

MODELAGEM MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA CTS: A QUESTÃO DA DEMOCRACIA

Mathematical Modeling In The CTS Perspective: The Question Of Democracy

Guilherme WAGNER

Doutor em Educação Científica e Tecnológica
Universidade Federal de Santa Catarina,

guilhermewagn@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1346-7980> 

Everaldo SILVEIRA

Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil

derelst@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2113-2227> 

Ademir Donizeti CALDEIRA

Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, Brasil

mirocaldeira@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0290-9851> 

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

RESUMO

O presente artigo é resultado de uma pesquisa que busca evidenciar as categorias e as problemáticas da emergência de uma Modelagem Matemática na perspectiva CTS. Compreendemos que o “Tema” é a categoria central capaz de articular esses dois campos, mas essa articulação não ocorre sem contradições que necessitam ser discutidas. Uma delas se refere ao problema das escolhas democráticas de temas e como essas escolhas podem servir ou não para objetivos educativos democráticos. Portanto, esclarecemos o que compreendemos como paradoxo da Modelagem Crítica para superar tal paradoxo. Por fim, a partir dessas experiências, defendemos a atuação de professores que ensinam matemática nas brechas das contradições que existem em nossas salas de aula.

Palavras-chave: Modelagem Matemática, Perspectiva CTS, Democracia

ABSTRACT

This article is the result of research that seeks to highlight the categories and problems of the emergence of a Mathematical Modeling in the CTS perspective. We understand that the theme is the central category capable of articulating these two fields, but this articulation does not occur without contradictions that need to be discussed. One of the contradictions concerns the problem of democratic choice of themes, and how these choices may or may not serve democratic educational purposes. Therefore, we clarify what we understand as the paradox of Critical modeling to overcome this paradox. Finally, from these experiences, we defend the performance of teachers who teach mathematics in the breaches of the contradictions that exist in our classrooms.

Keywords: Mathematical Modeling, CTS Perspective, Democracy

1 INTRODUÇÃO

Problemas relacionados à democracia sempre se farão presentes nas salas de aula, enquanto a sociedade for antidemocrática e excludente. A questão que se põe é: como as relações em salas de aula podem ser aprimoradas e desenvolvidas como caminhos de resistência aos aspectos antidemocráticos.

Em estudos anteriores (Silveira, Caldeira & Wagner, 2019) estivemos preocupados em fundamentar o aspecto central na articulação da Modelagem Matemática¹ com a perspectiva CTS², identificando esta possibilidade nos temas a serem trabalhados nas atividades de Modelagem. Por outro lado, a Modelagem sob a perspectiva CTS se caracteriza como uma vertente crítica, trazendo problemas relacionados à democracia, assim como ocorre em todas as perspectivas críticas de Modelagem³. Isso nos leva ao que denominamos como o “paradoxo da Modelagem Crítica”. Esse paradoxo se manifesta quando refletimos acerca das seguintes questões: Até que ponto uma abordagem acrítica de um tema escolhido pelos alunos pode ser compreendida como um ato democrático? E até que ponto a imposição de uma abordagem crítica proveniente do estudo de um tema proposto/imposto pelo professor, seria antidemocrática?

O problema da democracia nas perspectivas críticas em Educação Matemática é recorrente (Wagner, 2024; Skovsmose, 2023; Skovsmose & Valero, 2001). É nessa direção problemática que buscamos nos inspirar nas experiências democráticas das concepções freireanas e da escola-comuna, a fim de discutir o paradoxo e as possibilidades de superação desse paradoxo. Por fim, defendemos que, na sociedade atual, é importante que os professores atuem nas brechas das contradições enquanto as transformações radicais necessárias não ocorrem.

2 O TEMA COMO EIXO ARTICULADOR

Em sua pesquisa, Silveira (2014), se encarregou de buscar aproximações possíveis entre a Modelagem e as relações CTS. Segundo as elaborações do autor, essas aproximações poderiam ser alcançadas a partir da exploração de temas relacionados às

¹ Definiremos apenas como Modelagem quando nos referirmos à Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática.

² Trata-se de um enfoque no campo da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

³ Neste texto, tomamos o termo Modelagem Crítica para nos referirmos às perspectivas de Modelagem baseadas na Educação Crítica e na Educação Matemática Crítica.

questões CTS. Isso faz sentido, considerando que as relações CTS ocorrem a todo momento e consistem em um campo repleto de situações problemáticas a serem discutidas, estudadas e possivelmente solucionadas. Assim, mesmo levando em conta as suas mais diversas acepções e compreensões, estudar e compreender matematicamente situações problemáticas provenientes da realidade é a principal tarefa da Modelagem.

O processo de Modelagem nasce da escolha de temas para estudo e as relações CTS têm fornecido esses temas para a Educação Científica e Tecnológica com enfoque CTS. Desta forma, entendemos que tais relações também podem ser tomadas como amplo campo de problemáticas a serem discutidas e compreendidas matematicamente por meio da Modelagem.

Santos e Mortimer (2000), ao comentarem sobre os temas na perspectiva CTS, afirmam que alguns deles são recorrentes nos chamados “cursos CTS”. Os mais abordados, segundo o texto citado anteriormente, são: saúde humana e doença; fome mundial, alimentação e agricultura; recursos energéticos, escassez de energia; terra e uso do solo; recursos hídricos e minerais; ambiente; guerra tecnológica, indústria e tecnologia, transferência de informação e tecnologia; ética e responsabilidade social; qualidade do ar e atmosfera; crescimento populacional; substâncias perigosas; reatores nucleares; e animais e plantas em extinção.

Ao observar esses temas, considerando as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, é possível perceber que oferecem campo para discussões com alto teor crítico. No entanto, é preciso compreender que o tema, por si só, não garante tal criticidade. A abordagem do tema é que possibilitará ou não o aprofundamento e direcionamento quanto às questões problemáticas emergentes. Se a abordagem do tema é o fator determinante, também é necessário reconhecer que qualquer campo educacional dedicado ao estudo da realidade, necessariamente trabalhará com um recorte dessa realidade. Ao fazer o recorte, também determina-se o grau de direcionamento e aprofundamento crítico que se pretende alcançar.

Para exemplificar essa situação, pensemos sobre o tema “água”. Além de ser um dos temas mais abordados em cursos CTS (Santos & Mortimer, 2000), é bastante presente nas discussões propostas em atividades de Modelagem (Silveira, 2007).

Um estudo cujo objetivo, por exemplo, é compreender matematicamente o comportamento de um esguicho de água que sai por um furo em um cano transparente, em função da altura de uma coluna de água no interior do cano, poderá gerar bons resultados no âmbito do ensino e aprendizagem de Matemática. No entanto, seus resultados

provavelmente não contribuirão significativamente para o embate social sobre a problemática que envolve o tema água.

O estudo exemplificado acima é bastante diferente de outro que tem como objetivo gerar compreensão sobre, aproximadamente, quantos metros cúbicos de água estão sendo poluídos diariamente por uma fábrica que despeja rejeitos químicos em um lago na vizinhança da escola.

Essa comparação entre diferentes abordagens de um mesmo tema geral, nos leva a uma consideração importante: limitar-se a trabalhar apenas com questões problemáticas em CTS é uma forma de restrição da Modelagem, algo recorrente em qualquer perspectiva crítica da mesma.

Uma restrição, independentemente da situação, nasce de uma escolha. Não se trata de optar entre o que é bom ou ruim, mas sim de escolher aquilo que é ou não pertinente aos nossos objetivos como educadores. Essas restrições impostas por algumas perspectivas de Modelagem decorrem de escolhas relacionadas às concepções educacionais dos proponentes. Dessarte, ao propor trabalhar com problemáticas relacionadas às questões CTS, restringe-se, de fato, a Modelagem a apenas um campo de problemáticas, mas um campo que concentra uma considerável parte dos problemas significativos para a humanidade.

2.1 A questão curricular na Modelagem com o enfoque CTS: a situação realística e a desejada

A instauração do enfoque educacional CTS no âmbito da Educação Científica e Tecnológica é defendida por Santos e Mortimer (2000) a partir de uma profunda modificação curricular. Os autores evidenciam que um currículo CTS se diferencia significativamente de um currículo convencional. Para eles, “não adianta apenas inserir temas sociais no currículo, sem qualquer mudança significativa na prática e nas concepções pedagógicas” (p. 18). À vista disso, refletiremos sobre como essas considerações afetam uma perspectiva de Modelagem focada em questões CTS.

Para tanto, propomos duas possibilidades de cenários, que chamaremos de “Situação Realística” e “Situação Desejada”. A seguir, vamos diferenciá-las e tecer considerações acerca do comportamento da Modelagem com enfoque CTS em cada uma dessas situações. Consideramos essa fragmentação uma forma didática de compreensão,

pois, na realidade, vivemos a ambivalência entre as situações realística e a desejada. Deste modo, acreditamos que, por vezes, na Situação Realística podem existir elementos da Situação Desejada e vice-versa.

A Situação Realística é aquela em que estamos inseridos, e nela também há vestígios de tudo o que é desejado. Ela abrange a realidade curricular, caracterizada pela rigidez da escola e do sistema, que impõem ao professor a necessidade de cumprir um currículo pré-determinado. Nesse contexto, os professores, muitas vezes, se encontram um tanto estagnados diante das possibilidades apontadas pelas pesquisas no campo da Educação Matemática, enquanto os paradigmas tradicionais de ensino e da aprendizagem de Matemática permanecem hegemônicos.

Desenvolver atividades utilizando alguma perspectiva de Modelagem nas salas de aula da Educação Básica, considerando a Situação Realística, já é um desafio para o professor de Matemática. Implementar atividades de Modelagem com foco na formação política e atuante dos envolvidos, será, provavelmente, uma tarefa ainda mais difícil e rara.

Mas, vamos considerar uma situação hipotética em que um tema CTS relacionado à realidade local é escolhido pelo professor e pelos alunos. A partir dele, são enumeradas questões problemáticas para a comunidade, cidade ou estado, partindo do pressuposto de que uma melhor compreensão de tais questões requer a utilização de conceitos matemáticos, aqueles constantes da “lista de conteúdos mínimos”. À medida que novos conceitos se tornam necessários aprofundar essa compreensão, por meio da proposição de modelos subsidiadores de reações a uma problemática, o professor apresenta esses conceitos aos alunos, lançando mão de metodologias e alternativas que sejam mais adequadas.

O objetivo final é gerar, por meio do conhecimento matemático e da questão problemática estudada, algum tipo de reação ao problema que afeta a comunidade. Tal reação pode se manifestar, por exemplo, na produção de cartazes, cartas, documentos para autoridades competentes, denúncias e protestos em sites de relacionamento, blogs, entre outras possibilidades. Assim, embora esse tipo de atividade possa não ser o ideal, muitas vezes é a única alternativa viável. Portanto, essa seria uma forma de planejar a Modelagem com enfoque CTS, levando em conta a Situação Realística.

Por outro lado, a Situação Desejada pode ser considerada uma utopia, pois se insere em uma realidade ainda inexistente, uma realidade desejada. Na referida Situação, a educação é pensada em uma dimensão crítica, de negação e resistência à ordem social vigente, e sua ação estaria voltada à ruptura de tal ordem.

Com isso, seria possível a implantação de um currículo CTS para o ensino e aprendizagem de Matemática. Nessa perspectiva, seria plausível cogitar uma renovação curricular que elimine e/ou questione conteúdos, bem como a própria organização do currículo, a qual, muitas vezes, não contribui para a compreensão das realidades atuais. Também seria possível estruturar um currículo que evidenciasse os conhecimentos matemáticos necessários para subsidiar a compreensão das mais diversas questões problemáticas oriundas de temas no campo CTS, assim como para elaborar estratégias de reação em relação a essas situações.

Essa forma de articulação da disciplina de Matemática permitiria que os alunos percebessem seu poder de influência como indivíduos politicamente engajados, “bem como as questões éticas e os valores humanos relacionados à ciência e à tecnologia (Santos & Mortimer, 2000, p. 9).

Em perspectivas de trabalho cujo currículo adotado é relacionado ao enfoque CTS, os estudantes têm a oportunidade de reconhecer o potencial de atuar em grupos sociais organizados, como centros comunitários, escolas, sindicatos etc. (Santos & Mortimer, 2000). Eles também podem compreender seu poder como consumidores para influenciar o mercado, selecionando o que consumir. Os autores afirmam que “além disso, as discussões das questões sociais englobariam os aspectos políticos, os interesses econômicos, os efeitos da mídia no consumo etc.” (p. 9). Questões dessa natureza proporcionariam aos alunos possibilidades para melhor entender os mecanismos de poder existentes e ativos em diversas instâncias sociais.

Na Situação Desejada, a Modelagem pode ser considerada uma nova concepção de educação matemática. Isso significa que todo o curso de Matemática na Educação Básica seria desenvolvido em torno de temas locais com articulações globais, demandando currículos diferenciados de escola para escola e, até mesmo, dentro da mesma escola, em diferentes épocas. No ensino superior, nos cursos de Licenciatura em Matemática, ou em outras licenciaturas, as disciplinas também seriam idealizadas dessa forma, com o intuito de que os futuros professores estejam imersos em um ambiente de formação semelhante àquele em que atuarão como professores ao saírem da universidade.

A Situação Desejada, em que a Modelagem com enfoque CTS determina um novo currículo, uma nova forma e uma nova concepção de educação matemática, exige, conforme, em parte, adaptado de Santos & Mortimer (2000): 1) a formação dos professores de Matemática já atuantes, ou mesmo daqueles que irão atuar, caso não tenham recebido esse tipo de formação durante a graduação; e 2) o acompanhamento do processo de

implantação por profissionais da Educação Matemática, mais especificamente da Modelagem, ou até mesmo de professores mais experientes, que já estejam envolvidos com esse tipo de trabalho há algum tempo.

Embora tenham sido propostas apenas duas possibilidades de cenários, incorporadas nas situações realística e desejada, é pertinente considerar a existência de muitas variações entre essas duas situações, se vistas como polos opostos.

3 O PARADOXO DA MODELAGEM CRÍTICA

Seja no âmbito da Situação Realística ou da Situação Desejada, quando há temas em evidência, surge também a questão da escolha desses temas para o trabalho com Modelagem. No contexto da Modelagem Crítica, essa escolha pode gerar alguns problemas relativos à ideia de democracia. Eles serão chamados de “problemas em relação à noção de democracia” e darão origem ao que denominamos “Paradoxo da Modelagem Crítica”, questão central da discussão apresentada nesse texto.

O primeiro aspecto identificado reside na forma como a Modelagem chega às salas de aula (quando chega). Como ocorre o processo pelo qual os alunos decidem trabalhar com Modelagem?

Para entender melhor essa questão, observemos uma primeira situação hipotética: o professor chega à sala de aula determinado a iniciar um trabalho com Modelagem em uma turma de nono ano. Ele faz uma longa exposição, apresentando a ideia e evidenciando a importância desse tipo de trabalho para a formação de cada um. Em seguida, propõe que os alunos escolham um tema - uma das possibilidades da Modelagem – de acordo com os desejos deles, que será problematizado por meio da Matemática. Nesse momento, um estudante se levanta e diz: “Professor, não sei o resto da turma, mas eu não quero trabalhar com esse negócio de Modelagem”. Em seguida, 28 dos 35 alunos se manifestam demonstrando estar de acordo com o colega. Eles não querem trabalhar com Modelagem. O que o professor faz? Desiste do trabalho porque foi derrotado em um pleito democrático ou impõe sua vontade de realizar a atividade, uma vez que a julga importante?

Se o professor decidir aceitar a vontade dos alunos, não desenvolverá a atividade de Modelagem. No entanto, se optar por conduzir o trabalho mesmo com a reprovação da maioria da classe, atuará em contradição a um dos princípios que regem a Modelagem Crítica, isto é, a “ausência de estruturas de poder” (Jacobini & Wodewotzki, 2006, p. 2) em

salas de aula. Para impor sua vontade, o docente precisaria se posicionar como alguém que detém um tipo de poder diferente daquele que os alunos possuem. Aqui há um problema a ser resolvido.

Por outro lado, existe outra situação em que os “problemas em relação à noção de democracia” se manifestam. Araújo (2005), ao comentar sobre a Educação Matemática Crítica (EMC), apresenta o seguinte argumento: “Para Skovsmose (1994), uma educação (matemática) crítica é aquela que reconhece e direciona suas ações para os conflitos e crises da sociedade, reagindo contra eles” (p. 62). Jacobini e Wodewotzki (2006) complementam afirmando: “como Skovsmose (2001) e Freire (1978; 1982), acreditamos que, para ser crítica, a educação deve reagir às contradições sociais” (p. 11).

Uma perspectiva de Modelagem baseada na Educação Crítica e/ou na EMC, provavelmente engloba os pressupostos dessas teorias. Logo, para que uma abordagem de Modelagem seja crítica, suas atividades devem objetivar o alavancamento de reações às contradições sociais.

Aqui reside a principal questão relacionada à eleição de temas: um problema paradoxal que convencionamos chamar de “Paradoxo da Modelagem Crítica”. Descreveremos, a seguir, uma situação hipotética onde tal paradoxo se apresenta.

Um professor pretende desenvolver uma atividade de Modelagem Crítica com alunos do Ensino Médio, por exemplo. Seguindo os princípios deste tipo de Modelagem e suas raízes ligadas à democracia, professor e alunos propõem juntos um tema para o estudo. Motivado pela enorme quantidade de buracos nas ruas do bairro periférico em que a escola está localizada, o docente sugere trabalhar com o tema “conservação das ruas”, uma vez que aquele é um ano de eleições municipais.

Paralelamente, está acontecendo uma edição do “Rock in Rio” e, por estarem envolvidos com esse evento através dos meios de comunicação, praticamente todos os alunos querem estudar temas relacionados ao festival. Dentre eles, há uma corrente mais forte que gostaria de entender melhor sobre os instrumentos musicais. O professor reflete um pouco a respeito da situação e se percebe em dificuldade. Se aceitar trabalhar o tema “instrumentos musicais”, sabe que terá que promover um verdadeiro “forçar a barra” para, talvez, conseguir discutir algo relacionado às contradições sociais. Por outro lado, se recusar a desenvolver a proposta dos alunos (aceita em comum acordo pela turma), negará alguns dos pressupostos da democracia. Em outras palavras, o professor se encontra diante de um paradoxo que parece tornar impossível o trabalho em uma perspectiva crítica de Modelagem.

À vista disso, o “paradoxo da Modelagem Crítica”, aqui presente, poderia ser descrito da seguinte forma: a abertura para uma eleição democrática de temas para uma atividade de Modelagem representa uma aula de democracia, porém a criticidade não está, necessariamente, garantida. Por outro lado, a indução do professor à escolha de um tema socialmente relevante para tal atividade poderia resultar em um avanço em direção a um entendimento crítico da situação, mas não garantiria os princípios democráticos em sala de aula, caso os alunos se recusassem a aceitá-la. Assim, levanta-se a tese de que as perspectivas da Modelagem com raízes na EMC e na Educação Crítica deixam a desejar no que diz respeito ao ato de escolha de temas para suas atividades.

A perspectiva de Modelagem com enfoque CTS, que apresentamos neste texto, não abandona a hipótese da democracia na escola. Ela se baseia no processo de democratização, que subentende a construção e a busca permanentes pela preparação dos indivíduos, para que vivam bem em uma sociedade democrática.

3.1 Qual democracia?

Para Skovsmose (2001), existem dois argumentos que indicam em que sentido é possível desenvolver uma competência crítica em Educação Matemática. O primeiro, social da democratização, estabelece que a Matemática, ao marcar presença na sociedade tecnológica, cada vez mais formata a realidade a partir de modelos matemáticos. Para compreender tais modelos é necessário que se domine sua construção. No entanto, não basta saber construí-los para desenvolver a competência crítica em relação a eles. É necessário ir além do pragmatismo, pois cada modelo matemático construído não se refere à realidade, mas a uma interpretação da realidade estabelecida por um sistema de conceitos anteriores que direcionou as escolhas da organização desse modelo (Capra, 1983).

O segundo argumento, pedagógico da democratização, considera que ações democráticas em nível macro, devem ser antecipadas em nível micro. Isso significa que o desenvolvimento de uma competência crítica para a ordem democrática da sociedade inicia com uma organização democrática da sala de aula e da escola (Skovsmose, 2001). Tal argumento defende que o ensino da Matemática direciona a aprendizagem em sentido oposto ao da ordem democrática. Isso ocorre devido a um currículo oculto presente nos sistemas e processos de ensino, caracterizado principalmente pelo distanciamento da

linguagem matemática em relação à linguagem cotidiana, ou seja, à linguagem do contexto cultural no qual a Matemática escolar está inserida.

A criticidade associada à EMC se caracteriza pela competência democrática, entendida em contraposição a uma competência de governo. Essa última diz respeito a habilidades específicas que determinadas pessoas, responsáveis pela administração dos bens públicos, devem possuir. Enquanto isso, a competência democrática é a capacidade das pessoas de julgar a maneira como tal administração é realizada, ou seja, trata-se de uma competência comum a todos.

Entretanto, Skovsmose (2001) atenta ao fato de que, em uma sociedade tecnológica, essas capacidades de julgar a administração dos governantes (competência democrática) não estão dadas naturalmente e precisam ser desenvolvidas, também, a partir do ensino da Matemática, tornando-se, assim, objeto de investigação da EMC.

O desenvolvimento tecnológico, que tem em seu seio o construto lógico da Matemática, pode corroer as bases democráticas da sociedade se as competências democráticas não forem cultivadas nos cidadãos. Para tanto, a EMC conceberá a formação dessas competências, no escopo em que é influenciada pela Educação Matemática, como formada pelo conhecimento tecnológico da Matemática (domínio e apreensão das construções de modelos matemáticos), pelo conhecimento matemático (domínio das habilidades inerentes à Matemática pura) e pelo conhecimento reflexivo, que se estabelece sob uma outra base epistemológica: a dialógica. Para que se desenvolva um conhecimento reflexivo, é necessário que haja contato com o outro.

O conhecimento reflexivo será a capacidade de articular os conhecimentos tecnológicos e matemáticos com suas implicações para as relações sociais; ou seja, é a “cola que une” a criticidade aos conteúdos da Matemática escolar. A prática de desenvolver essa capacidade, relacionada ao conhecimento reflexivo, será denominada alfabetização matemática (Skovsmose, 1994; 2001; 2008).

A questão que se coloca é que, para a EMC, a democracia parece se restringir a uma forma de governo e de organização do Estado, uma manifestação formal-jurídica de relação social historicamente estabelecida na sociedade. Este caráter jurídico-formal pode ser exemplificado pela música “Ninguém-Ninguém”, dos Engenheiros do Hawaii, em que cantam: “todos iguais, mas uns mais iguais que os outros”; isto é, a democracia se resume a seu caráter abstrato. Em outras palavras, as relações democráticas dentro de uma sala de aula deveriam ser estabelecidas de forma a aprimorar as relações formais-jurídicas da democracia na sociedade em sua totalidade. Mas cabe perguntar: que democracia é essa?

Para Skovsmose, o ideal de emancipação como objetivo social carece de significado, e, com isso, se resigna frente a ele (Wagner & Silveira, 2017), de modo que sua concepção de educação democrática se vincula a uma aprimoração das relações democráticas na sociedade existente, sem ruptura.

No entanto, não devemos ignorar que a discussão sobre a democracia na perspectiva da Modelagem Crítica e na perspectiva CTS que emerge, parte da educação democrática freireana. Por um lado, cabe questionarmos se a democracia em Paulo Freire é concebida como uma forma de governo que procura elaborar competências democráticas para o aprimoramento da democracia burguesa, como entende a EMC, ou se compreende a democracia como valor universal do ser humano, atrelado à superação das relações de exploração/dominação da sociedade burguesa.

Para Freire (1994), uma educação democrática é aquela que toma a opressão e as demandas sociais como objeto de reflexão do oprimido, onde os problemas sociais se tornam problemas educacionais, convocando os oprimidos à luta pela liberdade, pela emancipação. Para Freire (1994), democracia e emancipação são processos inextricáveis; resignar-se perante um é resignar-se perante o outro. Assim, as relações democráticas de Freire (1994) não se resumem à construção de pequenas eleições em sala de aula, como micro tribunais eleitorais; trata-se, antes de tudo, de um ouvir e de um impulsionar os oprimidos em comunhão na luta pela liberdade. As relações democráticas em Freire (1994) não se condensam em formas jurídico-políticas, mas nas valorações dos seres humanos em contraposição às relações de exploração/opressão na sociedade capitalista, formas estas caracterizadas por Marx como expressões de relações alienadas (Mészáros, 2016).

Portanto, a democracia em Freire (1994), no presente texto, é compreendida como valor universal do ser humano genérico. Segundo Coutinho (1979), a democracia como valor universal é uma questão fundamental na construção das lutas contra a opressão e a exploração nas sociedades latino-americanas, visto que seu desenvolvimento e suas revoluções burguesas se deram sob bases profundamente antidemocráticas. Assim, a democracia se estabelece de maneira inextricável na luta pela emancipação e pela soberania dos povos latino-americanos e de outros povos.

O complexo de questões que se apresenta agora, dissolve parte da aparente contradição anterior do “paradoxo da Modelagem Crítica”. Embora, de um lado, as imposições autoritárias de professores nas temáticas de suas turmas sejam antidemocráticas, a liberdade de eleição e a reflexão ético-crítica das problemáticas a serem estudadas pelos alunos são igualmente antidemocráticas, pois reproduzem relações

de opressão pela falta de criticidade, ao mesmo tempo que se travestem de formas jurídico-políticas de democracia. Como afirmado acima, a democracia defendida nesse artigo como valor universal não pode ser confundida com as roupagens formalistas do Estado jurídico-político; elas são essencialmente antiopressoras e anticapitalistas. Por outro lado, dissolvem-se essas aparentes contradições, mas surge um novo complexo de problemas: o que seriam relações essencialmente democráticas nas atividades de Modelagem na perspectiva CTS? Como poderiam ser construídas relações dialógicas, essencialmente anticapitalistas e antiopressoras (Freire, 1994), em uma escola antidemocrática e burguesa?

3.2 As escolhas de temas nas brechas das contradições

Considerando que a realidade brasileira se configura como um regime social explorador e opressor, a luta pela emancipação/democratização deve ocorrer na defensiva aos modelos capitalistas. Devemos identificar quais são as brechas de contradição em que podemos atuar. Nossa escola é atualmente construída de maneira autoritária, burocratizada, que, por si só, estruturalmente educa para a obediência (Tragtenberg, 2012), baseada em um sistema de disciplinas. As temáticas para estudos, centrais na nossa discussão, precisam ser escolhidas nesses espaços.

Por outro lado, não basta quereremos simplesmente estabelecer por decreto um conjunto de decisões democráticas, semelhantes aos sistemas de governo, visto que a educação democrática necessita da construção de um coletivo estudantil/escolar forte e que, este, quando vinculado à democracia como valor universal, estará em contradição com a própria estrutura da escola. Essas contradições foram enfrentadas pelos reformadores da escola-comuna soviética nos anos de 1920, quando precisaram construir uma escola para os princípios democráticos da nova sociedade, surgida dos escombros da sociedade feudal, imperial e autocrática dos czares. Essas experiências resolveram tais contradições no âmbito da organização e construção de um coletivo escolar, o que reforça a tese de que não há avanços criativos e democráticos sem uma organização coletiva daqueles que desejam transformar criticamente a realidade (Wagner, 2022).

Segundo Pistrak (2018), uma das principais lideranças das escolas-comunas, existem dois modelos de auto-organização dos trabalhos na escola. Um deles é aquele em que o professor decreta e divide as tarefas entre os estudantes, que se organizam entre si.

Nesse modelo, a comodidade do professor é centralizada, e não a construção de um coletivo escolar. O outro modelo, defendido pela perspectiva da escola-comuna, é aquele em que todas as instâncias são decididas e organizadas por todos que fazem parte do coletivo escolar. Nesse modelo, segundo Pistrak (2018), os estudantes não participam dos conselhos para salvaguardar seus interesses frente aos demais professores/funcionários, mas sim porque se sentem parte de um coletivo e assumem a responsabilidade pela construção.

Entretanto, nenhuma dessas questões, que poderíamos interpretar como relações democráticas na escola, seriam efetivamente possíveis sem a devida existência de um coletivo infantil/estudantil e um senso de autorregulação. Os estudantes não formam um coletivo simplesmente por estarem juntos, mas somente quando “se unem conscientemente por determinados interesses que lhes são próximos” (Pistrak, 2018, p. 228). Portanto, só faz sentido falar em democracia nas escolas, como sinônimo de auto-organização e autogestão, quando há a formação de um coletivo estudantil. É quando os estudantes compreendem efetivamente a importância de uma organização coletiva do e no espaço escolar que entram nos conselhos escolares e trabalham organicamente para a construção da escola, participando de todas as questões pedagógicas (e não somente das domésticas), incluindo a elaboração dos planos de trabalho da, onde se faz presente a escolha dos temas.

Em suma, o que a escola-comuna efetivamente levou a cabo em suas experiências documentadas (Pistrak, 2009) em relação à questão da democracia na escola – e, mais especificamente, nas escolhas pedagógicas -, apresenta coesão com os princípios freireanos. O tema discutido na centralidade das aulas precisa ser uma contradição social da comunidade, aquilo que os autores da escola-comuna chamaram de atualidade. Não pode ser um simples faz de conta ou um estudo da contradição como ilustração teórica, mas uma prática socialmente direcionada a um fim que transcenda dos muros da escola.

Todavia, a escolha dos temas não é um simples vale-tudo, mas uma construção pedagógica de muito debate, que necessita de um coletivo escolar formado, interessado e atento às demandas da atualidade. Por outro lado, as escolhas temáticas não devem ser feitas a partir das disciplinas, mas sim a partir das demandas atuais da comunidade escolar, uma vez que estas favorecem efetivamente a construção de um coletivo escolar.

A conclusão de Pistrak (2009), sistematizando uma reflexão coletiva das escolas-comuna, implica a necessidade de uma insubordinação criativa (D’Ambrósio & Lopes, 2015) em relação à realidade disciplinarizada da Matemática. A insubordinação criativa é,

precisamente, uma ação tomada por professores e gestores em prol da humanização das relações escolares, das aulas de Matemática, bem como da formação da autonomia dos estudantes, subvertendo as ordens burocráticas, patriarcais e raciais da escola. Além disso, essas insubordinações necessitam, igualmente, de relações coletivas para que se tornem sustentáveis e estáveis ao longo do tempo (Wagner, 2022). Isto é, a resolução desse paradoxo da Modelagem crítica não emerge das relações próprias das salas de aulas de Matemática, mas da institucionalidade social da escola. Portanto, sua resolução também não será factível de ser efetuada pelo indivíduo-professor, apesar de sua importância nesse processo; muito menos poderá ser restrita as aulas de Matemática se quiser ser sustentável; deve passar pela constituição de um coletivo estudantil/escolar organizado.

De acordo com Pistrak (2009, 2018), com base em suas experiências de sucesso, o coletivo escolar/estudantil não é imposto ou implementado por decreto ou imediatamente; ele se consolida na medida em “que há uma determinada necessidade de organização deste ou daquele trabalho” (Pistrak, 2018, p. 231). Contudo, o trabalho nessas experiências analisadas por Pistrak (2009; 2018) era socialmente necessário, útil e concreto. Não se tratava de um faz de conta ou de uma ilustração teórica. Logo, essas necessidades de organização não surgirão enquanto mantivermos os moldes de organização dos nossos trabalhos pedagógicos. Mas como romper minimamente e trabalhar nas brechas da contradição? Para responder a esse questionamento, construiremos propostas em dois níveis, seguindo um fluxo de coletividade/complexidade: 1) o nível da sala de aula e 2) o nível da organização do trabalho pedagógico. Nossa tese segue o princípio apresentado por Pistrak e Freire, em que as organizações coletivas não ocorrem por decreto, mas em tornos de temáticas e necessidades sociais concretas da realidade da comunidade escolar.

Partindo da realidade concreta da sala de aula e do professor-indivíduo, nossa proposta, no primeiro nível, é que professores e alunos transformem a sala de aula em um ambiente de “questões problemáticas em CTS”, como uma atualidade/contradição social a ser ampliada e discutida. Esse ambiente pode ser construído a partir de reportagens de revistas, jornais, blogs (principalmente blogs independentes), observações de praças e rios próximos à escola, vídeos, entre outras fontes, com o objetivo de chamar a atenção dos estudantes para os problemas que têm interferência direta ou indireta na comunidade em que vivem.

Com isso, há uma tendência de abrir possibilidades para que, no momento da escolha de um tema para o trabalho, os alunos tenham algumas opções, ou seja, estejam imersos em problemáticas relacionadas às relações CTS. À medida que o coletivo for se

construindo e se constituindo, as interferências desses estudantes, em conjunto com seus professores, têm potencial para romper as limitações dos próprios muros da escola.

Dessa forma, os alunos garantem o direito de escolher o tema; porém, essa escolha será mediada, alinhando-se aos princípios democráticos freireanos entendidos como processo. Ela ocorrerá dentre as diversas alternativas apresentadas pela atualidade em que estão situados. Esse processo infringe os princípios democráticos conforme defendidos pela EMC (democracia como forma de governo e organização jurídico-formal do Estado), mas auxilia na preparação do terreno e no lançamento da semente, para que tais princípios possam ser alcançados ao longo do percurso.

Em certa medida, os princípios democráticos da EMC parecem crer que a democracia ocorre por decreto na sala de aula, bastando ao professor autorizar que os estudantes sigam seus desejos. Entretanto, ignoram que os próprios desejos dos estudantes são frequentemente moldados por relações alienadas da sua vida cotidiana (Mészáros, 2016) e que limitar a democracia em sala de aula a essa compreensão jurídico-formal é reforçar a alienação social que as crianças enfrentam diariamente. Segundo Pistrak (2018), é na produção de determinadas necessidades de organização durante os trabalhos e atividades que a construção do coletivo se efetiva processualmente. Ou seja, as relações democráticas precisam ser construídas entre professores e estudantes, e não assumidas como *a priori* de um receituário pedagógico dito crítico.

Além disso, esse tipo de construção nas salas de aula, no primeiro nível por nós estipulado, ao produzir novas necessidades para sua própria continuidade, traz em *in nuce* o imperativo de que toda a escola se movimente de maneira diferente para garantir essa forma democrática de agir. Isto é, o nível um implica o avanço para o nível dois do coletivo escolar, pois, como exposto anteriormente, sem a produção coletiva, essas transformações não se sustentam. Portanto, ou muda-se a organização coletiva da escola, ou a própria experiência pedagógica que emerge da sala de aula está fadada a desvanecer.

O nível dois, correspondente à organização do trabalho pedagógico, implica não somente a coletividade dos profissionais de educação, mas, principalmente, a consolidação de coletivos estudantis que participem ativamente dessa construção e que compreendam as necessidades de si e da comunidade em que vivem. Se uma andorinha só não faz verão, o professor de Matemática e suas aulas também não fazem revolução sozinhos. Entretanto, os gérmenes plantados no nível um têm a potencialidade de desabrochar para além das aulas de Matemática. Essa conformação do coletivo estudantil não é de toda uma idealização, visto a organização dos grêmios estudantis e os históricos movimentos

estudantis secundaristas da rede estadual de São Paulo⁴; ou seja, são possibilidades factíveis.

Apesar de apontarmos níveis um e dois, isso não significa uma sequência linear, mas sim um emaranhado e imbricado sistema de relações escolares que necessita objetiva e subjetivamente evoluir para novos níveis de compromisso social com a comunidade, conforme explicam Freire (1994) e Pistrak (2018). Dessa forma, a situação realística apresentada nas seções anteriores se aproxima consistentemente da situação desejada.

Portanto, nas brechas das contradições da sociedade em que vivemos, compreendendo a democracia como valor universal que parte da atualidade e das contradições sociais, as escolhas dos temas serão democráticas/autogestionadas na mesma medida em que se consolida um coletivo estudantil devidamente preocupado e consciente das demandas da realidade da escola e da comunidade em que está inserido. Assim, esse trabalho de construção do coletivo estudantil nas aulas de Matemática ocorre nas brechas de nossa estrutura escolar e em resistência a essa estrutura e à sociedade que a reproduz.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse trabalho, buscamos discutir o paradoxo da democracia que pode se instaurar em processos pedagógicos inspirados na Modelagem Matemática e compreender qual democracia se faz e deve se fazer presente nas aulas de Matemática. De um ponto inicial, a análise das Situações Desejadas e Realísticas nos permite entender as contradições que emergem nas salas de aula como reflexo social e como diferentes concepções de democracia também se manifestam.

Defendemos uma democracia autêntica e direcionada para o desenvolvimento integral do ser social, que se contrapõe a uma concepção formalista e jurídica, restrita às eleições e ao desenvolvimento de competências para avaliar governos. Partindo de Freire (1994), defendemos uma democracia do/no cotidiano, da prática, que humanize e não guie estudantes a crerem que a existência de eleições juridicamente estabelecidas configura relações democráticas. Nesse sentido, só há razões para falar em democracia nas salas de aulas de Modelagem Matemática quando há a consolidação de um forte coletivo estudantil articulado, responsável e autônomo (do nível um ao nível dois). Para a

⁴ Nos referimos às ocupações secundaristas de 2015, no estado de São Paulo, contra o fechamento de escolas.

conformação deste coletivo, as “livres eleições” dos temas são um ponto muito rebaixado e superficial, e por vezes secundário, para o pleno desenvolvimento democrático.

Portanto, para enfrentar o paradoxo da Modelagem Matemática sociocrítica, é fundamental compreender o caráter de valor universal que a democracia apresenta, ultrapassando as concepções de sala de aula assembleístas, que por vezes não superam o senso comum.

Como possibilidade para esses avanços, propomos as estratégias baseadas em dois níveis de ação insubordinada e criativa, fundamentadas nos princípios freireanos e nas escolas-comuna: movimentos que constroem, desde a sala de aula de Matemática, necessidades para outras organizações dos coletivos escolares; isto é, partindo do nível um e avançando sobre o nível dois em uma tática de insubordinação nas brechas das estruturas burocráticas e antidemocráticas das instituições escolares.

REFERÊNCIAS

- Araújo, J. L. (2005). Uma abordagem sócio-crítica da modelagem matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. *Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia*, v.2, n.2, p. 55-68.
- Capra, F. (1983). *O Tao da Física: um paralelo entre a Física Moderna e os Misticismo Oriental*. Editora Cultrix. São Paulo.
- Coutinho, C. N. (1980). A democracia como valor universal. São Paulo: Ciências Humanas, 68.
- D'Ambrosio, B. S., & Lopes, C. E. (2015). Insubordinação Criativa: Um convite à reinvenção do educador matemático. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 29(51), 1–17. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v29n51a01>
- D'Ambrósio, U. (2005). Sociedade, cultura, matemática e seu ensino. *Educação e Pesquisa*, 31(1), 99-120.
- Freire, P. (1994). *Pedagogia do oprimido*. 17ª. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Freitas, L. C. D. (2009). A luta por uma pedagogia do meio: revisitando o conceito. *A Escola-Comuna*. São Paulo: Expressão Popular, 7-108.
- Jacobini, O. R., & Wodewotzki, M. L. L. (2006). Uma reflexão sobre a modelagem matemática no contexto da educação matemática crítica. *Boletim de Educação Matemática*, 19(25).
- Kincheloe, J. L. (1997). Reformulando o debate sobre a educação do professor. A formação do professor como compromisso político: mapeando o pós-moderno. Porto Alegre: Artes Médicas, 199-216.

- Klüber, T. E. (2012). Uma metacompreensão da modelagem matemática na educação matemática.
- Krupskaya, N. K. (2017). A construção da pedagogia socialista. São Paulo: Expressão Popular.
- Lenin, V. I. (1977). Obras completas: Tomo 37. Akal.
- Lukács, G. (2013). Para uma ontologia do ser social 2. Boitempo editorial.
- Mészáros, I. (2016). A teoria da alienação em Marx. Boitempo Editorial.
- Narkompros. (2017). Declaração sobre os princípios fundamentais da escola única do trabalho. In: Krupskaya, N. K. A construção da pedagogia socialista. São Paulo: Expressão Popular.
- Pistrak, M. M. (2009). A escola-comuna. São Paulo: Expressão Popular.
- Pistrak, M. M. (2018). Fundamentos da escola do trabalho. Expressão popular.
- Santos, W. L. P. D., & Mortimer, E. F. (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), 2(2), 110-132.
- Silveira, E. (2007). Modelagem matemática em educação no Brasil: entendendo o universo de teses e dissertações.
- Silveira, E. (2014). A MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA CTS [Tese, Universidade Federal de Santa Catarina]. Recuperado 20 de outubro de 2024, de <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/129531>
- Silveira, E., Caldeira, A. D., & Wagner, G. (2019). MODELAGEM MATEMÁTICA COM ENFOQUE CTS: APROXIMAÇÕES TEÓRICAS. VIDYA, 39(1), 3–20. Recuperado de <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/2656>
- Skovsmose, O. (1994). Towards a critical mathematics education. Educational studies in mathematics, 27(1), 35-57.
- Skovsmose, O. (2001). Educação matemática crítica: a questão da democracia. Papirus editora.
- Skovsmose, O. (2008). Desafios da reflexão em educação matemática crítica. Papirus Editora.
- Skovsmose, O. (2023). Critical mathematics education. Springer Nature.
- Skovsmose, O., & Valero, P. (2001). Breaking Political Neutrality: The Critical Engagement of Mathematics Education with Democracy. In B. Atweh, H. Forgasz, & B. Nebres (Eds.), Sociocultural Research on Mathematics Education (pp. 37-55). Lawrence Erlbaum Associates.

- Tonet, I. (2009). Marxismo e democracia. Democracia e políticas sociais na América Latina. São Paulo: Xamã, 9-21.
- Tragtenberg, M. (2012). Educação e burocracia. Editora Unesp.
- Wagner, G. (2022). The Ethical Dimension of Creative and Collective Insubordination: A Philosophical incursion in Mathematics Education. *Acta Scientiae*, 24(5), 305–327. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.6822>
- Wagner, G. (2024). Educação Matemática e democracia: análise de duas perspectivas críticas. *Revista Catarinense De Educação Matemática*, 3(1), 1-16. <https://doi.org/10.37001/recem.v3i4.3681>
- Wagner, G., & Silveira, E. (2018). É possível uma perspectiva emancipatória em educação matemática?. *EDUCAÇÃO MATEMÁTICA EM REVISTA–RS*, 2(18).

NOTAS DA OBRA

Título da Obra

Modelagem Matemática na perspectiva CTS: a questão da democracia

Guilherme Wagner

Doutor em Educação Científica e Tecnológica

Universidade Federal de Santa Catarina, Professor Adjunto DE no Departamento de Ciências Exatas e de Educação, Blumenau, Brasil

guilhermewagn@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1346-7980>

Everaldo Silveira

Doutor em Educação Científica e Tecnológica

Universidade Federal de Santa Catarina, Professor Adjunto DE no Departamento de Metodologia de Ensino, Florianópolis, Brasil

derelest@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2113-2227>

Ademir Donizeti Caldeira

Doutor em Educação

Universidade Federal de São Carlos, Professor Associado IV no Departamento de Metodologia de Ensino, São Carlos-SP, Brasil

mirocaldeira@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0290-9851>

Endereço de correspondência do principal autor

Rua dos Caçadores, 1581, B2Apt05 – Velha, Blumenau, SC – CEP: 89040-002

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: G. Wagner, E. Silveira, A. D. Caldeira

Coleta de dados: G. Wagner, E. Silveira, A. D. Caldeira

Análise de dados: G. Wagner, E. Silveira, A. D. Caldeira

Discussão dos resultados: G. Wagner, E. Silveira, A. D. Caldeira

Revisão e aprovação: G. Wagner, E. Silveira, A. D. Caldeira

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO

Não se aplica.



CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica

LICENÇA DE USO

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

PUBLISHER – uso exclusivo da revista

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

EQUIPE EDITORIAL

Méricles Thadeu Moretti
Rosilene Beatriz Machado
Débora Regina Wagner
Jéssica Ignácio
Eduardo Sabel

HISTÓRICO

Recebido em: 03-10-2023 – Aprovado em: 31-10-2024

