



EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA E ENFOQUE CTS: ALGUMAS INTERSEÇÕES E POSSIBILIDADES

NILCÉIA APARECIDA MACIEL PINHEIRO

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Ponta Grossa. nilceia@utfpr.edu.br

Resumo: Partindo da premissa de que o conhecimento matemático está intimamente ligado aos processos que envolvem o contexto científico-tecnológico e social, torna-se imprescindível que as abordagens com esse conhecimento em sala de aula possam adquirir novos contornos. Com base nisso, percebe-se que várias discussões vêm tomando corpo por meio do aporte teórico da Educação Matemática Crítica, a qual tem apresentado diversas interseções com os pressupostos do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Por sua vez, tal enfoque sustenta a necessidade de refletir sobre os fenômenos que permeiam o contexto científico-tecnológico e social. Acredita-se que a inclusão do enfoque CTS, por meio da Educação Matemática Crítica, desde a Educação Básica, torna-se um campo fértil que permite ao docente criar segmentos pedagógicos para o ensino e aprendizagem de matemática, sejam eles a partir de tendências existentes, ou mesmo inovando com a criação de novas perspectivas educacionais. O conhecimento matemático trabalhado sob uma perspectiva mais crítica e reflexiva permite ultrapassar seus limites de mero instrumento de cálculo, passando a contribuir na legitimação do sujeito enquanto cidadão.

Palavras-chave: Educação Matemática Crítica; Enfoque CTS; Conhecimento Matemático.

CRITICAL MATHEMATICAL EDUCATION AND STS APPROACH: SOME INTERSECTIONS AND POSSIBILITIES

Abstract: Starting from the premise that mathematical knowledge is very close to the processes that involve the scientific-technological and social context, it becomes essential that approaches with this knowledge in the classroom can gain new contours. Based on this, it is noticed that several discussions have been taking shape through the theoretical contribution of Critical Mathematical Education, which has presented many intersections with the assumptions of the Science, Technology, and Society (STS) approach. Such an approach supports the need to reflect about the phenomena that diffused through the scientific-technological and social context. Considering that including the STS approach through Critical Mathematics Education, from Basic Education, becomes a fertile field that allows the teacher to create pedagogical segments for the teaching and learning of mathematics, whether from existing trends or even innovating with the creation of new educational perspectives. The mathematical knowledge worked from a more critical and reflective perspective allows surpassing its limits as a mere instrument of calculation, contributing to the legitimation of the subject as a citizen.

Keywords: Critical Mathematical Education; STS approach; Mathematical Knowledge.



ARTIGO ORIGINAL

INTRODUÇÃO

Nosso mundo tornou-se cada vez mais uma instância científico-tecnológica, na qual os vários conhecimentos interagem. Logo, a matemática, enquanto conhecimento socialmente construído, participa dessa interação. Sua história nos permite percebê-la como algo que vai muito além de equações e fórmulas, pois contribui de forma significativa no entendimento e na construção das demais ciências, da tecnologia e de nossa história enquanto seres sociais.

Muito embora não percebamos, a matemática se caracteriza como uma base formatadora de modelos que explicam o funcionamento de inúmeros fenômenos científico-tecnológicos. A matemática traz consigo a ideia de que aquilo que não pode ser mensurado não possui valor e não tem existência. A quantificação é capaz de estabelecer a comprovação numérica, a qual, muitas vezes, é capaz de substituir o julgamento humano, tornando a decisão mais confiável.

Contudo, a crença exagerada na matemática, alheia a um raciocínio crítico-reflexivo, poderá levar a decisões errôneas.

A matemática, aliada à ciência e à tecnologia, poderá contribuir na criação de formas de manipular a maneira como as pessoas percebem a realidade, percepção essa que é condição essencial para a compreensão das diversas formas de convívio social, político e econômico. (PINHEIRO, 2005, p.15)

Nesse sentido, a importância de compreender a matemática, refletir acerca de suas formas de modelar e impactar na realidade poderá orientar as pessoas a tomarem suas decisões acerca do cotidiano. Borba e Skovsmose (2001) consideram que, ao nos depararmos com

ferramentas matemáticas que modelam nosso cotidiano, precisamos indagar:

[...] o que é feito por meio desse modelo? Que ações sociais e tecnológicas são realizadas? Quais são as implicações sociais, políticas e ambientais dessas ações? Dificilmente fazemos tal reflexão, ainda mais quando temos respostas quantificadas, porque a matemática sempre foi considerada como um conhecimento onipresente (contexto neutro), onisciente (a verdade final) e onipotente (funciona em todo lugar). (BORBA e SKOVSMOSE, 2001, p. 143).

É preciso estarmos atentos, pois a matemática possibilita a criação de fórmulas e modelos, com os quais se formata a realidade e delibera numericamente aquilo que grande parte das vezes é inquantificável.

Para tanto, destacamos a relevância de o professor poder inserir em sua prática pedagógica momentos que promovam um olhar mais crítico e reflexivo sobre a matemática. Isso encontra respaldo tanto na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) quanto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para a Educação Básica, pois na presente sociedade, onde os âmbitos sociais, culturais e profissionais ganham novas dimensões e definições, a competência crítica em matemática se faz cada vez mais necessária. Sendo assim, os documentos oficiais ressaltam a necessidade de se compreender conceitos e procedimentos matemáticos, tanto para tirar conclusões e fazer argumentações quanto para o cidadão agir como consumidor prudente ou tomar decisões em sua vida profissional, pessoal e coletiva. (BRASIL, 1999)

Na literatura referente à Educação Matemática, tais percepções vêm ganhando corpo a partir dos ideais da Educação Matemática Crítica (Skovsmose, 1988, 2000, 2001, 2004, 2007, 2014; Alrø e Skovsmose, 1996, 2006;



ARTIGO ORIGINAL

Araújo, 2002; Franksteinsd, entre outros). Os aportes dessa teoria abarcam a matemática num sentido vivo, que interage com as várias ciências, aplica-se na tecnologia, tendo impacto direto na sociedade. Sendo assim, pode-se perceber que pesquisas desenvolvidas acerca da Educação Matemática Crítica coadunam com a necessidade de o conhecimento matemático proporcionar a formação de um cidadão que compreenda o funcionamento e a repercussão dos produtos e processos tecnológicos usados pela sociedade contemporânea. (PINHEIRO, 2009)

Vista por um viés crítico, a Educação Matemática revela intenções que seguem em direção aos aportes do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), pois em seu âmbito geral, destaca a importância em favorecer aos estudantes um engajamento enquanto cidadãos com condições de entender os mecanismos de funcionamento da sociedade e, a partir deles, exercer seus direitos e deveres transformando o contexto no qual estão inseridos.

Embasados nos pressupostos até aqui apresentados, pretendemos, neste artigo, a partir de uma pesquisa exploratória, destacar as relações existentes entre a Educação Matemática Crítica e o enfoque CTS ao salientar a relevância de compreender a interação do conhecimento matemático com as instâncias científico-tecnológica e social. Presumimos que, a partir do relacionamento dessas duas perspectivas, é possível mobilizar situações pedagógicas que possam direcionar o ensino e a aprendizagem da matemática por vias que permitam levar os discentes a compreenderem a matemática enquanto saber construído historicamente, que os auxilia na percepção da história e da construção de modelos para várias ciências, na resolução de problemas de sua realidade e que, principalmente, possam repensar

sobre o impacto dessas respostas no entorno social comum.

POR UM ENSINO CRÍTICO-REFLEXIVO: ENFOQUE CTS

No atual contexto, altamente científico-tecnológico, do qual fazemos parte, é de suma importância as pessoas conseguirem cada vez mais avançar em seus entendimentos sobre a atuação da ciência e da tecnologia exercidas em seu cotidiano. Precisamos possibilitar que nossos estudantes, exerçam sua cidadania, tenham capacidade de agir de uma maneira mais crítico-reflexiva diante das situações que o mundo do conhecimento lhes apresentar. Dessa forma, enquanto educadores cremos que tais habilidades devam ser trabalhadas desde muito cedo no interior da escola.

Ao procurarmos novos subsídios pedagógicos para a matemática, buscando nesse conhecimento a contribuição libertadora na presente sociedade dominada pela ciência e pela tecnologia, amparamos nossas leituras em um referencial teórico que permite contemplar uma visão repensada acerca da instância científico-tecnológico e social – o enfoque CTS. Tal referencial encontra respaldo em alguns manifestos ocorridos na década de 1970, o qual deu suporte para a construção de currículos em diversos países, em particular, na área de ciências, enfatizando uma alfabetização científico-tecnológica com viés social. Tais pesquisas tiveram origem há pouco mais que cinco décadas, sendo amparadas por teorias da filosofia, história e sociologia da ciência. Segundo Bazzo (1998, 2019), seu caráter interdisciplinar tem abarcado, além dos currículos de ciências naturais, as disciplinas das ciências sociais e



ARTIGO ORIGINAL

humanidades, entre elas a filosofia, a história da ciência e a economia.

Os pressupostos do enfoque CTS mobilizaram “[...] uma área de estudos onde a preocupação maior é tratar a ciência e a tecnologia visando suas relações, consequências e respostas sociais.” (BAZZO e COLOMBO, 2001, p. 93). Nesse sentido, enfatiza a prevalência de análises críticas e reflexivas ao estabelecer a presente relação entre ciência, tecnologia e sociedade.

Os estudos em CTS tiveram sua origem fora do contexto educacional, amparados em uma compreensão mais crítico-reflexiva sobre a instância científico-tecnológica, contudo, a relevância de seus aportes fez com que vários trabalhos fossem desenvolvidos na educação, desde a formação de professores até o contexto escolar básico. Na literatura brasileira, podemos citar as pesquisas de: Bazzo (1998, 2019); Bazzo e Cury (2001); Cruz (2001); Auler (2002); Santos e Schnetzler (2003); Pinheiro e Bazzo (2004, 2009); Pinheiro (2005); Pinheiro et al (2007); Machado e Pinheiro (2009, 2010); Bazzo e Barboza (2014); Bazzo et al (2016); Strieder (2016), entre outros. Porém, cabe enfatizar que grande parte dos trabalhos tem contemplado a área de ciências, entre elas a biologia, a física e a química, na educação básica.

Todavia, pela magnitude e epistemologia apresentadas junto ao enfoque CTS, suas reflexões tornam-se importantes nas várias instâncias do conhecimento, pois sua inserção vai além de estratégias pedagógicas para “alcançar uma postura epistemológica.” (PINHEIRO, 2005). Sua análise na educação destaca que o professor é a figura capaz de promover habilidades criativas, críticas e reflexivas, gerando na matemática um dinamismo de construção do saber que vai além da “decoreba” e da memorização. Rumo a essa formação, salienta-se que o docente possa mudar

a sua atitude diante dos conteúdos trabalhados, pois, no enfoque CTS, um dos objetivos é que haja a participação conjunta de docentes e estudantes na construção, análise e questionamento acerca do conhecimento.

Na situação de docente de Matemática, estamos sempre a pesquisar novos subsídios pedagógicos que possam vir a contribuir para o ensino e aprendizagem desse conhecimento. Parece-nos que os estudos em CTS abrem horizontes para podermos ultrapassar a visão tradicionalista e positivista ainda arraigada nas escolas. Esse enfoque intenciona a superação do olhar manipulador que a ciência e a tecnologia exercem na sociedade, possibilitando a participação do cidadão em contextos nos quais ambas essas instâncias estão presentes. Pautado no ideal interdisciplinar, o viés CTS enfatiza a necessidade de se trabalhar as disciplinas de uma forma mais integrada, não havendo fronteira entre elas. Isso permite aos alunos perceberem as relações entre os conhecimentos, contemplando um pensar mais crítico e contextualizado, incentivando-os a serem cidadãos mais participativos e capazes de se perceberem parte da sociedade.

Contudo, visando alcançar a tal postura, é imprescindível ultrapassar a ideia de que o debate sobre a instância científico-tecnológica seja apenas papel de disciplinas como a Química, a Física e a Biologia. O compromisso cidadão é de todos, pois todas as instâncias do conhecimento atuam na construção do contexto histórico-social e, dessa forma, precisam de questionamentos. Logo, a matemática não poderá ficar à margem dessa atuação, sendo considerada na maioria das vezes como ciência inquestionável. Concebida, muitas vezes, como puro instrumento de calcular, isenta-se a matemática de responsabilidades no contexto da sociedade. Contudo, vale destacar que ela não possui neutralidade alguma, pois é



ARTIGO ORIGINAL

utilizada muitas vezes, como reguladora e formatadora de interesses político-sociais.

Nosso papel na posição de docentes de matemática é o de trazer à tona a matemática enquanto conhecimento questionador e reflexivo, como avaliadora de artefatos que ela própria auxilia a construir. Nesse sentido, seu ensino deve contemplar questões que permitam discutir as ciências, as tecnologias e a relação da matemática com essas instâncias, auxiliando na transformação da sociedade.

Sendo assim, nos parece que, ao trazer os aportes teóricos do enfoque CTS na construção do saber matemático, os estudantes terão a oportunidade de concebê-lo como ciência, que auxilia na produção da tecnologia, se construindo e atuando junto à sociedade. Precisamos desmitificar a ideia na qual a matemática é vista apenas como uma ferramenta de cálculo utilizada em outras áreas do conhecimento, menosprezando sua atuação na construção do meio social. Assim sendo, ressaltamos que, a partir da perspectiva CTS, o aluno possa ser capaz de entender o papel do conhecimento matemático, bem como suas origens na construção das ciências e da tecnologia e, frente a isso, perceber a matemática como uma ciência não-neutra, constituindo-se num conhecimento avaliativo e transformador da realidade.

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA: ALGUMAS PERSPECTIVAS

A partir do momento no qual a matemática passou a fazer parte do currículo escolar sua abordagem em sala de aula tem sido, em grande parte das vezes, fechada em si mesma, baseada na manipulação de números descontextualizados. A visão platônica tem imperado no contexto escolar, o que impõe à matemática ficar alheia a

questionamentos. Essa visão estabelece para a matemática o status de algo totalmente abstrato que surgiu sem nenhuma relação com a história humana. Os autores Borba e Skovsmose (2001) salientam que a concepção da matemática enquanto algo pronto e acabado tem sido o ideal pregado em grande parte das escolas, exaltando a ideia da ideologia da certeza matemática. Essa perspectiva delibera ao conhecimento matemático um “poder de argumentação” frente aos questionamentos da sociedade. Borba e Skovsmose (2001) salientam que, dessa forma, a matemática se sustenta como algo que confere estabilidade e precisão, porém, aplicada num mundo completamente instável. Com base nessa ideia, Borba e Skovsmose (2001) trazem à tona o termo “ideologia da certeza” que configura à matemática algumas repercussões:

1-A matemática é perfeita, pura e geral, no sentido de que a verdade de uma declaração matemática não se fia em nenhuma investigação empírica. A verdade matemática não pode ser influenciada por nenhum interesse social, político ou ideológico;

2-A matemática é relevante e confiável, porque pode ser aplicada a todos os tipos de problemas reais. A aplicação da matemática não tem limite, já que é sempre possível matematizar um problema. (p.130-131)

Quando conferimos à matemática um status de formatadora, estamos reafirmando a ideologia da certeza matemática, considerando-a como algo neutro que não contribui na formação de um problema, nem na sua solução. Essa crença poderá resultar em várias consequências, principalmente aquelas que se relacionam à ciência e à tecnologia. Para tanto, Borba e Skovsmose (2001, p. 133) destacam que a tecnologia “não pode ser vista como uma simples ferramenta por meio da qual a humanidade tenta “sobreviver” em sua luta com a natureza.”



ARTIGO ORIGINAL

Skovsmose (2001) enfatiza, ainda, que os seres humanos estão envolvidos pela tecnatureza, a qual faz da tecnologia um instrumento instável que tanto poderá salvar quanto condenar. Diante dessa tecnatureza, o conhecimento matemático se coloca como formatador frente às instâncias da atual sociedade.

Esse poder formatador junto à ideologia da certeza são transferidos para dentro da escola, quando o professor segue apenas um método para encontrar a solução de uma equação; quando considera uma resposta exata sem ao menos discutir seu real resultado, não dando aos estudantes a oportunidade de poder questionar sobre a resolução. Contudo, Borba e Skovsmose (2001) salientam que não se pode culpar o professor. Eles fazem parte de algo maior, responsável por difundir a ideologia da certeza. Os autores fomentam que professores, gestores e pais de alunos recebem, em sua maioria, uma formação acadêmica de outros formadores que parecem não se interessar pelas relações da matemática com questões filosóficas e epistemológicas, importando-se apenas com a matemática enquanto ferramenta de cálculo.

A matemática abordada sob um aporte mais crítico e reflexivo poderá conferir aos alunos uma participação maior no processo, permitindo que, futuramente, esses alunos possam compreender o conhecimento da matemática e suas relações com o social. O que precisa ser ressaltado nesse contexto é a ideia de que ao se trabalhar a matemática numa visão crítica, não necessitamos abandonar o conteúdo matemático. Muito pelo contrário! Ao trabalhar o conteúdo matemático é que poderemos estar permitindo que o estudante perceba a presença da matemática na construção de nossa própria história. De acordo com Skovsmose (2001), a Educação Matemática vista por esse viés poderá levar o aluno a desenvolver uma competência crítica, dando-lhe a capacidade

de conceber a sociedade criticamente tendo consciência de que possui a capacidade de participar ativamente das decisões que esse contexto exige.

Skovsmose (2001) destaca que a competência crítica seria de grande importância para a emancipação sociocultural, permitindo que o estudante possa ler matematicamente o mundo, fazendo julgamentos e tomando decisões, estando ciente das limitações da matemática. Argumenta ainda o autor, que a Educação Matemática, vista criticamente, além de favorecer um pensamento mais reflexivo acerca do papel da matemática na construção do contexto histórico e social, possibilita a construção de outros três conhecimentos: o matemático, o tecnológico e o reflexivo.

Skovsmose (2001) destaca que o conhecimento com foco reflexivo precisa estar a par do tecnológico, pois esse segundo, muitas vezes, não consegue predizer sua própria criação, necessitando de um pensar reflexivo para interpretar e compreender os seus objetivos. O conhecimento reflexivo e o tecnológico são interdependentes, uma vez que o tecnológico visa a dar a solução ao problema, o conhecer reflexivo, por outro lado, objetiva a avaliação acerca dessa solução.

Sendo assim, a leitura e a análise dos aportes da Educação Matemática Crítica junto à perspectiva CTS nos permite perceber várias interseções entre eles. Isso nos auxilia a compreender a matemática enquanto ciência, não podendo ser concebida em sua individualidade e neutralidade. Pelo contrário, precisa ser concebida como conhecimento crítico e reflexivo, de maneira que os estudantes possam perceber sua parcela de contribuição no entendimento e na formação da realidade. Apesar de não determinar diretamente a capacidade de intervenção política na sociedade, a formação



ARTIGO ORIGINAL

matemática pode potencializá-la, pois, à medida que estimula a intervenção social dos sujeitos, a Educação Matemática pode contribuir com a contraposição aos mecanismos sociais de cunho autoritário. (PINHEIRO e BAZZO, 2009)

Destacamos que tanto Skovsmose (1988, 2000, 2001, 2004, 2007, 2014) como pesquisadores do enfoque CTS (GARCIA et al. (1996), AULER(2002), CERESO(2002), OSORIO (2002), BAZZO(1998, 2019), BAZZO e BARBOZA (2014), BAZZO et al (2016), entre outros) ressaltam sobre a importância de dotar nossos cidadãos de uma competência crítica, permitindo que possam participar ativamente das decisões e debates que envolvam um bem comum. E, nesse sentido, a matemática deve ter parte na formação dessa competência.

Enfim, visto por uma perspectiva crítica e reflexiva, o ensino e aprendizagem de matemática poderá levar os estudantes por contextos desafiadores, nos quais possam questionar, debater e argumentar, de maneira que percebam o quanto a matemática está envolvida em todos os processos da vida humana.

Consideramos que os aportes da Educação Matemática Crítica nos permitem percorrer diferentes caminhos para trabalhar o ensino e a aprendizagem de matemática em sala de aula, indo além de estratégias prontas e acabadas. Nesse sentido, percebemos que as várias Tendências da Educação Matemática poderão ser abordadas a partir de uma perspectiva mais crítica e reflexiva. Para iniciar as discussões, selecionamos a Resolução de Problemas, a Modelagem Matemática e a História da Matemática.

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Quando ouvimos o termo “resolver problemas”, logo nos vem à mente a ideia de

matemática. Esse fato é comum, uma vez que a matemática se faz presente nas mais variadas ciências, auxiliando-as a resolver seus problemas. Nosso dia a dia sempre nos coloca diante de situações-problema, sejam elas de cunho pessoal, social, científico ou tecnológico. Essas podem partir de simples situações até aquelas mais complexas, exigindo a atuação de especialistas.

Os processos de resolução de problemas estão presentes na história da humanidade desde há muito tempo (ONUCCI, 2012; ONUCCI e ALLEVATO, 2011; ALLEVATO e ONUCCI, 2014; DANTE, 2011), sendo eles apontados em vários registros históricos de diferentes povos, de diferentes regiões. Tais processos podem nos auxiliar a entender como nossos ancestrais processavam suas ideias, construía seu raciocínio e desenvolviam diferentes estratégias para resolver as questões presentes em seu cotidiano. (HUANCA, 2006). Essas construções contribuíram de forma significativa para o desenvolvimento do pensamento matemático ao longo dos tempos, deixando todo esse legado matemático que temos hoje. Seguindo essa ideia, podemos perceber, nos dias atuais, várias situações análogas a épocas passadas, que ainda hoje despertam o interesse da humanidade na busca de diferentes caminhos para a solução de problemas, principalmente aqueles relacionados ao contexto da ciência e da tecnologia.

Evoluindo continuamente, nossa sociedade tem atingido um nível de progresso e de mudanças rápidas, jamais imaginadas, o que vem a exigir do ser humano atitudes críticas e criativas. Nesse sentido, ao trabalharmos com a resolução de problemas em sala de aula precisamos avançar para estratégias que tenham como foco o desenvolvimento de um pensamento crítico e criador por parte de nossos alunos.



ARTIGO ORIGINAL

Entretanto, para que tal tendência venha de fato contribuir para o desenvolvimento de um raciocínio criativo, as estratégias de ensino não podem levar os alunos a atividades meramente reprodutoras, nas quais os problemas são agrupados de forma a seguir um modelo, exigindo-se do aluno apenas a seleção de um dos esquemas previamente preparados, o que quase sempre ocasiona o desinteresse. (PINHEIRO, 2005, p. 68.)

Dessa forma, o trabalho com resolução de problemas no ensino de matemática deverá partir da ideia de que o mais importante é o processo, o raciocínio desenvolvido durante o percurso e não a resposta propriamente dita (ONUCCI, 1999). Além disso, aquele aluno que tiver uma visão mais crítica será capaz de, ao processar sua resposta, refletir se ela está em acordo com aquela situação.

Percebemos que a importância de desenvolver processos mentais cada vez mais críticos, que facilitem a resolução de problemas, vem sendo destacados em nossos documentos oficiais (PCN, BNCC), de maneira que diferentes estratégias pedagógicas possam ser trabalhadas desde muito cedo na escola. De acordo com Groenwald (1999), a palavra “problemas” não está relacionada somente aos problemas matemáticos, mas a qualquer situação que não se conhece totalmente ou parcialmente, mas que sobre ela precisamos tomar alguma decisão dentro de um espaço de tempo. O problema entendido por esse viés é muito comum em nossa sociedade tecnológica, na qual as mudanças são constantes e contínuas, o que torna necessário que nossos alunos, futuros gestores de nossa nação, tenham habilidades e competências para resolver diferentes problemas.

De acordo com Dante (2000, p. 15):

[...] é necessário formar cidadãos matematicamente alfabetizados, que saibam

como resolver, de modo inteligente, seus problemas de comércio, economia, administração, engenharia, medicina, previsão do tempo e outros da vida diária [...]

Ao tomar como base da Educação Matemática a Resolução de Problemas, o professor estará possibilitando aos alunos diferentes formas para resolver uma determinada situação, seja ela simples ou complexa, tendo ou não solução. Isso faz com que o aluno possa refletir sobre o processo por meio do qual se chegou àquela resposta e se realmente ela pode ser considerada a melhor resposta para aquele problema, considerando também os impactos que ela poderá trazer. Ainda mais se o problema em análise for uma situação aplicada à realidade.

Por esse viés, destacamos Dante (2011), ao listar alguns motivos pelos quais os docentes deveriam se utilizar da Resolução de Problemas em sala de aula: ao resolver problemas os alunos passarão a pensar de forma mais produtiva; auxilia os alunos a enfrentarem novas situações; oportuniza ao aluno a imersão em situações onde a matemática está presente; proporciona aulas mais criativas e interessantes; possibilita aos alunos conhecerem diferentes estratégias para resolução de problemas, permite a eles entenderem o funcionamento do mundo de forma matemática.

Onuchic (1999) ainda complementa que a Resolução de Problemas pode contribuir como professor no sentido de deixar as aulas mais prazerosas e desafiadoras, pois ao iniciar uma aula a partir de um problema, ainda mais se ele estiver relacionado a aplicações reais, aguçará a curiosidade e a capacidade de refletir dos alunos.

Podemos começar um tópico matemático com uma situação-problema que expressa aspectos-chave desse tópico e são desenvolvidas técnicas matemáticas como



ARTIGO ORIGINAL

respostas razoáveis para problemas. [...] O aprendizado, deste modo, pode ser visto como um movimento concreto (um problema do mundo real que serve como exemplo do conceito ou da técnica operatória) para o abstrato (uma representação simbólica de uma classe de problemas e técnicas para operar com esses símbolos). (ONUCHI, 1999, p.207)

Ao partir de problemas reais, o professor permite que o aluno possa perceber como o conhecimento matemático está presente em nosso dia a dia, auxiliando a resolver problemas das ciências e da própria tecnologia e visualizando o quanto a sociedade sofre influências desse saber, o qual ajuda a modelar nosso cotidiano.

Sendo assim, Onuchic (1999) destaca que além de propor problemas a serem resolvidos é importante que o professor possa considerar alguns fatos: praticar a resolução de problemas para que isso aumente o desempenho dos estudantes na compreensão e na aplicação da matemática; permitir aos alunos a participação ativa em todo o processo e possibilitar oportunidade para que todos possam opinar e participar. Essa fala pode ainda ser complementada, com as perspectivas trazidas pelos PCN (1999, p. 40) de Matemática:

A resolução de problemas, na perspectiva indicada pelos educadores matemáticos, possibilita aos alunos mobilizar conhecimentos e desenvolver a capacidade para gerenciar as informações que estão ao seu alcance. Assim, os alunos terão oportunidade de ampliar seus conhecimentos acerca de conceitos e procedimentos matemáticos, bem como de ampliar a visão que têm dos problemas, da Matemática, do mundo em geral e desenvolver sua autoconfiança.

Nesse sentido, ressaltamos ainda que ao proporcionar um debate, uma conversa reflexiva e participativa sobre a solução do problema, o professor estará desencadeando uma postura mais crítica nos alunos.

Para tanto, Onuchic (1999) ressalta que trabalhar matemática a partir da Resolução de Problemas não pode se reduzir a apresentação do problema e ao aguardo do professor pela resposta. Pelo contrário, o professor precisa criar e manter um ambiente estimulador e motivador para que todos possam ganhar com a atividade. Dessa forma, ressaltamos que o estudante terá prazer em resolver um problema ao se deparar com diferentes e novas situações, que o estimule, envolvendo-o num processo criativo, crítico-reflexivo, incentivando a tomada de decisões, para planejar, executar e avaliar a solução.

Onuchic e Allevato (2004, p. 216) ainda consideram que:

A caracterização de Educação Matemática, em termos de Resolução de Problemas, reflete uma tendência de reação à caracterizações passadas como um conjunto de fatos, domínio de procedimentos algorítmicos ou um conhecimento a ser obtido por rotina ou por exercício mental. Hoje, a tendência é caracterizar esse trabalho considerando os estudantes como participantes ativos, os problemas como instrumentos precisos e bem definidos e a atividade na resolução de problemas como uma coordenação complexa simultânea de vários níveis de atividade.

Entendemos, assim, que ao se desenvolver em sala de aula estratégias que visem a Resolução de Problemas numa perspectiva crítica, os alunos poderão ir além do trabalho com algoritmos matemáticos, incorporando hábitos de argumentação e tomada de decisão, percebendo que a matemática não se restringe a uma



ARTIGO ORIGINAL

ferramenta de resolução de problemas, mas como um saber reflexivo que leve o alunos à organização, análise, reflexão e formação de atitudes.

A Resolução de Problemas, dentro da Educação Matemática Crítica, torna-se um meio de articulação entre o que o aluno conhece sobre a matemática e aquilo que ele é capaz de produzir, levando-o além de mero receptor. Por meio da Resolução de Problemas, é possível que o professor desenvolva práticas investigativas, que tenham como finalidade dar oportunidades de os educandos defenderem seus argumentos, ouvirem outras propostas e poderem chegar a conclusões comuns, ou aquela que seja a mais plausível para a questão. Para tanto, ao trabalhar nessa proposta é relevante que o professor conceba o aluno como ser ativo do processo, e que ele, enquanto professor, possa se sentir parte dessa negociação.

MODELAGEM MATEMÁTICA

O conhecimento matemático, em sua essência, tornou-se uma base para a constituição das mais variadas áreas da ciência, permitindo a elas a interpretação, o questionamento, o planejamento e as respostas para seus fenômenos. Por meio da matemática é possível que o ser humano possa avançar, indo daquilo que ele já conhece para a criação de novos modelos que o permitam aplicar e resolver problemas que fazem parte dos mais diversos contextos.

Ao analisarmos a história de nossa humanidade percebemos que o homem recorreu constantemente a modelos para poder expressar seu pensamento, comunicar-se e fazer previsões. Para tanto, modelar um problema ou um fenômeno, por meio da matemática, suscita da necessidade de o ser humano poder manifestar o conhecimento a partir de possíveis formas de

representar matematicamente nossa realidade e seus problemas.

Na área da Educação Matemática, vários pesquisadores (GAZZETTA, 1989; FRANCHI, 1993; BASSANEZI, 1994, 2002, 2015; BIEMBENGUT, 1997, 1999; CALDEIRA, 1998; JACOBINI, 1999; FERRUZZI, 2003; KACMAREK, 2019; VELEDA e BURAK, 2020, BURAK, 2019, 2020, entre outros) vêm desenvolvendo estudos desde os Anos Iniciais até a Pós-Graduação, de maneira que os alunos possam ver como a matemática pode se manifestar dentro das diversas áreas do conhecimento por meio de modelos e a partir deles fazer previsões. A esse processo denominamos Modelagem Matemática.

Burak (1992, p. 62) complementa, definindo Modelagem Matemática como sendo:

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.

Consideramos que pelas perspectivas que a Modelagem Matemática apresenta, ela pode se configurar como um campo profícuo que possa capacitar o aluno a atuar criticamente na sociedade em que vive.

O foco principal da Modelagem Matemática é a construção do conhecimento matemático, por meio de experiências vividas, nas quais o aluno poderá perceber como a matemática faz parte de seu cotidiano e auxilia na resolução de problemas, deixando visível que nenhum conhecimento está isolado, pois todos se inter-relacionam para uma solução comum. Dessa forma, Bassanezi (1994) considera que a modelagem é a arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos, de forma que sua



ARTIGO ORIGINAL

resolução possa surgir da interpretação de suas soluções na linguagem do mundo real. O autor destaca ainda que ao estudarmos um problema ou mesmo uma situação real, a matemática se faz presente como linguagem que nos auxilia na compreensão e na simplificação de variáveis para a interpretação do objeto.

Sendo assim, os autores recomendam que, na medida do possível, os professores, ao trabalharem com Modelagem Matemática, possam partir de situações que envolvam o cotidiano dos alunos, o que ao mesmo tempo torna a aprendizagem mais agradável e os permitem perceber a interação existente entre a matemática e as demais ciências.

Nesse sentido, Burak (1992, p.55) destaca que:

Por meio da Modelagem Matemática o conhecimento matemático não se restringe ao seu próprio contexto, mas oportuniza ao estudante relacionar o que é aprendido dentro e fora da escola: uma Matemática construída na interação do homem com o mundo, uma Matemática com história.

A Modelagem Matemática, no contexto escolar, deve ser vista como uma forma de promover a cooperação entre os alunos e esses para com o professor, deixando claro que a produção do conhecimento se faz a várias mãos. Assim, o professor pode aproveitar o momento para estimular os alunos a vivenciarem as relações que o conhecimento matemático estabelece para com a sociedade, com as ciências e com a tecnologia. Essas relações são melhores esclarecidas quando o problema a ser modelado surge na própria sociedade. Corroborando com Blum (1991), Araújo (2002) fomenta que os alunos precisam ir além do domínio sobre o conteúdo da matemática, ou seja, mais do que lidarem de forma eficiente com números, necessitam testar suas capacidades de aplicar esse

conhecimento em situações fora do contexto escolar. Araújo (2002) ainda ressalta, a partir de Blum e Niss(1989), que os motivos pelos quais se torna importante incorporar nas aulas de matemática a modelagem se dão pelo fato de desenvolver nos alunos a habilidade de resolução de problemas, exercendo seu direito de expor opiniões e tomar decisões.

Contudo, ressaltamos o quão importante é os alunos poderem construir seus próprios modelos para que possam representar algo da realidade, defendendo, questionando, reelaborando, frente às supostas aplicações que, a partir dele se fará, seja nas demais ciências ou na própria tecnologia.

Consideramos que, além de possibilitar aos alunos a construção de modelos matemáticos, torna-se importante que o professor possa levar modelos prontos já vigentes em nossa sociedade, de maneira que os alunos possam questionar e refletir sobre esse modelo e o propósito que ele possui. Além de analisar o porquê do seu surgimento, seu contexto histórico, sua importância para sociedade e, principalmente, quais decisões serão tomadas a partir daquele modelo.

Dessa forma, concordamos com Borba e Skovsmose (2001), quando ressaltam que não importa a tendência com a qual estamos trabalhando, importa que possamos visar a uma competência crítica, segundo o que propõe a Educação Matemática Crítica. Nesse sentido, ao se trabalhar com a modelagem, precisamos proporcionar aos alunos momentos de refletir sobre o poder formatador do conhecimento matemático na sociedade, por meio dos modelos criados.

Assim, Skovsmose (1988) destaca que, aos alunos construírem modelos matemáticos para representar uma determinada realidade, é preciso que o professor possa levá-los a questionar sobre



ARTIGO ORIGINAL

esse modelo, as variáveis que ele envolve, os interesses envolvidos e a quem ele venha a beneficiar. O autor cita ainda importantes questões a serem questionadas junto aos alunos, no sentido de entender como serão usados esses modelos, o que eles querem representar e a quem servirão. Sendo assim, os alunos terão a compreensão de que na criação de modelo teremos a aplicação do conhecimento tecnológico e científico, e principalmente do conhecimento reflexivo, que remete à dimensão crítica, gerando uma discussão acerca da natureza desse modelo, sua construção, utilização e avaliação. (SKOVSMOSE, 2001).

Nesse viés, consideramos que a Modelagem Matemática possa oferecer inúmeras possibilidades quando trabalhada numa perspectiva crítica no ensino e na aprendizagem da matemática, fornecendo aos alunos habilidades que os dotarão da capacidade de discussão acerca de modelos relacionados com o contexto científico-tecnológico e seu impacto social, principalmente aqueles relacionados à matemática.

HISTÓRIA DA MATEMÁTICA

A fim de compreender como a matemática atua nas várias instâncias sociais, torna-se necessário entender como esse conhecimento foi construído, como ele surgiu, quais as suas finalidades. Nas obras de Almeida (2013, 2017, 2019) podemos encontrar uma profícua discussão a respeito do surgimento dos primeiros indícios da matemática (número e geometria), junto aos seres humanos, sendo ela registrada por meio de marcações em ossos, pedras, ovos de aves etc. Almeida (2019) ressalta em suas obras que além de servir como registro dos afazeres do dia a dia dos seres humanos, a matemática era primordial para a sobrevivência das espécies.

Nesse sentido, Baroni et al. (2004, p. 170), citando Fauvel e Maanen (2001), destacam que:

A História da Matemática, como história das idéias, está estritamente ligada à história da humanidade (ou melhor, faz parte dela). Desta perspectiva nós temos que analisar os contextos cultural, político, social e econômico nos quais essas idéias surgiram.

Sendo assim, torna-se imprescindível que o estudante possa compreender de que forma a matemática surgiu em nossa sociedade e como ela auxilia a modelar a realidade, a entendê-la, a analisá-la e a resolver situações-problema que nela existem.

Entender como o conhecimento matemático foi sendo construído, sua evolução, a criação de algoritmos, de fórmulas, etc, pode levar à compreensão de como esse conhecimento foi se constituindo, deixando claro aos alunos que a sequência de conteúdos matemáticos estabelecidos no currículo escolar não compreende à sequência das descobertas matemáticas, mas sim que, na maioria das vezes, surgiu da necessidade que as pessoas tinham em representar sua realidade.

Dessa forma, a utilização da História da Matemática, no contexto escolar, tem sido indicada como estratégia que vem a contribuir com todos os níveis de ensino. (MIGUEL, 1993; MIGUEL e MIORIM, 2001, 2011; BARONI e NOBRE, 1999, 2004; BROLEZZI, 2003; BARONI, 2004; MENDES, 2001, 2011, 2015, 2019; NOBRE, 2002, 2005; NOBRE et al, 2004, entre outros). Sua inserção encontra apoio da maioria dos pesquisadores e educadores, além de destaque também nos documentos oficiais, sendo de grande importância para a formação do aluno. O trabalho com essa tendência possibilita que o aluno possa conceber esse conhecimento como



ARTIGO ORIGINAL

algo dinâmico, em construção, com seus erros e acertos e sem verdades absolutas.

A perspectiva histórica inserida no ensino de matemática incentiva ao aluno a descoberta da gênese daquele conhecimento com o qual está se trabalhando em sala de aula, possibilitando estabelecer a relação entre o conteúdo trabalhado e sua origem, tanto numa perspectiva social quanto política de cada época. Isso permite ao aluno perceber que:

Como conhecimento em geral, a matemática é resposta às preocupações do homem com a sobrevivência e a busca de novas tecnologias, que sintetizam as questões existenciais da vida. Ou seja, é a necessidade que leva o homem a aprender mais, sendo que a matemática não pode estar desvinculada desse processo evolutivo. (PINHEIRO, 2005, p.72)

Assim, consideramos que uma parte do tempo em sala de aula deveria ser dispensada para o trabalho com a História da Matemática, se fazendo presente desde os Anos Iniciais até o Ensino Superior. Dessa forma, além de proporcionar um ensino agradável e motivador aos alunos, o estudo da história desse conhecimento proporciona que os estudantes possam olhar a matemática por um lado mais crítico e reflexivo, percebendo como ela foi construída e como auxiliou e auxilia da construção e na compreensão de nosso mundo.

Por outro lado, ao entender a construção e a evolução do conhecimento matemático, a forma como ele influencia e recebe influências pelas demais ciências, pela tecnologia e pela própria sociedade, o estudante terá condições de perceber os obstáculos que o homem e a humanidade como um todo tiveram, ao elaborar suas ideias matemáticas e que permanece em contínua evolução.

Miguel (1993), Brolezzi (2003) e Baroni et al (2004) comentam que existem várias formas de se inserir a Tendência da História da Matemática em sala de aula e, dessa maneira, por meio dela, buscar um ensino mais significativo e motivador. Os autores destacam que uma das formas pelas quais pode ser trabalhar a História da Matemática é em conjunto com a Resolução de Problemas, ao trazer para sala de aula problemas que a humanidade precisou resolver e porque eles foram significativos numa determinada época.

Enfim, acreditamos que, ao introduzir atividades que proporcionem a discussão sobre a história da matemática, estaremos de alguma forma incentivando nossos alunos a refletirem, a questionarem e a entenderem as bases desse conhecimento. Assim, ao mesmo tempo em que desperta a curiosidade de compreender como os seres humanos se expressaram matematicamente durante sua existência, poderão entender o quanto a nossa sociedade, como um todo, dependeu e depende desse conhecimento.

ALGUNS APONTAMENTOS

Podemos perceber que os aportes teóricos da Educação Matemática Crítica nos revelam interseções com os pressupostos do enfoque CTS. Uma postura crítica sobre a compreensão e abordagem da matemática poderá nos auxiliar a compreender melhor esse conhecimento: como ciência dinâmica acerca da qual precisamos refletir antes de tomá-la como exata, perfeita e que pode ser aplicada a qualquer contexto humano; que sua concepção abarca a história dos seres humanos; sua contribuição para a compreensão, representação e resolução de problemas de diversas áreas da ciência; seu potencial de transformar dados e variáveis em modelos que permitem compreender e representar vários fenômenos; sua influência na produção de artefatos e mentefatos tecnológicos,



ARTIGO ORIGINAL

que possam vir a colaborar ou prejudicar o ambiente no qual vivemos.

Nesse sentido, Voigt (1998), citado por Skovsmose (2000, p. 03), destaca que:

Como cidadãos do futuro, alunos terão que enfrentar muitos problemas do mundo real que parecem não ser matematicamente claros. O cidadão é competente para distinguir entre inferências matemáticas necessárias e os pressupostos de modelagem dependentes de interesses? Pode-se esperar que colocar mais atenção na qualidade da negociação do significado matemático na sala de aula pode melhorar a educação do “leigo competente”.

Porém, a Educação Matemática Crítica parece não apresentar uma sequência de etapas rígidas com atividades pré-definidas que possam ser desenvolvidas a fim de se promover um debate crítico e reflexivo em sala de aula, deixando em aberto para que o professor possa criar seus próprios caminhos. Contudo, Skovsmose (2000, 2001) destacou em suas obras algumas possibilidades que poderão gerar em sala de aula um ambiente propício para uma educação matemática mais crítica - o trabalho com projetos e os cenários para investigação. Em ambos, o professor cria em sala de aula ambientes de aprendizagem que possam dar suporte à investigação crítica e participativa por parte dos alunos. Ao criar esses ambientes, o professor e os estudantes problematizam sobre um tema, constroem questões e buscam soluções juntos, pois professor e alunos são responsáveis mútuos pelo processo, não havendo a passividade por parte dos alunos. (SKOVSMOSE, 2000).

Contudo, ainda queremos destacar que várias Tendências da Educação Matemática, se não todas, têm condições de ser abordadas a partir de um processo crítico e reflexivo.

Anteriormente, tecemos comentários sobre a Resolução de Problemas, a Modelagem Matemática e a História da Matemática, as quais possuem um grande potencial para abarcar uma perspectiva crítica e ainda avançar para os pressupostos do enfoque CTS.

O professor poderá envolver seus alunos num processo crítico e reflexivo, a partir de simples propostas, quando, por exemplo, propuser um problema para que os alunos possam resolver, deixando-os livres num primeiro momento, a fim de que possam fazer uma análise crítica, deixar que percorram diferentes caminhos para a resolução, que encontrem várias possíveis respostas, de maneira que o essencial não seja a resposta correta, mas o percurso para se chegar até ela. É importante que os estudantes percebam que muitas vezes a resposta encontrada não se adapta àquela situação, sendo necessário encontrar aproximações, inserir um maior número de variáveis e até mesmo, algumas vezes, ter que substituí-las.

A partir desse momento, a competência crítica estará presente, pois permitirá que o aluno perceba que:

Muitas vezes a resposta matemática que encontramos para um determinado problema poderá não ser a única e nem aquela relevante para a solução. Ressalta-se, pois, a necessidade de o aluno discutir e refletir criticamente se as respostas obtidas a partir da matemática poderão auxiliar na formação da sociedade, aceitando valores que nos são impostos e, na maioria das vezes, não são questionados. (PINHEIRO, 2005, p.78-79)

Além de problemas propostos, os alunos poderão também, a partir de uma dada situação, construir modelos para representá-la. Assim, o aluno poderá coletar dados, inserir e trocar



ARTIGO ORIGINAL

variáveis de maneira que possa encontrar aquele que melhor represente aquela situação. Contudo, é fundamental durante todo esse processo que o estudante o interprete de forma crítica, analisando seu produto final, questionando sobre interesses presentes naquele modelo, a quem servirá e o que quer controlar. É importante que o aluno perceba que os modelos possuem em sua concepção interesses particulares e muitas vezes contraditórios e que não lhe garante neutralidade alguma.

O caminho percorrido na resolução do problema ou na criação do modelo para resolvê-lo é que deve propiciar um olhar mais crítico sobre a resposta que se quer obter. É importante refletir com os alunos:- cabe um olhar matemático para aquele problema?- a matemática funcionaria para aquele propósito?- a possibilidade da quantificação a partir daquelas variáveis é possível?

E, por fim, a importância da História da Matemática, ao destacar a influência da matemática na construção dos saberes presentes em nossa realidade e da própria sociedade na qual vivemos. Vista por esse viés, a matemática se mostra como saber não linear, resultando das necessidades que a sociedade tinha para resolver seus problemas e, com isso, ter o domínio da natureza. Não é possível avaliar o quanto um conhecimento se faz presente e necessário em nossa sociedade sem estudarmos o seu contexto histórico e, assim, poder reconhecer o quanto ele impacta em todos os setores sociais.

Entretanto, destacamos que independente da escolha da tendência com a qual iremos trabalhar sob uma perspectiva crítica, visando assim ao enfoque CTS, a dialogicidade deverá estar sempre presente. Alrø e Skovsmose (1996) comentam que nunca haverá negociação acerca do conhecimento se houver domínio somente de uma das partes. Assim, o professor deverá sempre

favorecer aos alunos um ambiente no qual haja negociação entre os próprios estudantes e entre estudantes e professor, de forma que todos possam ter voz, vez e comprometimento. Dessa forma, não basta que o professor apresente novas formas de se trabalhar o conteúdo, há a necessidade de uma mudança de postura por parte do docente. É imprescindível que alunos e professor se envolvam juntos na prática, acolhidos pelo diálogo, pela argumentação, e pelo pensar crítico-reflexivo.

Destacamos que não existem limites para que possamos criar um ambiente pedagógico no qual reine uma Educação Matemática Crítica relacionada à perspectiva CTS. Entretanto, Skovsmose (2000, p. 2) nos destaca importantes pontos que devem ser levados em conta nessa criação:

- A educação não pode ser discutida apenas em termos de preparação para a educação futura ou para o mercado de trabalho. Escolarização também significa preparação para a cidadania e participação na vida social e política. O que isto significa para a educação matemática?
- A matemática poderia servir como ferramenta para identificar e analisar aspectos críticos da vida social?
- Como a educação matemática poderia considerar os interesses e competências dos alunos para o desenvolvimento do conhecimento e aprendizagem?
- A educação matemática poderia fornecer “filtros culturais”, sendo, por exemplo guardiã do portão para a sociedade tecnológica. Como questões sobre igualdade, equidade e justiça poderiam estar refletidas na sala de aula de matemática?
- A matemática poderia se tornar uma ferramenta problemática para resolver uma larga gama de problemas, já que a própria matemática é parte da sociedade tecnológica. A matemática não pode ser apenas uma ferramenta para crítica; deve-se também dirigir uma crítica à própria matemática e nesse sentido ela se torna um



ARTIGO ORIGINAL

“objeto de crítica”. O que isso significa para educação matemática?

- Toda sala de aula se torna uma micro-sociedade e pode representar a democracia em espécie (ou de outra forma) O que isto significa para as interações entre alunos e professor na sala de aula de matemática?

Concluimos que, ao aliarmos o enfoque CTS à Educação Matemática Crítica, poderemos trazer grandes contribuições aos estudantes, de maneira que possam participar de forma mais crítica na sociedade moderna ao perceberem o conhecimento matemático como parte integrante do desenvolvimento científico-tecnológico. Essa perspectiva auxiliará os estudantes a crescerem academicamente, tornando-se pessoas mais confiantes e capazes de exigir sua participação nas decisões do entorno social. Isso torna o conhecimento matemático não como uma ferramenta neutra e estática, mas como algo maior que visa a criar habilidades que caracterizam a pessoa como cidadão: direito de participar e julgar.

REFERÊNCIAS

- ALLEVATO, N. S. G.; ONUCHIC, L. de L. R. Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática: porque Através da Resolução de Problemas? In: ONUCHIC, L. de L. R. (Org.). **Resolução de Problemas: Teoria e Prática**. Jundiaí: Paco Editorial, 2014. p. 35-52.
- ALMEIDA, M. C. **O nascimento da matemática**: a neurofisiologia e a pré-história da matemática. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2013
- _____. **A matemática na Idade da Pedra**: filosofia, epistemologia, neurofisiologia e pré-história da matemática. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017
- _____. **A Gênese do Número**: Os Neandertais sabiam contar? Curitiba: Edição do Autor, 2019
- ALRØ, H.; SKOVSMOSE, O. On the right Track. **For the Learning of Mathematics**, Vancouver, v. 16, n. 1, p. 2-8, feb. 1996.
- _____; _____. **Diálogo e aprendizagem em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006
- ARAÚJO, J. de L. **Cálculo, tecnologias e Modelagem Matemática**: as discussões dos alunos. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002. 173 p.
- AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. Tese (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. 248 p.
- BARONI, R. S.; NOBRE, S. A pesquisa em História da Matemática e suas relações com a Educação Matemática. In: BICUDO, M. A. V. (Org) **Pesquisa em Educação Matemática**: Concepções & Perspectivas. São Paulo: Editora UNESP, 1999.
- _____; TEIXEIRA, M. V.; NOBRE, S. R. A investigação científica em história da matemática e suas relações com o programa de pós-graduação em Educação Matemática. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. de C. (Orgs.). **Educação matemática**: pesquisa em movimento. São Paulo: Cortez, 2004. p. 164-185.
- BASSANEZI, R. Modelagem matemática. **DYNAMIS - Revista Tecno-Científica**, Blumenau, v. 2, n. 7, p. 55-80, 1994.



ARTIGO ORIGINAL

_____. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. 3. ed. São Paulo: Editora Contexto, 2002.

_____. **Modelagem matemática** - teoria e prática. 1. ed. São Paulo: Editora Contexto, 2015.

BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade**: e o contexto da educação tecnológica. Florianópolis: UFSC, 1998.

_____; COLOMBO, C. R. Educação tecnológica contextualizada: ferramenta essencial para o desenvolvimento social brasileiro. **Revista de Ensino de Engenharia**. Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 9-16, 2001.

_____; CURY, H. N. Formação crítica em Matemática: uma questão curricular? **Bolema**, Rio Claro, v. 14, n. 16, p. 29-47, 2001.

_____; BARBOZA, L. C. A. A escola que queremos: É possível articular pesquisas ciência-tecnologia-sociedade (CTS) e práticas educacionais? **Revista Eletrônica de Educação**, v. 8, n. 2, p. 363-372, 2014.

_____; PEREIRA, L. T. V. ; LINSINGEN, I. V. . **Educação Tecnológica, enfoques para o Ensino de Engenharia**. 3. ed. FLORIANÓPOLIS: Editora da UFSC, 2016. V. 600. 219 p.

_____. **De técnico e de Humano**: questões contemporâneas. Terceira edição atualizada e ampliada, 3.ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2019. v. 500. 246p.

BIEMBENGUT, M. S. **Qualidade no ensino de Matemática na engenharia**: uma proposta metodológica e curricular. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção e Sistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997. 251 p.

_____. **Modelagem matemática & implicações no ensino-aprendizagem de matemática**. Blumenau: FURB, 1999.

BLUM, W.; NISS, M. Mathematical Problem Solved Modelling. In: BLUM, W.; NISS, M.; HUNTLEY, I. (Ed.). **Modelling, Applications and Applied Problem Solving**. Chichester: Ellis Horwood, 1989.

_____; _____. Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects - state, trends and issues in mathematics instruction. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 22, n. 1, p. 37-68, 1991.

BORBA, M. C.; SKOVSMOSE, O. A ideologia da certeza em educação matemática. In: SKOVSMOSE, O. **Educação matemática crítica**: a questão da democracia. Campinas: Papirus, 2001. cap. 5. p.127-148.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais**: Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: SEMT, 1999

_____; Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018

BROLEZZI, A. C. **Conexões**: história da matemática através de Projetos de Pesquisa. Rio Claro: SBHM, 2003. (Coleção História da Matemática para Professores)

BURAK, D. **Modelagem matemática**: ações e interações no processo de ensino e aprendizagem. Tese (Doutorado Educacional). Faculdade de Educação. Universidade de Campinas – Unicamp. Campinas, 1992.

_____. A modelagem matemática na perspectiva da educação matemática: olhares múltiplos e



ARTIGO ORIGINAL

complexos. **Educação matemática sem fronteiras**, v. 1, p. 96-111, 2019

_____; SILVA, V. da S. (Org.) **Modelagem na Educação matemática: experiências vividas**. 1. ed. Guarapuava: Apreendere, 2020. v. 150.

CALDEIRA, A. D. **Educação matemática e ambiental: um contexto de mudança**. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1998. 328 p.

CEREZO, J. A. L. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: o estado da arte na Europa e nos Estados Unidos**. In: SANTOS, Lucy Woellner dos (Org.) **Ciência, tecnologia e sociedade: o desafio da interação**. Londrina: IAPAR, 2002.

CRUZ, S. M. S. C. de S. **Aprendizagem centrada em eventos: uma experiência com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino Fundamental**. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001. 247 p.

DANTE, L. R. **Didática da resolução de problemas de matemática**. São Paulo: Ática, 2000.

_____. **Formulação e resolução de problemas de matemática: teoria e prática**. São Paulo: Ática, 2011.

FERRUZZI, E. C. **A modelagem matemática como estratégia de ensino e aprendizagem do cálculo diferencial e integral nos Cursos Superiores de Tecnologia**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. 156 p.

FRANCHI, R. H. O. L. **A modelagem matemática como estratégia de aprendizagem no cálculo diferencial e**

integral nos cursos de engenharia.

Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 1993. 148 p.

FRANKENSTEIN, M. **Educação matemática crítica: uma aplicação da epistemologia de Paulo Freire**. In: BICUDO, Maria A. **Educação matemática**. São Paulo: Moraes, [19--].

GARCIA, M. I. G.; CEREZO, J. A. L.; LOPEZ, J. L. **Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Madrid: Tecnos, 1996.

GAZZETTA, M. **A modelagem como estratégia de aprendizagem da matemática em cursos de aperfeiçoamento de professores**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 1989. 120 p.

GROENWALD, C. L. O. **A Matemática e o desenvolvimento do raciocínio lógico**. **Educação Matemática em Revista**, Rio Grande do Sul, v. 1, p.23-30, 1999.

HUANCA, R. R. H. **A resolução de problemas no processo ensino-aprendizagem-avaliação de Matemática na e além da sala de aula**. Dissertação. (Mestrado em Educação Matemática). Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista. São Paulo, 2006. 253 p.

JACOBINI, O. R. **A Modelação matemática aplicada no ensino de Estatística em cursos de graduação**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 1999. 155 p.

KACMAREK, D. **Práticas curriculares com modelagem matemática numa perspectiva de educação matemática: um olhar sobre suas dimensões**. Tese (Doutorado em Educação) -



ARTIGO ORIGINAL

Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2019. 192 p.

MACHADO, V.; PINHEIRO, N. A. M. Problema gerador de discussões: uma metodologia para o ensino em Engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 2, n. 1, p. 31-49, abr. 2009.

_____. PINHEIRO, N. A. M. Investigando a metodologia dos problemas geradores de discussão: aplicações na disciplina de Física no Ensino de Engenharia. **Ciência e Educação** (UNESP. Impresso), v. 16, p. 525-542, 2010.

MENDES, I. A.. **O uso da história no ensino da matemática**: reflexões teóricas e experiências. 1ª. ed. Belém: Edupea - Editora da Universidade do Estado do Pará, 2001. v. 01.

_____. **Tópicos de História da Matemática**: Contribuições para a formação de professores. Belém: SBEM-PA, 2011.

_____. **História da Matemática no Ensino**: entre trajetórias profissionais, epistemologias e pesquisas. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015. v. 01.

_____. **Criatividade na história da criação matemática**: potencialidades para o trabalho do professor. 1. ed. , 2019.

MIGUEL, A. **Três Estudos sobre História e Educação Matemática**. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1993. 274 p.

_____; MIORIM, M A. **História na Educação Matemática**: propostas e desafios. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

_____; _____. **História na Educação Matemática**: propostas e desafios. 2. ed. Belo Horizonte (MG): Autêntica, 2011. v. 1.

NOBRE, S. R. **Introdução à História da História da Matemática**: Das Origens ao Século XVIII. *Revista Brasileira de História da Matemática*, Rio Claro, v. 2, n.3, p. 3-43, 2002.

_____. **Leitura crítica da história**: reflexões sobre a história da matemática. *Ciência e Educação* (UNESP), Bauru - UNESP, v. 10, n.3, p. 531-543, 2005.

_____; BARONI, R. L. S. ; TEIXEIRA, M. V. . A Investigação científica em história da matemática e suas relações com o programa de pós-graduação em educação matemática. In: Maria Ap. V. Bicudo; Marcelo C. Borba. (Org.). **Educação matemática**: Pesquisa em Movimento. 1 ed. São Paulo: Cortez Editora, 2004, v. 1, p. 164-185.

ONUCHIC, L. de la R. Ensino-aprendizagem de Matemática através da resolução de problemas. In: BICUDO, M. A. V. **Pesquisa em Educação Matemática**: concepções & perspectivas. São Paulo: UNESP, 1999. cap. 3. p. 199-218

_____; ALLEVATO, N. S. G. Novas reflexões sobre o ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. de C. **Educação Matemática**: pesquisa em movimento. São Paulo: Cortez, 2004. p. 213-231.

_____; _____. Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. **Revista Bolema**, Rio Claro, v. 25, n. 41, p. 73-98, dez. 2011.

_____. A Resolução de Problemas na Educação Matemática: Onde Estamos e Para Onde Iremos? IV Jornada Nacional de Educação Matemática. **XVII Jornada Regional de Educação Matemática**. Passo Fundo. Universidade de Passo Fundo. Maio de 2012, p.12.



ARTIGO ORIGINAL

OSORIO, C. O. M. **La Educación Científica y Tecnológica desde el enfoque en Ciencia, Tecnología y Sociedad.** Aproximaciones y Experiencias para la Educación Secundaria. Enseñanza de la Tecnología / Ensino da Tecnologia, n. 28, enero-abril 2002. 10 11

PINHEIRO, N. A. M.; BAZZO, W. A.. Uma experiência matemática sob o enfoque CTS: subsidies Para discussões. **Revista Perspectiva**, Erechim, v. 28, p.33-49, set. 2004.

_____. **Educação crítico-reflexiva para um Ensino Médio científico-tecnológico:** a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. 306 p.

_____. SILVEIRA, R. M. F. ; BAZZO, W. A. . Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência e Educação** (UNESP), v. 13, p. 71-84, 2007.

_____; BAZZO, Walter A. Caso Simulado no Ensino-Aprendizagem de Matemática: ensinar sob uma abordagem crítica. **Revista Bolema**, v. 22, n.32, p. 101-122, 2009

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P. A formação do cidadão e o ensino de CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade. In: **Educação em química:** compromisso com a cidadania. 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2003. cap. 3. p.57-90.

SKOVSMOSE, O. Mathematics as part of technology. **Educational Studies in Mathematics, Dordrecht**, v. 19, p. 23-41, 1988.

_____. Cenários Para Investigação. **Revista Bolema**, Rio Claro, v. 12, n. 14, p. 66-91, 2000.

_____. **Educação Matemática Crítica:** a questão da democracia. Campinas: Papirus, 2001

_____. Matemática em ação. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. de C. (Orgs.). **Educação Matemática:** pesquisa em movimento. São Paulo: Cortez, 2004. p. 30-57.

_____; **Educação Crítica:** incerteza, matemática, responsabilidade. São Paulo: Cortez, 2007

_____. **Um convite à educação matemática crítica.** Campinas – SP: Papirus, 2014.

STRIEDER, R. et al. Educação CTS e Educação Ambiental: ações na formação de professores. Alexandria - **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v.9, n.1, p.57-81, mai. 2016.

VELEDA, G. G. ; BURAK, D. . **Avaliação em práticas com modelagem matemática na educação matemática:** uma proposta de instrumento. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 22i12, p. 25-54, 2020