiva. Assim,

o estudo é uma empreitada difícil que exige disciplina intelectual, busca de ‘instrumentos auxiliares’ e trocas com os colegas e, especialmente, da mediação do professor como integrador, apoio e parceiro. No dizer de Paulo: ‘Nisto se encontra o difícil e o apaixonante do ato de ler’ (Silva, 2024, p. 21).

Esse ato de ler que interpretamos como leitura de mundo reside a potência e as contribuições de Freire ao campo da educação e, particularmente, da Educação Matemática. Podemos, inclusive, fazer relações com tendências como a etnomatemática (D’Ambrosio, 2004) ao problematizar modos de pensar, de compreender e de se relacionar com o mundo local e social, mas, igualmente, global. Nesses caminhos de leitura e constituição de mundo, o sujeito torna-se integrante e partícipe de sua realidade. Ao tornar-se elemento que constitui e, igualmente, constituído da realidade, interpreta suas ações como possíveis de constituição e transformação da realidade.

O ponto de partida para essa prática compreensiva é saber, é estar convencida de que a educação é uma prática política. [...] Em consequência, é imperioso que a educadora seja coerente com sua opção, que é política. Em continuação, que a educadora seja cada vez mais competente cientificamente o que a faz saber o quanto é importante conhecer o mundo concreto em que seus alunos vivem (Freire, 2024, p. 98-99)

Um educar como ato político emancipa e transforma. Conhecer o mundo concreto das e dos estudantes que estão conosco em aulas (de matemática) corroboram para pensarmos educações que libertam, produzem sujeitos críticos e autônomos nos fazeres cotidianos. Como na experiência de Freire ao alfabetizar cerca de 300 adultos em Angicos (Carvalho, Barbosa, 2011), ao buscar os sentidos pelas palavras que circulam entre educandas e educandos ao elaborar um exercício diário que devemos tornar integrante de nossas práxis educacionais. Uma escrita que afirma uma existência e dá condições para que adultos (marginalizados) possam expressar seus anseios, angústias, mas alegrias e saberes.

Reconhecer a leitura de mundo do educando e da educanda (Freire, 1996) é uma das aprendizagens do legado de Freire. Portanto, é o mote da presente escrita que articula contribuições de Paulo Freire e Dionísio Burak ao assumirem o percurso de estar, ouvir e ler um mundo possível com àquelas e aqueles que, cotidianamente, produzem matemáticas conosco. Para tanto, na próxima seção apresentamos um

delineamento acerca da Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática, nos apoiando nas ideias de Burak (1992, 2010).

3 REVISITANDO AS IDEIAS DE DIONISIO BURAK SOBRE MODELAGEM MATEMÁTICA

A concepção de Modelagem Matemática adotada se alinha com a de Burak (1992, p.62), que afirma que a “Modelagem Matemática constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e tomar decisões”.

Para Burak (1992, 2010), uma atividade de modelagem parte de duas premissas. A primeira delas diz respeito ao interesse do grupo de pessoas envolvidas, pois, segundo o autor, a Psicologia explica que muitas de nossas ações são motivadas pelo interesse, de modo que é o interesse que gera envolvimento com o tema em estudo e sustenta os procedimentos e os encaminhamentos realizados durante a atividade de modelagem. A segunda premissa é de que os dados devem ser coletados no ambiente onde se localiza o interesse do grupo, o que pode ser compreendido como uma pesquisa etnográfica e, assim, o ensino e a aprendizagem se encaixam em um contexto mais amplo.

A partir das experiências vivenciadas, Burak (2010) sugere trabalhar em pequenos grupos e seguir cinco etapas que podem favorecer os encaminhamentos das atividades de modelagem em sala de aula: 1) Escolha do tema; 2) Pesquisa exploratória; 3) Levantamento do(s) problema(s); 4) Resolução dos problemas e desenvolvimento dos conteúdos no contexto do tema e 5) Análise crítica da(s) solução(ões). Essas etapas, embora sequenciadas na escrita, não necessariamente assim acontecem, uma vez que ao perpassar pelas ações de cada uma delas pode haver a necessidade do retorno a uma etapa já realizada. Por exemplo, para levantar os problemas (etapa 3) o resolver esses problemas (etapa 4), pode ser necessário nova coleta de dados (etapa 2). Para melhor compreensão, vejamos como o autor compreende cada uma das etapas.

A primeira etapa é a escolha do tema. O tema a ser abordado deve ser de interesse ou de curiosidade do grupo de pessoas envolvidas, seguindo a primeira

premissa supracitada. Os próprios estudantes escolherem o tema para estudo segue a perspectiva de que o estudante deve deixar de ser “seguidor” para se tornar um “buscador”, isso é, o estudante deve desenvolver autonomia, iniciativa e liberdade de conjecturar, “competências necessárias à formação de um cidadão capaz de fazer a diferença em sua comunidade” (Burak, Aragão, 2012, p. 90). Com isso, é provável que cada grupo possua um tema de interesse e, caso a professora e o professor tenham pouca experiência com a metodologia, poderá entrar em acordo com a turma e trabalhar um tema de cada vez.

A pesquisa exploratória, segunda etapa proposta por Burak (2010), seguindo a premissa de que os dados devem ser coletados no ambiente onde se localiza o interesse do grupo, possibilita a formação de um estudante mais crítico, mais atento, com atitudes e postura voltadas para a investigação. A busca por dados e informações relacionados ao tema faz com que os estudantes se organizem em como devem proceder, que tipo de informações desejam, a quem devem perguntar, o que devem perguntar. “Saber como organizar os dados e como fazer o tratamento desses dados, constitui-se um importante valor formativo do nosso estudante” (Burak, 2010, p 21).

A partir da pesquisa exploratória do tema, problemas vão sendo estabelecidos e o levantamento do(s) problema(s) é a terceira etapa proposta por Burak (2010). Esta terceira etapa auxilia no desenvolvimento da autonomia do estudante e na capacidade dele de articular informações, pois, o tratamento dado às informações coletadas, a construção de hipóteses, a análise e a tomada de decisões são feitas pelo estudante de forma livre.

Construir no estudante a capacidade de levantar e propor problemas, advindos dos dados coletados e mediada pelo professor é, sem dúvida, um privilégio educativo. Constitui-se nos primeiros passos para desenvolver no estudante a capacidade cidadã de traduzir e transformar situações do cotidiano em situações matemáticas, para quantificar uma situação e nas ciências sociais e humanas buscar as soluções que muitas vezes não são matemáticas, mas de atitudes e comportamento. (Burak, 2010, p. 22)

É na quarta etapa, resolução dos problemas e desenvolvimento dos conteúdos no contexto do tema, que o conteúdo matemático ganha importância e significado (Burak, 2010). Caso a resolução do problema necessite de alguma ferramenta matemática ainda não conhecida dos estudantes, a professora ou o professor, na

condição de mediador, deve proporcionar ao estudante a construção desse conhecimento, podendo optar por formas de investigação, auxiliar em pesquisas no livro-texto ou ainda seguir a perspectiva da resolução de problemas.

A última etapa, referente a análise crítica da(s) solução(ões), é o momento para se analisar e discutir com os alunos sobre as soluções encontradas, as hipóteses levantadas e a relação entre elas. Essa quinta etapa possibilita o aprofundamento tanto dos aspectos matemáticos quanto dos não matemáticos trabalhados no desenvolvimento da atividade de modelagem.

Objetiva-se, nesta fase, discutir as ações decorrentes de uma constatação matemática, ou não, que resultou em um problema ou uma situação-problema, as consequências das decisões tomadas, as relações, as repercussões em vários níveis (dentre eles o individual, familiar e comunitário) e as relações possíveis sob diversos enfoques [...] (Burak; Aragão, 2012, p. 100).

Com a descrição das etapas propostas por Burak (2010) para o desenvolvimento de uma atividade de modelagem em sala de aula pode-se identificar que a Modelagem Matemática como metodologia de ensino, além de promover o ensino da Matemática, auxilia o estudante na forma de ver e interpretar o mundo, a realidade que a ele se apresenta, de modo a poder tomar decisões e se posicionar criticamente frente aos problemas existentes. Portanto, a Modelagem Matemática converge às ideias de Paulo Freire e busca uma educação democrática, libertadora.

4 A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO UMA METODOLOGIA PROBLEMATIZADORA E EMANCIPADORA: ANUNCIOS EM UMA ATIVIDADE

A título de ilustração, nesta seção descrevemos brevemente uma atividade de modelagem desenvolvidas por dois estudantes cujo tema é a higienização de um aquário. A atividade descrita teve como professora regente uma das autoras deste texto. A proposta inicial feita pela professora à turma, foi de que cada grupo escolhesse um tema de seu interesse. Os temas indicados pelos grupos foram a construção de um telhado de uma casa, a produção de pinus em uma pequena área rural, a limpeza de um aquário e prever o campeão do campeonato brasileiro de futebol. Cada grupo desenvolveu uma modelagem, em sala de aula, referente ao tema escolhido. Ao final, cada grupo entregou o desenvolvimento da atividade em forma de

relatório. Neste texto, descrevemos como foi desenvolvida a atividade cujo tema foi a higienização do aquário e trazemos partes desse relatório para anunciar a Modelagem Matemática como uma metodologia problematizadora e emancipadora

Segundo os estudantes, a escolha do tema limpeza do aquário se deu ao fato de ambos terem vivenciado a mesma experiência: perder seus peixinhos enquanto limpavam o aquário, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 – Justificativa da escolha do tema.

Devido ao fato de ambos autores deste trabalho passarem por situação semelhante com seus aquários, levando seus peixinhos a óbito em uma higienização do local considerado o habitat desses animais até então, pretendemos neste trabalho desenvolver um modelo, que nos permita saber se o aquário de um dos autores possui um bom escoamento total, para a higienização do mesmo.

Fonte: Relatório dos estudantes, 2025.

Conforme as orientações de Burak (2010), a escolha do tema deve partir do interesse dos estudantes. Seguindo essa premissa, a professora deu voz e vez aos estudantes, partilhando a responsabilidade do processo educativo, uma vez que as discussões (matemática e extra matemática) serão desenvolvidas a partir desse tema.

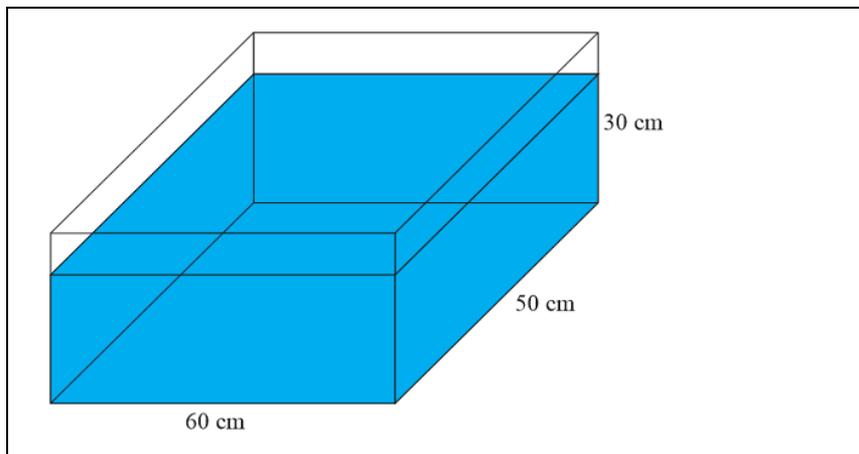
A escolha do tema se deu, segundo o relatório entregue pelos estudantes, por terem passado pela experiência de perderem seus peixinhos durante a limpeza do aquário. Considerando a justificativa dada, vislumbra-se o anseio de profundidade na análise da temática em questão e uma posição indagadora e investigativa, que busca avaliar a situação em busca de novas ações que possam alterar a realidade. Ainda, tem-se que os estudantes possuem distintos interesses e o diálogo e um acordo entre os integrantes do grupo devem acontecer para que um tema único seja definido

Ao partir de um tema gerador, escolhido pelos estudantes em diálogo, já anunciamos enlaces entre Modelagem Matemática e a Educação emancipadora. Também vislumbramos, na passagem do relatório apresentado na Figura 1, que a escolha do tema (higienização de um aquário) e a definição do problema (O aquário possui um bom escoamento?) se deu concomitantemente, evidenciando que as etapas propostas por Burak (2010), não acontecem sequencialmente.

Na sequência da atividade, após definido o problema, os estudantes buscaram informações no manual do aquário e em sites especializados. O aquário em estudo é um modelo que um dos estudantes do grupo possui em casa e as seguintes

informações foram obtidas no manual do objeto: as dimensões do aquário são 60cm de largura, 30cm de altura e 50cm de comprimento e o aquário deve ser enchido com 68 litros de água. A partir dessas informações os estudantes construíram um esquema ilustrativo, conforme Figura 2.

Figura 2 – Modelo do aquário



Fonte: Relatório dos estudantes, 2025.

Essa pesquisa feita pelos estudantes permite que eles desenvolvam o diálogo, não se posicionem de forma passional frente ao problema e entendam os princípios da causalidade. No contexto matemático, os estudantes desenvolveram alguns cálculos por meio da regra de três simples, que os permitiram descobrir qual a altura da água no aquário.

Figura 3 – Cálculos desenvolvidos pelos estudantes (parte1)

<p>Cálculo do volume de água do aquário:</p> $1m^3 = 1000l$ $xm^3 = 68l$ $x = \frac{68 \times 1}{1000}$ $x = 0,068m^3$	<p>Cálculo da altura da água para encher o aquário:</p> $0,5 \times 0,6 \times H = 0,068$ $H = \frac{0,068}{0,3} = 0,22\bar{6}$ $H = 0,23 \text{ ou } H = 23cm$
--	---

Fonte: Relatório dos estudantes, 2025.

Durante as pesquisas sobre o tema, os estudantes descobriram que o fundo do aquário deve ser preenchido com pedras até a altura de 3cm, para simular o fundo de um rio e considerando a uma aproximação para mais, após a colocação das pedras a água deve estar no nível de 26cm em relação ao fundo do aquário.

Para dar continuidade à atividade, os estudantes pesquisaram o que é um fluido, quais as características da água e qual é a massa específica da água, ou seja, buscaram conceitos fora do campo matemático, trazendo conceitos de Física.

Utilizando a equação de Bernoulli os estudantes deduziram que a velocidade v com que a água escoar é dada pela equação $v = \sqrt{2g\Delta H}$, em que g é a força da gravidade e ΔH é a variação da altura da água, altura em que a água está inicialmente e a altura que a água irá parar após o escoamento (Figura 4):

Figura 4 – Cálculos desenvolvidos pelos estudantes (parte 2)

Sabendo que a altura da água é de 26cm e que o orifício está localizado 3cm acima do fundo do aquário, temos que $\Delta H = 0,23\text{m}$ e tomado $g = 9,78 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, segue que a velocidade que a água escoar é de $2,12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, pois:

$$v = \sqrt{2 \times 9,78 \times 0,23} \cong 2,12$$

Fonte: Relatório dos estudantes, 2025.

Para seguir com a exploração da temática, os estudantes acharam necessário estipular um tempo para o escoamento total do aquário, considerando que o ideal é 30 segundos:

Figura 5 – Cálculos desenvolvidos pelos estudantes (parte 3)

Tomando a equação $\frac{V}{t} = A \times v$, em que V é o volume (m^3), t é o tempo (s), A é a área (m^2) e v é a velocidade (m/s), segue que

$$\frac{0,068}{30} = A \times 2,12$$
$$A \cong 0,00107$$

Optando por fazer um orifício circular para o escoamento da água, temos que a área do círculo é dada por $C = \pi r^2$, em que r é o raio do círculo e π vale 3,14, logo,

$$0,00107 = \pi r^2$$
$$r^2 \cong 0,00034$$
$$r \cong 0,018$$

Fonte: Relatório dos estudantes, 2025.

Após esses cálculos, os estudantes concluíram que para que haja um escoamento total da água do aquário em 30 segundos é necessário que o raio do orifício meça 1,8cm, ou seja, 0,08cm a mais do que é utilizado no aquário em estudo. Outra informação relevante e que os estudantes desconheciam antes do desenvolvimento desta atividade, é que para limpar o aquário não é necessário a extração de toda a água, tirar toda semana de 15% a 25% da água já é suficiente, mas desconsideraram essa informação, conforme mostra a Figura 6.

Figura 6 – Texto dos estudantes

Enquanto fazíamos nossas pesquisas tivemos conhecimento de que para higienizar um aquário, não é necessário extrair toda a água existente no mesmo, que é suficiente a cada uma ou duas semanas, trocar de 15 a 25% da água existente no mesmo. Devido ao fato de estarmos entretidos e estimulados a terminar a resolução e nosso problema, resolvemos ignorar tal informação, já que se levássemos em conta a mesma, nosso problema e o desenvolvimento de nossa modelagem perderia o sentido.

Fonte: Relatório dos estudantes, 2025.

A justificativa apresentada ilustra as ideias de Burak (2010), que defende que um tema gerador escolhido pelo interesse dos estudantes pode gerar maior engajamento e disponibilidade para o desafio de novas aprendizagens, como os conceitos de Física buscados.

Como conclusão da atividade os estudantes relataram se sentirem mais seguros em retomar a criação de peixes, pois agora sabem como devem proceder para fazer a limpeza do aquário sem causar o óbito aos animais. Ainda assim, os estudantes concluíram que o orifício para a vazão da água deve ser aumentado, diminuindo o tempo atual de vazão.

A partir da atividade de modelagem desenvolvida pelos estudantes e das enunciações trazidas, podemos vislumbrar que abordar conceitos matemáticos a partir da Modelagem Matemática pressupõe diálogos e debates acerca e problematizações pessoais, ações importantes à educação na visão de Freire (2024a; 2024b).

Para Paulo Freire, o homem é um ser plural que está no mundo e com o mundo, sempre interagindo com seus semelhantes e na sua realidade e, por isso, sempre em construção, procurando se tornar um ser melhor e melhorar a sua realidade. Na busca desse aprimoramento o homem se organiza, testa, age, tem a consciência de que algo o desafia (Freire, 1996). É seguindo esses pressupostos que Paulo Freire acredita que a educação deve ser uma forma do homem poder modificar a si mesmo e a realidade, o que ele denomina de educação emancipadora.

Podemos associar essa educação emancipadora de Paulo Freire à concepção de Modelagem Matemática apresentada, pois, para Burak (2010), é a pluralidade de relações que o estudante estabelece com o mundo e com a realidade que o cerca justifica o porquê do tema escolhido para dar início ao processo educacional deve partir do estudante. Ao estudar a sua realidade, o estudante acaba por se aprimorar, aprimorar seus conhecimentos, seu posicionamento, seu senso crítico.

O estímulo ao reconhecimento da problematização, da mutabilidade da realidade e a verificação e teste de descobertas podem ser vislumbrados na atividade apresentada nas diversas passagens trazidas do relatório dos estudantes.

A conclusão de que o buraco para escoamento da água deve ser aumentado reflete o desenvolvimento da avaliação crítica, isto é, analisar as duas situações e decidir se a mudança deve ser feita, ou não, e o porquê de fazê-la ou não.

Freire, abordando a alfabetização de adultos, acredita que o debate criticizador e motivador permite ao analfabeto apreender a necessidade de aprender a ler e a escrever, de modo preparar-se para esse aprendizado e para leitura de mundo (Freire, 2024a, 2024b). Tal ideia é interpretada pelo campo da Modelagem Matemática pode ser um espaço impulsionador para que a estudante e o estudante tomem consciência da importância de aprender tais conceitos e prepare-se para uma leitura do mundo e de si. Podemos vislumbrar a Modelagem como esse espaço impulsionador na atividade descrita, pois, para compreender, estruturar e responder o problema levantado pela dupla de estudantes, eles sentiram a necessidade de buscar conceitos dentro do campo da Física e da Matemática. Conceitos abordados passaram a compreender o que é um fluido e suas características, as propriedades da água que se coloca em um aquário, determinar a quantidade de água a ser colocada no aquário, por exemplo.

Logo, a Modelagem Matemática pode ser compreendida como uma possibilidade da professora ou do professor se desvencilhar da prática da educação bancária e propiciar uma educação problematizadora e emancipadora, conforme propõe Freire (2024a)

5 A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO UMA METODOLOGIA PROBLEMATIZADORA E EMANCIPADORA: REFLEXÕES E IMPLICAÇÕES NA PRÁTICA EDUCATIVA

A intenção em descrever essa atividade é mostrar aos leitores que a utilização da Modelagem Matemática em sala de aula transforma este ambiente em um espaço de diálogo, de debate, e permite que a Matemática seja utilizada como um ferramental para análise de problemas reais, para tomada de decisões e para possíveis mudanças nas ações do cotidiano, ou seja, que a Modelagem Matemática viabiliza a formação de um cidadão crítico e ativo em seu meio. Portanto, no decorrer da descrição,

anunciamos apontamentos que revelam que as ações desenvolvidas pelos estudantes durante o desenvolvimento da atividade estão em consonância com uma educação problematizadora e emancipadora, conforme proposto por Freire (2024a; 2024b).

Educadores matemáticos têm expressado, por meio de estudos e publicações, várias preocupações com o ensino e com a aprendizagem dos conteúdos de Matemática. Um aspecto que em diversas oportunidades se percebe refletido nestas publicações diz respeito às relações entre a Matemática que o estudante estuda na escola e a vida fora dela, ou seja, o mundo. Partindo da ideia de que o estudante está no mundo e com o mundo (Freire, 1996; 2024a; 2024b), é inquestionável que a aprendizagem escolar deve estar relacionada com o mundo, com a realidade além da escola.

Burak (2010) alerta para as mudanças que sofre o mundo, por exemplo, a ampliação das tecnologias, de modo que os desafios propostos no século XXI são diferentes dos do século XX, inclusive no que diz respeito a educação, ou seja, as mudanças no mundo acabam por impor novos desafios aos professores na condução dos estudantes. Para Burak (2010, p. 17), “[...] A visão de ‘homem’ que se pretende formar para enfrentar os desafios do século XXI é uma questão que tem a ver com a forma de se ensinar e com o que se quer com essa forma de ensinar. [...]”, e segue:

Esta questão provoca e invoca algumas respostas: desejamos um cidadão que desenvolva a autonomia, que seja: crítico, capaz de trabalhar em grupo, capaz de tomar decisões diante das situações do cotidiano, da sua vida familiar, da sua vida profissional, ou de sua condição de cidadão. Essas respostas podem ser alcançadas com a adoção de uma metodologia que leve em consideração uma nova perspectiva que contemple um novo modelo de racionalidade, mais amplo capaz de se alinhar com as mudanças que se impõem. (Burak, 2010, p. 17)

Confrontando a o entendimento de Burak (2010) com as ideias de Freire (1987), podemos perceber que ambos defendem uma educação problematizadora, que “[...] se funda na criatividade e estimula a reflexão e a ação verdadeiras do homem sobre a realidade [...]” (Freire; 1987, p. 41). E é na perspectiva da educação problematizadora que emerge a Modelagem Matemática, pois entendemos que a Modelagem Matemática é uma metodologia de ensino que, quando adotada pelo professor, permite aos estudantes utilizar conceitos matemáticos como uma ferramenta para compreensão do meio social em que vivem, para tomada de decisões em sua vida cotidiana, familiar, profissional ou em sociedade, ou seja, o estudante

pode se transformar em um cidadão autônomo e crítico, capaz de modificar sua realidade.

Além disso, entendemos que a Modelagem Matemática, conforme foi descrita neste texto, vai ao encontro do que Freire (2019) já percebia necessário à educação como ato político:

O exercício constante da leitura do mundo, demanda necessariamente a compreensão crítica da realidade, envolve, de um lado, sua denúncia, de outro, o anúncio do que ainda não existe. A experiência da leitura do mundo que o toma como um texto a ser lido e reescrito [...] que se funda na possibilidade que mulheres e homens ao longo da história criaram de inteligir a concretude e de comunicar o inteligido se constitui como fator indiscutível de aprimoramento da linguagem (Freire, 2019, p. 46-47)

Utilizar a Modelagem Matemática em sala de aula conforme a perspectiva apontada por Burak (1992, 2010) prevê que os estudantes escolham o tema a ser investigado, isto é, a atividade parte de curiosidades e interesses dos alunos e não do professor e, ao mesmo tempo, implica em uma (re)leitura de mundo e da realidade. Essa inversão de papéis pode desacomodar à professora ou ao professor que costuma estar no comando dos encaminhamentos da sala de aula e quer seguir uma sequência linear de ensino que não foge de seu controle. Outra consequência de partir do interesse do estudante que pode gerar certa angústia ao professor é não ter certeza de qual matemática vai emergir do problema investigado, ou ainda, se alguma matemática vai emergir. Tal angústia é comum nos professores que acreditam na linearidade do currículo, isto é, que os conteúdos previstos para cada ano escolar são pré-requisito para anos posteriores.

Entretanto, dar liberdade aos estudantes de escolherem temas de interesses pessoais para dar início a discussões evidencia o diálogo entre a professora ou o professor e o estudante, conforme propõe Freire (1996). Além disso, há o compartilhamento do processo de ensino, ou seja, utilizar a Modelagem Matemática em sala de aula, conforme descrita neste texto, coloca o estudante como corresponsável pela sua aprendizagem, tira o foco da professora e do professor que, mesmo cheio das incertezas supracitadas e muitas outras, decide desacomodar suas certezas para realizar uma caminhada desconhecida, que visa não apenas o ensino da Matemática, mas antes disso, visa a formação de um cidadão crítico e participante, capaz de enxergar a Matemática como uma ferramenta para compreender a realidade que o cerca e fazer leitura do mundo que o cerca, mas do qual o estudante é parte integrante. Afinal, “[...] não sabemos que matemática eles [os

estudantes] usarão daqui a alguns anos, mas temos a certeza de que deverão tomar decisões, ter autonomia e ser capazes de se tornarem responsáveis por grandes transformações no âmbito da sociedade.” (Burak; 2010, p. 18).

6 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. M. W. de. Uma abordagem didático-pedagógica da modelagem matemática. *Vidya*, 2022, 42.2: 121-145.
- ARAÚJO, J. L. Uma abordagem Sócio-Crítica da Modelagem Matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. *Alexandria*, v. 2, n. 2, 2009, p. 55-68.
- BARBOSA, J. C. Modelagem matemática e os professores: a questão da formação. *Bolema*, v. 14, n. 15, p. 5-23, 2001.
- BLUM, W. Quality teaching of mathematical modelling: What do we know, what can we do? *The proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education: Intellectual and attitudinal changes*. p. 73-96. New York: Springer, 2015.
- BURAK, D. *Modelagem Matemática: ações e interações no processo ensino-aprendizagem*. 460fl. Tese. Faculdade de Educação (Doutorado em Educação). Universidade estadual de Campinas, Campinas, 1992.
- BURAK, D. Modelagem Matemática sob um olhar de Educação Matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula. *Modelagem na Educação Matemática*, v.1, n.1, 2010.
- BURAK, D.; ARAGÃO, R. M. R. de. *A modelagem matemática e relações com a aprendizagem significativa*. Curitiba, PR: CRV, 2012.
- BURAK, D.; KLÜBER, T, E. Modelagem Matemática na educação básica numa perspectiva de Educação Matemática. In: BURAK, D.; PACHECO, E. R.; KLÜBER, T, E (Orgs.). *Educação Matemática: reflexões e ações*. Curitiba, CRV, 2010.
- CARVALHO, M. E. G.; BARBOSA, M. G.C. memórias da educação: a alfabetização de jovens e adultos em 40 horas (angicos/RN, 1963). *Revista HISTEDBR On-line*, Campinas, n. 43. 2011, p. 66-77. Disponível em <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8639928/7491>
Acesso em 17 jul. 2025
- FIORI, E. M. Aprender a dizer a sua palavra. FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2024a, p. 11-30.
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- FREIRE, P. *Pedagogia da indignação: cartas pedagógicas e outros escritos*. São Paulo: Paz e Terra, 2019.
- FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2024a.
- FREIRE, P. *Professor, sim; tia, não*. Cartas a quem ousa ensinar. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2024b.
- SILVA, J. I. A profissão o ensinante, uma tarefa prazerosa e igualmente exigente. FREIRE, P. *Professor, sim; tia, não*. Cartas a quem ousa ensinar. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2024b, p. 15-24.
- SKOVSMOSE, O. *Educação matemática crítica: A questão da democracia*. Campinas: Papyrus, 2001.