

Versão Online ISBN 978-85-8015-080-3
Cadernos PDE

VOLUME I

OS DESAFIOS DA ESCOLA PÚBLICA PARANAENSE
NA PERSPECTIVA DO PROFESSOR PDE
Artigos

2014

MODELAGEM MATEMÁTICA NA CAPTAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA EM UM COLÉGIO ESTADUAL DO ESTADO DO PARANÁ

Cristina Marta Basaglia¹
Professor Dr. Amauri Jersi Ceolim²

Resumo: O presente artigo discorre sobre aplicação da proposta de implementação do Projeto Modelagem Matemática na Captação da Água da Chuva em um Colégio Estadual do Estado do Paraná que utilizou a Modelagem Matemática como um ambiente para aprendizagem juntamente com a Educação Ambiental. Para esta finalidade utilizou-se o Sistema de Cisterna implantado no Colégio Estadual José Alfredo de Almeida em Mariluz - PR, com os alunos da turma 4º Ano A de Formação de Docente, no ano de 2015, a fim de integralizar as experiências cotidianas e possibilitar trabalhar um ensino e aprendizagem da matemática por meio de um estudo que investigasse no âmbito econômico se a implantação do sistema de cisterna constitui um sistema de baixo custo e quais seriam os benefícios financeiros e ambientais relacionados ao consumo de água potável. Foram analisadas ainda as contribuições da Modelagem Matemática para o processo ensino e aprendizagem tanto para ensinar, como para reforçar as mudanças de atitudes, a correta utilização dos recursos hídricos e a contextualização dos conhecimentos matemáticos sistematizados no ensino. Este trabalho proporcionou subsídios aos alunos para enfrentar e resolver situações cotidianas, oportunizando a investigação e o desenvolvimento de habilidades como a de fazer conjecturas, relacionar, justificar e analisar, construindo assim, um conhecimento matemático que possibilita reflexões das relações sociais, ambientais e de mudanças de atitudes, neste caso quanto à utilização correta dos recursos hídricos, chegando à conclusão que o sistema de cisterna é um recurso viável tanto do ponto de vista econômico como ambiental.

Palavras-Chave: Modelagem Matemática. Cisterna. Educação ambiental. Recursos hídricos.

1 Introdução

Num cenário de mudanças climáticas e ambientais é necessário cada vez mais o uso sustentável dos recursos naturais, em especial, os recursos hídricos. A visão que se tem é que a água, por ser um recurso renovável, estará sempre à disposição para o consumo humano. Porém, devido ao seu mau uso, desencadeia-se diversos problemas hídricos, tornando-se imprescindíveis ações de divulgação de informações sobre o uso racional da água.

O Tratado de Educação Ambiental para Sociedade Sustentáveis e Responsabilidade Global (1992), sugere que a Educação Ambiental deve ter como

¹Professor da Rede Pública Estadual de Ensino do Paraná. martabasaglia@seed.pr.gov.br

²Orientador PDE da Unespar/Campus de Campo Mourão. ajceolim@gmail.com

base o pensamento crítico e inovador em qualquer tempo ou lugar e que a escola é este espaço transformador, que tem como função o papel social de enfatizar a relação entre o ser humano, natureza e o universo de forma interdisciplinar formando, assim, no indivíduo a consciência ambiental, a ética, valores e atitudes que tornarão a sociedade mais sustentável. A Modelagem Matemática juntamente com a Educação Ambiental integraliza as experiências cotidianas e possibilita trabalhar um ensino e aprendizagem da matemática por meio de reflexões e visões críticas sobre os cuidados que se deve ter com o meio ambiente. Além disso, desenvolve habilidades de traduzir, investigar, interpretar e transformar situações reais em conhecimentos que poderão ser utilizados para a mudança de atitudes, potencializando, assim, as decisões para a construção de uma sociedade mais justa e preocupada com o ambiente em que vive.

Neste artigo a atenção volta-se para a Modelagem Matemática como estratégia de ensino capaz de proporcionar mudanças na forma como o aluno vivencia a matemática escolar.

Pelo exposto, como aluna do PDE 2014 e professora de Matemática do Colégio Estadual José Alfredo De Almeida, Mariluz – PR percebeu-se a importância de trabalhar esta questão ambiental nas aulas de matemática, visto que o colégio possui uma cisterna para o reaproveitamento da água da chuva, visando à redução do consumo de água tratada e os alunos desconheciam este fato tão relevante.

Neste artigo tratamos a Modelagem Matemática como um ambiente para aprendizagem juntamente com a Educação Ambiental, dissertando sobre a implementação do Projeto Modelagem Matemática na Captação da Água da Chuva em um Colégio Estadual do Estado do Paraná.

Para a implementação, a Unidade Didática foi aplicada aos alunos da turma 4º Ano A de Formação de Docente, no ano de 2015 com duração em média de 32h/a e com atividades direcionadas para a solução da situação problema relacionadas ao uso dos recursos hídricos, com sugestões para outros professores atuarem em sala de aula utilizando esta alternativa pedagógica que proporciona trabalhar num ambiente de aprendizagem capaz de promover mudanças na forma como o aluno vivencia a matemática escolar.

A motivação deste trabalho foi à investigação da importância e dos benefícios no contexto ambiental e econômico que a implantação do sistema de cisterna

proporciona quanto ao seu custo, consumo de água potável e a redução do impacto ambiental em relação aos recursos hídricos. Além dos benefícios educacionais e sociais que a Modelagem Matemática proporciona para o processo ensino e aprendizagem, tanto para ensinar como para reforçar as mudanças de práticas e atitudes quanto à correta utilização dos recursos hídricos por meio do sistema de captação de água de chuva.

As reflexões aqui levantadas fundamentam-se em autores que discutem a Modelagem Matemática como uma concepção que proporciona a interdisciplinaridade, pois, aborda os conceitos desta disciplina vinculados à realidade dos alunos, utilizando-se de problemas reais não matemáticos. Logo, ao investigar e buscar soluções para os problemas apresentados os alunos desenvolvem habilidades diversas, que resultará eficazmente numa melhor capacidade intelectual do pensamento e na sua ação transformadora do meio social.

2 Modelagem Matemática na Educação Matemática

Uma das concepções para se trabalhar a Matemática voltada para o contexto histórico, social, econômico, político e ambiental dos estudantes é a Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática, conforme demonstra Meyer, Caldeira e Malheiros (2011) "professores e alunos são participantes do processo de aprendizagem não apenas da matemática, mas também de questões relacionadas ao cotidiano e de relevância social" (p. 110).

A Modelagem Matemática está relacionada diretamente com questões da realidade dos alunos, como relata Araújo (2002), esta pode abordar

[...] um problema não matemático da realidade, ou de uma situação não matemática da realidade, escolhida pelos alunos reunidos em grupo, de tal forma que as questões da Educação Matemática Crítica embasem o desenvolvimento do trabalho (p. 39).

Evidencia-se, assim, que a Modelagem Matemática auxilia a trabalhar os conceitos matemáticos de forma contextualizada com a realidade do aluno, não somente com a finalidade de desenvolver os cálculos matemáticos, mas também com o intuito de levá-los a refletir questões socioeconômicas, ambientais, dentre

outras, o que os tornam mais críticos e atuantes na sociedade. Assim, segundo Araújo (2009), a Modelagem Matemática, “não se preocupa apenas em dar instrumentos matemáticos aos estudantes ou em apresentar a eles exemplos de aplicação da matemática à realidade” (p. 64), mas sim, levá-los a pensar como a matemática está presente na sua vida social.

Barbosa (2004) concebe a Modelagem Matemática como sendo “um ambiente de aprendizagem no qual os estudantes são convidados a problematizar e investigar por meio da matemática, situações com referência na realidade” (p. 75), proporcionando dessa forma um ambiente em que os estudantes possam se envolver com situações do cotidiano e desenvolver uma consciência crítica, compreendendo o papel sociocultural da matemática.

Assim, como ambiente de aprendizagem, Barbosa (2001), afirma que a Modelagem Matemática é “uma oportunidade para os alunos indagarem situações por meio da matemática sem procedimentos fixados previamente e com possibilidades diversas de encaminhamento” (p. 5), desenvolvendo, portanto a investigação, aonde os conceitos matemáticos vão surgindo e sendo explorados a fim de resolver situações não matemáticas da sua própria realidade.

Na visão de Caldeira (2009), a Modelagem Matemática é vista como “uma concepção de educação matemática possível de incorporá-la na prática”, atribuindo sentido e significado aos conteúdos matemáticos ensinados, além de possibilitar ao estudante novas formas de ensinar matemática que podem ser produzidas fazendo uso de situações sociais reais e não com problemas inventados sem conexão com a vida do aluno.

Caldeira e Meyer (2001) definem a Modelagem Matemática de forma dinâmica, como sendo “a formulação da questão, em que a postura crítica se revela no instante em que selecionamos aspectos essenciais de cada problema, para incluí-los no modelo matemático” (p. 163). Assim quando o estudante tenta resolver o problema, ele cria estratégias para problematizar e investigar, de forma que os conceitos matemáticos vão surgindo conforme a necessidade para a solução das questões propostas.

Meyer, Caldeira e Malheiros (2011) visionam a Modelagem Matemática como uma maneira do aluno aprender para a vida, em que a matemática não é trabalhada somente para resolver problemas com fins matemáticos, desconectados da

realidade do aluno e do meio em que está inserido, mas como um instrumental de avaliação do mundo. Os conceitos matemáticos adquiridos durante o trabalho com a Modelagem são utilizados na formulação e reformulação de modelos, conforme a necessidade para a sua solução, bem como na avaliação crítica de resultados obtidos e estudados. Os problemas não são entregues prontos aos alunos com indicação de fórmulas já determinadas que garantam a obtenção da resposta certa, mas sim, o próprio aluno, faz o questionamento. Desta forma, aprendem a utilizar as ferramentas matemáticas já existentes para entender o fenômeno escolhido e levar à sala de aula, o conhecimento produzido para responder as questões do cotidiano.

Quanto aos procedimentos para desenvolver as atividades de Modelagem Matemática em sala de aula, Barbosa (2004) mostra de forma bem definida três casos de ações entre professor e/ou alunos. No primeiro caso, é de responsabilidade do professor escolher e elaborar a situação problema, a sua simplificação, a coleta de dados qualitativos e quantitativos e a resolução são realizados em conjunto, professor e alunos. No segundo caso, o professor elabora a situação problema inicial a ser investigada e os alunos, juntamente com o auxílio do professor irão realizar as demais etapas do trabalho. No terceiro caso, a realização é em conjunto professor e alunos, podendo abordar uma situação problema não matemática da realidade. As coletas de informações, simplificação das situações problemas e de formulação de estratégias para suas possíveis soluções, serão realizadas pelos alunos, e o professor age como mediador.

Existem outros procedimentos para se trabalhar Modelagem Matemática como, por exemplo, o de Caldeira e Meyer (2001), que denominam como fases que auxiliam o professor no trabalho com esta concepção de aprendizagem. A primeira fase inclui o estabelecimento da questão, da qual ocorre a escolha do problema a ser investigado e a sua relação com os conceitos matemáticos. Na segunda fase, ocorre à resolução do problema, por meio de uma abordagem crítica dos instrumentos matemáticos que serão utilizados com uma finalidade não matemática, ou seja, fazer uso de conceitos matemáticos para resolver o problema que esteja relacionado à realidade da comunidade escolar. A terceira fase consiste nas considerações e avaliação crítica, tanto subjetiva como objetiva dos resultados obtidos sobre o problema em questão, bem como a sua relevância, não somente

para os aspectos matemáticos, mas para as necessidades do meio em que está inserido.

De acordo com Meyer, Caldeira e Malheiros (2011), o procedimento para o trabalho com a Modelagem Matemática pode ser realizado em três passos principais: "o da *formulação*, o de estudo de *resolução* [...] e o de *avaliação*" (p. 17 - grifos do autor), podendo também ser chamados de "diálogo, negociação e acordo" (p. 17).

Neste sentido, estes mesmos autores apontam alguns momentos para o processo de Modelagem: 1) a determinação de uma situação, ou seja, a análise das questões socioeconômicas, ambiental e política que faz parte do contexto sócio educacional do aluno; 2) a criação e simplificação das hipóteses dessa situação, ou seja, a verificação do problema e a sua importância, tanto na vida do aluno como na sociedade em que está inserido e, assim, observar qual é a melhor ferramenta matemática para sua resolução; 3) a resolução do problema matemático decorrente da questão pesquisada e a escolha dos meios que serão utilizados para se alcançar os objetivos propostos; 4) a validação dos resultados matemáticos, conforme a situação, para o universo matemático e a criação de um modelo matemático que poderá contribuir para a avaliação, tanto quantitativo como qualitativa da situação estudada, tornando-se, assim, sujeito do seu processo cognitivo.

Segundo Meyer, Caldeira, Malheiros (2011) para trabalhar a Modelagem Matemática no contexto escolar, primeiramente é necessário reconhecer a existência de um problema que seja significativo para o aluno e pertença ao seu cotidiano escolar ou social, exigindo assim uma significação, avaliação e crítica.

A Educação Ambiental por meio da Modelagem Matemática leva o indivíduo a compreender claramente a interdependência econômica, social, política e ecológica existente no meio em que está inserido, além de proporcionar conhecimentos, valores e desenvolver o interesse ativo e as atitudes necessárias para proteger e melhorar o meio ambiente com novas formas de conduta nos indivíduos. Medeiros, Ribeiro e Ferreira (2011) enfatizam que:

É importante a articulação de ações educativas voltadas para a preservação do meio ambiente e a escola é o espaço mais indicado e privilegiado para implementação dessas atividades, uma vez que, ela através da Educação Ambiental deve levar o aluno a buscar valores que conduzam a uma convivência harmoniosa com o ambiente (s/p).

Logo, a Modelagem Matemática será utilizada para abordar este tema, como uma concepção metodológica que permitirá ao estudante o manejo e o domínio dos conceitos matemáticos, cuja finalidade será: estudar, entender, formular, resolver e decidir de forma racional, crítica e responsável por uma resposta favorável ao problema em questão. Desta forma, a Modelagem Matemática tem como função, segundo, Meyer, Caldeira e Malheiros (2011):

Habilitar o aluno a aprender a ter confiança em si próprio. A aprender a formular e a resolver uma situação e com base nela fazer uma leitura crítica da realidade. Principalmente aquelas que envolvam problemas relacionados ao seu cotidiano extra-escolar (p. 26).

Os mesmos autores ainda complementam que por meio da Modelagem Matemática e da Educação Ambiental, os alunos serão capazes de conectar o mundo real em que vivem, com o universo da Matemática, além de desenvolverem habilidades e competências que os tornem capacitados ao planejamento, coleta de informações e habilidades intelectuais quanto à aplicabilidade da matemática no dia-a-dia.

3 Procedimentos Metodológicos

O desenvolvimento deste trabalho foi realizado por meio da implementação do Projeto de Intervenção Pedagógica Modelagem Matemática na Captação da Água da Chuva em um Colégio Estadual do Estado do Paraná, que utilizou uma Produção Didático Pedagógico direcionada aos alunos da turma 4º Ano A de Formação de Docente, no ano de 2015 com duração em média de 32 h/a, sendo que as suas atividades se embasaram em alguns momentos, nos casos citados por Barbosa (2004), em que a apresentação da questão ambiental a ser investigada foi feita pelo professor e as demais etapas foram trabalhadas de forma conjunta entre professor e aluno a partir de uma abordagem de pesquisa de cunho qualitativa na perspectiva da Educação Matemática crítica, pois, o tema trabalhado é uma situação do cotidiano do aluno baseado em algumas linhas de estudo científicos, Educação Matemática, Educação Ambiental e Modelagem Matemática.

A Produção Didático Pedagógica possui onze atividades que foram elaboradas e desenvolvidas pela autora deste artigo utilizando materiais didático-pedagógicos voltados ao trabalho com a Modelagem Matemática abrangendo pesquisa de campo e levantamentos de dados, resolução de problemas, construção de maquetes e instrumentos de medição pertinentes ao tema trabalhado. Foram utilizados também recursos tecnológicos como laboratório de informática, data show, filmes vídeos, mídias tecnológicas, instrumentos de medição, materiais manipulativos, mural, quadro de giz, modelos, dentre outros.

A primeira atividade teve duração de seis horas/aulas, realizou-se a apresentação e contextualização do tema a partir de uma pesquisa, por meio de um questionário com objetivo de coletar informações relevantes ao tema. Para introduzir o tema, assistiram-se dois vídeos sobre a questão da real situação da água no Brasil, escassez e soluções. Na sequência ocorreu uma discussão com questões abertas, que proporcionou a liberdade de expressão dos alunos em relação ao tema, levando em conta a realidade em que vive. Em seguida trabalhou-se com dois textos: Água - Um bem limitado e Modelagem na Educação Matemática, dividiu-se a turma em dois grupos para estudo e reflexão dos temas propostos com a finalidade de conhecerem melhor o assunto e em seguida uma discussão para a verificação do entendimento da turma em relação aos textos trabalhados.

A segunda atividade teve duração de quatro horas/aula intitulada como **O QUE VOCÊ SABE SOBRE A UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS HIDRÍCOS EM SEU MUNICÍPIO**, objetivando o conhecimento mais amplo e a motivação do desenvolvimento do tema, com a realização de uma palestra pelo responsável do Órgão de Abastecimento de Água do município - SAMAE, com o tema "De quem é a responsabilidade do Uso da água potável"? e com o secretário do meio ambiente do município, abordando o tema "Gestão dos recursos hídricos do município". Após, os grupos desenvolveram pesquisas via internet no Laboratório de Informática, a fim de comparar as informações repassadas nas palestras sobre os temas abordados.

Em seguida, realizou-se um debate com a turma, discutindo os seguintes tópicos: A importância do reuso e da preservação da água potável; Quais os meios conhecidos pelos alunos para aproveitamento da água da chuva, bem como das reais necessidades de redução da quantidade da água potável utilizada em nosso

cotidiano, tanto na escola como na casa. Finalizando esta atividade com uma produção de texto.

A terceira atividade teve duração de duas horas/aula, os alunos visitaram o local da cisterna implantada no colégio, onde conheceram o sistema de processo de captação e armazenamento da água da chuva, bem como a importância do seu reaproveitamento.

A abordagem desse assunto ocorreu com algumas questões para possíveis problematizações de situações não matemática, às quais a Modelagem Matemática permite trabalhar, tais como: Quais contribuições ambientais, educacionais, sociais e econômicas são proporcionadas pela implantação da cisterna? Como é constituída a técnica de implantação de uma cisterna? Você considera importante a criação desse sistema? Por quê? Qual é a importância desse sistema para o ambiente? Após a visita à cisterna, retornamos para sala de aula para um grande debate referente às questões levantadas e o registro de opiniões dos alunos sobre o assunto.

A quarta e a quinta atividades tiveram duração de seis horas/aula e foram atividades complementares, pois buscou-se conhecer a água que cai no colégio, isso se deu com uma sondagem, para a verificação dos conhecimentos prévios dos alunos, por meio dos seguintes questionamentos: Como ocorre o ciclo da água na natureza e qual a sua importância? O que é o pluviômetro? Qual o índice pluviométrico do nosso município? Qual é o custo econômico da água? Qual será o consumo de água do colégio? Quanta água seria possível armazenar do telhado da quadra de esporte do colégio depois de uma chuva de 30 mm? Por que ocorrem com tanta frequência as enchentes urbanas? Por que alguns estados do nosso país estão passando por escassez e racionamento de água? Dentre outras questões que surgiram durante a sondagem.

Após este procedimento, os alunos divididos em grupos foram ao Laboratório de Informática para pesquisar sobre os tópicos abordados e como poderia ser confeccionado um pluviômetro, utilizando materiais recicláveis. Divididos em equipe, os mesmos construíram os pluviômetros, que em seguida foram instalados em local ideal no pátio da escola.

Retornando à sala de aula, foram levantadas questões sobre as possibilidades de medição da quantidade de chuva precipitada e captada por

diferentes recipientes (tamanhos e formatos). Para a realização desta atividade, os alunos construíram uma tabela denominada “calendário anual de chuva” que tem por objetivo o registro de toda água de chuva em um determinado período.

Já para a sexta, sétima e oitava atividades utilizaram-se treze aulas e foram desenvolvidas simultaneamente abordando a pesquisa de campo. No primeiro momento foi realizada a elaboração do questionário a partir de indagações sobre: Quais informações são necessárias levantar sobre a utilização dos recursos hídricos pela escola? Como poderíamos realizar uma investigação e uma coleta de dados e informações sobre o tema? Em seguida foi elaborado um roteiro da entrevista.

Em continuidade a esta atividade os alunos realizaram a aplicação do questionário e entrevista à direção, equipe pedagógica, um professor de cada disciplina, três agentes educacionais I e II do colégio, para real levantamento e coleta das informações, com a finalidade de saber se os funcionários tinham o conhecimento da cisterna e qual a opinião sobre este tipo de sistema de captação de água da chuva. Nesta entrevista utilizaram gravadores, questionário impresso e bloco de anotações. Após as entrevistas retornaram para a sala de aula, cada equipe relatou oralmente e por escrito, sobre esta experiência.

Depois, divididos em equipes, iniciou a investigação da situação problema proposta no Projeto de Intervenção Pedagógica a fim de buscar soluções ao problema em estudo. Para isto as tarefas realizadas foram: levantamento de hipóteses, medição do pátio, da quadra de esporte, do sistema de cisterna e construção de maquete.

Com o levantamento e o registro dos dados, as equipes apuraram os resultados para analisar a viabilidade do sistema de cisterna implantado no colégio quanto aos fatores ambientais, educacionais, econômicos e sociais no que diz respeito à diminuição do custo e o consumo da água potável.

A nona atividade foi a confecção da cartilha de orientação para o uso correto da água a fim de apresentar à comunidade. No laboratório de informática, os alunos realizaram pesquisas referentes à elaboração desta cartilha como: que materiais usar, quais os desenhos a serem usados para a ilustração, dentre outros. Por fim, a décima e décima primeira atividades objetivaram divulgar a comunidade o resultado final de toda a investigação sobre as vantagens e/ou desvantagens de se instalar uma cisterna em relação a questões ambientais, educacionais, econômicas e

sociais, bem como as contribuições da Modelagem Matemática como uma alternativa pedagógica que permite trabalhar os conteúdos matemáticos.

4 Resultados e Discussão

Durante a apresentação e contextualização do tema, os alunos demonstraram interesse devido à importância da água para vida do planeta e os graves problemas relacionados ao uso indevido desse recurso natural, que muitos dizem inesgotável, mas que em alguns lugares já não está mais ao alcance do ser humano, não só pela quantidade, mas pela qualidade. A preocupação com o tema foi geral, foram comentadas possibilidades de prevenção de desperdício da água, tais como: aproveitar a água da chuva, mas não mencionaram o uso da cisterna, fechar torneiras para escovar os dentes e lavar a louça, acabar com vazamentos, não contaminar rios e nascentes e reduzir tempo de banho, mas ressaltaram que não praticam adequadamente estas ações.

Quanto à aplicação do questionário para os alunos, pode-se verificar a partir das respostas apresentadas, o conhecimento superficial sobre o assunto. Para resolver este problema foram trabalhados vídeos e textos e realizada uma pesquisa na internet sobre as condições da água no planeta. Após as discussões e reflexões os alunos constataram que a água é o elemento fundamental para a existência da vida na Terra e que todos os seres vivos dependem dela para sobreviver e para garantir a permanência da espécie. No entanto, é um recurso que pode acabar e, por isso, exige cuidados em relação à quantidade de uso, à sua qualidade, às suas fontes, à sua distribuição desigual pelo planeta, além de planejamento e custeio de tratamento, de conservação e proteção.

Ainda em relação à aplicação do questionário no que tange a Modelagem Matemática três alunos relataram que na disciplina de Metodologia de Matemática foi comentado sobre esta concepção, mas não de forma aprofundada, os demais alunos desconhecem sobre este assunto e não fizeram nenhum comentário. Como se previa esta situação foi trabalhado textos e após reflexões os alunos perceberam que a Modelagem Matemática favorece o entrosamento entre os alunos e o professor, possibilitando a autonomia e o trabalho com temas que provoquem a

curiosidade e desperte o gosto e o interesse pela Matemática, construindo, assim, um aprendizado significativo. Os alunos criticaram as formas de avaliação hoje, dizendo que são muito ineficientes, pois, não consegue avaliar o que realmente aprendem e necessitam aprender, mas deixaram explícito que o trabalho com a Modelagem pode melhorar esta realidade.

Durante a realização das palestras os alunos entraram em contato com diversas informações relevantes ao seu cotidiano e a sua vida profissional referente à gestão dos recursos hídricos, visto que serão futuros professores e precisavam conhecer melhor este tema tão importante. Logo, verificou-se que a palestra foi muito importante, pois, primeiramente envolveu outros segmentos da sociedade, além de promover a motivação e informação aos alunos que puderam perceber os prejuízos que a utilização inadequada dos recursos hídricos pode trazer ao meio ambiente e a sociedade em geral. Desta forma, se evidencia o que Meyer, Caldeira e Malheiros (2011), descrevem: “a Educação Ambiental se inicia com o reconhecimento de que o cotidiano e as relações com o meio estão sempre presentes na sala de aula e na escola, onde se fazem presentes os poderes políticos de uns e de outros, as suas competências, suas paixões e compromissos, sua sobrevivência” (p. 94).

Na sequência os alunos realizaram novas pesquisas a fim de comparar as informações repassadas nas palestras. Em nova discussão foi sugerido à construção de uma tabela para levantar dados sobre o consumo da água potável na residência dos alunos. Assim, a sala de aula se tornou um ambiente de aprendizagem, pois, conforme mostra Barbosa (2001), o trabalho com a Modelagem Matemática constitui-se “uma oportunidade para os alunos indagarem situações por meio da matemática sem procedimentos fixados previamente e com possibilidades diversas de encaminhamento” (p. 5).

Nesse sentido, desenvolveu-se a investigação dos conceitos matemáticos, a fim de resolver situações não matemáticas da sua própria realidade. E foi isto que ocorreu, pois com base nos dados desta tabela e as demais informações levantadas durante esta atividade, os alunos sugeriram anexar a tabela mais dois requisitos para que os resultados fossem mais efetivos.

Após, o preenchimento com as informações, surgiu o questionamento de calcularem quanto estavam gastando em dinheiro por cada atividade diária que

envolvia o gasto de água, assim era necessário descobrir o preço do litro. Então com análise do talão de água e as devidas transformações de medidas de capacidade, descobriram que o litro de água, em Mariluz - PR, custa R\$ 0,00183 para quem consome a tarifa mínima de 10m³ ou 10000 litros de água, o valor é sempre de R\$18,30 mais a tarifa de esgoto de R\$19,50 ao mês. O valor a pagar independe da quantidade de água consumida até esta faixa, e, trata-se de uma função constante. Para quem consome acima de 20 m³ o valor por litro será de R\$ 0,00232 e a cada metro cúbico consumido, pagará R\$2,32 e mais 50% de taxa de esgoto.

Frente a isto, os alunos discordaram, pois, quanto menor o consumo (ou mesmo sem consumo nenhum), o consumidor paga mais. No caso, um consumidor que gasta 1 litro de água pagaria R\$18,30 por litro, enquanto outro que gasta 10m³ (10000L) pagaria R\$0,00183 por litro, o que resulta em menos de R\$ 0,01 por litro de água gasto, se considerado somente a relação: consumo de água – valor pago.

Segundo a tabela de tarifas da SAMAE, pode-se calcular por meio das seguintes expressões matemática: Para o consumo de 11m³, se paga: R\$18,30 + R\$2,32, por m³ excedente, ou seja: R\$18,30 + R\$2,32 x 1+50%= R\$30,93. Para um consumo de 12m³, se paga: [R\$18,30+ (R\$2,32 x 2)] +50%= R\$34, 41. Para um consumo de 24m³, se paga: [R\$18,30 + (R\$2,32 x14)] +50%= R\$76,17.

Em continuidade os alunos realizaram os cálculos na tabela com base nas informações da pesquisa feita na internet relacionada ao seu consumo diário.

Tabela1: Consumo de água potável.

Atividades	Número de vezes	Tempo gasto em: vezes	1 dia período	litros/litros	0,00183 custo por litro
Banhe	2	30 min / 2 vezes	1 dia	548 litros	0,3294 x 30 = 9,82
lavar roupa	3	4 horas / 3 vezes	1 dia	891 litros	1,6305 x 4 = 7,128
lavar louça	3	30 min / 3 vez	1 dia	234 litros	0,4282 x 30 = 12,846
lavar calçada	Sim	15 min / 1 vez	1 dia	279 litros	0,558 x 2 = 1,116
melhar planta	Sim	30 min / 1 vez	1 dia	186 litros	0,3404 x 15 = 5,58
Escovar dente	2	5 min / 2 vezes	1 dia	72 litros	0,3318 x 30 = 3,954

Baseado nos dados levantados pela aluna:
 Banhe 15 min = 135L
 lavar roupa = 15 min = 279L
 máquina = 5 Kg = 135L
 lavar louça = 35 min = 117L
 lavar calçada = 15 min = 279L
 melhar planta = 30 min = 186L
 Escovar dente = 5 min = 12L
 Aluna: As

Fonte: Arquivo da professora PDE.

Em novas discussões, chegou-se à conclusão que os valores levantados na internet que foram comparados com o consumo diário dos alunos eram muito altos e não condiziam com o valor expresso na sua conta de água. Diante desta situação conversou-se com o diretor da empresa de abastecimento de água SAMAE, informando que realmente os dados fornecidos pela internet não são compatíveis, pois, os cálculos reais de consumo das residências dependem de vários fatores como: se a água vem diretamente da rua ou se tem um reservatório, de como se usa a abertura da torneira, chuveiro, entre outros fatores. Informando-nos ainda que para o município o gasto per capita de água é de 145 a 150 litros por dia.

Os resultados desta análise apontaram que o gasto per capita se identificou com o valor expresso nos talões de água de alguns alunos e de outros não, constatando que estes consumiram valores acima da tarifa mínima 10m^3 ou 10000 litros de água. Ainda, concluiu-se que os alunos que estão acima da tarifa mínima estão consumindo por atividade diária, aproximadamente aos valores em quantidade de água levantados na internet, uma vez que os valores das tabelas dos alunos não são muito diferenciados e que, portanto, é correta a forma como se calcula a tarifa de água, pois, assim é possível gastar menos água e realizar as mesmas tarefas diárias.

Esta atividade foi muito produtiva, pois, analisou-se os dados referente ao consumo de água na residência dos alunos resultando na sua sensibilização ao constatarem quanto economizariam e beneficiaram o meio ambiente em que vivem, apenas mudando alguns hábitos em suas atividades diárias com a água. Além de uma melhor compreensão da sua conta de água e dos vários conceitos matemáticos: capacidade e conversão de medida, volume, valor monetário, regra de três simples, porcentagem, razão e proporção, leitura e interpretação de informações entre outros.

Estas ações sintetizaram a ideia de Barbosa (2004), evidenciando que a Modelagem Matemática possui uma perspectiva crítica e real quando está associada à problematização e à investigação, ou seja, respectivamente ao ato de criar perguntas e/ou problemas, de selecionar, organizar, manipular informações e reflexões, a fim de resolver situações problemas voltadas ao contexto sociocultural do aluno, levando-os a um processo reflexivo de aquisição de conhecimento de mundo.

Durante a visita ao local da cisterna, os alunos conheceram a implantação desse sistema e começaram a entender como se dá o processo de captação e o armazenamento da água. No momento da problematização e da discussão, percebeu-se que os alunos não conheciam bem as contribuições ambientais, sociais e econômicas proporcionadas e nem como é constituída a técnica de implantação de uma cisterna.

No decorrer das atividades quatro e cinco, verificaram-se os grandes avanços no que diz respeito aos recursos hídricos, como por exemplo: o ciclo da água na natureza, a sua importância, a causa das enchentes urbana e porque alguns estados do nosso país estão passando por escassez e racionamento de água.

No entanto, a maioria não conhecia o que é o pluviômetro, mas, com a construção a partir de matérias recicláveis, uma garrafa PET, de forma cilíndrica, com abertura de 0,10m de diâmetro (0,05 m de raio os alunos entenderam sua funcionalidade).

Assim, calculou-se a área de captação do pluviômetro utilizando-se a fórmula:

$$A = \pi \cdot r^2; \text{ onde } A = 3,14 \cdot (0,05)^2 \text{ m}^2$$

$$A = 3,14 \cdot (0,0025) \text{ m}^2$$

$$A = 0,00785 \text{ m}^2$$

Dessa forma, foi possível calcular o índice pluviométrico do município, na qual a leitura dos dados da régua do pluviômetro em milímetro indicou que caiu 1 L/m², ou seja, um litro de água por metro quadrado, logo os alunos fizeram estas relações: 1m=100cm; 1mm=0,1cm; volume=100 cmx100 cmx0,1cm= 1000cm³=1000 ml=1litro. Portanto a pluviosidade em milímetros é igual ao volume de água recolhida em litro dividido pela área da abertura do pluviômetro em m². Com base nestas informações construiu-se uma tabela denominada “calendário anual de chuva” onde se registrou os índices pluviométricos do mês de outubro/2015.

Tabela 2: Índice pluviométrico de outubro.

CALENDÁRIO ANUAL DE CHUVA			
Mês: OUTUBRO		Ano: 2015	
		Município: MARILUZ-PR	
Dias	Índice pluviométrico	Dias	Índice pluviométrico
1	00	16	00
2	00	17	00
3	61	18	00
4	00	19	00
5	00	20	00

6	00	21	00
7	00	22	00
8	00	23	31,7
9	13,0	24	00
10	2,6	25	2,0
11	21,5	26	00
12	27,8	27	9,5
13	00	28	00
14	00	29	00
15	00	30	00
		31	00

Fonte: Arquivo da professora PDE.

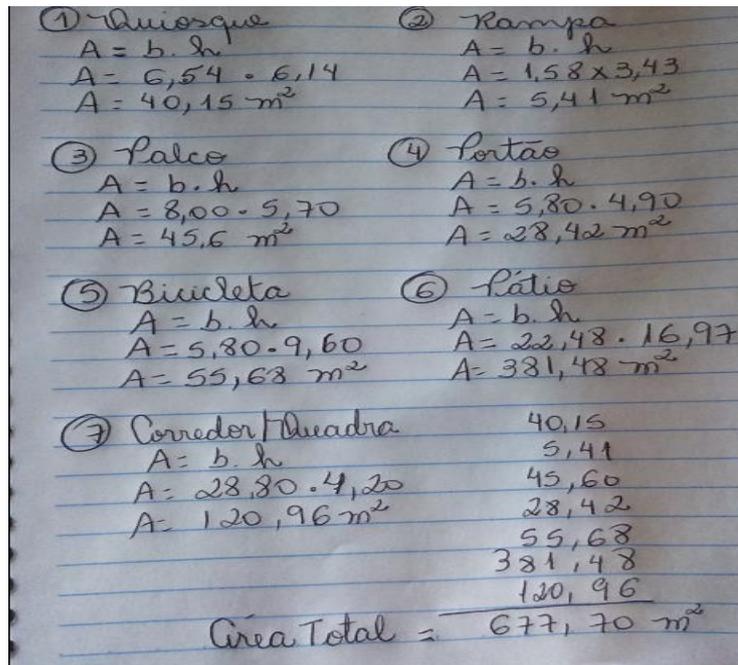
Esses dados permitiram constatar que a precipitação de água da chuva no mês de outubro de 2015 foi de 169,1mm. Ressalta-se ainda o envolvimento dos conteúdos de área de figura geométrica, de volume e de medida de capacidade, bem como a relação entre área de entrada e volume da água, medida de capacidade, conversão de medidas e entre outros.

O ponto culminante para resolução dos problemas e desenvolvimento dos conteúdos matemáticos no contexto do tema, foi às atividades que envolveram a pesquisa de campo, pois na perspectiva de Modelagem Matemática de Araújo, esta

[...] é 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 grupo, de tal forma que as questões da Educação Matemática Crítica embasem o desenvolvimento do trabalho (ARAUJO, 2002, p. 39).

Evidencia-se, assim, que a Modelagem Matemática auxilia a trabalhar os conceitos matemáticos de forma contextualizada com a realidade do aluno, não somente com a finalidade de desenvolver os cálculos matemáticos, mas também com o intuito de levá-los a refletir questões socioeconômicas, ambientais, dentre outras, o que os tornam mais críticos e atuantes na sociedade. Assim, os alunos divididos em grupos fizeram o levantamento de dados estatísticos como à medição do pátio e da quadra de esporte como também do telhado onde é capitada a água da chuva registrando no bloco de anotações as medidas coletadas. Em seguida retornou-se a sala de aula para apuração dos dados e informações levantadas até o momento. Por meio de instrumental matemático realizou-se os cálculos de área, chegando aos seguintes resultados:

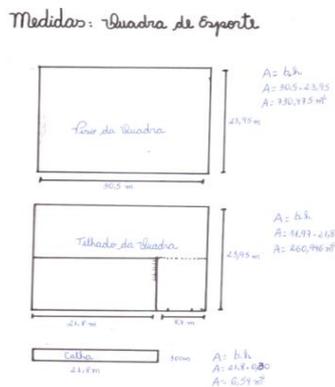
Figura 1: Atividade de cálculo realizada pelo aluno A.



Fonte: Arquivo da professora PDE.

Durante a construção da planta baixa do pátio do colégio, da quadra de esportes e do telhado de onde está instalado o sistema de cisterna surgiu o questionamento entre os alunos de quais medidas utilizarem no desenho, pois não poderia usar as medidas reais, logo teriam que fazer a redução destas medidas sem alterar a forma, chegando, portanto, a conclusão de se construir uma escala. Após várias pesquisas e tentativas utilizou-se a escala 1: 300 (1 por 300) chegando portanto a estes resultados das dimensões das plantas e de seus esboços.

Figura 2 Planta baixa desenhada pelo aluno A



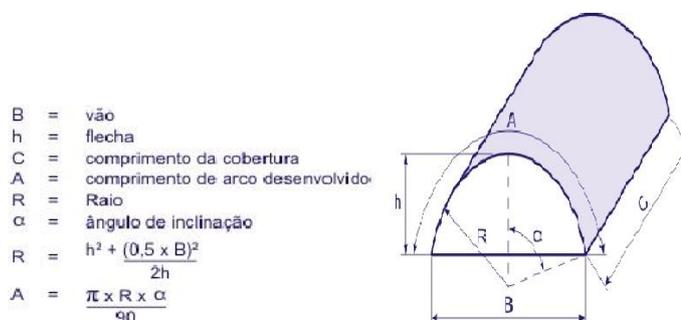
Fonte: Arquivo da professora PDE.

Na construção da planta baixa surgiram várias dúvidas, então foi dialogado com um arquiteto que explicou sobre planta baixa, no laboratório de informática utilizando o programa AutoCAD, montou a planta baixa para que os alunos fizessem a comparação e assim puderam sanar suas dúvidas. Com base nos dados e informações obtidas até o momento, começou a verificar a viabilidade do sistema de cisterna do Colégio. Como já se tinha o índice pluviométrico era necessário calcular a área de captação da água da chuva.

O telhado da quadra de esporte tem o formato de cobertura em arco, dessa forma, não foi fácil encontrar uma solução, pois, alguns alunos até conseguiram chegar à fórmula para calcular a área de telhado de forma retangular, no caso seria o pavilhão da sala de aula, ou da forma circular do quiosque do pátio, mas não na forma de arco que era o que precisavam.

Foi necessário pesquisas na internet e em livros de matemática, surgindo assim, diversas discussões, que os levaram a concluir, que a área do telhado em forma de arco resulta da multiplicação do comprimento do telhado pelo trecho do arco, onde, a extensão do arco é dada por $A = \pi \cdot R \cdot \alpha / 90$. No entanto, ainda não se conseguia chegar à solução, pois, não se tinha o valor do raio, logo utilizou se a fórmula que daria este valor: $R = \frac{h^2 + (0,5 \cdot B)^2}{2 \cdot h}$; conforme a ilustração abaixo, onde o valor de h corresponde à flecha que é o segmento do raio compreendido entre o arco e a corda perpendicular ao raio do telhado em estudo e B que denominado de vão, ou seja, a largura da parede onde inicia e termina o arco do telhado.

Figura 3: Área do telhado em forma de arco.



Fonte: <https://www.scribd.com/.../Calculo-de-Telhas>. Acessado em: 29/12/2015, às 15h40min.

De posse dessas informações e dos valores obtidos na medição e conferidos no projeto da quadra de esporte, realizou-se os cálculos para encontrar o valor do raio com a fórmula: $R = h^2 + (0,5 \cdot B)^2 / 2 \cdot H$, onde:

$$R = 12^2 + (0,5 \cdot 23,95)^2 / 2 \cdot 12$$

$$R = 11,97504$$

$R = 11,98\text{m}$ aproximadamente, neste caso, usamos o processo de arredondamento de números, para aproximarmos o valor.

Feito isso, passamos a calcular o comprimento do arco partir de $A = \pi \cdot R \cdot \alpha / 90$, com $A = 3,14 \cdot 11,98 \cdot 90 / 90$, sendo que $\alpha = 90^\circ$, resultando em aproximadamente 37,62m.

Assim, pode-se encontrar a área do telhado em forma de arco, multiplicando o comprimento do telhado, que é de $C = 30,5\text{m}$ pelo trecho do arco, $A = 37,62\text{m}$ resultando em uma área de $1147,41\text{m}^2$. No entanto, a calha para a captação não percorre todo o comprimento do telhado, mas somente $C = 21,8\text{m}$, fizeram-se novos cálculos e a área de captação ficou em aproximadamente $820,12\text{m}^2$. Logo, para calcular o quanto de água da chuva o telhado foi capaz de captar utilizou-se a relação: $\text{Volume} = \text{Área do telhado} \times \text{Índice pluviométrico}$. Com base no índice pluviométrico do mês de outubro foi multiplicada a área do telhado pelo índice pluviométrico de cada dia de chuva do mês de outubro obtendo o quanto de água da chuva o telhado coletou e armazenou na cisterna, como por exemplo, no dia 03/10 o índice foi de 61 mm, assim eles chegaram ao resultado que a cisterna armazenaria:

$$V = 820,12\text{m}^2 \cdot 61 \text{ mm}$$

$$V = 820,12\text{m}^2 \cdot 0,061 \text{ m}$$

$V = 50,03\text{m}^3$, que significa aproximadamente 50.000 litros de água, que seria captada pela cisterna com esta chuva.

Portanto, como no mês de outubro choveu 169,1mm, e usando a mesma relação à cisterna armazenaria aproximadamente 138.682 litros de água da chuva. Frente a estes resultados, chegamos a conclusão que seria necessária uma cisterna maior, pois a atual tem a capacidade de 10.000 litros ou a implantação de outras cisternas, pois o município apresenta uma boa quantidade de chuva em todos os períodos do ano assim, haveria um melhor aproveitamento da água da chuva.

A água da chuva coletada é utilizada para lavar o pátio de $667,7\text{m}^2$ e a quadra de esportes de $730,475\text{m}^2$ uma vez por semana. Nesse sentido, fez-se uma

estimativa do consumo de água do mês de outubro, analisou-se que a cisterna possuía uma bomba de vazão de $2,45\text{m}^3/\text{h}$ ou de 2.450l/h e que essa atividade levava de 2,5h para ser executada, assim em média gastaria 6.125 litros de água por dia, levando a um gasto mensal de 27.562,5 litros de água na realização desta atividade.

Portanto, conclui-se que a cisterna é sim um sistema viável ambientalmente e economicamente, pois, com base nestes dados economizaria este montante de água potável e R\$63,95 por mês se fosse possível um índice pluviométrico mensal de 30 mm durante o ano inteiro poderia economizar 330.750 litros de água e de R\$767,34, mas se os cálculos utilizassem a tabela da SAMAE só este gasto com a lavagem seria: Para um consumo de 27, 5615 m^3 , pagaria: $[\text{R}\$18,30+(\text{R}\$2,32 \times 17, 5615)]+50\% = \text{R}\$88,56$ neste mês, no ano seriam então de R\$1062, 72, sendo que é isto que o colégio gasta para realizar a atividade citada.

Como a cisterna foi implantada no ano de 2011 em média já se economizou R\$4.250,88 e seu custo de implantação foi de aproximadamente R\$4.000,00, portanto, já recuperou os gastos com a sua implantação, gerando atualmente economia para o colégio, além dos benefícios ambientais para toda a sociedade, isto só com esta atividade, conseqüentemente ressaltaram que seria viável se utilizassem esta água também para as descargas dos banheiros sendo assim os lucros e os benefícios ambientais bem maiores. Sugerindo então que continuasse este estudo para apresentar ao diretor um projeto de ampliação do sistema de cisterna no colégio.

Para complementar os resultados obtidos construiu-se a maquete da cisterna que se constitui o modelo do objeto estudado, facilitando assim a aplicação, de vários conceitos matemáticos e geográficos distantes do contexto social dos alunos, como ferramentas indispensáveis para entender as situações-problemas identificadas por eles, como a implantação do sistema de cisterna as transformações de medidas, escalas, além da análise crítica das soluções e de ser uma atividade prática que remete o aluno ao contexto estudado, despertando 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, dentre outros. Como afirmam Meyer, Caldeira e Malheiros (2011) “o

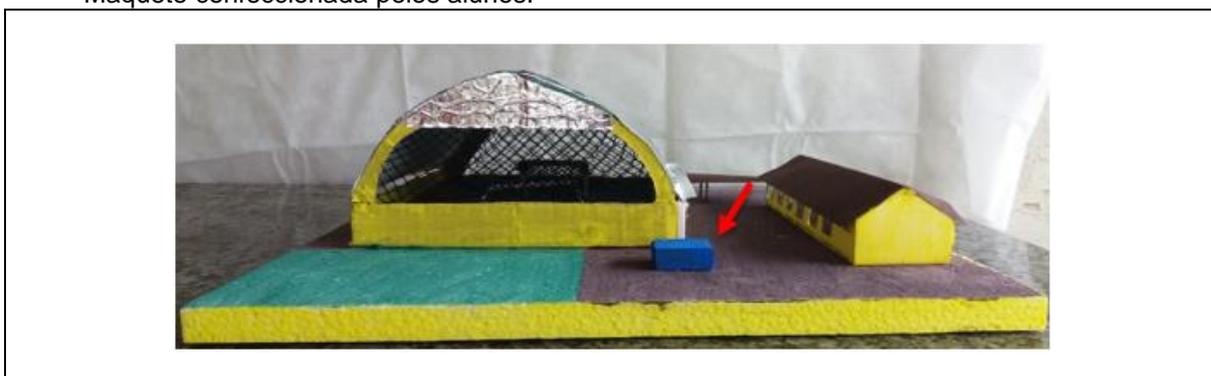
professor que trabalha com modelos matemáticos fornece para o aluno uma caixa de ferramentas matemáticas com as quais ele consegue analisar, estudar e compreender o que está acontecendo em sua volta” (p.21).

Já com a planta baixa desenhada os alunos iniciaram a construção da maquete, iniciando o cálculo de escala para a redução da cisterna sem alterações de suas características originais. A escala escolhida pelos alunos foi de 1:100, obtida pela razão entre o comprimento planejado e o comprimento real do objeto. A partir dos valores reais do telhado da quadra e do sistema de cisterna foram calculados os valores correspondentes à maquete, ficando com as seguintes dimensões: quadra de esporte – comprimento 0,305 m e largura 0,239m e altura de 0,15m; cisterna - 0,03m de comprimento por 0,03 m de largura e 0,025m de altura.

O passo seguinte foi à escolha dos materiais, ficando decidido que usariam materiais recicláveis, pois serviriam como incentivo para a sensibilização do reuso desses materiais e respeito ao meio ambiente. Conforme demonstra Meyer, Caldeira e Malheiros (2011) "professores e alunos são participantes do processo de aprendizagem não apenas da matemática, mas também de questões relacionadas ao cotidiano e de relevância social" (p. 110).

Os alunos delinearão as partes sobre o material, efetuando, assim, o corte e posteriormente a sua montagem. No decorrer deste processo, percebeu-se o envolvimento, a cooperação de todos os alunos, alcançando o objetivo de construir a maquete utilizando a escala da planta baixa elaborada por eles e dos demais conceitos tanto matemáticos como os de outras disciplinas aprendidas na realização das outras atividades, construindo assim uma prática interdisciplinar a partir de um modelo matemático.

Figura 4: Sistema de cisterna do Colégio Estadual José Alfredo de Almeida – Mariluz/PR. Maquete confeccionada pelos alunos.





Fonte: Arquivo da Professora PDE.

A elaboração da maquete e das demais atividades foi um trabalho artesanal e muito agradável para os alunos, onde a sala de aula se tornou uma oficina e teve um papel muito especial e com um clima descontraído que se pode avaliar a aprendizagem de conceitos matemáticos que foram emergindo de forma gradual e significativa tais como: medições, escala, desenhos e cálculos de superfícies, área, volume, operações básicas, porcentagem, proporção, razão, números decimais entre outros. Os alunos por sua vez, apresentaram dificuldades de interpretação, assim como falta de domínio dos conteúdos utilizados em algumas situações como cálculo para áreas de figuras no formato de arco.

Enfim, a Modelagem Matemática conduziu a realização das atividades sobre um foco investigativo permitindo o estudo de problemas da realidade que inicialmente não apresentam características matemáticas, mas que necessitam dela para sua compreensão (BARBOSA, 2009), logo ensinar não é repassar conhecimento, mas viabilizar e valorizar a sua produção com a participação dos alunos por meio do diálogo e a reflexão.

Assim os resultados mostram as contribuições da Modelagem Matemática para os alunos investigarem os problemas reais, estimulando as discussões democráticas durante o processo, evidenciando a presença da função crítica e social da matemática ao envolverem-se problemas cotidianos, privilegiando a leitura e interpretação do mundo, bem como o papel social do indivíduo.

5 Considerações Finais

Os resultados obtidos foram apresentados por meio da confecção da cartilha à escola e a comunidade, em especial, aos responsáveis pela horta comunitária, para repassar as orientações da importância de economizar, preservar água potável e do reuso da água da chuva pelo sistema de cisterna, bem como as vantagens e/ou desvantagens de se instalar uma cisterna, em relação a questões ambientais, educacionais, econômicas e sociais, além de conhecer a Modelagem Matemática como uma alternativa pedagógica que permite trabalhar os conteúdos matemáticos de forma atrativa, partindo de uma situação não matemática do contexto em que os alunos estão inseridos.

No seminário final realizado em sala de aula, os dados levantados e os resultados obtidos durante as atividades confirmaram a Modelagem Matemática como uma eficaz estratégia metodológica para o ensino da matemática capaz de levar a sensibilização e mudanças de atitudes referentes ao uso e o reuso da água potável. Neste momento ocorreu a exposição das experiências e conclusões evidenciando, assim, que a Modelagem Matemática auxilia o trabalho com os conceitos matemáticos de forma contextualizada com a realidade dos alunos, não somente com a finalidade de desenvolver os cálculos, mas também com o intuito de levá-los a refletir questões socioeconômicas, ambientais, como é o caso, da captação da água da chuva utilizando o sistema de cisterna do colégio, pois, a partir deste trabalho os alunos compreenderam e contextualizaram as questões de caráter ambiental e social e, a partir delas, refletiram sobre as ações humanas e as possíveis consequências para sua vida e para o meio em que está inserido.

Neste contexto, a abordagem da Modelagem Matemática e da Educação Ambiental, conecta os alunos ao mundo real em que vivem com o universo da Matemática, capaz de promover o uso de tecnologias, que oportuniza uma preservação eficiente dos recursos hídricos e de um gerenciamento capaz de melhorar e tornar sustentável as relações entre o homem e o ambiente, mostrando que a cisterna é uma solução prática e econômica para minimizar a situação caótica dos recursos hídricos. Proporcionou também ao indivíduo compreender claramente a interdependência econômica, social, política e ecológica existente no meio em que está inserido, além de proporcionar conhecimentos, valores e desenvolver o

interesse ativo e as atitudes necessárias para proteger e melhorar o meio ambiente com novas formas de conduta.

Em síntese, a Modelagem matemática capacitou o aluno ao manejo e domínio dos conceitos matemáticos, levando-os a estudar, entender, planejar, coletar informações, construir e validar modelos, cujos resultados reverterão em um melhor envolvimento e participação na sua realidade, a fim de resolver e decidir de forma racional, crítica e responsável sobre a utilização racional da água e da importância de economizá-la, contribuindo, assim, para um aprendizado coletivo que influenciará nas práticas de uso racional da água, tanto no ambiente escolar como no seu cotidiano.

6 Referências

ARAÚJO, J.L. Cálculo, Tecnologias e Modelagem Matemática: as discussões dos alunos. Tese de doutorado em Educação Matemática - Universidade Estadual Paulista, 2002. Disponível em: <<http://www.mat.ufmg.br/~jussara/tese/tese.pdf>>. Acesso em: 07 de junho, 2014.

ARAÚJO, J.L. **Uma abordagem sócio-crítica da Modelagem Matemática: a perspectiva da educação matemática crítica.** In: ALEXANDRIA - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.2, p. n.2, 55-68, jul. 2009. Disponível em: <http://www.ppgect.ufsc.br/alexandriarevista/numero_2_2009/araujo.pdf>. Acesso em: 07 de junho, 2014.

BARBOSA, J. C. **Modelagem na educação matemática: contribuições para o debate teórico.** In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24, 2001.

BARBOSA, J. C. **Modelagem Matemática: O que é? Por quê? Como?** Vertia-te, n.4, p. 73-80, 2004.

BARBOSA, J. C. **Modelagem e Modelos Matemáticos na Educação Científica.** Alexandria Revista de educação em Ciências e Tecnologia, v. 2. n. 2, p. 69-85, 2009.

CALDEIRA, A.D. **Modelagem Matemática: um outro olhar.** ALEXANDRIA - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.2, n.2, p. 33-54, jul. 2009.

CALDEIRA, A.D.; MEYER, J. F. C. A. **Educação Matemática e Ambiental: Uma proposta da formação - e de mudanças.** ZETETIKÉ - CEMPEM - FE/UNICAMP - v.9 - n.15/16, - Jan/Dez. de 2001.

MEDEIROS, M. C. S.; RIBEIRO, M. C. C.; FERREIRA, C. M. A. **Meio ambiente e educação ambiental nas escolas públicas**. In: Âmbito Jurídico, Rio Grande, XIV, n.92, set 2011. Disponível em:
>http://www.ambitojuridico.com.br/site/?n_link=%20revista_artigos_leitura&artigo_id=10267&revista_caderno=5>. Acesso em ago. 2014.

MEYER, J. F.C.A; CADEIRA, A.D.; MALHEIROS, A. P. S. **Modelagem em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011.

TRATADO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA SOCIEDADES SUSTENTÁVEIS E RESPONSABILIDADE GLOBAL. Rio de Janeiro, 1992.