

A Modelagem Matemática nas Séries Iniciais: o germém da criticidade

ANA VIRGINIA DE ALMEIDA LUNA¹; ELIZABETH GOMES SOUZA²; ANA RITA CERQUEIRA MELO SANTIAGO³

¹ Departamento de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Feira de Santana; Escola Despertar-Ba

² Núcleo de Pesquisas em Modelagem Matemática (NUPEMM-UEFS)

³ Escola Menino Jesus de Praga; Prefeitura Municipal de Conceição do Jacuípe; Escola Despertar de Feira de Santana

RESUMO: O presente artigo visa compreender como os alunos das séries iniciais do Ensino Fundamental podem analisar de forma crítica o papel dos modelos matemáticos em debates sociais, por meio da Modelagem Matemática. Os participantes da investigação foram uma professora e 17 (dezessete) alunos, entre 9 (nove) e 11 (onze) anos de idade, que cursavam o quinto ano do Ensino Fundamental em uma instituição de ensino em Feira de Santana, no interior da Bahia. Uma atividade de Modelagem sobre a construção de cisternas no semi-árido baiano foi observada e analisada com enfoque qualitativo. Os diálogos entre as crianças e a professora foram transcritos e, quando analisados, indicaram que a inserção da Modelagem nas séries iniciais possibilita que as crianças percebam a presença dos modelos matemáticos na sociedade e suas implicações sociais, políticas e econômicas em diversos segmentos da Sociedade.

ABSTRACT: The present paper aims to understand how the students of the elementary school classes can analyze, critically, the role of the mathematical models in social debates, through the Mathematical Modelling. The participants of the inquiry have been a teacher and 17 students, between 9 and 11 years old, who attended a course in the fifth grade of the elementary school at an institution of education in Feira de Santana town, in the state of Bahia. A Modelling activity on the construction of wells, in Bahian semi-arid has been observed and analyzed based on a qualitative approach. The dialogues between the children and the teacher have been transcribed and, once analyzed, have indicated that the insertion of the Modeling in the elementary school classes makes it possible for the children to perceive the presence of the mathematical models in the society as well as its economic, political and social implications in several segments of the society.

Palavras-chave: modelagem matemática, séries iniciais, educação matemática, modelos matemáticos, criticidade
Keywords: mathematical modelling, elementary school Classes, mathematical education, mathematical models, criticism.

INTRODUÇÃO

Nos documentos curriculares orientadores da Educação Básica, tais como as Orientações Curriculares Nacionais (BRASIL, 2006) e as Orientações Curriculares Estaduais (BAHIA, 2005), a Modelagem Matemática é apresentada respectivamente como estratégia de ensino e como metodologia interdisciplinar que propicia a aproximação dos estudantes com situações-problema reais oriundas de assuntos dos mais diversos campos da sociedade. De maneira geral, na Educação Matemática, a Modelagem¹ pode ser compreendida como a abordagem de situações do dia-a-dia ou de outras ciências por meio da matemática.

Algumas experiências com a utilização da Modelagem na Educação Básica apontam para as contribuições que esta pode gerar no processo de ensino e aprendizagem, as quais

¹ No decorrer do artigo utilizamos o termo Modelagem quando nos referimos à Modelagem Matemática, a fim de evitarmos repetições.

podem estender-se desde a motivação dos estudantes, (BIEMBENGUT e HEIN, 2003; BURAK, 2005) até o fortalecimento de uma postura crítica frente à presença da Matemática na sociedade (BARBOSA, 2003,2006; JACOBINI, 2004).

Ainda que pesquisas como as mencionadas acima, apresentem a motivação e o interesse dos alunos quando vivenciam atividades de Modelagem, estudos relatam uma postura de passividade de alguns alunos em relação ao encaminhamento de tais atividades, a saber: a apatia nas aulas (BASSANEZI, 2002); a busca de uma resposta imediata para a problemática em questão (FRANCHI, 1993; JACOBINI, 2004); a dificuldade na elaboração de situações-problema para o posterior desenvolvimento das atividades (ARAÚJO e BARBOSA, 2005) ou ainda, a busca de respostas únicas e absolutas para as situações-problema propostas pelo professor (MAAß, 2005).

As causas das dificuldades dos alunos estão na ênfase em uma postura investigativa, suscitada pelas atividades de Modelagem. Esta postura difere do que se espera dos estudantes envolvidos em propostas baseadas no Paradigma do Exercício² (SKOVSMOSE, 2008). Isso se deve ao fato de que, em Modelagem, diferentemente do Paradigma do Exercício, os conteúdos disciplinares emergem a partir do tema proposto para a pesquisa (BIEMBENGUT; HEIN, 2003; BURAK, 2005), a abordagem é essencialmente interdisciplinar (CALDEIRA, 2005), a pesquisa e investigação orientam as atividades e possibilitam a reflexão sobre a presença da matemática na sociedade (BARBOSA, 2003).

Diante disso, a postura de passividade dos alunos, oriunda do Paradigma do Exercício, em que o aluno é visto como um agente passivo no ambiente escolar, constitui-se como um dos desafios para a inserção da Modelagem na sala de aula. Nesse sentido, Maaß (2005) sugere que a Modelagem seja implementada logo nos primeiros anos de escolaridade dos alunos, pois reconhece a sua potencialidade para possibilitar a modificação das crenças dos estudantes. Para a autora, essa postura de passividade dos estudantes é decorrente de suas crenças sobre a matemática ser uma ciência exata, objetiva e formal.

As pesquisas desenvolvidas nas séries iniciais indicam que a Modelagem propicia o desenvolvimento das habilidades matemáticas dos alunos, a argumentação matemática e a interpretação de problemas da realidade (BURAK, 2005; BIEMBENGUT, 2007; LUNA; ALVES, 2007; LUNA; SANTIAGO, 2007). No entanto, as potencialidades do uso da Modelagem não se limitam a desenvolver competências estritamente matemáticas, mas

² Paradigma do Exercício é uma concepção sobre o ensino e aprendizagem da Matemática que apresenta uma abordagem tradicional, preconizando na sequência de trabalho a aula expositiva, em seguida os exercícios, e por fim, a correção, com ênfase no livro didático (SKOVSMOSE, 2008).

também podem favorecer a reflexão pelos alunos sobre o papel dos modelos matemáticos na sociedade.

Assim, perguntas tais como: Como os modelos matemáticos estão presentes na sociedade? Por quê? Para quê? E para quem? O que subsidia a sua presença? São alguns questionamentos que podem ser abordados em atividades de Modelagem nos primeiros anos de escolarização.

Em Modelagem, questionamentos dessa natureza são agendados por pesquisas que adotam uma perspectiva sócio-crítica (BARBOSA, 2003), a qual apresenta como objetivo principal do uso da Modelagem, a reflexão sobre a análise da natureza e o papel dos modelos matemáticos na sociedade, a exemplo da regulamentação das cotas percentuais elaborada pelo ministério da educação para o ingresso de estudantes negros e índios no ensino superior, as variáveis que integram o cálculo para o valor da cesta básica brasileira elaboradas pelo DIEESE (Departamento Intersindical de Estudos Socioeconômicos), a demarcação de áreas contínuas no caso de terras indígenas do Estado de Roraima, entre outros.

Diante dessa constatação sobre a presença da matemática em diversos debates sociais e da necessidade de tematizar essa presença no contexto escolar, apresentaremos neste artigo reflexões de um grupo de alunos das séries iniciais sobre as nuances sociais que envolvem o tema da construção de cisternas no semi-árido baiano. Nosso objetivo foi compreender como os alunos das séries iniciais do Ensino Fundamental podem analisar de forma crítica o papel dos modelos matemáticos, em debates sociais, por meio da Modelagem Matemática.

Neste artigo, a Modelagem Matemática é entendida como um ambiente de aprendizagem, no qual os alunos são convidados a investigarem questões com referência na realidade, por meio da matemática (BARBOSA, 2003).

Para abordar a inserção da Modelagem nas séries iniciais e sua potencialidade de suscitar reflexões críticas sobre o papel dos modelos matemáticos na sociedade, inicialmente, organizamos a revisão da literatura em 3 (três) seções. Na primeira, localizamos na literatura da Educação Matemática estudos sobre Modelagem Matemática, na segunda seção, apresentamos experiências desenvolvidas nas séries iniciais do Ensino Fundamental e, na terceira seção, relações entre Modelagem e criticidade na Educação Matemática.

1 Modelagem no campo da Educação Matemática

O que são atividades de Modelagem na perspectiva da Educação Matemática? O que a distingue de outras tendências no âmbito da Educação Matemática? Essas são perguntas ainda

não definitivas no campo de pesquisa.

Barbosa (2003, p.69) foi um dos pesquisadores que indicou a necessidade de delimitação da Modelagem no âmbito da Educação Matemática, evidenciando a importância de uma concepção específica para esta área. O autor apresenta a concepção de que “Modelagem é um ambiente de aprendizagem em que os alunos são convidados a problematizar e investigar situações com referência em outras áreas da realidade”.

Já em Biembengut e Hein (2003, p.28) encontramos essa delimitação da Modelagem, como sendo uma “metodologia de ensino-aprendizagem que parte de uma situação/tema e sobre ela desenvolve questões que tentarão ser respondidas mediante o uso de ferramental matemático e da pesquisa sobre o tema”. Nessa direção, outros pesquisadores também conceituam Modelagem como sendo uma estratégia de ensino e aprendizagem, como Bassanezi (2002), ou um conjunto de procedimentos, como Burak (1992).

Ainda assim, para Burak e Klüber (2007), essas concepções, embora busquem apresentar uma concepção de Modelagem estritamente relacionada ao campo da Educação Matemática, falham por não explicitar as orientações filosóficas e ontológicas que as embasam.

Além da importância da construção de concepções de Modelagem que explicitem essas orientações, é necessário considerar-se a diferença entre a Modelagem na perspectiva da Educação Matemática e da Matemática Aplicada no que se refere à concepção de modelo matemático e à importância de sua construção.

Na perspectiva da Educação Matemática, alguns autores afirmam que não há obrigatoriedade de “encontrar” um modelo matemático, propriamente dito (BURAK, 1992; FRANCHI, 1993; BARBOSA, 2001). Já na perspectiva da Matemática Aplicada, é justamente o modelo matemático um dos objetivos principais do processo de Modelagem.

Algumas pesquisas exemplificam essa especificidade da Modelagem no âmbito da educação matemática. Burak (1992), Franchi (1993), Barbosa (2001) e Biembengut e Hein (2003) destacam vários momentos igualmente importantes durante o processo de Modelagem, como por exemplo, a investigação sobre a situação-problema, a interação entre os alunos e entre eles e o professor, os conceitos matemáticos abordados, a interpretação e análise dos alunos sobre a temática, a reflexão sobre a presença da Matemática na sociedade, entre outros.

Assim, concordamos com os autores que consideram outros momentos como importantes no fazer Modelagem no contexto escolar. Um deles em particular, a análise sobre o papel dos modelos matemáticos na sociedade, pode constituir-se como um dos objetos para a inserção da Modelagem no contexto escolar.

A seguir, buscamos identificar o que as pesquisas têm evidenciado sobre estas questões e que objetivos têm fundamentado as pesquisas sobre Modelagem nas séries iniciais.

2 Modelagem nas séries iniciais do Ensino Fundamental

No contexto das pesquisas brasileiras, é possível constatar o crescimento de publicações no nível da Educação Básica, em particular, nas séries finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio (SANTOS, BISOGNIN, 2007; FERREIRA, WODEWOTZKI, 2007). No entanto, em relação às séries iniciais, tanto publicações nacionais como internacionais ainda são inexpressivas³.

Burak (1992) apresenta as primeiras experiências divulgadas em relação ao uso da Modelagem nas séries iniciais. Estas experiências foram realizadas por professores participantes de um curso de especialização ministrado pelo pesquisador a partir de 1982.

Os alunos das referidas professoras em formação continuada, que cursavam entre a 2ª e a 4ª série do Ensino Fundamental, escolheram as temáticas: horta, maquete da escola, arborização, paisagismo, pintura da sala de aula e a visita a um bairro periférico adjacente à escola. O autor destaca que os relatos e as ações dos estudantes participantes dessas atividades de Modelagem variaram desde a mobilização para a pintura efetiva da sala de aula, até, por exemplo, a constatação das condições precárias de vida das pessoas moradoras do bairro visitado.

Nessa mesma direção, Caldeira (2007) desenvolveu uma atividade de Modelagem com alunos pertencentes às séries iniciais. As crianças de 3ª e 4ª séries escolheram como temática da atividade, a construção de uma horta. O pesquisador não apenas utilizou temas reais, tal como Burak (1992), mas apontou outros aspectos relevantes nas atividades de Modelagem, como o reconhecimento e a inclusão dos saberes e da linguagem matemática específicos do contexto cultural das crianças, na dinâmica dessas atividades.

Já English e Watters (2005), bem como Biembengut (2007), destacam o quanto o desenvolvimento de atividades de Modelagem neste nível de ensino permitiu o desenvolvimento dos conceitos e procedimentos matemáticos, melhorando o desempenho matemático das crianças. Para os autores, as crianças que vivenciam atividades de Modelagem possuirão melhores desempenhos matemáticos em atividades posteriores.

³ Inferências realizadas a partir dos anais da Conferência Nacional sobre Modelagem Matemática na Educação Matemática (2007), do Seminário Internacional de Educação Matemática (2006), do Encontro Nacional de Estudantes de Educação Matemática (2007) e das International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications 10, 11 e 12 e do livro do 14th ICMI Study (2007).

Questões sobre as potencialidades de incluir atividades realísticas na formação da criança foram, também, indicadas na pesquisa de Verschaffel e De Corte (1997). Estes autores fizeram um estudo comparativo entre duas turmas de alunos das séries iniciais, identificando que os estudantes que tiveram contato com atividades realísticas demonstraram uma maior predisposição para a aprendizagem matemática baseada em situações reais.

Semelhante aos estudos anteriores, Lamon (2003), ao desenvolver atividades de Modelagem com crianças das séries iniciais, destacou que elas desenvolvem competências de Modelagem, ou seja, tornam-se hábeis em construir modelos matemáticos representativos de problemas reais.

Já Luna e Alves (2007), ao desenvolverem o seu estudo, utilizaram o modelo matemático que calcula o índice de massa corporal (IMC) e o percentual de gordura, a partir de uma reportagem de um caso de anorexia vivenciado por uma jovem da cidade de Feira de Santana/Bahia. A atividade desenvolvida favoreceu o desenvolvimento das práticas discursivas e a ampliação do repertório matemático dos estudantes, com a abordagem de conteúdos que originariamente não são contemplados nas séries iniciais, como por exemplo, a dízima periódica.

Para as autoras, na interação dos alunos com situações reais propiciada pelo ambiente de Modelagem, acontece a mobilização de variados conhecimentos por meio das discussões em sala de aula, ampliando, assim, os vocabulários matemáticos, os pensamentos e as ações matemáticas das crianças.

Os estudos apresentados nessa seção sobre a Modelagem nas séries iniciais apontam que, quando os alunos das séries iniciais desenvolvem uma atividade de Modelagem, eles ampliam as suas competências matemáticas, tornando-se hábeis na resolução de problemas e no processo de Modelagem, além de serem mais propensos a desenvolverem outras atividades pautadas em situações reais, com enfoque interdisciplinar.

No entanto, estas pesquisas sobre Modelagem neste nível de ensino, não destacam a potencialidade do uso da Modelagem, no que se refere à crítica sobre o papel da matemática na sociedade. Com o propósito de discutir sobre essa lacuna, a presente pesquisa visa ampliar as análises sobre a inclusão da Modelagem nas séries iniciais.

Para tanto, vamos abordar uma questão ainda não evidenciada nas pesquisas, que é a criticidade dos alunos frente à presença da matemática na sociedade, buscando compreender como os alunos das séries iniciais do Ensino Fundamental podem analisar de forma crítica o papel dos modelos matemáticos em debates sociais, por meio da Modelagem. Neste artigo, o

termo criticidade é empregado para a análise crítica sobre o papel dos modelos matemáticos na sociedade.

A seguir, apresentaremos como entendemos, a partir de estudos na área da Educação Matemática, a relação entre Modelagem e a sua potencialidade para o desenvolvimento da criticidade dos alunos.

3 Modelagem e Criticidade na Educação Matemática

A análise da natureza dos modelos matemáticos pode mais diretamente contribuir para desmistificar a *ideologia da certeza* dos argumentos matemáticos, a qual se refere à crença de que a matemática é uma ciência objetiva, pura, no sentido de que uma declaração matemática não é influenciada por interesse social ideológico ou político (BORBA; SKOVSMOSE, 2001).

Segundo Skovsmose (2001) e Araújo (2007), a Modelagem possui a possibilidade de destituir a ideologia da certeza e consolidar ideias sobre a Matemática como uma ciência relacionada a diversos assuntos da sociedade. Este objetivo do uso da Modelagem pode ser enquadrado em um movimento mais amplo, denominado de Educação Matemática Crítica. A Educação Matemática Crítica pode ser assumida como orientação ideológica das atividades de Modelagem, a qual enfatiza a aprendizagem matemática como um meio para a crítica sobre o papel dos modelos nos debates sociais.

Essa possibilidade no uso da Modelagem é apresentada por Bueno (2007), a partir de um estudo desenvolvido com alunos das séries finais do Ensino Fundamental. O autor aponta que a Modelagem Matemática contribuiu para a formação da cidadania e para o debate em torno de temas sócio-político-econômico-culturais, pois possibilitou a abordagem de outros assuntos de contextos não necessariamente “matemáticos”. Temas como o preconceito, o sistema político, as classes sociais, os valores humanos, dentre outros, provavelmente não seriam abordados ao se trabalhar de forma tradicional.

Dessa forma, é possível observar que, em estudos nos níveis mais avançados da Educação Básica, já é considerada a contribuição da Modelagem no desenvolvimento de uma postura crítica pelos alunos em relação a questões em debate na sociedade.

Diante disso, a presente pesquisa apóia-se em uma perspectiva sócio-crítica de Modelagem (BARBOSA, 2003) no contexto escolar, entendendo-a como uma inserção possível nas primeiras séries do Ensino Fundamental. Por isso, visamos apresentar como os alunos das séries iniciais do Ensino Fundamental analisam criticamente o papel dos modelos matemáticos na sociedade e assim relacionam a matemática às diversas situações sociais.

Para compreender a inserção da Modelagem nas séries iniciais, com essa perspectiva, foi desenvolvida uma atividade de Modelagem sobre o tema da construção de cisternas. Em seguida, apresentamos quais são as especificidades dos alunos, da professora e do contexto escolar analisados.

4 Opções metodológicas e o contexto da pesquisa

A presente pesquisa foi desenvolvida a partir de uma abordagem qualitativa. O estudo de natureza qualitativa, conforme Bogdan e Biklen (1994), fundamenta-se nas seguintes características: o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo investigada; os dados coletados são predominantemente descritivos; o processo é mais relevante do que o produto; o significado que as pessoas dão às coisas e à sua vida são focos de atenção especial pelo pesquisador na análise dos dados, os pesquisadores tendem a não se preocupar com a busca de evidências que comprovem hipóteses definidas antes do início dos estudos.

A escolha do contexto escolar foi intencional, pois se buscou uma professora que já havia vivenciado um processo de formação continuada em Modelagem e desenvolvido atividades dessa natureza em sua prática escolar nas séries iniciais do Ensino Fundamental.

A turma analisada era composta de 17 (dezesete) alunos do quinto ano do Ensino Fundamental. Uma instituição particular de ensino em Feira de Santana, cidade localizada no interior da Bahia, foi o lócus da pesquisa.

A opção metodológica escolhida para a coleta de dados foi a observação. Por meio da observação, vídeo-gravações foram realizadas, mas somente as falas dos alunos foram transcritas e tomadas para a análise neste artigo. O período de desenvolvimento das atividades foi de 5 (cinco) aulas, cada uma com duração de 2 (duas) horas-aula semanais.

Conforme Adler e Adler(1994) a observação é uma técnica integrada e independente, é fundamentalmente naturalística, ocorre no contexto natural entre os atores que participam da interação e seguem o fluxo natural da sua vida diária, neste caso, nas aulas no ambiente de Modelagem Matemática.

Nesse sentido, a observação foi escolhida por ser um instrumento metodológico que nos permite compreender as relações que os alunos estabelecem entre Matemática e Sociedade, em seu ambiente natural, neste estudo a sala de aula, por meio da análise crítica dos modelos matemáticos na sociedade, em tempo real de sua ocorrência, captando as suas nuances.

Essa é uma das funções do uso da observação em pesquisas qualitativas, segundo

Alvez-Mazzotti e Gewandsznajder (1998, p.164), pois permite “identificar comportamentos intencionais e não-intencionais ou inconscientes [...], permite o registro do comportamento em seu contexto temporal-espacial”. A seguir, a atividade de Modelagem observada será apresentada.

5 A atividade de Modelagem Matemática nas séries iniciais

O tema escolhido para o desenvolvimento de atividades de Modelagem foi *a construção de cisternas no semi-árido Baiano*. Este tema foi escolhido pela professora da turma, tendo a função de suscitar o interesse dos alunos por um tema vinculado à realidade nordestina e presente em debates sociais e políticos.

Iniciamos pelo momento da descrição do convite da professora aos alunos para a pesquisa sobre a construção de cisternas. A fim de preservar as identidades das crianças, optamos por não utilizar seus nomes próprios, atribuindo apenas uma numeração para diferenciá-las.

ATIVIDADE DE MODELAGEM:

A proposta foi iniciada com a professora questionando o grupo sobre o que sabiam em relação à construção de cisternas na região do semi-árido.

[1]Profª: Os noticiários de atualmente trazem reportagens sobre a construção de cisternas na região do semi-árido. Estas estão sendo construídas pelo governo federal. Vocês já ouviram falar sobre esse assunto?

[2]Cça1: Eu sei que cisterna é armazenamento de água.

[3]Cça 2: Pegam água da chuva para armazenar porque aqui no Brasil tem o problema de água.

[4]Cça 3: É que no interior não tem luz nem água.

[5]Profª: **Vocês acham que a construção de cisternas vai melhorar a vida das pessoas da região do semi-árido?** A partir de agora a 4ª série irá pesquisar sobre isso. Por que o governo quer construir cisternas? Por que a população da região do semi-árido precisa construir cisternas? Gostaria que vocês questionassem os pais de vocês sobre o tema, investigassem na internet, em jornais... Tragam material para discutirmos em nossa roda de notícias, tudo bem?

Os questionamentos iniciais tiveram como objetivo fazer com que as próprias crianças investigassem a problemática sobre a construção de cisternas. A pergunta principal da

professora, **“Vocês acham que a construção de cisternas vai melhorar a vida das pessoas da região do semi-árido?”** fez com que os alunos emitissem, ao final da atividade de Modelagem, opiniões pessoais pautadas nas informações matemáticas referentes ao tema. Na aula seguinte, as informações coletadas pelos alunos foram compartilhadas.

[6]Profª: Como ficou combinado entre nós, vocês ficaram responsáveis por trazer para a Escola hoje notícias referentes à construção de cisternas na região do semi-árido. Me digam aí, o que conseguiram descobrir?

[7]Cça1: Pró, a construção de cisternas é para os moradores terem água potável.

[8]Cça 2: Li que o governo investiu 1000000 de reais.

[9]Cça 3: 220.000 cisternas serão construídas até 2010.

[10]Cça 4: A água da chuva pode vir de qualquer jeito.

[11]Cça5: Os filtros de água que ficam no telhado para captar água são muito pequenos.

[13]Cça6: Lá no sul eles recolhem a neve e à medida que for derretendo eles recolhem água e lá não é a mesma coisa daqui.

[14]Cça10: O governo investiu 10 milhões de reais para construir cisternas, também a notícia fala do tratamento da água, diminui o risco de doenças.

[15]Cça 2: Tratar a água também evita a dengue e o armazenamento de água [ajuda as pessoas não caminharem tanto para buscar água.

[16]Cça 5: Pró, como armazenar água se lá no sertão não chove?

[17]Cça 4: É que quando chove no sertão, chove muito e depois essa água vai embora de vez, então, com as cisternas vai ter onde armazenar a água, entende? E as pessoas vão poder realizar as atividades de casa como lavar roupa, prato e limpar a casa e também principalmente beber.

As falas das crianças sobre a temática proposta pela professora indicou uma preliminar contextualização da situação-problema em questão, ou seja, inicialmente houve a identificação da especificidade da situação da Seca em relação ao Nordeste [12], bem como a descrição de como ocorre a captação da água nas cisternas e ainda informações pautadas em matemática sobre a quantidade de cisternas a serem construídas.

Essas informações trazidas pelas crianças se constituem como *momentos iniciais* de reflexões sobre a presença dos modelos matemáticos nos debates sociais, pois os alunos puderam identificar qual a especificidade de construção de cisternas no Nordeste em relação a outros estados, por que construir cisternas nessa região brasileira é importante e quais os impactos sociais e econômicos que essa construção pode gerar para a população beneficiada.

O estímulo e a ocorrência de reflexões dessa natureza ainda nos primeiros anos de escolarização são importantes para que os alunos percebam a existência de vínculos entre a

Matemática e situações sociais e que tais vínculos são contextuais, ou seja, variam em virtude de questões sociais, geográficas, históricas e econômicas.

Assim, a análise dos alunos sobre a natureza enviesada dos modelos matemáticos quando desenvolvem atividades de Modelagem, pode iniciar-se ainda no momento de interação e investigação dos alunos sobre a temática proposta e expandir-se ao longo de seu desenvolvimento.

Nesse artigo, as reflexões dos alunos iniciam-se na conscientização das relações entre a Matemática e a sociedade e, posteriormente, enfocam a análise das variáveis que compõem o modelo matemático.

Para desenvolver a análise crítica das crianças sobre o modelo matemático, a professora utilizou a *capacidade* de água, em média, que uma cisterna pode reservar, como objeto de análise. Dessa forma, tendo como referência os seus próprios gastos de água na família, os alunos puderam analisar criticamente a capacidade de água armazenada pela cisterna e assim, argumentar se a construção de cisternas melhorará ou não a vida das pessoas que dela precisam.

Para isso, inicialmente, a professora solicitou que um geógrafo abordasse informações mais específicas sobre a construção de cisternas com as crianças. O trecho a seguir apresenta as informações dadas pelo geógrafo e alguns questionamentos formulados.

[18]Geógrafo: Nas regiões do semi-árido, em alguns lugares passa 3 meses chovendo e 9 meses sem chover, o período de chuva chama-se período verde, O que ocorria é que a água que aparece no período verde não era armazenada de nenhuma forma, então não ficava preparada para o consumo humano. Assim, o governo federal, com parceria com o estadual e municipal, pensou como solução do problema a construção de cisternas, que reservariam água no telhado das casas, aproximadamente 15.000 litros de água. [...] Para construir as cisternas, o governo calcula a renda familiar daquela casa, a equivalência é de R\$100,00 por pessoa da família pra ter direito à cisterna.

A parte seca da região Nordeste equivale a aproximadamente 9.000.000 km². A zona rural enfrenta o maior problema, pois não há água para todos, já que uma parte deve ser destinada a irrigação de plantas, etc.

[19]Cça2: Tem alguma região que já tá acabando a construção de cisternas?

[20]Geógrafo: Em Pintadas só falta construir 150 cisternas. Mas no total de cisternas do Nordeste só foram construídas **20%** das cisternas.

[21]Cça3: Quantas horas gastam para fazer uma cisterna?

[22]Geógrafo: Em torno de 2 horas.

[23]Cça4: Quantas pessoas são necessárias para a construção de cisternas?

[24]Geógrafo: São construídas por equipes de 2 a 3 pessoas. Mas na

verdade, os próprios moradores da casa auxiliam para cavar, pois assim economizam mão- de- obra para o governo e agilizam o trabalho. Estes moradores cavam os buracos muito satisfeitos, pois sabem da riqueza que terão: a água. Imaginem aí quem precisa andar quilômetros para alcançar água potável. Dessa forma, a água é muito valorizada, por conta da escassez.

[25]Cça5: Quantos sacos de cimento são usados? E quanto de areia por cisterna?

[26]Geógrafo: 10 sacos de cimento e 2 m^3 de areia, algumas precisam de tijolo, cal ou barro.

[27]Cça5: Qual a **profundidade** das cisternas?

[28]Geógrafo: 2 m, em **média**.

[29]Cça4: Quais os **tipos** de cisternas?

[30]Geógrafo: De tijolo, as de cal e as em **formato de tanque**.

[31]Cça3: A forma geométrica é diferente da outra comum, que tem na casa de J?

[32]Geógrafo: Pois é, a forma **geométrica** vai variar de acordo com a necessidade da população.

Nesse momento de perguntas sobre a temática, as crianças começaram a se familiarizar com *novos conteúdos matemáticos*, tais como porcentagem, formas geométricas, unidades de medidas (m^3), média aritmética e medidas de capacidades (profundidade). O desenvolvimento de habilidades matemáticas dos alunos é apontado pela literatura como um dos principais argumentos para a inclusão da Modelagem nas séries iniciais (ENGLISH, WATTERS 2005; BIEMBENGUT, 2007).

Porém, é possível suscitar nos alunos não apenas as habilidades matemáticas, mas também a percepção de que os conteúdos matemáticos são tomados como critério de decisões sociais, como por exemplo, a quantidade de materiais gastos para a construção de cisternas, as suas dimensões geométricas, a quantidade de dias necessários para as suas construções, dentre outros.

Estes fatores influenciam na tomada de decisão governamental sobre a quantidade de cisternas a serem construídas, em virtude dos gastos econômicos, a quantidade de empregos disponibilizados, a quantidade de água a ser armazenada etc.

Assim, os conteúdos matemáticos não são objetivos e neutros. Eles são escolhidos, utilizados e construídos pelos indivíduos com propósitos específicos e com conseqüências para os diversos setores da sociedade (BORBA; SKOVSMOSE, 2001). Essa visão “integrada” da matemática é considerada como um dos objetivos de uma Educação Matemática Crítica (ARAÚJO, 2007; SKOVSMOSE, 2008).

Nas séries iniciais, é importante oportunizar às crianças essa concepção integrada de

Matemática, pois em anos posteriores de sua vida escolar, as crianças podem não apenas ser mais propensas à realização de atividades realísticas, conforme sugerem Verschaffel e De Corte (1997), e nem somente mais hábeis em construir modelos matemáticos, como aponta Biembengut (2007), mas, sobretudo, poderão compreender que a Matemática está relacionada a questões sociais, políticas e econômicas.

A seguir, a professora visou comparar a capacidade de água das cisternas construídas pelo Governo Federal para o consumo de uma família da zona rural, composta em média por 7(sete) integrantes⁴, com o consumo de água familiar dos próprios alunos. Foi então solicitado às crianças que trouxessem para a aula, uma conta relativa ao consumo de água da sua família durante um mês. A seguir, apresentamos o diálogo entre a professora e as crianças sobre como fariam essa comparação.

[33]Prof^a: Ontem solicitei que vocês trouxessem hoje para a escola as duas últimas contas de água da casa de vocês. Na opinião do grupo, por que eu pedi estas contas?

[34]Cça: Para comparar o consumo de água gasto pelo família da gente e os das famílias que receberam cisternas pelo governo.

[35]Prof^a: Tudo bem. Então como podemos fazer essa comparação. O que devo considerar?

[36]Cça: Pró [referindo-se a professora], acho que tem que saber a quantidade de pessoas na família e vê o que gasta por mês.

[37]Prof^a: Só esses dados me possibilitam fazer essas comparações?

[38]Cça: Acho que sim. É só ver o que nossa família gasta e pronto!

[39]Prof^a: E com a conta, como posso fazer isso?

[40]Cça: Vê o **tanto de dias** que utilizou a água.

[41]Prof^a: E o que mais?"

[42]Cça: Vê o tamanho da cisterna e o tanto de pessoas.

[43]Prof^a: E qual é o tamanho das cisternas?

[44]Cça: 15.000 **mil litros aproximadamente**.

[45]Prof^a: Então vamos ver se com esses dados podemos chegar à comparação. Peguem as contas de vocês e verifiquem o consumo mensal de água:

[46]Cça: Onde fica?

[47]Cça: É logo onde tem: consumo de água.

[48]Cça: Achei!

[49]Cça: O resultado é em 'ême três'.

[50]Cça: Na minha casa é de 8 M três.

[51]Prof^a: E o que significa **m³**?

[52]Cça: Meu pai já me explicou em casa: acho que é metros cúbicos.

[53]Prof^a: Mas a quantidade de água das cisternas construídas no semi-árido está em metros cúbicos, de acordo com a informação do professor Marialvo?

[54]Cça: Não, está em **litros**.

[55]Prof^a: Então o que fazer para comparar?

[56]Cça: Sei não, fala aí.

⁴ BRASIL. Construção de cisternas avança no semi-árido. Ministério de Desenvolvimento Social, 2008. Disponível em: < <http://www.mds.gov.br/ascom/revistas/mds/cisternas.htm>. Último acesso em: 07 abr. 2008.

[57]Prof^a: Vamos pensar juntos? É possível comparar medidas diferentes?

[58]Cça: Não, fica complicado.

[59]Prof^a: Vamos fazer o seguinte, digam aí quanto cada família consumiu em casa. [O consumo mensal de cada família variou entre 8 e 30 m³)

[60]Cça: Tem que ter uma forma de comparar!

[61]Prof^a: -Como? Não seria legal pensarmos numa forma de compararmos medidas iguais?

[62]Cça: Acho que sim, mistura metros cúbicos com litros.

[63]Prof^a: Pronto,vamos ver então, quantos litros tem em um metro cúbico?

[64]Cça: Diz aí, pró!

[65]Cça: Vamos procurar!

[66]Prof^a: Ótimo! Peguem as contas de vocês e vamos para o laboratório de informática!

Nesse momento, a professora pediu que os alunos construíssem comparações entre o consumo de água de uma família da zona rural e da zona urbana, no caso, as famílias dos próprios alunos. Nestas, o consumo variou entre 8 m³ e 30 m³, em uma família com a média de 4 (quatro) integrantes, enquanto que os lares das famílias de zona rural são compostas em média por 7(sete) pessoas e a capacidade da cisterna é de aproximadamente 15.000 litros.

Diante das informações trazidas pelas crianças, a comparação entre o consumo de água das duas famílias necessitava apenas de transformações entre unidades de medidas, m³ e litro. Como as crianças ainda não conheciam como executar essa transformação, a professora sugeriu que também essa informação fosse pesquisada por eles. Essa pesquisa foi realizada no próprio laboratório de informática da escola, por meio de um site de buscas. As falas abaixo mostram o momento em que as crianças compreendem como essa transformação pode ser realizada.

[67]Cça: Digita a pergunta entre aspas que aparece a resposta!

[68]Prof^a: Digita aqui, por favor, R...!

[69]Cça: Já sei que na minha casa gastou 8000 mil litros de água nesse mês. Aliás não! Na casa do meu avô, porque a conta é de lá!

[70]Cça: Na minha foi **25.000 mil** litros!

[71]Prof^a: Como sabem a quantidade de litros?

[72]Cça: É só colocar três zeros.

[73]Prof^a: Por que três zeros?

[74]Cça: Porque multiplica por 3!

[75]Cça: Pró, em minha casa gasta 30.000 litros de água por mês e só tem 3 pessoas. É exatamente 10.000 litros de água por pessoa. É meu pai que desperdiça muito.

Esse trecho apresenta as transformações matemáticas dos alunos sobre a quantidade de água consumida pelas famílias, agora em litros, para que, a partir dessa informação, possam comparar com os 15.000 litros em média que uma cisterna pode acumular. A partir disso, a

conclusão das crianças sobre a utilidade da construção de cisternas para as famílias do semi-árido foi então elaborada. O trecho a seguir apresenta as discussões das crianças realizadas em grupos.

[76]Profª: Vocês chegaram a algumas conclusões, compararam a quantidade de água que usam em casa com a água que é disponibilizada nas cisternas, não foi isso? Hoje, eu vou lançar uma pergunta que vocês irão discutir por grupos.

É o seguinte: **É vantajoso o governo disponibilizar as cisternas ou não e por quê?** Vão levar em consideração todos os conhecimentos envolvidos: que tamanho é a cisterna, quanto é que cabe de água, quantas pessoas têm na família e vão me responder se é vantajoso ou não. Em cada grupo, a equipe irá registrar este relatório de discussão.

Grupo 1

[77]Cça 1: Eu acho que é porque tem lugares que não chove quase nunca e a cisterna pode ser um jeito de ter água durante o ano, enquanto não está chovendo.

[78]Cça 3: Para receber a cisterna a pessoa tem que receber um salário mínimo ou menos.

[79]Cça 4: Eu acho que não é vantajoso muito não...

[80]Cça 5: Ter uma água potável vai melhorar!

[81]Cça 6: **Eu acho que para uma família grande deveria construir uma cisterna maior** porque eles não vão poder se manter com mais ou menos um litro de água por dia para cada pessoa da casa, porque é muita gente... Agora, para uma família de duas pessoas fica legal porque eles não utilizam muito.

[82]Cça 7: **São muitas pessoas, aí eu acho que deveria construir mais de uma cisterna.**

[83]Profª: E o governo vai dar mais de uma cisterna por família?

[84]Cça 1: Não.

[85]Profª: E o que vai se fazer com as famílias que são grandes demais?

Grupo 2

[86]Cça 3: **A gente descobriu que é um pouco vantajoso, mas também não é,** porque a água quando jorra, ela enche a cisterna e se parar de chover e gastarem a água, a cisterna não vai ter a funcionalidade, mas também é vantajoso porque as pessoas pobres que não têm dinheiro para ter uma vida que nem a da gente, vão ter a água que eles precisarem e levam uma vida melhor!

[87]Profª: Agora me respondam: A gente sabe que as famílias do semi-árido são pequenas ou grandes?

[88]Cça 5: Grandes!

Profª: A quantidade de água que vai ser disponibilizada será suficiente? O outro grupo disse que poderia ser mais de uma cisterna, mas o governo vai fazer isso? **Aumentar o tamanho da cisterna?**

[89]Profª: A cisterna deveria ser mais profunda!

[90]Profª: **E vai ser assim?**

[91]Cça 7: **Não!**

[92]Profª: Então vai ser vantagem para quem?

[93]Cça 1: Pro governo?

[94]Profª: **Vai ser vantajoso para o governo? Para que tipo de família vai ser**

vantagem?

[95]Cça 3: Vai ter que economizar bastante ou então viver como estava vivendo antes!

[96]Prof^a: Como é que estava vivendo antes?

[97]Cça 4: Sem cisternas ou então andando quilômetros para achar água!

[98]Cça 5: Ô Pró, [referindo-se a à professora]! Podia economizar para dar!

[99]Cça 6: Se as pessoas evitassem dar descarga, na cisterna economizariam essa água, aí vai dar para a pessoa gastar um pouco mais de água com ela própria!

[100]Prof^a: **Para vocês é vantagem, não é?**

[101]Cça: **Estão dizendo que não é vantajoso, se forem 8 pessoas pra 16.000 litros e ainda economizando 20 litros [referindo-se à caixa de descarga de água utilizada em banheiros]**

[102]Prof^a: Com a descarga vai economizar?

[103]Cça: Olha, Pró, também é vantajoso porque algumas pessoas economizam na hora de tomar banho a água pra poder sobrar na cisterna!

[104]Prof^a: Como é que economiza essa água? Vocês fazem isso em casa?

[105]Cça: E um balde de água dá para tomar banho tranquilamente e gasta pouca água!

[106]Prof^a: **Então vai estabelecer o critério de quantidade de água?**

Nas falas acima, as crianças concluíram que a capacidade de armazenamento da cisterna não supre a necessidade de consumo das famílias do semi-árido, que são compostas de 7 (sete) integrantes. Isso porque o **consumo mensal** das famílias das crianças foi de no mínimo 8.000 mil litros, para 4 (quatro) membros, e a capacidade de água, em média, que uma cisterna pode armazenar, foi planejada para o consumo nos períodos de seca nordestina, ou seja, mais de 1 (um) mês.

Por outro lado, as crianças também identificaram benefícios, como a obtenção de água potável e mais saudável, bem como o fim de grandes esforços físicos para a busca de água em açudes e rios, freqüentemente muito distantes da residência das pessoas que vivem na região do semi-árido e de qualidade questionável.

Diante das vantagens sobre a construção de cisternas, as crianças fizeram sugestões para sanar os pontos que consideraram negativos, como a insuficiência da capacidade de água armazenada pelas cisternas.

Algumas sugeriram a construção de cisternas maiores [99]; outras apontaram para a necessidade de construção de 2(duas) e não apenas uma cisterna [100]; enquanto que a economia de água pelas famílias que receberem as cisternas foi apontada como uma outra solução para a pouca capacidade de armazenamento de água [112].

As respostas finais dos estudantes ao questionamento inicial da professora demonstram que os mesmos analisaram o número de pessoas de uma família do semi-árido, como uma variável que compõem o modelo matemático que representa a capacidade total de água que pode ser armazenada na cisterna.

Também concluíram que esse número de pessoas, ao ter como comparação os gastos de uma família da zona urbana, que possui em média 4 (quatro) integrantes, fez com que a capacidade total de água a ser armazenada pela cisterna seja insuficiente para o consumo das famílias da zona rural. Esta conclusão das crianças destoava da apresentada pelos dados governamentais oficiais sobre a construção de cisternas⁵, os quais afirmam que a capacidade total é suficiente para as necessidades básicas das famílias durante o período de seca, que dura em média 9 (nove) meses ao ano. Mas que padrão de consumo de água os órgãos governamentais utilizaram para a estipulação da capacidade de armazenamento das cisternas construídas para sanar a dificuldade de água da população nordeste durante o período de seca?

Naturalmente, os órgãos governamentais utilizaram padrões de comparações diferentes dos padrões utilizados pelas crianças. Mais ainda, caso a associação de moradores das comunidades beneficiadas tivesse a oportunidade de também construir um modelo matemático que representasse a capacidade de água das cisternas, talvez uma outra capacidade total seria encontrada e solicitada aos órgãos governamentais pela associação.

Assim, qual destes modelos matemáticos indicaria a capacidade de água que supriria verdadeiramente as necessidades das famílias a serem beneficiadas? Para essa resposta, cada um dos elaboradores do modelo matemático argumentaria que o “seu” modelo é aquele que melhor se adequaria às necessidades das famílias. Isso corrobora a afirmação de que o modelo matemático é uma construção subjetiva, pois quem o constrói possui valores e interesses pessoais, econômicos, políticos, sociais (BORBA; SKOVSMOSE, 2001).

Nesse sentido, as crianças foram capazes de analisar criticamente a presença dos modelos matemáticos na sociedade, compreendendo os seus múltiplos vieses. A capacidade de água da cisterna, por exemplo, não foi analisada apenas em termos matemáticos, mas de forma relacionada às questões sociais que envolvem os cálculos dessa capacidade, como a quantidade de pessoas nas famílias a serem beneficiadas, o tempo médio de duração do período de Seca, a finalidade do uso da água pelas famílias (doméstico e/ou plantação), a garantia de hábitos de higiene e outros.

A tematização destas questões na sala de aula pela professora permitiu que as crianças construíssem relações entre a Matemática e a Sociedade, por meio da análise do papel dos modelos matemáticos nos debates sociais, ainda que o modelo matemático, nesse caso, a capacidade de água da cisterna, não tenha sido explicitamente nominado para as crianças pela

⁵ BRASIL. Construção de cisternas avança no semi-árido. Ministério de Desenvolvimento Social, 2008. Disponível em: < <http://www.mds.gov.br/ascom/revistas/mds/cisternas.htm>. Último acesso em: 07 abr. 2008.

professora.

Na sociedade, os modelos matemáticos presentes nos argumentos e nas tomadas de decisões também nem sempre são explicitamente demonstrados, como por exemplo, nos trechos das notícias: “o projeto que estabelece o *sistema de cotas nas universidades* voltou a ser discutido” (FALCÃO, 2009), “o *preço médio da cesta básica* diminuiu em março, na comparação com fevereiro, em 15 das 17 capitais pesquisadas pelo Departamento Intersindical de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos” (AGÊNCIA ESTADO, 2009).

Portanto, incluir reflexões sobre a presença e o papel dos modelos matemáticos na sociedade, é uma importante ação a ser realizada na escola, pois assim, os alunos têm a oportunidade de destituir a *ideologia da certeza* (BORBA; SKOVSMOSE, 2001) dos argumentos matemáticos, para a qual não há nem explicitação do modelo matemático, e tampouco a subjetividade que compõe a sua elaboração.

No caso das séries iniciais, o debate sobre a presença dos modelos matemáticos na sociedade não visa destituir a *ideologia da certeza* e apresentar outra concepção de Matemática, conforme sugerem os autores acima (IDEM, 2001). Nesse nível de ensino, as crianças terão a oportunidade de já formar uma concepção de Matemática, como uma Ciência não neutra e imbricada por fatores sociais, econômicos, políticos e pessoais.

Estudos apontam que é justamente nos primeiros anos de escolaridade que as crenças sobre a Matemática são freqüentemente consolidadas (MAAß, 2005; HANNULA, 2006). Além disso, a ação de mudar “crenças” tem sido relatado pela literatura como uma ação difícil e complexa, pois trata-se de um afeto estável (HANNULA, 2006).

Portanto, incluir a Modelagem nas séries iniciais possibilita que as crianças consolidem suas crenças sobre a Matemática em perspectiva sócio-crítica, ainda nos primeiros de escolaridade. Isso permite que se formem *ideologias sócio-críticas* sobre a Matemática, ou seja, que compreendam que a Matemática tem relações com diversos setores e decisões na sociedade.

Por fim, podemos afirmar que, para a consolidação dessas crenças, o professor tem um importante papel. Nos diálogos apresentados acima, observamos que a professora buscou freqüentemente manter a aula pautada na investigação, estimulando as opiniões e idéias dos alunos sobre a temática em debate.

MODELAGEM NAS SÉRIES INICIAIS: REFLEXÕES CONCLUSIVAS

Este artigo teve como propósito compreender como os alunos das séries iniciais do

Ensino Fundamental podem analisar de forma crítica o papel dos modelos matemáticos em debates sociais, por meio da Modelagem Matemática.

Justificamos essa pesquisa pelo relato da literatura em relação à postura de passividade dos alunos no ambiente de Modelagem, buscando respostas matemáticas exatas e únicas, apresentando resistência a uma postura investigativa e a se tornarem o centro do processo de ensino.

Deste modo, alguns pesquisadores como Maaß (2005) sugerem que a Modelagem seja implementada nos primeiros anos de escolaridade dos alunos, a fim de que os alunos modifiquem as suas crenças anteriores sobre a Matemática ser uma ciência objetiva e inquestionável.

Porém, as poucas pesquisas existentes que foram realizadas com Modelagem neste nível de ensino, limitam-se a abordar apenas as competências matemáticas e habilidades para desenvolver as etapas do processo de modelagem (interpretação e validação, por exemplo) que a inserção da Modelagem neste nível pode proporcionar.

Assim, este artigo abordou a inclusão da Modelagem nas séries iniciais com outro propósito, o de favorecer com que os alunos estabeleçam relações entre a Matemática e a Sociedade, em particular, analisando o papel dos modelos matemáticos na sociedade.

Este enfoque sugere que as crenças das crianças sobre a Matemática podem ser consolidadas sob outro prisma, a de que a Matemática não é uma ciência neutra, conforme transparece frequentemente nos argumentos e debates sociais pautados em matemática. Ao contrário, a Matemática é influenciada por questões sociais, políticas e econômicas, como também as influencia.

Neste artigo, esse olhar sobre a Matemática foi realizado por meio da observação de um estudo com a temática *a construção de cisternas no semi-árido baiano*, no qual as crianças puderam analisar os aspectos sociais, econômicos, higiênicos, entre outros, que devem ser considerados para estipular matematicamente a capacidade de água que uma cisterna deve acumular para suprir as necessidades das famílias a serem beneficiadas.

Para o alcance desses objetivos, a prática educativa da professora foi decisiva, pois a mesma estimulou e suscitou debates e questionamentos entre os alunos, mantendo um ambiente de aprendizagem pautado na investigação e na problematização.

Assim, se objetivamos criar condições para a formação de indivíduos com a percepção da Matemática como construção humana e, portanto, subjetiva, contextual e situada, a inserção de temáticas como a apresentada acima deve ser estimulada no contexto escolar, logo nos

primeiros anos de escolaridade.

Dessa forma, entendemos que é na escola que os alunos podem analisar criticamente a presença da matemática nos argumentos e debates sociais, discutir e perceber que conteúdos matemáticos estão presentes nestes argumentos, que variáveis sociais estão em pauta e assim, propor soluções matemáticas relacionadas a partir de então, às mais diversas questões que envolvem a situação-problema.

Diante dessas questões, a presente pesquisa sugere o agendamento de novos estudos sobre a inserção da Modelagem nas séries iniciais, como: Qual o impacto da Modelagem nas crenças dos alunos das séries iniciais? Quais as especificidades do desenvolvimento da Modelagem neste nível de ensino?

Face ao exposto, como agirão no futuro essas crianças, cientes a respeito das relações entre a Matemática e sociedade nas tomadas de decisões pautadas em argumentos matemáticos? Não podemos precisar. Mas, certamente, estas decisões podem não mais ser “obscurecidas” pela crença da Matemática da certeza e da objetividade.

REFERÊNCIAS

ADLER, P. A.; ADLER, P. Observational techniques. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. *Handbook of qualitative research*. Thousand Oaks: Sage, 1994. p.377-392.

AGENCIA ESTADO. Dieese: cesta básica cai em 15 de 17 capitais em março. *Jornal Atarde online*, Salvador, 01 abr 2009. Disponível em: <<http://www.atarde.com.br/economia/noticia.jsf?id=1118300>>.Último acesso em: 29 abr. 2009.

ALVES - MAZZOTTI, A.J. O método nas Ciências Sociais. In: ALVES-MAZZOTTI, A.J.;GEWANDSZNAJDER, F. *O método nas Ciências Naturais e Sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa*. S.P.: Pioneira, 1998. p.107-188.

ARAÚJO, J.L; BARBOSA, J.C. Face a face com a modelagem matemática: como os alunos interpretam essa atividade? *Bolema*, v.18 , n. 23,p. 79-95, 2005.

ARAÚJO, J. L. *Educação matemática crítica*. Belo Horizonte: Argvmentvm, 2007.

BAHIA. *Orientações Curriculares Estaduais para o Ensino Médio*. Secretaria da Educação: Salvador, 2005.

BARBOSA, J. C. *Modelagem Matemática: concepções e experiências de futuros professores*. 253 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

_____. Modelagem Matemática na sala de aula. *Perspectiva*, Erechim (RS), v. 27, n. 98, p. 65-74, jun. 2003.

_____. Teacher-student interactions in mathematical modelling. In: HAINES, C.; GALBRAITH, P; BLUM, W; KHAN, S. (Org.). *Mathematical Modelling: education, engineering and economics*. 1 ed. Chichester: Horwood Publishing, v. único, p. 232-240, 2006.

BASSANEZI, R. C. *Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática*. São Paulo: Contexto, 2002.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. *Modelagem Matemática no ensino*. São Paulo: Contexto, 2003.

BIEMBENGUT, S. M. Modelling and applications in primary education. In: BLUM, et. al., *ICMI Study 14: applications and modelling in mathematics education – discussion document*, 2007. p. 451-456.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora, 1994.

BORBA, M.C.; SKOVSMOSE, O. In: SKOVSMOSE, O. *Educação Matemática Crítica: a questão da democracia*. São Paulo: Papirus, 2001. p.127-148.

BRASIL, *Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. MEC/SEB, Brasília, 2006.

BUENO, V.C. Modelagem Matemática e ensino de funções: uma experiência com alunos da 8ª série do ensino fundamental. In.: CONFERÊNCIA NACIONAL DE MODELAGEM MATEMÁTICA, 5, 2007, Belo Horizonte. *Anais...* Ouro preto, 2007. 1 CDROM.

BURAK, D. *Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem*. Campinas: Tese, Doutorado, UNICAMP-FE, 1992.

_____. Modelagem matemática: experiências vividas. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE MODELAGEM MATEMÁTICA, 4, 2005, Feira de Santana. *Anais...* Feira de Santana, 2005. 1 CDROM.

BURAK, D.; KLÜBER, T.E. *Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática: aspectos filosóficos e epistemológicos*. 152 f. Dissertação (Mestrado em Educação)-Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2007.

CALDEIRA, A. D. . A Modelagem Matemática e suas relações com o currículo. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE MODELAGEM MATEMÁTICA, 4, 2005, Feira de Santana. *Anais...* Feira de Santana, 2005. 1 CDROM.

CALDEIRA, A.D. *Etnomatemática e suas relações com a educação matemática na infância*. In.: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Org.). *Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais*. Recife: SBEM, 2007. p.81- 98.

ENGLISH, L.D. e WATTERS, J. Mathematical Modelling with 9-years-olds. CHICK, H.L. E VICENT, J.L. In.: *Proceeding of the 29th Conference of the Internacional Group for the psychology of Mathematics Education*, vol.2, p. 297-304. Melbourne: PME, 2005.

FALCÃO, M. Em audiência pública, ministro defende cotas em universidades e descarta conflito racial, *Jornal Folha Online*, Brasília, 01 abr 2009. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/educacao/ult305u544044.shtml>>. Último acesso em: 29 abr. 2009.

FERREIRA, D.H.L.; WODEWOTZKI, M.L.L. Questões ambientais e Modelagem Matemática: uma experiência com alunos do ensino fundamental. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Org.). *Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais*. Recife: SBEM, 2007. p.115-132.

FRANCHI, R. H. de O . L. *A Modelagem Matemática como Estratégia de Aprendizagem no Cálculo Diferencial e Integral nos Cursos de Engenharia*. Rio Claro.148 f. Dissertação(mestrado).Universidade Estadual Paulista, 1993.

JACOBINI.O.R. *A modelagem matemática como instrumento de ação política na sala de aula*. Rio Claro. 225 f . Tese(Doutorado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista,2004.

HANNULA, M. S. Affect in mathematical thinking and learning: towards integration of emotion, motivation, and cognition. In: MAASZ, J.; SCHLOEGLMAN, W. (Eds). *New mathematics education research and practice*. Rotterdam: Sense, 2006. p. 209-234.

LAMON, S.J. Modelling in Elementar School: Helping Young Students to See the World mathematically. In.: LAMON. S.J; PARKER, WILLARD. A.P; HOSTON. KEN (Org). *Mathematical Modelling – a way of life: ICTMA 11*. Horwood Publising. Chichester, 2003, p. 19- 33.

LUNA, A.V.A.; ALVES, J. Modelagem Matemática: as interações discursivas de crianças da 4ª série a partir de um estudo sobre anorexia. In.:CONFERÊNCIA NACIONAL DE MODELAGEM MATEMÁTICA, 5, 2007, Belo Horizonte. *Anais...* Ouro preto, 2007. 1 CD-ROM.

LUNA, A.V.A.; SANTIAGO, A.R.C.M. Modelagem Matemática: um estudo sobre a mudança dos planos de telefonia. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9., 2007, Belo Horizonte. *Anais*.Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2007. 1 CD-ROM.

MAAB,K. Barriers and opportunities for the integration of modelling in mathematics classes: results of an empirical study. *Teaching Mathematics and Its Application*, v.24, n. 2-3, p. 61–74, 2005.

SANTOS, L.M.M.; BISOGNIN, V. Experiências de ensino por meio da Modelagem Matemática na educação fundamental. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Org.). *Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais*. Recife: SBEM, 2007.p. 99-114.

SKOVSMOSE, O. *Educação Matemática Crítica: a questão da democracia*. São Paulo: Papirus, 2001.

_____. *Desafios e reflexão em Educação Matemática Crítica*. São Paulo: Papirus, 2008.

VERSCHAFFEL, L; DE CORTE, ERIK. Teaching realistic mathematical modelling in the elementary school: a teaching experiment with fifth graders. *Journal for Research in Mathematics Education*, v. 24, n. 5, p. 577- 601, 1997.

Ana Virginia de Almeida Luna:Graduada em Pedagogia pela Universidade Estadual de Feira de Santana e Matemática pela Faculdade de Tecnologia e Ciências- Ba; Mestre em Educação Especial (área de concentração: Matemática) pela Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS / CELAEE - CUBA; Especialista em Educação Matemática - UCSAL, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Atualmente membro do Núcleo de Pesquisas em Modelagem Matemática- NUPEMM, da UEFS; Coordenadora do Núcleo de Educação Matemática de Feira de Santana - NEEMFS, da Sociedade Brasileira de Educação Matemática - Bahia (SBEM-BA); Professora do Departamento de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Feira de Santana e Diretora Pedagógica da Escola Despertar-Ba. Tem experiência na área de Educação Matemática, com ênfase em Modelagem Matemática e Formação Docente.

Elizabeth Gomes Souza:Doutoranda (2008) do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana. É Mestre em Educação Matemática (Abril-2007) pela Universidade Federal do Pará, onde graduou-se em Licenciatura Plena em Matemática (2004). É atualmente integrante do Núcleo de Pesquisas em Modelagem Matemática (NUPEMM-UEFS) sendo anteriormente integrante do grupo de pesquisa em Modelagem Matemática no Ensino (UFPA-NPADC). Nesse momento, desenvolve pesquisas sobre as discussões matemáticas geradas em um ambiente de Modelagem Matemática e também estudos sobre as implicações da organização escolar em Ciclos para a materialização da Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática.

Ana Rita Cerqueira Melo Santiago:Graduada em Pedagogia pela Universidade Estadual de Feira de Santana; Pós-graduada em Psicopedagogia Clínica, Hospitalar e Institucional pela Faculdade Católica de Ciências Econômicas da Bahia; Coordenadora pedagógica do Ensino Fundamental na Escola Menino Jesus de Praga; Assessora Pedagógica da Prefeitura Municipal de Conceição do Jacuípe e Professora do Ensino Fundamental da Escola Despertar em Feira de Santana.