

Aproximações entre resolução de problemas e modelagem matemática com o enfoque CTS

RESUMO

Este estudo objetiva verificar a aproximação da Educação Matemática Crítica com a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Envolve uma pesquisa qualitativa, do tipo intervenção pedagógica, realizada em um colégio da rede privada da cidade de Curitiba, com alunos do 1º ano do Ensino Médio, utilizando Resolução de Problemas e Modelagem Matemática. As aulas contemplaram atividades sobre progressão aritmética, estatística, porcentagem e funções exponenciais, trabalhadas com abordagens de resolução de problemas, no caso do primeiro conteúdo, e modelagem matemática, para os demais. Além dos conteúdos matemáticos, a prática abordou temáticas relativas à presença de adolescentes em academias, uso de celular e seu impacto no cotidiano do ser humano e efeitos da maconha no organismo. Para a análise das aproximações entre as metodologias utilizadas e o enfoque CTS, buscou-se na literatura as principais características de tal enfoque, bem como etapas propostas para seu desenvolvimento. A análise realizada mostrou que a Resolução de Problemas apresentou uma sequência de reflexões sobre as temáticas presentes nas situações-problemas semelhante às sequências indicadas para uma abordagem CTS. O projeto realizado na Modelagem Matemática demonstrou constante presença de interdisciplinaridade e contextualização, sendo esses os quesitos necessários para o ensino na perspectiva CTS. Foi possível estabelecer algumas relações para um ensino com enfoque CTS tanto na Resolução de Problemas como na Modelagem Matemática. Percebeu-se que a mediação do professor é o que possibilita os direcionamentos apropriados para que os conteúdos matemáticos possam trazer embasamento científico e tecnológico para atuação dos alunos na sociedade.

PALAVRAS-CHAVE: CTS. Modelagem Matemática. Resolução de Problemas.

Flavia Sucheck Mateus da Rocha

fsuchek@yahoo.com.br

<http://orcid.org/0000-0001-6803-8898>

Centro Universitário Internacional Uninter,
Curitiba, Paraná, Brasil.

Leonir Lorenzetti

leonirlorenzetti22@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0002-0208-2965>

Universidade Federal do Paraná (UFPR),
Curitiba, Paraná, Brasil.

Marco Aurélio Kalinke

marcokalinke@yahoo.com.br

<http://orcid.org/0000-0002-5484-1724>

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná (UTFPR), Curitiba, Paraná, Brasil.

INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento da ciência e da tecnologia o homem alterou muitos dos seus hábitos. A comunicação, o transporte e a alimentação são exemplos de atividades que mudaram nas últimas décadas. As tecnologias foram dando condições para que avanços e adaptações humanas fossem possíveis. Entretanto, mais do que utilização de ferramentas, as tecnologias demandam ações reflexivas que possibilitem que tais ferramentas solucionem problemas. Kenski (2011, p. 24) conceitua tecnologia dentro dessa perspectiva, afirmando que se trata de um “conjunto de conhecimentos e princípios científicos que se aplicam ao planejamento, à construção e à utilização de um equipamento em um determinado tipo de atividade”.

Além do desenvolvimento tecnológico, a ciência deixou de ser vista como estática e perfeita, dando vez a uma ciência falível e em movimento (MORIN, 2005). Os avanços científicos contribuem para cura de doenças e melhora na qualidade de vida, da mesma forma que podem representar situações destrutivas para o ser humano e para o meio ambiente. Assim, fazem-se necessários novos olhares para ciência e tecnologia para que novas decisões possam ser tomadas diariamente pelo indivíduo, tanto na utilização científica como na tecnológica.

A escola, partícipe da sociedade, nem sempre acompanha suas mudanças e muitas vezes ainda socializa conteúdos que não preparam os estudantes para atuarem numa sociedade contemporânea. Schirlo e Silva (2012) acreditam que é papel dos educadores essa formação, destacando que a escola deve preparar um cidadão crítico e com capacidade de tomada de decisões científicas e tecnológicas.

Discutir questões relacionadas a Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) dentro do âmbito escolar torna-se, nesta perspectiva, uma necessidade que vem sendo explorada em disciplinas ligadas às Ciências da Natureza. A Educação Matemática, por sua vez, embora nem sempre faça uso dessa terminologia, também vem demonstrando preocupação com o papel que o aluno exerce na aprendizagem e com as relações que ele pode fazer entre o conteúdo a ser desenvolvido em sala de aula e sua atuação na sociedade.

Entre as práticas em Educação Matemática, a Resolução de Problemas e a Modelagem Matemática apresentam características convergentes com a abordagem CTS. Pretendemos, nesse artigo, mostrar tais características, percorrendo sobre possíveis relações entre abordagem CTS, Resolução de Problemas e Modelagem Matemática. Para tanto, apresentaremos os resultados de uma pesquisa realizada com utilização de Resolução de Problemas e Modelagem Matemática em sala de aula, em turmas de 1º ano do Ensino Médio, com o objetivo de verificar possibilidades de conexão entre o ensino da Matemática e a abordagem CTS.

ABORDAGEM CTS

A escola, como parte de um mundo influenciado pela ciência e tecnologia, precisa integrar estes aspectos à sala de aula, já que neles existem conhecimentos que devem ser incorporados pelos alunos. As discussões acerca dessa incorporação acontecem há mais de cinquenta anos. Strieder (2012) alerta que

apesar de elas acontecerem e de se observar a presença desse tipo de abordagem em diferentes níveis de ensino, pouca atenção foi dada a ela pelos pesquisadores da área do Ensino de Ciências até muito recentemente.

Os avanços científicos trouxeram à sociedade uma visão de que a ciência é incontestável. Moretto (2011) menciona que a autoridade da ciência é aceita por todos, citando como exemplo a expressão “comprovado cientificamente” que impulsiona cidadãos a se convencerem de uma determinada verdade. Santos e Mortimer (2002, p. 1) afirmam que “as sociedades modernas passaram a confiar na ciência e na tecnologia como se confia em uma divindade”. Em perspectiva contrária, os autores apresentam a ciência como incerta e provisória, que admite novos experimentos e contestações.

Assumindo que a ciência está em movimento e pode ser continuamente explorada e testada, a sociedade necessita de cidadãos com capacidade crítica e argumentativa. Assim, a escola pode influenciar fortemente na minimização da crença em uma ciência perfeita, já que ela trabalha diretamente com o conhecimento científico:

Sabe-se que o acesso ao conhecimento científico se dá de diversas formas, e em diferentes ambientes, mas é na escola que a formação de conceitos científicos é introduzida explicitamente, oportunizando ao ser humano a compreensão da realidade e a superação de problemas que lhe são postos diariamente (LORENZETTI, 2000, p. 14).

Uma abordagem de ensino com enfoque CTS possibilita que o aluno desenvolva novos olhares para a ciência e para a tecnologia. Na abordagem CTS a formação do cidadão é a meta. Esse cidadão pode ser um replicador do que já temos na sociedade ou um indivíduo que pode intervir no mundo a partir de seu conhecimento científico e tecnológico. Santos e Mortimer (2002) indicam que o objetivo desse tipo de abordagem deve ser a alfabetização científica e tecnológica para a tomada de decisões e atuação na sociedade. Desse modo, as ações e decisões são conduzidas pelos conhecimentos científicos e tecnológicos, ao mesmo tempo em que a sociedade constrói e reconstrói conhecimentos. Ainda de acordo com Santos e Mortimer (2002), a tomada de decisões deve ter por base valores que vão além de pensamentos meramente comerciais ou econômicos.

Será por meio da discussão desses valores que contribuiremos na formação de cidadãos críticos comprometidos com a sociedade. As pessoas, por exemplo, lidam diariamente com dezenas de produtos químicos e têm que decidir qual devem consumir e como fazê-lo. Essa decisão poderia ser tomada levando-se em conta não só a eficiência dos produtos para os fins que se desejam, mas também os seus efeitos sobre a saúde, os seus efeitos ambientais, o seu valor econômico, as questões éticas relacionadas a sua produção e comercialização. Por exemplo, poderia ser considerado pelo cidadão, na hora de consumir determinado produto, se, na sua produção, é usada mão-de-obra infantil ou se os trabalhadores são explorados de maneira desumana; se, em alguma fase, da produção ao descarte, o produto agride o ambiente; se ele é objeto de contrabando ou de outra contravenção, etc. (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 4).

Os exemplos apresentados por Santos e Mortimer (2002) representam atitudes relacionadas ao exercício da cidadania, uma vez que, mais do que direitos, o agir em sociedade exige deveres por parte do cidadão. Assim, implementar o

enfoque CTS no contexto educacional possibilita que os estudantes sejam melhor preparados para a prática da cidadania.

Para tal implantação, Santos e Mortimer (2002) apresentam um roteiro de estratégias a serem desenvolvidas no sentido de que o objetivo da abordagem CTS seja atingido:

- a) Introdução de um problema social;
- b) Análise da tecnologia relacionada ao tema social;
- c) Estudo do conteúdo científico definido em função do tema social e da tecnologia introduzida;
- d) Estudo da tecnologia correlata em função do conteúdo apresentado;
- e) Discussão da questão social original.

Percebemos que a contextualização tem fator predominante nos passos citados pelos autores. Strieder (2012) também apresenta a contextualização como necessária para uma abordagem CTS e cita a interdisciplinaridade como elemento comum a esse enfoque. Desse modo, de acordo com Strieder (2012), contextualização e interdisciplinaridade são duas condições para se desenvolver o ensino com abordagem CTS. Esse tipo de abordagem requer mudanças por parte do professor, pois seu papel e função em sala de aula se alteram. O aluno também deixa de ser receptor de informações e passa a atuar ativamente na construção do conhecimento.

Essas mudanças também vêm sendo discutidas por pesquisadores em Educação Matemática que, segundo Silva (2012, p. 51), preocupam-se em possibilitar “o desenvolvimento de conhecimentos e práticas pedagógicas que contribui para a formação de um indivíduo crítico e atuante na sociedade”.

Para que essa formação aconteça nas aulas de Matemática, a abordagem CTS é apresentada por Silva (2012) como uma estratégia para dar mais aplicabilidade aos conteúdos vistos em sala de aula. Segundo essa pesquisadora, o que prevalece nas metodologias de ensino dessa disciplina são as repetições e memorizações que não implicam em produção do exercício de cidadania. Desse modo, existe a necessidade de novas metodologias que levem o aluno a “compreender a ciência como atividade que é fruto de um processo de construção humana e do desenvolvimento de uma consciência crítica” (SILVA, 2012, p. 75).

Em convergência com Silva (2012), Almeida e Pimenta (2014, p. 153) afirmam que:

O professor que trabalhar com o enfoque educacional CTS objetiva colocar o ensino da matemática numa perspectiva diferenciada, contemplando os fenômenos da vida cotidiana, trazendo para a sua sala de aula os aspectos sociais e históricos correspondentes aos problemas vivenciados pela humanidade.

Os fenômenos cotidianos podem ser trazidos para a aula de Matemática quando se escolhem situações problemas contextualizadas. Para Silva (2012), a contextualização de problemas matemáticos pode levar os alunos a reflexões sobre a disciplina, o que potencializa seu papel na construção social.

Como proposta desse tipo de trabalho, com predomínio de contextualização, Pinheiro (2005) apresenta resultados de uma pesquisa relacionada à inserção da abordagem CTS no ensino de Matemática em nível de Ensino Médio. Ela utiliza a Matemática “como forma de promover nos educandos a formação de atitudes crítico-reflexivas em termos da relação da matemática com o contexto científico-tecnológico e social” (PINHEIRO, 2005, p. 5). A pesquisadora notou o envolvimento dos alunos com o processo de aprendizagem quando utilizou vídeos, textos e debates que envolviam conteúdos matemáticos e temas sociais, contextualizados.

Nesse envolvimento, possibilita-se ao aluno compreender os efeitos da matemática na sociedade e a influência da sociedade no desenvolvimento de novos aportes matemáticos; os efeitos da tecnologia na sociedade e a sua dependência do conhecimento matemático; o impacto da ciência matemática no desenvolvimento tecnológico e o impacto da tecnologia em novas descobertas matemáticas. Isso implica que o processo ensino-aprendizagem exige que se assumam uma postura diferente por parte dos seus envolvidos, pois, para se evidenciar as inter-relações entre esses aspectos, devem ser considerados os fatores sociais, econômicos e históricos com os quais o conhecimento em questão está vinculado (PINHEIRO, 2005, p. 225).

Essa postura diferente de professores e alunos no ensino e na aprendizagem da Matemática é o que propõem algumas Tendências em Educação Matemática, como a Modelagem Matemática e a Resolução de Problemas.

Tais tendências são apresentadas por Almeida e Pimenta (2014) como as possibilidades com maior proximidade com a abordagem CTS. Lui e Machado (2009) destacam a possibilidade de utilizar a Modelagem Matemática para enfoque CTS, desde que haja um comprometimento com os valores éticos e morais no uso de tal proposta. Da mesma forma, Schirlo e Silva (2012, p. 145) afirmam que dentro de uma perspectiva CTS o aluno deverá desenvolver a capacidade de resolver problemas e construir modelos matemáticos, a partir de questionamentos apropriados que forneçam “subsídios para a construção do saber e do ensinar a aprender para, assim, formar cidadãos responsáveis e socialmente conscientes”.

TENDÊNCIAS EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Durante muitos anos a Matemática vem sendo vista como uma disciplina complexa, que em muitos casos tem pouca relação com o cotidiano do aluno. Muitos estudantes, ao se depararem com situações práticas que demandam de um determinado conhecimento matemático para tomada de decisões, não conseguem relacionar e utilizar os conteúdos aprendidos na escola, o que pode representar prejuízos na sua atuação como cidadão.

Embora alguns materiais didáticos da disciplina tragam problemas supostamente relacionados à vida do estudante, percebe-se que as exemplificações apresentadas raramente estão, de fato, contextualizadas. Algumas pesquisas têm demonstrado que, embora os livros didáticos atuais tragam mais possibilidades de contextualização, ainda ocorre preponderância de exercícios de matemática pura, sem relação com a vida cotidiana. Barros e Lima (2015), por exemplo, ao analisarem materiais voltados para a educação do campo, perceberam que a maioria dos exercícios não contemplavam situações cotidianas

dos estudantes. Abreu e Carrião (2015), investigando livros didáticos para o Ensino Médio, também perceberam que a maior parte das atividades estão concentradas em um contexto puramente matemático. No mesmo viés, Souza e Bittar (2013, p. 11-12), ao realizarem uma pesquisa sobre livros didáticos de matemática, pontuam que “situações que aparentemente são contextualizadas, apresentam contextos extremamente artificiais”. As autoras fazem uma crítica a esse tipo de contextualização, que sugere apenas uma ilustração, ao invés de contribuir para uma formação do estudante para o exercício da cidadania.

Alguns exercícios elaborados pelos professores em sala de aula também indicam um afastamento entre a Matemática da escola e o dia a dia da sociedade. Na figura 1 há um exemplo de um problema matemático que, embora possa estar contextualizado em algum tipo de ambiente, raramente se refere ao cotidiano de muitos alunos.

Figura 1 – Exemplo de problema de Matemática



Fonte: autoria própria (2017).

Esse tipo de situação é criticado por Skovsmose (2007) quando este autor se refere a um ensino tradicional da Matemática que segue um roteiro de explicação e resolução de exercícios preestabelecidos, muitas vezes pouco realistas. O autor considera que os exemplos utilizados em aulas tradicionais de Matemática se referem à uma realidade virtual, criada, que não representa o cotidiano do aluno. A sua proposta é que, ao contrário, seja praticada uma Educação Matemática Crítica.

Na mesma vertente, Lins (2012, p. 103) menciona que “há um considerável estranhamento entre a Matemática acadêmica (oficial, da escola, formal, do matemático) e a Matemática da rua”, sendo necessária uma aproximação da realidade do aluno, sua atuação na sociedade e o que ele aprende na aula de Matemática.

De acordo com Almeida e Pimenta (2014, p. 152) um ensino de qualidade deve “oportunizar uma efetiva construção do conhecimento pelos indivíduos envolvidos no processo e não apenas uma acumulação de informações repassadas no ambiente escolar”. Para os autores este ensino deve possibilitar a construção do conhecimento pelo aluno, a alfabetização científica contínua e o desenvolvimento do pensamento. No mesmo viés:

Um ensino de Matemática que valorize a Educação Matemática Crítica deve fornecer aos estudantes instrumentos que os auxiliem, tanto na análise de uma situação crítica quanto na busca por alternativas para resolver a situação. Nesse sentido, deve-se não somente ensinar aos alunos a usar modelos matemáticos, mas antes levá-los a questionar o porquê, como, para quê e quando utilizá-los (PAIVA; SÁ, 2011, p. 1).

Como resposta à necessidade de mudanças no ensino de Matemática surgiu, na década de 1980, um grupo de possibilidades que ficou conhecido como Tendências em Educação Matemática. Almeida e Pimenta (2014) advertem que mesmo sendo pesquisadas há mais de duas décadas, elas ainda são pouco utilizadas. Os autores citam a predominância de uma educação bancária, na qual os conteúdos são apenas depositados em sala de aula e defendem a necessidade de uma nova postura por parte de professores, que permita que “o aluno tenha condições de aprender mais e melhor e que esse aprendizado tenha reflexões em suas opções diárias de consumo” (ALMEIDA; PIMENTA, 2014, p. 154).

Lopes e Borba (1994) já mencionavam a necessidade de uma nova postura, citando que a escola precisa preparar o aluno para atuação em sociedade, levando-o à reflexão e ação. Os autores citam a Educação Matemática Crítica de Skovsmose como uma opção para que a Matemática impulse transformações sociais.

Uma forma de aproximação da Matemática com o cotidiano se dá pelo uso da Modelagem Matemática. De acordo com Lopes e Borba (1994, p. 55) a Modelagem Matemática “é uma tentativa de traduzir um problema surgido no mundo real para a linguagem matemática, como forma de resolvê-lo com maior precisão possível”.

A modelagem consiste, essencialmente, na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual, além disso, possibilita ao professor trabalhar com projetos cujo tema veio de uma situação, de um problema real, busca entender refletir sobre uma porção dessa realidade, tenta explicar, ou mesmo agir sobre ela, usando informações ou dados que provêm da própria realidade dos alunos (ALMEIDA; PIMENTA, 2014, p. 158).

A Modelagem Matemática tem como característica principal a utilização de uma situação inicial “não matemática” para exploração em sala de aula. Para que essa situação possa ser escolhida, é necessário que o professor leve em consideração o contexto dos alunos. A partir da escolha do tema a situação é transformada em linguagem matemática e os resultados encontrados servem de norte para que os alunos reflitam sobre o tema estudado. Lui e Machado (2009) apontam a interdisciplinaridade como característica intrínseca a esses processos.

Além de possibilitar interdisciplinaridade nas aulas de Matemática, a Modelagem pode ser utilizada durante aulas de outras disciplinas. Na Física, por exemplo, ela é utilizada para que situações da natureza possam ser representadas por meio de fórmulas ou gráficos. Moutinho (2007), em uma pesquisa que buscou unir a abordagem CTS e a Modelagem Matemática como metodologia para o ensino de Física, aponta que a utilização da Modelagem proporciona a descrição, a análise e a interpretação dos fenômenos naturais, repercutindo em novas reflexões sobre a aprendizagem.

Ainda como alternativa de metodologia inovadora para o ensino da Matemática, a Resolução de Problemas é uma possibilidade bastante difundida,

pesquisada e documentada. A partir de uma situação-problema proposta pelo professor, o aluno procura formas de solucioná-la e apresentar seus argumentos e procedimentos. Almeida e Pimenta (2014) afirmam que a partir da Resolução de Problemas várias habilidades podem ser desenvolvidas.

A resolução de problema permite verificar a solução encontrada, conferir o resultado através de outros caminhos, efetuar uma revisão crítica do trabalho realizado com o intuito de conferir o resultado e o raciocínio utilizado, isto é, examinar se a solução obtida está correta, se existe outra maneira de resolver o problema e se é possível utilizar este método para solucionar outros problemas (ALMEIDA; PIMENTA, 2014, p. 156).

Na Resolução de Problemas o professor tem papel mediador, apresentando a situação-problema, incentivando o aluno a encontrar soluções e auxiliando-o a estruturar as ideias surgidas. Assim, o professor precisa ter condições de desempenhar esse papel. Onuchic e Allevato (2012) afirmam que o professor de Matemática não está sendo bem preparado para desempenhar suas funções, o que acarreta em mau uso da Resolução de Problemas. Como é papel do aluno encontrar soluções para a situação-problema, muitos professores apenas esperam as respostas e as corrigem, sem instigar a criatividade e criticidade de seus alunos.

Apesar da Resolução de Problemas representar uma opção interessante para preparar o aluno a utilizar Matemática em sua ação enquanto cidadão, alguns obstáculos ainda precisam ser superados. O que predomina nos livros de Matemática são problemas desconexos com a realidade, como o apresentado na figura 1 e evidenciado nas pesquisas de Barros e Lima (2015), Abreu e Carrião (2015) e Souza e Bittar (2013).

Assim, o professor precisa estar apto a escolher situações que, de fato, representem desafios para os alunos, por estarem relacionadas aos seus contextos. Além disso, a Resolução de Problemas deve auxiliar na construção do conhecimento matemático. Para Onuchic e Allevato (2012, p. 240), por meio dessa prática “deve-se fazer conexões entre os diferentes ramos da Matemática, gerando novos conceitos e novos conteúdos”. Essas conexões precisam ser estabelecidas com o apoio do professor, que é determinante para que essa abordagem seja favorável ao ensino de Matemática.

METODOLOGIA

Com o intuito de verificar possibilidades de conexão entre o ensino da Matemática e a abordagem CTS realizamos uma pesquisa qualitativa, aplicada em aulas de Matemática, a fim de observar o processo de desenvolvimento de atividades que englobem CTS, Resolução de Problemas e Modelagem Matemática. De acordo com Godoy (1995, p. 63), “os pesquisadores qualitativos estão preocupados com o processo e não simplesmente com os resultados do produto”. Além disso, o estudo se caracteriza como uma pesquisa de intervenção pedagógica, que, segundo Damiani (2012), apresenta as seguintes características:

- 1) são pesquisas aplicadas, em contraposição a pesquisas fundamentais; 2) partem de uma intenção de mudança ou inovação, constituindo-se, então, em práticas a serem analisadas; 3) trabalham com dados criados, em contraposição a dados já existentes, que são simplesmente coletados; 4)

envolvem uma avaliação rigorosa e sistemática dos efeitos de tais práticas, isto é, uma avaliação apoiada em métodos científicos, em contraposição às simples descrições dos efeitos de práticas que visam a mudança ou inovação (DAMIANI, 2012, p. 7).

Para Damiani et al. (2013, p. 58) as pesquisas de intervenção pedagógica são “investigações que envolvem o planejamento e a implementação de interferências, destinadas a produzir avanços ou melhorias nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências”.

Iniciamos este trabalho buscando na literatura pesquisas que tratam da aproximação entre a abordagem CTS e as práticas em Educação Matemática (SHIRLO; SILVA, 2012; ALMEIDA; PIMENTA, 2014; LUI; MACHADO, 2009). A partir das convergências encontradas nesses estudos, selecionamos as metodologias de Resolução de Problemas e Modelagem Matemática, que possuem características próximas às da abordagem CTS, de acordo com os apontamentos dos autores analisados.

À época da pesquisa, a primeira autora deste trabalho atuava como professora do Ensino Médio, em uma escola da rede privada da cidade de Curitiba. Assim, optamos por aplicar as atividades nas turmas de 1º ano dessa escola. Como realizamos atividades em grupos, a disposição das salas dessas turmas favoreceu a escolha e as atividades foram desenvolvidas com três turmas compostas de 35 alunos cada.

A pesquisa foi realizada em duas etapas: a primeira utilizando Resolução de Problemas, com o conteúdo de Progressão Aritmética e a segunda com apoio de práticas de Modelagem Matemática. Os conteúdos faziam parte do planejamento anual da escola, disponibilizados no material didático utilizado.

As aulas que contemplaram a resolução de problemas trouxeram situações-problemas previamente elaboradas para serem resolvidas pelos estudantes, em equipes. O conteúdo não foi explicado anteriormente pela professora, sendo necessário um processo investigativo e participativo em cada equipe para chegar aos resultados. Após a resolução, cada equipe deveria apresentá-la para a turma, explicando as etapas do processo desenvolvido.

A modelagem matemática foi praticada por meio de um projeto interdisciplinar. Optamos por não selecionar um determinado conteúdo, mas, a partir de um tema “não matemático”, possibilitar estudos sobre aspectos e conteúdos relacionados à Matemática. Desse modo, os próprios estudantes traziam para as aulas as necessidades matemáticas que eles encontravam.

Para analisar as aproximações entre as atividades desenvolvidas e o enfoque CTS, utilizamos o roteiro proposto por Santos e Mortimer (2002) as características descritas na literatura consultada e os registros das aulas feitos pela professora das turmas por meio de anotações, observação e filmagens.

ANÁLISE DOS DADOS

Na abordagem de Resolução de Problemas elaboramos situações-problemas que visaram aproximar os assuntos abordados nas aulas ao cotidiano

do aluno. Elas foram desenvolvidas com base no relacionamento da professora com a turma, seus diálogos, observação de seus comportamentos em redes sociais e debates previamente realizados.

Para o aprendizado do conteúdo de Progressão Aritmética, algumas situações foram apresentadas às turmas durante as aulas. Os alunos foram divididos em grupos de 5 ou 6 indivíduos e fizeram cálculos mentais ou escritos para resolver os problemas apresentados. Nenhuma explicação sobre o conteúdo foi dada nos momentos anteriores à resolução dos problemas e os alunos foram convidados a resolver duas situações fictícias:

SITUAÇÃO 1: Ana participa de um grupo no WhatsApp “Melhor Turma” e recebe muitas mensagens a cada hora. Um dia Ana acordou às 6 horas e viu que já tinha 163 mensagens não lidas, do grupo. Ana estava irritada, iria ter simulado no colégio e não leu as mensagens. A cada hora, havia 124 mensagens a mais no grupo. Ana só mexeu no seu celular novamente quando acabou o simulado, às 11h. Quantas mensagens havia no grupo nesse horário?

SITUAÇÃO 2: Um garoto chamado Kemmer começou um treinamento para braços numa academia no bairro Portão. Kemmer iniciou com pesos de 1 kg na Rosca Alternada, mas percebeu que não faziam muito efeito e que o exercício ficava muito fácil. O instrutor orientou que ele deveria aumentar o peso somente na próxima semana. Disse ainda que ele deveria subir 2 kg a cada semana. O primeiro dia de Kemmer na academia corresponde a Semana 1. Qual será o peso usado pelo Kemmer na Rosca Alternada na Semana 6?

Não foi estipulado um tempo limite para cada equipe. Entretanto, à medida que uma delas terminava, algumas discussões eram propostas pela professora enquanto os alunos aguardavam que seus colegas concluíssem as atividades. Entre estes questionamentos estavam: é saudável um adolescente praticar musculação? Até que ponto estamos viciados nas redes sociais? O celular atrapalha ou favorece nossa vida?

Quando todos os alunos terminaram, cada equipe apresentou os resultados encontrados e o caminho utilizado para resolução dos problemas. Em seguida a professora comparou os caminhos apresentados, buscando aproximações nas formas de resolução, apresentando as fórmulas de Progressão Aritmética e realizando a formalização do conteúdo.

Como proposta de tarefa, a professora pediu para que cada equipe aprofundasse os conhecimentos acerca dos temas presentes nas situações-problema: mensagens de WhatsApp e adolescentes em academias. Na aula seguinte, após a resolução de exercícios sobre o conteúdo Progressão Aritmética, as equipes voltaram a se reunir para discutir sobre os temas, com a mediação da professora.

As atividades propostas na abordagem de Resolução de Problemas foram realizadas por todas as equipes, que acertaram as respostas. Houve, contudo, formas diferenciadas de chegar aos resultados. Após cada equipe apresentar seus resultados e métodos, a professora esquematizou as respostas e apresentou uma fórmula que permitia o cálculo dos termos de uma progressão aritmética. Nesse momento, os alunos identificaram que, mesmo sem conhecer a fórmula, a utilizaram em suas resoluções.

Na aula seguinte, quando outros exercícios foram propostos, os alunos continuaram discutindo e comentando os passos que haviam desenvolvido na situação anterior. Percebeu-se que eles não haviam decorado a fórmula, nem gravado os dados quantitativos dos primeiros problemas, mas os assuntos presentes nos exercícios (uso do celular e jovens na academia) manifestavam-se constantemente nas suas falas. Em meio aos diálogos, os exercícios foram realizados com facilidade pelos estudantes.

Durante as discussões sobre o uso de celular e a presença dos adolescentes em academias, alguns conflitos surgiram e precisaram ser gerenciados pela professora. Determinados alunos tinham opiniões contrárias quanto aos benefícios ou malefícios dos adolescentes frequentarem academias, por exemplo, e receberam a sugestão de levar o tema para a professora de Biologia, procurando respaldo teórico. Essa sugestão levou em conta as ideias apresentadas por Santos e Mortimer (2002) acerca da importância do embasamento científico para tomada de decisões. Para que o aluno possa se posicionar a favor ou contra um determinado assunto precisa identificar os efeitos (neste caso, os efeitos biológicos) que tais atividades podem acarretar.

Houve uma boa aceitação por parte dos alunos em discutir temas relacionados com seus cotidianos. O fato da falta de consenso de opiniões não provocou que eles deixassem de participar ou demonstrassem descontentamento com a discussão. A participação na resolução de outros exercícios foi intensa e a curiosidade de compreender melhor os aspectos biológicos relacionados ao tema de jovens em academia demonstrou que a atividade os levou a reflexões. Isso evidencia que a contextualização favorece o envolvimento discente, conforme destacado por Pinheiro (2005).

Mesmo que não sejam todos os problemas nos quais a Resolução de Problemas permita a interdisciplinaridade, se bem explorada pelo professor ela pode levar a uma abordagem CTS. Se compararmos os passos apresentados por Santos e Mortimer (2002) com os passos da Resolução de Problemas, podemos verificar que uma escolha apropriada por parte do professor acerca do tema da situação-problema torna possível o estabelecimento de convergências entre a Resolução de Problemas e o ensino com enfoque CTS. Apresentamos, no Quadro 1, essas possíveis convergências:

Quadro 1 - Convergências entre Resolução de Problemas e Abordagem CTS.

Resolução de Problemas	Abordagem CTS
Apresentação da situação-problema.	Apresentação do tema social
Análise e resolução da situação problema por meio de conhecimentos matemáticos.	Análise da tecnologia relacionada e estudo do conteúdo científico.
Formalização/ esquematização do conhecimento.	Estudo da tecnologia em função do conteúdo.
Discussão sobre o tema da situação-problema.	Discussão sobre o tema social inicial.

Fonte: autoria própria (2017).

Fica evidente que, se o professor tiver uma intencionalidade, pode aprofundar os aspectos sociais, científicos e tecnológicos relacionados ao tema em questão, realizando as conexões citadas por Onuchic e Allevato (2012).

A atividade desenvolvida com Modelagem Matemática foi um projeto realizado juntamente com professores de outras áreas de conhecimento. O tema proposto foi “Os efeitos da maconha no organismo”. As disciplinas envolvidas foram Biologia, Química, Filosofia, Sociologia e Matemática, cada uma explorando conceitos próprios da sua área. O tema foi escolhido pela equipe multidisciplinar após a observação de várias discussões relativas a ele, realizadas pelos alunos nas redes sociais.

Para execução do projeto foi marcado um debate a ser realizado entre os estudantes sobre a legalização da maconha. Foram separados dois grupos que se posicionariam a favor ou contra a legalização e que, para defender suas ideias, deveriam se apoiar em conhecimentos científicos e tecnológicos.

Este apoio foi desenvolvido pelos alunos à medida que eles apresentaram suas dúvidas durante as aulas e os conteúdos foram sendo explorados de forma a saná-las. Especificamente na disciplina de Matemática foram disponibilizadas quatro aulas para que os alunos construíssem conhecimentos pertinentes às argumentações que poderiam usar no debate.

Uma das abordagens possíveis para a Modelagem Matemática sugere que os conteúdos sejam explorados a partir de um tema não matemático. Assim, foram os alunos que trouxeram para as aulas de Matemática as dúvidas que possuíam com relação ao uso da maconha, que poderiam ser respondidas com o auxílio de ferramentas matemáticas.

Nesta perspectiva, eles desejavam saber se havia possibilidade de se calcular o tempo que a droga permanece no organismo após a sua ingestão. A única informação que eles possuíam era sobre a meia vida da substância, pois haviam estudado esse conteúdo na aula de Química. Com base nela, elaboraram uma tabela com a quantidade em função do tempo. Um dos alunos sugeriu que fizessem o esboço de um gráfico e, ao observarem o gráfico, identificaram que se tratava de uma função exponencial. A partir dessas ações a professora entrevistou, instigando que discutissem sobre a relação entre a base da função exponencial e o gráfico obtido, além de identificarem a sua lei de formação.

Os alunos apresentaram, nas aulas seguintes, dúvidas sobre como representar dados das pesquisas que fizeram sobre o uso da maconha entre adolescentes. Foi possível abordar, então, conceitos de porcentagem e estatística. As equipes trabalharam de formas bastante autônomas, enquanto a professora incentivava que novos conceitos estatísticos fossem introduzidos. Uma das equipes notou que a média das idades dos usuários não representa um valor condizente com a pesquisa que haviam realizado. A professora sugeriu que eles utilizassem medidas de dispersão, tais como desvio, desvio padrão e variância, identificando novos modelos matemáticos para representar a situação não matemática que eles propunham.

A última aula dedicada ao projeto possibilitou que os alunos estruturassem os dados pesquisados em tabelas e gráficos. Não houve grandes intervenções por parte da professora, pois os alunos também haviam obtido dados e trabalhado com eles nas demais disciplinas envolvidas, e estavam motivados a concluir os estudos.

Da mesma forma que na Resolução de Problemas, os alunos apresentaram boa receptividade nas atividades de Modelagem Matemática. Identificamos real

interesse em produzirem modelos matemáticos que possibilitassem respaldos para o debate. Relacionamos esse interesse nas reflexões matemáticas à contextualização possibilitada pelo tema do projeto. Essa relação vai ao encontro dos apontamentos de Silva (2012) ao tratar da importância da contextualização em Matemática.

Esse modelo de projeto tira o professor de sua zona de conforto, seja porque os conteúdos surgem no decorrer do desenvolvimento, seja porque muitas das dúvidas dos alunos não fazem parte da rotina comum de sala de aula. Porém, nesse tipo de atividade o aluno também é responsável pela sua aprendizagem. Nesta proposta de trabalho uma dúvida pode ser solucionada em conjunto, com professores de outras disciplinas, inclusive. Percebemos que a Modelagem Matemática provocou mudanças na postura dos envolvidos, o que convergiu com as observações de Pinheiro (2005) acerca do Ensino de Matemática com implementação de enfoque CTS.

A intencionalidade do professor é um aspecto importante, pois é ele quem incentiva que o estudante procure novos modelos matemáticos para uma determinada situação. A sua presença norteia o conhecimento que pode ser explorado de acordo com o tema. Da mesma forma, o professor pode anular o aprofundamento de um determinado conteúdo, caso não instigue os alunos com perguntas apropriadas. Nesse sentido, percebemos que o grupo que utilizou novas ferramentas estatísticas, foi aquele no qual a professora entrevistou mais no momento dos cálculos, realizando questionamentos e dando sugestões. Os demais grupos utilizaram os modelos já conhecidos por eles. Comprovamos, assim, a importância dos questionamentos sugeridos por Schirlo e Silva (2012) no âmbito da construção do conhecimento.

Destacamos ainda que a interdisciplinaridade teve fundamental importância para que as atividades nas aulas de Matemática pudessem ser desenvolvidas. Como citado por Lui e Machado (2009), essa característica é inerente aos processos de Modelagem Matemática.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando pensamos em aprendizagem com enfoque CTS, mais do que aquisição de conhecimentos, os objetivos do ensino permeiam as reflexões acerca de fatores sociais relevantes e de embasamentos científicos e tecnológicos que possibilitem ações frente a esses fatores. Assim, a Matemática tem entre seus papéis possibilitar que os estudantes a utilizem para tomar decisões sobre as suas ações na sociedade. Percebemos que entre as possíveis formas de se ensinar Matemática nesta perspectiva a Resolução de Problemas e a Modelagem Matemática são opções viáveis.

Grande parte dos conteúdos matemáticos podem ser apresentados por meio da Resolução de Problemas e muitos professores o fazem quase que mecanicamente, sem refletir sobre como essa metodologia pode impactar a construção do conhecimento científico e tecnológico pelo aluno. Acreditamos que o sucesso dessa prática requer várias ações por parte dos professores e a primeira delas é a escolha de situações-problema que possam vir a contribuir com o aprendizado, bem como com a ação dos alunos como cidadãos. A intervenção do

professor durante a Resolução dos Problemas é, de igual forma, fundamental para que determinado conteúdo possa ser aprendido. Além disso, essa intervenção possibilita que o aluno faça relações entre o conteúdo e sua vivência social.

Com relação à Modelagem Matemática, percebemos claramente possibilidades de convergências com a abordagem CTS, uma vez que ela tem possibilidade de partir de um tema social de interesse individual ou coletivo. De acordo com Almeida e Pimenta (2014), a Modelagem Matemática pode levar o aluno a perceber o contexto sociocultural no qual está inserido, permitindo criticidade e capacidade de superação.

Além da contextualização, a interdisciplinaridade também está bastante presente nessa abordagem. Sabemos que muitos fatores impedem que professores consigam trabalhar de forma interdisciplinar, como a falta de tempo e condições para preparar projetos ou mesmo participar de reuniões para definição de estratégias. Contudo, sabendo das responsabilidades que temos enquanto educadores, precisamos buscar estratégias que permitam que a contextualização e a interdisciplinaridade estejam presentes nas aulas.

As escolhas a serem feitas em todos os âmbitos da sociedade pelos cidadãos são fortemente influenciadas pelos conhecimentos científicos e tecnológicos que eles possuem. Assim, não podemos nos omitir como educadores. Buscar estratégias que permitam que os alunos estejam mais aptos a agir como cidadãos é tarefa de todo professor, inclusive o de Matemática. Os exemplos de projetos relatados nesta pesquisa dão indícios que a Resolução de Problemas e a Modelagem Matemática podem ser possibilidades viáveis de serem implementadas em uma Educação Matemática Crítica e que privilegie o enfoque CTS.

Approximations between troubleshooting and mathematical modeling with the STS approach

ABSTRACT

This study aims to verify the approach of Critical Mathematics Education with the STS approach. It involves a qualitative research, of the type pedagogical intervention, carried out in a private school in the city of Curitiba, with students of the 1st year of High School, using Problem Solving and Mathematical Modeling. The classes included activities on the content of Arithmetic Progression, in the case of Problem Solving and on statistics, percentage and exponential functions, regarding Mathematical Modeling. In addition to the mathematical contents, the practice addressed themes related to the presence of adolescents in academies, use of cell phones and their impact on the daily life of the human being and effects of marijuana in the body. For the analysis of the approximations between the methodologies used and the STS approach, the main characteristics of this approach, as well as the stages proposed for its development, were searched in the literature. The analysis showed that the Troubleshooting presented a sequence of reflections on the issues present in the problem situations similar to the sequences indicated in STS approach. The project carried out in Mathematical Modeling demonstrated a constant presence of interdisciplinarity and contextualization, which are the necessary requirements for teaching in the STS perspective. It was possible to establish some relations to a STS approach in both Troubleshooting and Mathematical Modeling. It was noticed that the teacher's mediation is what makes possible the appropriate directives so that the mathematical contents can bring scientific and technological base for the performance of the student in the society.

KEYWORDS: STS. Problem Solving. Mathematical Modeling.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M. L.; CARRIÃO, A. **A contextualização das atividades no livro Didático de matemática do Ensino Médio.** Disponível em: <http://www.ufjf.br/emem/files/2015/10/A-CONTEXTUALIZA%C3%87%C3%83O-DAS-ATIVIDADES-NO-LIVRO-DID%C3%81TICO-DE-MATEM%C3%81TICA-DO-ENSINO-M%C3%89DIO.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2019.
- ALMEIDA, V. H.; PIMENTA, A. C. Tendências na Educação Matemática e suas relações com a CTS. **Estudos**, Goiânia, v. 14, n. 1, p. 151-163, jan/mar, 2014. Disponível em: https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwji_uGkvdrYAhUHvZAKHc7FBwkQFggpMAA&url=http%3A%2F%2Fseer.pucgoias.edu.br%2Findex.php%2Festudos%2Farticle%2Fdownload%2F3374%2F1960&usg=AOvVaw1-Ym4tXEQK5bug07R4Qb6. Acesso em: 15 jan. 2018.
- BARROS, V. N.; LIMA, I. M. S. Análise de atividades matemáticas em livros Didáticos aprovados pelo PNLD campo. In: XXIII Congresso de iniciação científica, **Anais [...]**. Pernambuco, 2015. Disponível em: https://www.ufpe.br/documents/616030/881126/Analise_das_atividades_mate_maticas_nos_livros_didaticos_apresentados.pdf/9d537af8-fba1-4676-aae5-26e8e6f22d0f. Acesso em: 05 mar. 2019.
- DAMIANI, M. F. Sobre pesquisas do tipo intervenção. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICAS DE ENSINO, 16, Campinas. **Anais [...]**. Campinas. 2012. Disponível em: http://www.infoteca.inf.br/endipe/smarty/templates/arquivos_template/upload_arquivos/acervo/docs/2345b.pdf. Acesso em: 18 jul. 2018.
- DAMIANI, M. F.; et al. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, Pelotas, n. 45, p. 57 - 67, jul./ago. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/caduc/article/view/3822>. Acesso em: 18 jul. 2018.
- GODOY, A.S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de administração de empresas**. V. 35, n.2, p. 57-63, 1995.
- KENSKI, V. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. 8. ed. São Paulo: Papyrus, 2011.
- LINS, R. C. Matemática, monstros, significados e Educação Matemática. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. de C. **Educação Matemática pesquisa em movimento**. 4. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2012, p. 101-131.
- LOPES, A. L. R. V.; BORBA, M. C. Tendências em Educação Matemática. **Revista Roteiro**, Chapecó, n. 32, p. 49- 61, jul./ago., 1994.
- LORENZETTI, L. **Alfabetização Científica no contexto das séries iniciais**. 2000. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

LUI, A. L.; MACHADO, S. R. C. Algumas contribuições da modelagem matemática aos estudos CTS. *In*: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE, 1, Cascavel, **Anais** [...]. Cascavel: UNIOESTE, 2009. Disponível em: <http://cac-php.unioeste.br/eventos/ctsa/gts/16.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2018.

MOUTINHO, P. E. C. **CTS e a modelagem matemática na formação de professores de física**. 2007. 115 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.

MORETTO, V. P. **Construtivismo**. A produção do conhecimento em aula. 5. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2011.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. Tradução de Maria D. Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória. 8 ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

ONUCHIC, L. R.; ALLEVATO, N. S. G. Novas reflexões sobre o ensino-aprendizagem de Matemática através da resolução de problemas. *In*: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. **Educação Matemática pesquisa em movimento**. 4. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2012, p. 232-252.

PAIVA, A. M. S. de; SÁ, I. P. Educação Matemática Crítica e Práticas Pedagógicas. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 55, v. 2. p. 1-7, 2011. Disponível em: <https://rieoei.org/RIE/issue/view/131>. Acesso em: 18 de jul. 2018.

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

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2 n. 2, p. 110 -132, jul./dez, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v2n2/1983-2117-epec-2-02-00110.pdf>. Acesso em: 18 de jul. 2018.

SCHIRLO, A. C.; SILVA, S. C. R. Uma sugestão de atividade com enfoque CTS nas aulas de matemática. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 137-146, jul./dez. 2012. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/view/12703/12651>.

Acesso em: 17 fev. 2018.

SILVA, D. J. R. **Abordagem CTS e ensino de matemática crítica: um olhar sobre a formação inicial dos futuros docentes**. 2012. 167 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2012.

SKOVSMOSE, O. **Educação Crítica**: incerteza, matemática, responsabilidade. São Paulo: Cortez Editora, 2007.

SOUZA, N. S.; BITTAR, M. **Contextualização no ensino da álgebra**: análise de uma coleção de livros didáticos dos anos finais do Ensino fundamental. Disponível em: <http://seer.ufms.br/index.php/seemat/article/download/3798/3029>. Acesso em: 05 mar. 2019.

STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil**: sentidos e perspectivas. 2012. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

Recebido: 08 ago. 2018

Aprovado: 13 abr. 2019

DOI: 10.3895/actio.v4n2.8668

Como citar:

ROCHA, F. S. M. da; LORENZETTI, L.; KALINKE, M. A. Aproximações entre Resolução de Problemas e Modelagem Matemática com o enfoque CTS. **ACTIO**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 109-126, mai./ago. 2019.

Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio>>. Acesso em: XXX

Correspondência:

Flavia Suheck Mateus da Rocha

Travessa Amapá, n. 26, Águas Belas, São José dos Pinhais, Paraná, Brasil. CEP: 83010-590.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

