

MODELAGEM MATEMÁTICA COM ENFOQUE CTS: APROXIMAÇÕES TEÓRICAS

MATHEMATICAL MODELING IN THE CTS PERSPECTIVE: THEORETICAL APPROACHES

EVERALDO SILVEIRA*
ADEMIR DONIZETI CALDEIRA**
GUILHERME WAGNER***

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo apresentar aproximações teóricas entre Modelagem na Educação Matemática com a Educação CTS, de forma a ser possível emergir uma “Modelagem com enfoque CTS”. Nessa direção, a partir da *Grounded Theory*, procuramos elucidar quais são as categorias dos dois corpos teóricos que permitem essa articulação. A metodologia nos permitiu identificar quatro categorias, as quais foram divididas em condições causais; reações e objetivos; mecanismos de reação e culminando na categoria central, capaz de articular todas as restantes, e estruturada por elas: a categoria de Temas.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Perspectiva CTS. Estudos CTS. Educação Matemática Crítica.

ABSTRACT

The present article tries to expose the first theoretical approximations between Modeling in Mathematical Education with the CTS perspective, in order to be possible to emerge a Modeling in the CTS perspective. In this direction, from the Grounded Theory, we try to elucidate which are the categories of the two theoretical bodies that allow this initial articulation. Such articulations were divided into causal conditions, reactions and objectives, mechanisms of reaction and culminating in the central category capable of articulating all the others, and structured by them, the category of Themes. Thus, as a conclusion of this first approach the Themes are the source that allows to emerge a Modeling in the CTS perspective..

Keywords: Mathematical Modeling. CTS perspective. CTS Studies. Critical Mathematics Education.

* Doutor em Educação Científica e Tecnológica (UFSC). Universidade Federal de Santa Catarina. E-mail: derelst@hotmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2113-2227>

** Doutor em Educação (UNICAMP). Universidade Federal de São Carlos. E-mail: mirocaldeira@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0290-9851>

*** Doutorando em Educação Científica e Tecnológica (UFSC). Universidade Federal de Santa Catarina. E-mail: guilhermewagn@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1346-7980>

INTRODUÇÃO

Considerando o objetivo desta pesquisa, que é apresentar aproximações teóricas entre Modelagem na Educação Matemática com a Educação CTS de forma a ser possível emergir uma “Modelagem com enfoque CTS”, nos propusemos a identificar quais aspectos relacionados aos estudos CTS e à Modelagem podem subsidiar a emergência de uma perspectiva de Modelagem com este enfoque.

A pesquisa aqui relatada tem como um dos pontos de discussão o campo chamado Estudos CTS, que se constitui nas relações existentes entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade. Esse campo de estudos percebe Ciência e Tecnologia como atividades humanas, influenciadas por interesses diversos. Tais interesses, porém, não necessariamente se ligam às vontades e necessidades das pessoas, ou ao respeito ao meio ambiente e aos bens naturais, mas, via de regra, estão ligadas aos interesses econômicos de grandes corporações componentes de um mundo globalizado.

Os trabalhos desenvolvidos no âmbito da Educação Básica, que sofrem influência dos Estudos CTS, geralmente estão associados às disciplinas das Ciências Naturais, como Biologia, Química e Física. Por outro lado, em resultados de pesquisas sobre o campo e nos textos escolhidos para esta pesquisa sobre a Modelagem¹, identificamos alguns estudos que poderiam, com algumas aproximações, ser apresentados como algo do tipo “Modelagem Matemática com enfoque CTS”. Isso porque, no caso desses estudos, as temáticas utilizadas para a prática da Modelagem relacionavam-se às questões CTS. Partindo dessa identificação e baseados em pesquisas, elaboramos uma perspectiva de trabalho em Educação Matemática ligada aos Estudos CTS, mais especificamente, uma perspectiva de Modelagem que busca discutir e problematizar questões do campo das Ciências e da Tecnologia e suas implicações sociais e, a partir disso, construir uma teoria que possa sustentar um “novo” enfoque para a Modelagem, denominado aqui de “Modelagem em enfoque CTS”.

Questões ou situações problemáticas relacionadas ao desenvolvimento/implementação/utilização de produtos da atividade científica e tecnológica são comuns ao cotidiano da maior parte das cidades e comunidades nacionais e internacionais. A problematização da necessidade ou não de se desenvolver, implementar ou utilizar um determinado produto da ciência e da tecnologia e a compreensão de questões ou situações problemáticas (cujas origens se relacionam às questões CTS), bem como possibilidades de solução e a forma como uma comunidade pode se posicionar são elementos fundamentais para as discussões em salas de aula, especialmente quando se pensa na educação voltada às “questões que envolvem os variados aspectos das relações sociais e econômicas regionais, abarcando o campo das políticas públicas de C&T com suas percepções de relevância” (von LINSENGEN, 2007, p. 2). Assim, o envolvimento da Matemática, muito mais que uma necessidade, se torna essencial, pois essa disciplina oferece ferramentas fundamentais, possibilitando a compreensão de cenários contemporâneos e a construção de outras realidades que podem ser mais favoráveis aos interesses das comunidades envolvidas ou não.

Assim, construímos este artigo mostrando inicialmente nossa fundamentação teórica, a metodologia, as categorias que emergiram da teoria e por fim nossas conclusões.

¹ A partir deste momento denominaremos Modelagem como Modelagem Matemática na Educação Matemática.

O CONTEXTO TEÓRICO DA PESQUISA:

O enfoque CTS

Temos vivido em uma época marcada por possibilidades de conforto. Tais possibilidades foram antevistas e supervalorizadas, entre outros, no relatório “Ciência, a fronteira sem fim” apresentado pelo cientista Vannevar Bush, em julho de 1945, ao então presidente da república dos Estados Unidos da América, Harry S. Truman. Para Bush,

Os avanços na ciência, quando colocados em prática, significam mais empregos, salários maiores, jornadas de trabalho menores, colheitas mais abundantes, mais tempo para a recreação, para o estudo, para aprender a viver sem o trabalho mortalmente fatigante que tem sido a sina do homem comum há eras. Os avanços na ciência também trarão padrões de vida mais elevados, levarão à prevenção ou à cura de doenças, permitirão a preservação dos nossos recursos naturais, que são limitados, e nos darão meios de nos defender de agressões (BUSH, 1945, p. 10, tradução nossa).

A utilização das expressões “trarão”, “levarão”, “permitirão”, “darão” parecem transparecer a certeza de Bush de que tal linearidade não poderia ser quebrada. Essa certeza se enquadra na equação apresentada por Cerezo (2004, p. 12), segundo a qual:

$$+ \text{ciência} = + \text{tecnologia} = + \text{riqueza} = + \text{bem-estar social}$$

Essa visão, que está ligada, segundo Cerezo (2004), a uma concepção clássica das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, se enquadra no mito da perspectiva salvacionista da Ciência e Tecnologia, segundo o qual

em algum momento do presente ou do futuro a ciência e a tecnologia resolverão os problemas hoje existentes, conduzindo a humanidade ao bem-estar social. Duas ideias estão associadas a isso: CT necessariamente conduzem ao progresso e Ciência e Tecnologia são sempre criadas para solucionar problemas da humanidade, de modo a tornar a vida mais fácil. (AULER e DELOZOICOV, 2006, p. 4).

Ainda no relatório, “Ciência, a fronteira sem fim” afirmava-se que, enquanto “os cientistas forem livres para ir em busca da verdade, seja lá aonde isso os levar, haverá um fluxo de novos conhecimentos científicos rumo àqueles que podem aplicá-los a problemas práticos no governo, na indústria ou em outro lugar” (BUSH, 1945, p. 12, tradução nossa). Ele ainda ressalta que:

O progresso científico num amplo espectro resulta do livre exercício de intelectos livres que trabalham em assuntos de sua própria escolha da forma ditada por sua curiosidade na exploração do desconhecido. A liberdade de investigação tem de ser preservada em qualquer plano governamental de apoio à ciência. (BUSH, 1945, p. 12, tradução nossa)

Com tais recomendações, o autor deixa transparecer um posicionamento tecnocrático. Esse posicionamento que defende uma suposta superioridade do modelo de decisões tomadas por “técnicos/especialistas”, segundo Auler e Delizoicov (2006), é alicerçado na crença de que seria possível neutralizar/eliminar o sujeito (ou a ação do sujeito) do processo científico-tecnológico. No âmbito desse modelo, segundo os autores citados, imagina-se ingenuamente que:

o expert (especialista/técnico) pode solucionar os problemas, inclusive os sociais, de um modo eficiente e ideologicamente neutro. Para cada problema existe uma solução ótima. Portanto, devem-se eliminar os conflitos ideológicos ou de interesse (AULER e DELOZOICOV, 2006, p. 04).

Entretanto, essa concepção clássica das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, que se apoiava tanto na perspectiva salvacionista da Ciência e Tecnologia quanto na crença da superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, deu grande exemplo de suas possibilidades destrutivas, dentre outros, com a detonação das bombas atômicas *Little Boy* e *Fat Man* sobre as cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki em agosto de 1945.

A partir de meados do século passado, um sentimento de preocupação foi tomando o lugar da euforia em relação às possibilidades do modelo linear de desenvolvimento científico e tecnológico. Já era possível perceber que esse modelo não conduzia linear e automaticamente ao desenvolvimento do bem-estar social (AULER, 2002).

Cerezo (2004, p.14) aponta uma sucessão de desastres relacionados ao desenvolvimento científico e tecnológico, como “vazamentos de resíduos poluentes, acidentes nucleares em reatores civis e de transportes militares, envenenamento por produtos farmacêuticos, derramamento de petróleo etc.”, discutindo a necessidade de se “revisar a política científico-tecnológica de carta branca”, o que, necessariamente, alteraria a relação entre a sociedade e a concepção de Ciência e Tecnologia praticada.

A partir da década de 1970, segundo Cerezo (2004), começa uma mudança da imagem da Ciência e Tecnologia, movimento que se encontra em intenso desenvolvimento nos dias atuais. Segundo o autor, esse movimento constitui os chamados Estudos CTS. Para Cerezo (2004), tais Estudos objetivam:

a apresentação da ciência-tecnologia, não como um processo ou atividade autônoma, que segue uma lógica interna de desenvolvimento em seu funcionamento ótimo, mas como um processo ou produto inerentemente social, em que os elementos não técnicos (por exemplo, valores morais, convicções religiosas, interesses profissionais, pressões econômicas etc.) desempenham um papel decisivo em sua gênese e consolidação (CEREZO, 2004, p. 15).

Esses Estudos CTS constituem programas de pesquisa de colaboração disciplinar, mas que têm em comum: “a) a rejeição da imagem da ciência como uma atividade pura; b) a crítica da concepção da tecnologia como ciência aplicada e neutra; c) a condenação da tecnocracia” (CEREZO, 2004, p. 17).

O autor ainda apresenta “três grandes direções” que comportariam os Estudos CTS desde o seu aparecimento:

- No campo da pesquisa, busca-se promover uma nova visão não essencialista e contextualizada da atividade científica como processo social.

- No campo das políticas públicas, os estudos CTS têm defendido a regulação pública da Ciência e Tecnologia, por meio da criação de diversos mecanismos democráticos que facilitem a abertura de processos de tomada de decisões em questões relativas a políticas em Ciência e Tecnologia.
- No campo da educação, essa nova imagem da ciência e da tecnologia na sociedade se cristaliza com o aparecimento, em numerosos países, de programas e materiais alinhados com o enfoque CTS.

Assim, esses três campos dos Estudos CTS: pesquisa, políticas públicas e educação, complementares e não excludentes, compõem o tripé que sustenta o que temos aqui escolhido para compor um dos campos teóricos da nossa investigação. Especialmente o campo da Educação, que mais nos interessa neste momento, comporá, junto com o campo da Educação Matemática Crítica (SKOVSMOSE, 2001), especialmente o que tem sido denominado dentro de campo de “Modelagem na perspectiva Sócio Crítica” (ARAUJO, 2009), os quais serão comentados ao longo das nossas análises.

A Modelagem Matemática na Educação Matemática

Mas afinal, o que é Modelagem Matemática na Educação Matemática? Araújo (2002) analisou alguns trabalhos que relatavam experiências de atividades e uma das suas conclusões foi que há uma multiplicidade de perspectivas sobre esse campo, no entanto, há certa tendência na concordância quanto ao objetivo dessa prática pedagógica, que seria o de tentar compreender, com alguma simplificação, fenômenos da realidade por meio do ferramental matemático, desenvolvido pela cultura da matemática escolar.

Araújo (2007) defende a Modelagem como uma abordagem, por meio da Matemática, de um problema não-matemático da realidade, ou de uma situação não-matemática da realidade, escolhida pelos alunos reunidos em grupos de forma que os trabalhos sejam embasados nas questões da Educação Matemática Crítica.

A utilização da Modelagem na sala de aula vem sendo defendida por vários motivos. Blum e Niss (1989), a partir de uma revisão da literatura, os agruparam em cinco argumentos que podem ser sintetizados da seguinte forma:

- Argumento de formação: como meio apropriado para o desenvolvimento de competências e atitudes dos alunos, em particular orientados para a criatividade e a capacidade de resolver problemas;
- Argumento da competência crítica: com a preparação dos alunos para viver e agir com integridade como cidadãos individuais e sociais e para que desenvolvam uma competência crítica na sociedade extremamente matematizada;
- Argumento da utilidade: deve preparar os alunos para utilizarem a matemática e resolver problemas ou descreverem aspectos específicos das áreas e situações extra matemáticas, se referindo a outras disciplinas ou contextos profissionais ou para o cotidiano presente e futuro dos alunos;
- Argumento pela importância da própria Matemática: surgimento de situações significativas para entender e interpretar a própria Matemática nas suas diferentes facetas, como uma ciência e como um campo de atividade na sociedade e na cultura;
- Argumento pela promoção da aprendizagem da matemática: auxilia os alunos na aprendizagem e manutenção de conceitos matemáticos proporcionando motivação e relevância dos estudos em Matemática.

Tais argumentos reforçam a importância do desenvolvimento da Modelagem nas escolas. Além disso, apontam para lugares comuns também na Educação CTS. Os argumentos de formação da competência crítica e de utilidade podem, se julgados sob uma perspectiva comprometida com questões científicas, sociais e tecnológicas, atender aos objetivos da Educação CTS. É com base nesses argumentos e nos lugares comuns, partilhados pela Modelagem e pela Educação CTS, que esta pesquisa se mostra relevante.

CAMINHOS METODOLÓGICOS

A metodologia de pesquisa escolhida para o desenvolvimento do presente trabalho foi a *Grounded Theory* (GT), que tem sido traduzido em português como “teoria fundamentada nos dados” ou “teoria enraizada”. Neste contexto, assumiremos uma vertente da GT de Charmaz (2009) e Tarozzi (2011).

Para Tarozzi (2011), a GT é considerada, sobretudo, um método de análise de dados qualitativos. Sua contribuição original é ligada principalmente às práticas analíticas, porém não oferece subsídios específicos em relação à coleta de dados. No entanto, Glaser e Holton (2004) afirmam que em uma GT pode-se usar qualquer tipo de dados, embora afirmem que os favoritos são aqueles de natureza qualitativa. Os autores ainda afirmam que em uma GT “*all is data*”, ou seja, tudo pode ser considerado como dados e não apenas alguns dados específicos. Dessa forma, pode-se compreender que, ao fim, o pesquisador está trabalhando com texto, independentemente do tipo de dado recolhido.

Charmaz (2009) classifica os textos em dois tipos, os extraídos e os existentes. Textos extraídos são aqueles produzidos por solicitação do pesquisador aos seus colaboradores pesquisados; já os textos existentes incluem a literatura já produzida por outros. Nesse caso, embora os textos sejam considerados dados ou fontes de dados, segundo a autora, esses textos são produzidos por outros motivos que podem ser bastante distintos. No nosso caso, vamos trabalhar com textos existentes.

Em ambas as áreas - Modelagem e Educação CTS -, os textos e autores foram escolhidos com base em suas contribuições para o crescimento dos respectivos campos. Para compor a amostragem teórica, decidimos trabalhar com quatro autores de cada campo e 16 textos; oito deles provenientes do campo da Modelagem e oito do campo da Educação CTS, conforme quadros apresentados a seguir.

No campo da Modelagem, nenhum evento nacional é tão relevante quanto a Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática (CNMEM), que acontece a cada dois anos desde 1999. A ideia de fazer esse tipo de busca surgiu a partir do trabalho de Klüber (2012). O autor apresenta alguns aspectos que orientariam a escolha do *locus* para a busca dessas referências. Entre eles, o fato de ser um evento consolidado sobre Modelagem, ter recebido publicações de trabalhos nacionais e internacionais, congrega discussões teóricas e práticas, contar com a participação efetiva dos principais representantes do campo e reunir os mais experientes com os iniciantes.

Escolhido o *locus* da pesquisa, optamos por trabalhar com textos nomeados de “Comunicações Científicas” publicados nos *anais* dos CNMEM², realizados nos anos de 2007, 2009 e 2011. A escolha dessas edições, bem como das que serão apresentadas a seguir para os estudos da Educação CTS, se deram aleatoriamente.

² A pesquisa foi desenvolvida entre os anos de 2012 e 2013.

Após análises das referências bibliográficas de todos os textos das Conferências escolhidas, estabelecemos dois critérios para a escolha dos textos: a) os autores e os textos mais citados nas edições escolhidas e, b) dentre estes, os que tem desenvolvido trabalhos relacionados, com maior ou menor grau de proximidade, com a Modelagem na perspectiva Sócio Crítica. Os pesquisadores escolhidos, bem como os textos são apresentados no quadro abaixo:

AUTORES E TEXTOS NO CAMPO DA MODELAGEM UTILIZADOS NA PESQUISA		
Jussara de Loiola Araújo	P11 ¹	ARAÚJO, J. L. Relação entre matemática e realidade em algumas perspectivas de modelagem matemática na educação matemática. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. de L. (Org.) <i>Modelagem Matemática na educação matemática</i> : pesquisas e práticas educacionais. Recife: SBEM. 2007. p. 17-32.
	P3	ARAÚJO, J. L. Uma abordagem sócio-crítica da modelagem matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. <i>Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia</i> , v.2, n.2, p. 55-68, 2009. Disponível em: https://bit.ly/2N8LgPz . Acesso em: dezembro/ 2010.
Jonei Cerqueira Barbosa	P12	BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., 2001, Caxambu. <i>Anais...</i> Rio Janeiro: ANPED, 2001.
	P13	BARBOSA, J. C. A prática dos alunos no ambiente de modelagem matemática: o esboço de um framework. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Orgs.) <i>Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira</i> : pesquisas e práticas educacionais. Recife: SBEM, 2007. p. 161-174.
Ademir Donizeti Caldeira	P14	CALDEIRA, A. D. A modelagem matemática e suas relações no currículo. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE MODELAGEM MATEMÁTICA, 4., Feira de Santana, 2005. <i>Anais...</i> Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2005.
	P15	CALDEIRA, A. D. Modelagem matemática: um outro olhar. In: <i>Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia</i> . Santa Catarina, v. 2, n. 2, p.33-54, jul 2009. Disponível em: https://bit.ly/2KCBu6v . Acesso em: dezembro/ 2010.
Otávio Roberto Jacobini	P4	JACOBINI, O. R.; WODEWOTZKI, M. L. L. Uma reflexão sobre a Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática Crítica. <i>Bolema</i> , Ano 19, n.25. Rio Claro, SP: Instituto de Geociências e Ciências Exatas, IGCE/UNESP, 2006, p. 71- 88.
	P16	JACOBINI, O. R. Modelagem Matemática em sua Dimensão Crítica: novos caminhos para conscientização e ação políticas. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5., 2007, Ouro Preto. <i>Anais...</i> Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2007.

Os critérios utilizados para selecionar os quatro pesquisadores do campo CTS que forneceram os oito textos foram semelhantes àqueles utilizados para selecionar pesquisadores e textos no campo da Modelagem. Porém, como a Educação CTS não possui um evento específico, optamos por utilizar os *anais* dos Encontros Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPECs), nos anos de 2005, 2007 e 2009. Essa escolha se deve ao fato de que o ENPEC está entre os maiores eventos brasileiros envolvendo a educação em Ciências. Os textos escolhidos em busca dos autores mais citados foram aqueles classificados como “Comunicações Científicas” constantes dos *anais* dos eventos mencionados, como mostra o quadro abaixo:

AUTORES E TEXTOS NO CAMPO CTS UTILIZADOS INICIALMENTE NA PESQUISA		
Décio Auler	P2	AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. <i>Ciência & Educação</i> , Bauru; v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.
	P6	AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: Pressupostos para o contexto brasileiro. <i>Ciência & Ensino</i> , Campinas; v. 1, n. especial, novembro de 2007.

Wildson Luiz Pereira dos Santos	P1	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. <i>Ensaio</i> , v.2, n.2, p. 133- 162, 2000.
	P7	SANTOS, W. L. P. dos. Significados da educação científica com enfoque CTS. In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. (Orgs.). CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.
Walter Antonio Bazzo	P5	BAZZO, W. A. A pertinência de abordagens CTS na Educação Tecnológica. <i>Revista Iberoamericana de Educación</i> , Madrid, v. 1, n.28, p. 83-100, 2002. Disponível em: https://bit.ly/2TAUyF6 . Acesso em: junho/ 2010.
	P8	BAZZO, W. A. Cultura científica versus humanística: a CTS é o elo? <i>Revista Iberoamericana de Educación</i> , Madrid, n. 58, p. 61-79, 2012. Disponível em: https://bit.ly/2ZacZ40 . Acesso em: junho/ 2012.
Irlan von Linsingen	P9	von LISINGEN, I. von. O Enfoque CTS e a Educação Tecnológica: Origens, Razões e Convergências Curriculares. In: XI Congreso Chileno de Ingeniería Mecánica - COCIM, 11., 2004, Antofagasta. <i>Anais...</i> Antofagasta, 2004. p. 1-11. Disponível em: https://bit.ly/2NaROxk . Acesso em: dezembro/ 2005.
	P10	von LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. <i>Ciência & Ensino</i> (UNICAMP), v. 1, p. 01-16, 2007. Disponível em: https://bit.ly/2YTg8eb .

Para fazer essa codificação utilizamos um software alemão chamado *ATLAS.ti*, desenvolvido pela empresa *Scientific Software Development*. O software é uma ferramenta poderosa para a análise qualitativa de grande corpos textuais, gráficos, dados, áudio e vídeo.

PRIMEIRAS APROXIMAÇÕES

Após a codificação inicial dos 16 textos analisados, passamos então à codificação focalizada, que, conforme apontado por Tarozzi (2011), possui duas funções básicas:

- a) identificar macrocategorias a partir dos códigos criados na fase anterior;
- b) interligar as categorias e subcategorias entre si;

Das análises e codificações emergiram dados que agrupamos em quatro grandes categorias denominadas de:

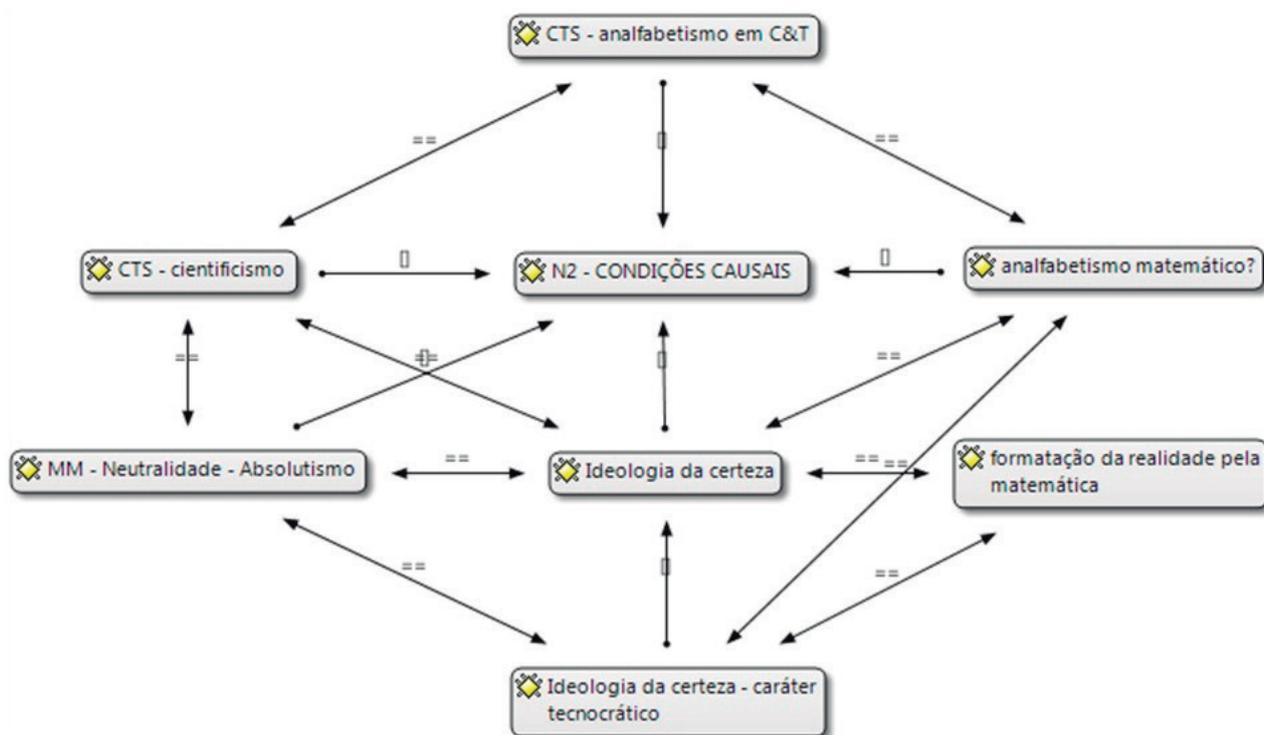
- 1) Condições causais;
- 2) Reações e Objetivos;
- 3) Mecanismos de reação;
- 4) Temas.

Assim tomamos tais categorias as quais compuseram as aproximações sobre “Modelagem Matemática com enfoque CTS”. Constituíram-se na teoria emergente e também permitiram avançar em sua articulação, de modo a acenar com algumas possibilidades de conexões entre elas. Além disso, apontaram contribuições no sentido de sustentar sua emergência.

CONDIÇÕES CAUSAIS

Alguns códigos, que se manifestaram nos textos escolhidos (Figura 1), tanto no que se refere ao campo da Modelagem quanto ao campo da Educação CTS, como “analfabetismo em C&T”, “Analfabetismo matemático?”, “cientificismo”, “Ideologia da certeza”, “Ideologia da certeza - caráter tecnocrático”, “Formatação da realidade pela matemática” e “Neutralidade - Absolutismo” foram utilizados para identificar citações que trazem à tona alguns indicativos, e são utilizados para justificar posicionamentos voltados a determinadas concepções de educação, tanto do campo da Educação Matemática quanto da Educação CTS.

Figura 1 - Condições causais.



Apresentar tais indicativos relacionados à Educação Matemática e à Educação CTS, de forma geral, prepara terreno para alguma proposição de mudanças em relação ao que está posto. Esse núcleo, intitulado de “Condições Causais”, seria a razão e a motivação primeiras que faz emergir posturas críticas aos campos. Tomemos alguns termos como, por exemplo: o científico; a ideologia da certeza; a neutralidade e o absolutismo para uma análise sobre como eles se mostram nos textos.

Ao observar o contexto em que emergiram os códigos científico, codificado no texto P1, relacionado à Educação CTS, e ideologia da certeza, codificado no texto P3, relacionado à Modelagem, identificamos aproximações significativas. Ambos estão relacionados à ideia de neutralidade da Ciência, além de transparecerem a noção de superioridade nas decisões que devem ser tomadas com base em conhecimentos técnicos e científicos. Há forte relação com o modelo tecnocrático de tomadas de decisões, segundo o qual, em situações em que se busca decidir sobre algum empreendimento científico ou tecnológico, as únicas opiniões de valor seriam as dos especialistas, cientistas ou tecnólogos.

Tanto o científico quanto a ideologia da certeza são aspectos reforçados no dia a dia, à medida que os meios de comunicação se utilizam da “certeza” supostamente oferecida tanto pela Matemática quanto pela Ciência e Tecnologia. Tais aspectos também não são combatidos, de modo geral, no âmbito escolar. Tal postura se justifica pelas concepções vigentes de educação, baseadas na tradição de que os conhecimentos relacionados àquelas disciplinas são abordados como um conjunto de verdades inquestionáveis, neutras e, portanto, livres de valores ou interesses humanos. Tais conceitos se ligam diretamente ao absolutismo, tanto no que diz respeito a algumas concepções da Matemática quanto, mesmo que de forma não explícita, também no que diz respeito às discussões das relações CTS.

Concepções absolutistas, que no campo da Matemática estariam ligadas à ideologia da certeza, nas relações CTS estariam relacionadas ao cientificismo, ou seja, ligadas à ideia de neutralidade científica e tecnológica, bem como da imutabilidade da ciência.

Assim, com os dados analisados, foi possível elencar algumas situações denominadas de condições causais, motivadoras para a proposição da “Modelagem no enfoque CTS” ora em construção:

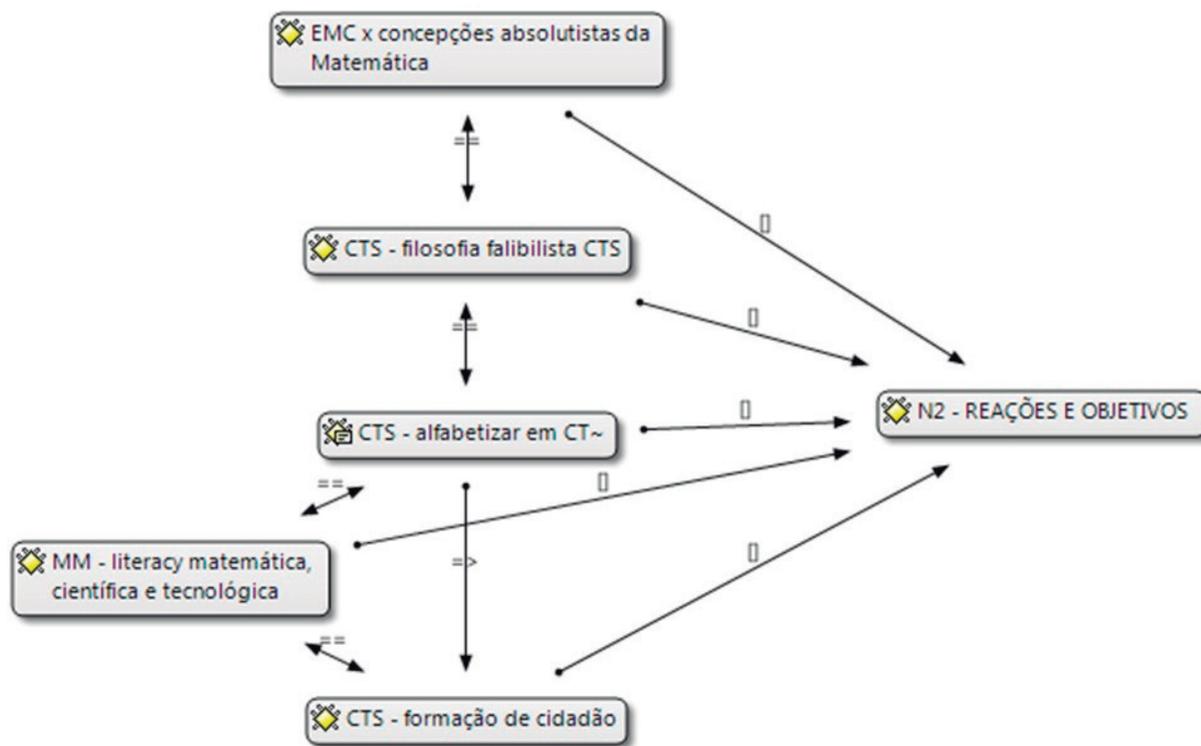
- 1) A ideologia da certeza;
- 2) Matemática e as Ciências Naturais vistas como verdades absolutas;
- 3) Concepção de neutralidade dos conhecimentos da Matemática e do campo da Ciência e Tecnologia;
- 4) Mito do salvacionismo da humanidade pela Ciência e Tecnologia;
- 5) Utilização de conhecimentos matemáticos, científicos e tecnológicos com a função ideológica de dominação.

A seguir, faremos algumas considerações acerca das manifestações apresentadas nos textos escolhidos acerca das necessidades de reação em relação a essas situações causais.

REAÇÕES E OBJETIVOS

Nesse mesmo contexto, foram codificadas citações dos textos escolhidos que criticam alguns posicionamentos identificados anteriormente como “condições causais”, tanto no campo da Educação Matemática quanto no da Educação CTS. Tais críticas e posicionamentos constituíram uma categoria conceituada aqui de “reações e objetivos”. A Figura 2 apresenta uma visão geral dos códigos ligados a essa categoria.

Figura 2 - Reações e Objetivos.



Essas posições podem ser identificadas em alguns excertos dos textos escolhidos:

A perspectiva crítica da educação matemática surgiu como uma alternativa a essas concepções absolutistas da matemática (P3, p. 62).

Reconhecer a matemática como uma construção humana, determinada por condições históricas e geográficas, impregnada de valores e interesses, aponta uma harmonia dessa concepção de modelagem com a etnomatemática (P3, p. 65).

- Solomon (1988) propõe que os cursos de CTS deveriam apontar para o caráter provisório e incerto das teorias científicas (P1, p. 06).
- Ciência como atividade humana que tenta controlar o ambiente e a nós mesmos, e que é intimamente relacionada à tecnologia e às questões sociais (P1, p. 03) [fazendo referência a concepções presentes em um currículo CTS].
- Não existe a neutralidade científica nem a ciência é eficaz para resolver as grandes questões éticas e sociopolíticas da humanidade (P1, p. 02).
- Alfabetizar, portanto, os cidadãos em ciência e tecnologia é hoje uma necessidade do mundo contemporâneo (P1, p. 02).
- Não se trata de mostrar as maravilhas da ciência, como a mídia já o faz, mas de disponibilizar as representações que permitam ao cidadão agir, tomar decisão e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas (P1, p. 02).
- Com a preocupação centrada na formação do estudante cidadão, D'Ambrósio (2001) propõe a organização de estratégias de ensino baseadas na integração entre a *literacia* (em seu sentido estrito), a *literacia* matemática e a *literacia* tecnológica, essas últimas redenominadas pelo autor como *materacia* e *tecnoracia*, respectivamente (P4, p. 12).

No campo da Educação Matemática, surge o conceito de Educação Matemática Crítica, que teria como um dos seus objetivos o combate à “ideologia da certeza”, bem como o combate das concepções absolutistas no campo da Matemática. No campo das relações da ciência e tecnologia, surge o conceito de “alfabetização científica e tecnológica” como mecanismo de combate ao cientificismo³. Nessa busca por superar o cientificismo, Ciência e Tecnologia passam a ser compreendidas como práticas situadas histórica e socialmente. Surge, com isso, o acrônimo CTS, em que Ciência e Tecnologia passam a ser vistas como integrantes da sociedade, frutos dessa e com essa sociedade. O meio social passa a ser concebido como campo em que os produtos da atividade científica e tecnológica são desenvolvidos, testados, aplicados e consolidados. Essa vertente de educação científica e tecnológica pode ser considerada como a busca de uma *concepção transformadora de ciência e tecnologia*, cujos pressupostos provocam uma aproximação entre essa vertente e a concepção falibilista⁴ da Matemática.

Essas indicações de possibilidades e necessidades que podem ser identificadas na categoria “assumindo posicionamentos” dão indícios de que, em seguida, serão arquitetadas e descritas propostas para combater aquelas “condições causais” apontadas anteriormente.

3 O cientificismo, segundo Chassot (1994), pode ser entendido segundo dois “axiomas” relacionados à superioridade teórica e prática da Ciência para qualquer situação. No campo teórico, o conhecimento científico seria superior a todos os demais. No campo prático, o conhecimento científico seria o mais adequado para resolver problemas situados desde o campo técnico até o ético.

4 Para Cury (1994) a visão falibilista da Matemática encara o conhecimento matemático como em contínua construção, corrigido a partir das críticas e correções, estando, portanto, em constante mudança.

MECANISMOS DE REAÇÃO

Estratégia de reação no campo da Educação Matemática: Modelagem na perspectiva Sociocrítica

Identificadas algumas situações, chamadas anteriormente de “condições causais”, esperavam-se propostas em relação aos processos do ensino e da aprendizagem da Matemática e da Ciência e Tecnologia, no sentido de superar tais situações ou reagir contra elas. Em ambos os campos, essas sugestões foram feitas. No primeiro, propôs-se a utilização da Modelagem na perspectiva Sociocrítica. No segundo campo, a proposta foi de se educar científica e tecnologicamente, levando em consideração as relações entre Ciência e Tecnologia e Sociedade, na chamada Educação CTS. A seguir, falaremos sobre cada um desses campos e buscaremos localizar os pontos em que eles se articulam e se entrelaçam.

A existência do código “abordagens de modelagem” corrobora com a literatura apontada anteriormente, no sentido de que não existe apenas uma forma de se fazer Modelagem. Ela pode ser desenvolvida sob diversas perspectivas e, segundo algumas citações, muitas delas seriam apenas mecanismos para “dourar a pílula”, ou seja, não teriam como motivação principal a formação política e o engajamento dos alunos na sociedade. Sua motivação seria, acima de qualquer outra, ensinar somente Matemática, e a utilização da Modelagem seria uma forma de “dar significado ao processo” ou de motivar os alunos (CALDEIRA; MAGNUS; DUARTE, 2019). O não questionamento do próprio conhecimento matemático e seu potencial, bem como de suas limitações, acaba por fazer um ensino para a Matemática.

Os textos mostram que a Modelagem na perspectiva Sociocrítica vai de encontro às concepções absolutistas da Matemática, combatendo-as, ao mesmo tempo em que promove uma concepção falibilista desse conhecimento. Outros alvos dessa perspectiva de Modelagem são a ideologia da certeza e o poder formatador da Matemática. Desvelar as formas em que a Matemática se faz presente na sociedade, “seja em benfeitorias ou em problemas sociais, e reagir contra as situações críticas que a matemática também ajudou a construir” (P3, p. 64), é outro objetivo assumido por aqueles que desenvolvem a Modelagem nesta perspectiva.

Segundo o texto P3, a Modelagem nessa perspectiva tem grande impacto na comunidade de pesquisadores brasileiros e que não é muito comum em outros países. Os textos indicam que o fazer Modelagem nessa perspectiva objetiva valorizar a democracia na micro-sociedade da sala de aula. Além disso, contribui com o desenvolvimento da cidadania da dimensão política e social do estudante, além de desenvolver a noção de justiça social, responsabilidade, ética, dentre outros.

Estratégia de reação no campo da Educação Científica e Tecnológica: a Educação CTS

Nesse campo, embora haja diversas formas para se desenvolver a Educação CTS, foi possível notar críticas a algumas dessas formas. Assim como propusemos no campo da Modelagem, o texto P1 afirma que muitas das formas de se fazer CTS podem ser entendidas também como mecanismos para “dourar a pílula”. Há situações em que ocorre a “negação” de “*status*” de proposta CTS a algumas dessas perspectivas, conforme afirmação codificada no texto P1, segundo a qual: “a revisão da literatura internacional nos ajuda a ver que adotar propostas CTS é muito diferente de simplesmente maquiar currículos com ilustrações do cotidiano” (p. 17).

O Movimento CTS, conforme afirmamos na introdução desse texto, baseados em Cerezo (2004), atua em três grandes direções, sendo uma delas o campo da educação. Embora as principais referên-

cias ao enfoque educacional CTS sejam feitas no âmbito da educação científica e tecnológica, nossa intenção é estender sua amplitude até o âmbito da educação matemática.

Os excertos de P1 e P2 apontam alguns objetivos da Educação CTS, elencados a seguir:

- Aquisição de conhecimentos e utilização de habilidades: a autoestima, a comunicação escrita e oral, o pensamento lógico e racional para solucionar problemas, a tomada de decisão, o aprendizado colaborativo/cooperativo, a responsabilidade social, o exercício da cidadania, a flexibilidade cognitiva e o interesse em atuar em questões sociais;
- Desenvolvimento de valores: vinculados aos interesses coletivos, como os de solidariedade, de fraternidade, de consciência do compromisso social, de reciprocidade, de respeito ao próximo e de generosidade. Tais valores relacionam-se às necessidades humanas, o que implica a necessidade de questionamentos à ordem capitalista, na qual os valores econômicos se impõem aos demais;
- Formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados, capazes de tomar decisões informadas e desenvolver ações responsáveis;
- Alcançar pensamento crítico e independência intelectual;
- Promover o interesse dos estudantes em relacionar a Ciência às aplicações tecnológicas e aos fenômenos da vida cotidiana;
- Abordar o estudo daqueles fatos e aplicações científicas que tenham uma maior relevância social;
- Abordar as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da Ciência e da tecnologia;
- Adquirir uma compreensão da natureza da Ciência e do trabalho científico.

Ao levar em consideração os objetivos de perspectivas da Modelagem na perspectiva Sociocrítica e os objetivos da Educação CTS, é possível notar algumas aproximações e convergências. Assim, passamos a propor alguns pontos que comporiam o quadro daquilo que buscamos alcançar ao propormos o desenvolvimento de atividades de “Modelagem com enfoque CTS”:

- Desenvolver conhecimentos e ações com vistas à tomada de decisão em assuntos relativos às interações CTS, ao aprendizado colaborativo/cooperativo, ao desenvolvimento do pensamento crítico e da independência intelectual, à responsabilidade social, ao exercício da cidadania, ao desenvolvimento político e social, à flexibilidade cognitiva, à justiça social e, por consequência, ao interesse em atuar em questões sociais.
- Formar os indivíduos não apenas capazes de viver em uma sociedade democrática, mas aptos a atuar na construção e ampliação dessa democracia, capazes de se questionarem pelo tipo de democracia que desejam;
- Desenvolver valores com vistas à defesa dos interesses coletivos, como os de solidariedade, a vida em grupo, de consciência do compromisso social, de reciprocidade, de respeito ao próximo e de generosidade. Uma consequência desse objetivo” seria o questionamento à ordem capitalista, na qual os valores econômicos se impõem aos demais; nesse movimento, a vivência e exigência dos direitos humanos se fortalecem;
- Compreender e se posicionar ante as implicações sociais, políticas e éticas relacionadas ao uso da ciência e da tecnologia;
- Desenvolver/construir conhecimentos matemáticos e sobre a matemática, percebendo como esses conhecimentos são usados para formatar a realidade, como são importantes

subsidiários do desenvolvimento científico e tecnológico e como estão integrados no nosso cotidiano. Isso demandaria outros modos de valorização e utilização da Matemática.

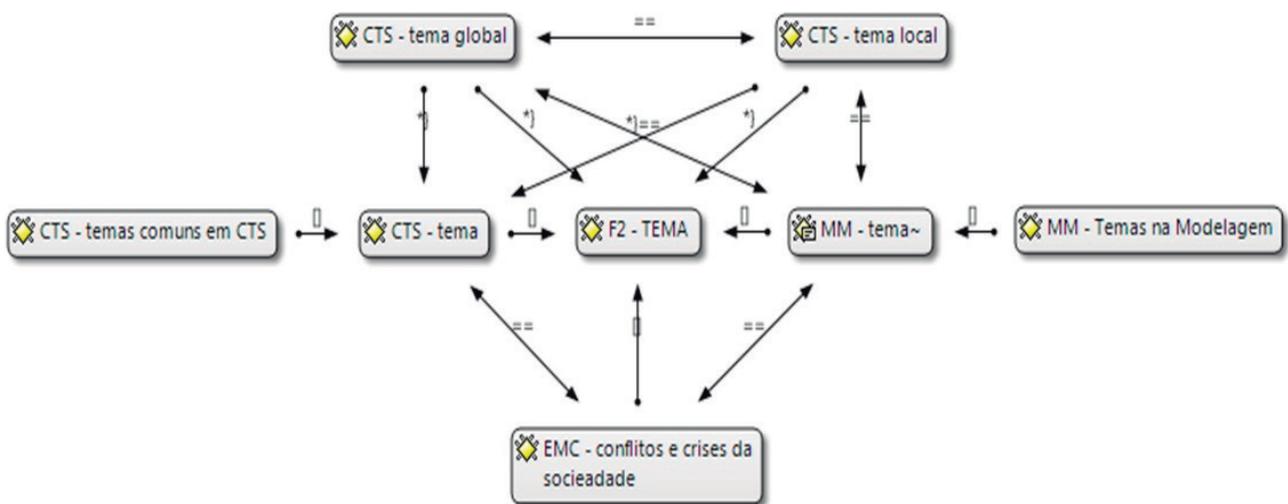
Mas, afinal, como promover a emergência de uma perspectiva de “Modelagem com enfoque CTS”? Existiria um elo entre a Modelagem e o campo CTS? O que seria esse elo?

Os textos analisados forneceram indicações de que é possível a emergência dessa “nova” perspectiva, de que o elo entre os campos da Modelagem e CTS existe e se traduz em “escolha e maneiras de se usar os temas da realidade para o desenvolvimento das atividades tanto da Modelagem quanto dos Estudos CTS”.

CONCLUSÃO

As análises empreendidas nos impõem a necessidade de encontrar uma maneira de articular a Modelagem com as relações CTS. Tais articulações nos conduziram a uma conclusão: a convergência principal pode ser alcançada nos temas, mesmo porque as relações CTS, bem como a Modelagem se dão na realidade, a todo momento, e se configuram em um campo repleto de situações problemáticas a serem discutidas, estudadas e, possivelmente, solucionadas. Dessa forma, considerando a intensa potência analítica, a densidade, a porosidade e as ramificações, bem como a capacidade para integrar as demais categorias, a categoria “tema” se apresentou como a *core category* na nossa metodologia de pesquisa. Nossas hipóteses começaram a se comprovar à proporção que começamos a fazer as análises dos textos. O processo de Modelagem, bem como a Educação CTS têm fornecido temas de estudo para a suas realizações, como mostra a figura 3 abaixo:

Figura 3 - O tema como eixo de convergência entre a Modelagem e as relações CTS.



Segundo informações do texto P1, ao comentar sobre os temas, os autores afirmam que alguns deles são recorrentes no que chamam de “cursos CTS”. Os mais abordados, segundo o texto citado anteriormente, são: saúde humana e doença; fome mundial, alimentação e agricultura; recursos energéticos, escassez de energia; terra e uso do solo; recursos hídricos e minerais; ambiente; guerra tecnológica, indústria e tecnologia, transferência de informação e tecnologia; ética e responsabilidade

social; qualidade do ar e atmosfera; crescimento populacional; substâncias perigosas; reatores nucleares; animais e plantas em extinção.

Ao observar esses temas, pensando nas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, é possível perceber que oferecem campo para discussões de alto teor crítico. É preciso, porém, compreender que o tema, por si só, não garante tal criticidade. O olhar para o tema é que vai possibilitar ou não o grau de aprofundamento dado às questões problemáticas emergentes. Se o olhar para o tema é o fator determinante, também é preciso compreender que qualquer campo educacional dedicado a estudar a realidade necessariamente trabalhará com um recorte dessa realidade. Ao fazer o recorte para o estudo, também se determina o grau de aprofundamento crítico que se pretende alcançar com tal recorte.

Uma restrição, seja qual for a situação, nasce de uma escolha. Não se trata de escolher entre o que é bom ou ruim, mas, sim, de escolher entre aquilo que é ou não adequado aos objetivos que se pretende alcançar enquanto educadores. As restrições impostas pela perspectiva da Modelagem provêm de uma escolha relacionada às concepções educacionais. Dessa forma, no caso da “Modelagem com enfoque CTS” há de se restringir a um campo de problemáticas que concentre uma considerável parte dos problemas significativos que podem definir situações da realidade compatíveis com a Educação CTS.

Assim, sugerimos que professores e alunos transformem a sala de aula em um ambiente de “questões problemáticas em CTS”. Esse ambiente pode ser construído a partir da vivência dos alunos, mas também de reportagens de revistas, jornais, blogs, vídeos, dentre outras fontes, objetivando chamar a atenção para os problemas com interferência direta ou indireta na comunidade em que vivem. Com isso, se abrirão possibilidades para que, no momento de escolher um tema para o trabalho, os alunos tenham algumas opções, ou seja, estejam imersos em problemáticas relacionadas às relações CTS. Com isso, os alunos continuarão tendo a possibilidade de escolher o tema, porém, essa escolha será mediada, o que está em consonância com princípios democráticos. Ela ocorrerá dentre as diversas alternativas apresentadas pelo professor.

Dessa forma, concluímos que as primeiras aproximações teóricas que podem possibilitar a emergência de uma perspectiva da “Modelagem com enfoque CTS” precisam se articular em torno da categoria dos Temas, tendo os objetivos, as causas e os mecanismos de reação sustentando essa categoria central.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. L. **Relação entre Matemática e realidade em algumas perspectivas de Modelagem Matemática na Educação Matemática**. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. de L. (Org.). *Modelagem Matemática na Educação Matemática brasileira: pesquisas e práticas educacionais*. Recife: SBEM, 2007. p. 17-32.

ARAÚJO, J. L. **Cálculo, tecnologias e Modelagem Matemática: as discussões dos alunos**. 2002. 173 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002

ARAÚJO, J.L. Uma abordagem Sócio-Crítica da Modelagem Matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. **ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v. 2, n. 2, 2009. p. 55-68.

AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: Pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, Campinas; v. 1, n. especial, novembro de 2007.

AULER, D. **Interações entre Ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. 2002. 248p. Tese (Doutorado em educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru; v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Educação CTS: articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS. In: **SEMINÁRIO IBÉRICO CTS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS** - Las Relaciones CTS en la Educación Científica, 4., 2006, Málaga. *Anais...* Málaga: Universidad de Málaga. p. 1-7, 2006.

BARBOSA, J. C. A prática dos alunos no ambiente de modelagem matemática: o esboço de um framework. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Orgs.) **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais**. Recife: SBEM, 2007. p. 161-174.

BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., 2001, Caxambu. *Anais...* Rio Janeiro: ANPED, 2001. CD-ROM

BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Orgs.) **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais**. Recife: SBEM, 2007.

BAZZO, W. A. A pertinência de abordagens CTS na Educação Tecnológica. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, v. 1, n.28, p. 83-100, 2002. Disponível em: <http://www.rieoei.org/rie28f.htm>. Acesso em: junho/ 2010.

BAZZO, W. A. Cultura científica versus humanística: a CTS é o elo? **Revista Iberoamericana de Educación**. n. 58, p. 61-79, 2012. Disponível em: <http://www.rieoei.org/rie58a03.pdf>. Acesso em: junho/ 2012.

BLUM, W.; NISS, M. Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects - state, trends and issues in mathematics instruction. In: International Congress on Mathematical Education, 6. 1988, Budapest. *Atas...* Preprint. 1989.

BURAK, D. **Modelagem matemática: ações e interações no processo de ensino aprendizagem**. 1992. 459 p. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

BUSH, V. **Science the endless frontier**. A report to the president, Washington D.C.: United States Government Printing Office, 1945.

CALDEIRA, A. D. A modelagem matemática e suas relações no currículo. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE MODELAGEM MATEMÁTICA, 4., Feira de Santana, 2005. *Anais...* Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2005.

CALDEIRA, A.D.; MAGNUS, M.C.; DUARTE, C.G. Modelagem matemática na educação matemática: uma legitimação do discurso curricular. **Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática** - Regional Sudeste, São Paulo; v. 16, n. 21, 2019.

CALDEIRA, A. D. Modelagem matemática: um outro olhar. In: **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**. Santa Catarina, v. 2, n. 2, p. 33-54, jul 2009.

CEREZO, J. A. L. Ciência, Tecnologia e Sociedade: o estado da arte na Europa e nos Estados Unidos. In: SANTOS, L. W. (Org.). **Ciência, tecnologia e sociedade: o desafio da interação**. Londrina: IAPAR, 2004. p. 3-38.

CHARMAZ, K. **A construção da teoria fundamentada: guia prático para análise qualitativa**. COSTA, J. E. (Trad.). Porto Alegre: Artmed, 2009.

CHASSOT, A. **A ciência através dos tempos**. Imprensa. São Paulo: Moderna (coleção Polêmica), 1994.

CURY, H. N. **As concepções de matemática dos professores e suas formas de considerar os erros dos alunos**. 1994. 278 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, UFRGS, Porto Alegre, 1994

GLASER, B. G.; HOLTON, J. Remodeling Grounded Theory. **Forum Qualitative Sozialforschung/Forum: Qualitative Social Research**, 5(2), Art. 4, 2004. Disponível em: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs040245>.

JACOBINI, O. R. Modelagem Matemática em sua Dimensão Crítica: novos caminhos para conscientização e ação políticas. In: Conferência Nacional sobre Modelagem e Educação Matemática, 5., 2007, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto. 2007. 1 CDROM.

JACOBINI, O. R.; WODEWOTZKI, M. L. L. Uma reflexão sobre a Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática Crítica. **Bolema**, Ano 19, n.25. Rio Claro, SP: Instituto de Geociências e Ciências Exatas, IGCE/ UNESP, 2006, p. 71- 88.

KINCHELOE, Joe L. **A formação do professor como compromisso político: mapeando o pós-moderno**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

KLÜBER, T. E. **Uma metacompreensão da modelagem matemática na educação matemática**. 2012. 339 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

SANTOS, W. L. P. dos. **Significados da educação científica com enfoque CTS**. In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

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*, v.2, n.2, p. 133- 162, 2000.

SKOVSMOSE, O. **Educação Matemática crítica: a questão da democracia**. Campinas, SP: Papirus, 2001. 160 p.

TAROZZI, M. **O que é a Grounded Theory?** Metodologia de pesquisa e de teoria fundamentada nos dados. Petrópolis - RJ: Vozes, 2011. 189 p.

VILCHES, A.; GIL PÉREZ, D.; PRAIA, D. **De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável**. In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: UNB, 2011. p. 161-184

von LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Revista Ciência & Ensino**, v.1, número especial, p. 1-19, nov. 2007.

_____. **O enfoque CTS e a educação tecnológica:** origens, razões e convergências curriculares. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica. Florianópolis, 2004. Disponível em: <http://www.nepet.ufsc.br/Artigos/Texto/CTS%20e%20EducTec.pdf>.

RECEBIDO EM: 12 mar. 2019

CONCLUÍDO EM: 03 jun. 2019