

Versão Online ISBN 978-85-8015-094-0  
Cadernos PDE

VOLUME II

**OS DESAFIOS DA ESCOLA PÚBLICA PARANAENSE  
NA PERSPECTIVA DO PROFESSOR PDE  
Produções Didático-Pedagógicas**

**2016**

**FICHA PARA IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO DIDÁTICO-PEDAGÓGICA  
TURMA – PDE/2016**

<b>TÍTULO: MODELAGEM MATEMÁTICA NA IMPLANTAÇÃO DE UMA CISTERNA</b>	
AUTOR:	Rosineia Martins Antonioli
DISCIPLINA:	Matemática
LOCAL DE IMPLEMENTAÇÃO:	Colégio Estadual General Carneiro – E.F.M.P.
MUNICÍPIO:	Roncador
NÚCLEO:	Campo Mourão
PROFESSOR ORIENTADOR:	Dr. Amauri Jersi Ceolim
IES:	UNESPAR
RELAÇÃO INTERDISCIPLINAR:	Física e Geografia
RESUMO:	<p>A presente produção objetiva trabalhar com a Modelagem Matemática numa perspectiva da Educação Matemática Crítica, possibilitando ao educando sua intervenção nos problemas reais no meio social, político e cultural em que vive contribuindo para sua formação crítica. Estudantes do segundo ano do ensino médio da Escola Estadual General Carneiro – E.F.M.P. realizarão um projeto de implantação de uma cisterna na escola. Será realizada uma investigação sobre o desperdício de água, seu gasto anual e verificarão o custo/benefício para a viabilidade da construção da mesma. A pesquisa será de natureza qualitativa, pois tem como finalidade identificar conteúdos matemáticos a serem utilizados dando significado ao mesmo e promover no educando novas posturas de cidadania. A pesquisa terá como instrumentos de coletas de dados as informações obtidas na execução das etapas tais como, levantamentos de dados, pesquisa bibliográfica, relatório de pesquisa, diário do aluno e diário do professor-pesquisador.</p>
PALAVRAS-CHAVE:	Modelagem Matemática; Meio Ambiente; Cisterna.
FORMATO DO MATERIAL:	Unidade Didática
PÚBLICO ALVO:	Alunos do 2º ano do Ensino Médio

## APRESENTAÇÃO

As Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Paraná – DCE. (Paraná, 2008) tem como objetivos propor que os conteúdos curriculares atuam com coerência no contexto social, permitindo ao educando ter acesso à compreensão nas questões sociais, políticas e culturais do seu dia a dia sendo capaz de uma inserção cidadã e transformadora na sociedade.

Tendo em vista a dificuldade de entendimento no conteúdo de Matemática por parte dos educandos, a necessidade de relacionar os conteúdos com o dia a dia do aluno se torna cada vez mais imprescindível. Sendo assim a produção didático-pedagógica apresentada tem por objetivo identificar conteúdos matemáticos a serem utilizados dando significado ao mesmo por meio da investigação dos impactos na implantação de uma cisterna na Escola Estadual General Carneiro – E.F.M.P. Será realizada uma investigação sobre o desperdício de água, o gasto anual e feito uma análise no custo/benefício para a viabilidade da construção da mesma e promover novas posturas de cidadania utilizando a Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática Crítica.

A Modelagem Matemática abordada nas Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Paraná tem como pressuposto a problematização de situações do cotidiano. Muito se tem discutido sobre essa inclusão, em geral vem apresentada como uma alternativa ao ensino da matemática, procurando modelar um fenômeno da realidade onde se vive e mostrar a importância da matemática para sua compreensão e conhecimento.

Para Barbosa (2004) a Modelagem Matemática é aquela que leva o aluno a participar na sociedade e ser capaz de aplicar a matemática no contexto social. Em seu artigo resume que Modelagem Matemática:

E um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a problematizar e investigar, por meio da matemática, situações com referências na realidade (BARBOSA, 2004, p. 3).

Barbosa (2004) coloca várias maneiras de se trabalhar a Modelagem na sala de aula, nos quais o professor conduz as atividades deixando as tarefas mais a cargo dos alunos para compartilhar situações advindas da sua comunidade, sempre partindo de uma perspectiva crítica dando ênfase a problematização, investigação e casos de situações reais, mostrando a

flexibilidade da Modelagem no contexto escolar. O autor fundamenta que o envolvimento de Modelagem nas atividades de salas de aulas desafia o ensino tradicional e potencializa o aluno a discutir a essência das suas aplicações, o raciocínio utilizado e a compreender o papel sócio-cultural da matemática.

Para Araújo (2007) a modernidade tecnológica esta ligada a matemática que tem grande parte na construção da sociedade tecnológica:

Sabemos que a matemática faz parte do desenvolvimento tecnológico. As máquinas modernas e os recursos tecnológicos, em sua grande maioria, fazem uso dela. O que não sabemos, muitas vezes, é que conteúdo matemático é usado e como esse uso acontece (ARAUJO, 2007, p. 32).

Segundo Araújo (2007), a presença da matemática na sociedade está incluída como instrumento de poder por proporcionar status a quem a conhece, temida e pouco conhecida, sabe-se que é importante, mas não se sabe como é utilizada na sociedade, assim sugere um olhar mais crítico à educação matemática. Para ela a Modelagem Matemática na perspectiva de Educação Matemática Crítica é quando os estudantes são convidados a trabalhar em grupos por meio de reflexões, diálogos, ouvindo e considerando ideias, trabalhando com questões políticas e democráticas na sala de aula, estendendo assim para questões políticas e sociais relacionando o papel da matemática na sociedade, trazendo contribuições para sua emancipação como cidadão crítico, não apenas se preocupando com o desenvolvimento de habilidades em cálculos.

A Modelagem Matemática nessa perspectiva da Educação Matemática Crítica se aproxima da concepção de Skovsmose (2000) que aborda a Modelagem Matemática englobada numa visão da Educação Matemática Crítica (EMC) como uma superação à matemática tradicional e conservadora que ainda se encontra atualmente no contexto educacional. Essa matemática tradicional para o autor pode se contrapor a uma abordagem de investigação, por meio de trabalhos de projetos onde se encontra um ambiente de aprendizagem que difere do paradigma do exercício o qual só existe uma resposta. O autor propõe esse ambiente como “cenários de investigação”, um espaço de aprendizagem no qual os educandos saem do básico da resolução de exercícios e são convidados pelo professor a um trabalho de investigação onde são estimulados a formularem questões e a procurarem explicações.

Nos estudos de cenários de investigação e ambiente de aprendizagem, o autor distingue modelos diferenciados inseridos em três referências: referência a matemática, referência a semi-realidade e referência a situação da vida real. O objetivo desses cenários não seria “provar” que a EMC tenha vantagens, mas mostrar alguns possíveis significados da mesma. Os cenários de investigação leva o professor a pensamentos e ações que requerem reflexões imediatas, pois não se podem prever as questões que surgirão, saindo assim da forma estabilizada de trabalho ao qual está inserido e adentrando em uma zona de risco<sup>1</sup>. Como os cenários estão vinculados à realidade é inevitável que imprevistos possam acontecer, assim se pressupõe que professor e aluno estejam em consonância para enfrentar os desafios.

Os cenários para investigação ajudam a tornar a Educação Matemática uma ferramenta contextualizada, construída sob uma hipótese, com entendimento do seu papel na sociedade, tendo significado e dimensão crítica.

Para Skovsmose (2001), no processo de educação, é importante que se illustre as várias maneiras de utilidade da matemática, pois sua essência está na sua aplicação:

A matemática intervém na realidade ao criar uma “segunda natureza” ao nosso redor, oferecendo não apenas descrições de fenômenos, mas também modelos para a alteração de comportamentos. Não apenas “vemos” de acordo com a matemática, nós também “agimos” de acordo com ela. As estruturas matemáticas vêm a ter um papel na vida social tão fundamental quanto o das estruturas ideológicas na organização da realidade (SKOVSMOSE, 2001, p.83).

Sendo assim, a Modelagem Matemática pode se dar em alguns acontecimentos do cotidiano do educando como os fenômenos ambientais que nos leva a pensar em uma Educação Matemática com mais conectividade as questões do meio ambiente. Para Meyer, Caldeira e Malheiros - (2013):

Reconhecer a Educação Ambiental em um ambiente de Educação Matemática é, então, aceitar que sentimento e consciência éticos são parte fundamental da aprendizagem de conceitos matemáticos, abstratos ou práticos, teóricos ou concretos, úteis de imediato ou em longo prazo. São, portanto parte fundamental a ser considerada em seu ensino (MEYER, CALDEIRA e MALHEIROS, 2013, p.96).

---

<sup>1</sup> Zona de risco é um conceito proposto por PENTEADO (1999 apud SKOVSMOSE, 2001, p.17) que se refere a exploração de diferentes ambientes de aprendizagem onde o professor não prevê todos os questionamentos que vão aparecer em sala de aula, de forma a se submeter a um grau elevado de incertezas o qual não tem respostas prontas .

Uma Educação Ambiental se dá quando percebemos que as relações com o meio estão presentes no cotidiano escolar e nos poderes políticos e culturais de cada um. Meyer, Caldeira e Malheiros (2013) relatam que os fenômenos globais podem ser transferidos para o dia a dia da comunidade escolar, dando mais significado ao mesmo, pois, os alunos tem um conhecimento superficial que na maioria das vezes não sabem como agir em determinadas situações.

Os alunos já sabem quais os principais problemas ambientais de sua comunidade [...]. Faz-se necessário saber qualificar diferentes aspectos dos problemas de qualidade de vida, locais, regionais, nacionais e mundiais. É necessário construir e desenvolver ferramental matemático para permitir a avaliação dos fenômenos (MEYER, CALDEIRA e MALHEIROS 2013, p.96).

Para Meyer, Caldeira e Malheiros (2013) uma aprendizagem matemática significativa se concede quando se leva ao aluno a busca pela compreensão além dos conceitos matemáticos, quando integra pesquisa de campo que envolve temas locais de sua comunidade, mostrando que a matemática não serve apenas para fazer contas, mas para avaliar aspectos quantitativos e qualitativos dos fenômenos tanto dos aspectos ambientais, sociais, históricos, políticos, entre outros da sua comunidade ou fora dela. Essa interação corresponde a uma Modelagem Matemática que dá sentido as soluções encontradas com real relevância entre teoria e prática fornecendo subsídios ao aluno para discussões, crítica e tomadas de decisões que envolvam problemas ambientais entre outros, relacionados à comunidade, fazendo uma educação contextualizada.

Na concepção de Caldeira (1998) juntar Modelagem e Educação Ambiental, não só leva o aluno a compreender alguns aspectos Matemáticos relacionados com problemas envolvendo sua qualidade de vida, como proporciona subsídios para discutir e tomar decisões que envolvam problemas ambientais entre outros. Fazer essa união muda à ideia de uma ciência isolada, fornecendo uma visão mais crítica e significativa sobre a sobrevivência do meio.

Nesse sentido, proposta de conscientização ambiental esta ligada a ações pedagógicas educativas de caráter crítico como o presente projeto, visando valorizar o meio ambiente na construção de uma cisterna para

captação da água da chuva na escola. É fato que os recursos hídricos mundiais estão em crise:

Há uma necessidade urgente para a comunidade global – setores públicos e privados – de unir-se para assumir o desafio de proteger e melhorar a qualidade da água nos nossos rios, lagos, aquíferos e torneiras (ONU, 2010).

A água está sendo respeitada e valorizada em todas as culturas, tornou-se um símbolo de equidade social. “Embora todos precisemos de água, isso não nos dá o direito de acesso a toda água que quisermos utilizar” (SELBORNE, 2001, p. 23). Nesse sentido se faz necessárias ações corretivas no contexto educacional para atenuar o problema levando para comunidade escolar a mudança de hábitos para o uso racional da água.

Assim, espera-se com o desenvolvimento do projeto Modelagem Matemática na projeção de implantação de uma cisterna na perspectiva de uma Educação Matemática Crítica possa mostrar para o educando o significado de alguns conteúdos de matemática e sua utilização no dia a dia e direcionar ações que promova sua participação na sociedade escolar interferindo nas decisões profissionais, ambientais, políticas, sócio-econômicas e culturais.

## **ENCAMINHAMENTO METODOLOGICO / MATERIAL DIDÁTICO**

A realização do projeto de intervenção será com alunos do 2º ano do ensino médio da Escola Estadual General Carneiro – E.F.M.P. do estado do Paraná com aproximadamente 919 alunos matriculados (dados de 2016), abordará a Modelagem Matemática na perspectiva de Educação Matemática Crítica de Ole Skovsmose que tem o intuito de se preocupar, sobretudo com a presença de aspectos políticos na educação matemática de sala de aula trabalhada por meio de projetos, envolvendo o aluno no controle do processo educacional, pois são eles que transformam conforme as necessidades, situações da realidade em problemas matemáticos por intermédio de investigação. Esse trabalho será feito por meio das sugestões de Skovsmose sobre cenários de investigação, um espaço de aprendizagem o qual os educandos saem do básico da resolução de exercícios e são convidados pelo professor a um trabalho de investigação onde são estimulados a formularem questões e a procurarem explicações. Um trabalho direcionado a situações fora

da sala de aula, com força social ativa, colaborando no pensamento crítico do aluno, dando significado do seu papel na sociedade.

## ETAPAS DO PROJETO DE INTERVENÇÃO

A Modelagem Matemática numa perspectiva de Modelagem matemática crítica tem como objetivo inserir uma matemática contextualizada com o dia a dia dos alunos onde farão uma investigação de um problema local e a matemática será utilizada para a resolução do mesmo. Os conteúdos de matemática vão sendo trabalhados conforme os alunos vão fazendo a investigação do problema e sentido a sua necessidade. Esse trabalho também objetiva uma Educação Ambiental, transferindo os fenômenos globais para o dia a dia da comunidade escolar.

Os conteúdos estruturantes que poderão ser abordados nas etapas seguintes são: Geometria, Grandezas e Medidas e Tratamento da Informação. No quadro abaixo segue a sequência que será desenvolvida as etapas:

Quadro 1: cronograma das etapas de implementação do projeto

<b>CRONOGRAMA DAS ETAPAS DE IMPLEMENTAÇÃO</b>		<b>Horas/aula</b>
<b>ETAPA 1</b>	Atividades voltadas ao Desenvolvimento Sustentável	3 H/a
<b>ETAPA 2</b>	Pesquisa sobre possíveis cisternas instaladas no município	4 H/a
<b>ETAPA 3</b>	Calculando o consumo e o custo da água consumida na escola	5 H/a
<b>ETAPA 4</b>	Análise do tipo de telhado e tamanho da cisterna	6 H/a
<b>ETAPA 5</b>	Levantamento dos materiais a serem utilizados na implantação de uma cisterna e seu custo	7 H/a
<b>ETAPA 6</b>	Construção da maquete do projeto de implantação de uma cisterna	6 H/a
<b>ETAPA 7</b>	Análise e cálculo da viabilidade do projeto	3 H/a
<b>ETAPA 8</b>	Apresentação do projeto para comunidade escolar	2 H/a
	<b>Total</b>	<b>36 H/a</b>

Fonte: A autora



## ETAPA 1 ATIVIDADES VOLTADAS AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

### OBJETIVO

Levar aos alunos a conscientização pelo desenvolvimento sustentável no intuito de promover futuras ações e posturas responsáveis diante de problemas ambientais da sua comunidade como o desperdício de água.

➤ Duração das atividades: 03 h/a

### DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DA ETAPA 1

Essa primeira etapa do trabalho se dá na concepção de Caldeira (1998) em juntar a Modelagem com Educação Ambiental onde se pode direcionar o aluno a investigar problemas ambientais da sua comunidade envolvendo a qualidade de vida e dando subsídios para que possa discutir e tomar decisões que envolvam tais problemas. Isso ocorrerá por meio de aulas expositivas de vídeos abordando vários assuntos com referência a sustentabilidade, seus problemas futuros, ampliando o conhecimento e dando possibilidades para reflexões e debates sobre suas práticas socioambientais e de toda comunidade escolar.

ETAPA 1 / AULA 1) Nessa proposta de atividade os alunos assistirão na sala de aula em TV Pendrive ao vídeo sobre “Objetivos Globais da ONU: como melhorar a vida em todo o mundo” Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=hMBCCEchsIQ>> Acesso em 06/11/2016. E “O que são os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU?”. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=u2K0Ff6bzZ4>> Acesso em 06/11/2016. Ambos apresentam os 17 Objetivos de Desenvolvimento

Sustentável o primeiro explicado por meio de hip hop e o segundo mais detalhado. Dos 17 objetivos será dado ênfase ao objetivo 6 o qual assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos nós, itens 6a e 6b. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/ods6/>> acesso em 06/11/2016.

Na sequência da apresentação dos vídeos os alunos serão informados sobre a ONU e instigados a um debate e reflexão sobre sustentabilidade para saber o nível de entendimento em que a turma se encontra sobre o assunto e questionar sobre o que sua comunidade escolar está fazendo para combater problemas futuros. Após o debate e reflexão, os alunos vão relatar no “Diário do aluno” sobre o que entenderam e tentar definir o que é desenvolvimento sustentável.

ETAPA 1 / AULA 2) Nessa proposta de atividade os alunos assistirão na sala de aula em TV Pendrive uma abordagem mostrando os problemas futuros que a humanidade enfrentará se não houver uma ação coletiva para conservar os recursos hídricos, com o vídeo: Carta escrita no ano 2070: Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=jUpVH-hjcd0>>: Acesso em: 05/10/2016.

Momento de reflexão e discussão com os alunos sobre as atitudes de hoje e suas consequências no amanhã. Levar os alunos a pensarem em atitudes para combater problemas futuros. Pedir para que deixem suas ideias no “Diário do aluno”.

ETAPA 1 / AULA 3) Partindo das ideias registradas no “Diário do aluno” como, por exemplo, aproveitamento da água da chuva, os alunos serão convidados a sair da sala e observar todo o pátio da escola e investigar onde é usada toda água utilizada na mesma. Essa investigação do pátio da Escola Estadual General Carneiro- E.F.M.P. a qual vai ser implantado essa unidade didático-pedagógica levará os alunos a observarem que a escola contém áreas de amplas como mostra as figuras abaixo:



Figura 1: Col. Est. General Carneiro –E.F.M.P.  
Fonte: A autora



Figura 2: Col. Est. General Carneiro –E.F.M.P.  
Fonte: A autora



Figura 3: Ginásio de Esporte - Col. Est. General Carneiro –E.F.M.P.  
Fonte: A autora



Figura 4 - Refeitório - Col. Est. General Carneiro –E.F.M.P.  
Fonte: A autora

Essas observações conduzirá o aluno a uma reflexão sobre toda a água utilizada no colégio para limpeza e outros fins, tanta água potável desperdiçada, por que ainda não tem uma cisterna na escola que é de fundamental importância para o meio ambiente, não seria viável?

## AVALIAÇÃO

Para avaliar os alunos nessa primeira etapa o professor terá que fazer uma avaliação contínua, diagnóstica e formativa, observando o desempenho e interesse de cada aluno na sala de aula e anotando no “diário do professor” ou também podendo no final de cada aula pedir que relatem no “diário do aluno” sobre os vídeos, as observações no pátio da escola ou fazer perguntas sobre o assunto, para que respondam no mesmo.

### DICA

• O professor pode adquirir informação sobre a ONU (Organização das Nações Unidas) para discussão com alunos após assistirem o vídeo, no site: disponível em: <<https://nacoesunidas.org/conheca/>>. Acesso: 06/11/2016.



## **ETAPA 2 PESQUISA SOBRE POSSÍVEIS CISTERNAS INSTALADA NO MUNICÍPIO**

### **OBJETIVO**

Identificar possível construção de cisterna no município para uma visita e ao mesmo tempo obter informações sobre o nível de conhecimento dos alunos da escola sobre desenvolvimento sustentável.

➤ Duração das atividades: 04 h/a

### **DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES ETAPA 2**

Essa etapa se dá na concepção de Meyer, Caldeira e Malheiros (2013) uma aprendizagem matemática significativa é quando o professor integra pesquisa de campo envolvendo os alunos com sua realidade, avaliando, interagindo, tomando decisões e soluções, dando sentido à disciplina.

ETAPA 2 / AULA 1) Elaboração de um questionário no intuito de investigar possíveis cisternas no município de Roncador para uma visita de observação do sistema de captação de água instalado e investigar como está o nível de conhecimento e consciência dos alunos com relação ao tema desenvolvimento sustentável. No questionário poderão ser colocadas as seguintes opções de perguntas entre outras que os alunos acharem necessárias.

Quadro 2 - Questionário de investigação sobre possíveis cisternas no município e investigação sobre desenvolvimento sustentável dos alunos do colégio.

Opção de questionário:

- 1) O que você entende por sustentabilidade? \_\_\_\_\_
- 2) De quem é a responsabilidade de cuidar do meio ambiente?
- 3) Você acha que a água para consumo pode faltar futuramente?
- 4) Você conhece alguma forma de captação de água?  
 Sim                       Não  
Se sim, explique que tipo de captação você conhece ou já viu:  
\_\_\_\_\_
- 5) Em sua casa tem alguma forma de captação de água da chuva?  
 Sim       Não  
Se a resposta foi sim, qual tipo?  
\_\_\_\_\_
- 6) Conhece algum lugar no seu município que tenha captação de água da chuva?  
 Sim     Não    Se a resposta foi sim, onde? \_\_\_\_\_

Fonte: A autora

ETAPA 2 / AULA 2) Os alunos se dividirão em grupos e cada grupo ficará responsável por coletar os dados das turmas do colégio, os alunos que tiverem disponibilidade de contra turno farão a pesquisa nos outros períodos munidos da autorização dos pais e direção da escola já requerida anteriormente pelo professor.

ETAPA 2 / AULA 3) Já munidos dos questionários respondidos os alunos serão divididos em grupos e cada grupo fica responsável por x perguntas distribuídas proporcionalmente. Cada grupo será incumbido em fazer a tabulação dos dados de suas questões.

ETAPA 2 / AULA 4) Os alunos serão levados no laboratório de informática e cada grupo fará a impressão dos resultados obtidos em forma de gráfico

construídos no programa de planilhas com a melhor representatividade para futuras exposições.

### **AVALIAÇÃO**

Na avaliação dessa etapa o professor deverá ponderar os aspectos qualitativos da aprendizagem do aluno, como seu desempenho, participação, interesse nas atividades realizadas e registrar no “Diário do professor”. O professor deve considerar sempre que a avaliação se dá de forma contínua, permanente e cumulativa.

### **DICA**

- O professor deverá avisar a coordenação pedagógica e professores sobre a pesquisa que será feita no colégio, assim como, permissão para os professores das turmas que serão lançadas as pesquisas. Mandar antecipadamente autorizações para os pais dos alunos assinarem. Construa com os alunos gráficos dos resultados da pesquisa para futuras postagens em palestra, artigo, exposição em mural, etc..



### **ETAPA 3**

## **CALCULANDO O CONSUMO E O CUSTO DA ÁGUA CONSUMIDA NA ESCOLA**

#### **OBJETIVOS**

Análise e levantamento do consumo e custo da água potável utilizada na escola para uma noção do tamanho da cisterna que poderá ser adquirida e a quantidade de telhado a ser utilizado.

➤ Duração das atividades: 05 h/a

#### **DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES**

##### **ETAPA 3**

Segundo Araújo (2007), Modelagem Matemática na perspectiva de Educação Matemática Crítica é quando o aluno é convidado a trabalhar com questões políticas e sociais da sociedade, envolvendo a matemática e entendendo a sua colaboração no poder transformador do meio em que vive, e na contribuição da formação de um cidadão mais crítico. Nessa concepção as aulas dessa etapa leva o aluno a entender a importância do conteúdo de matemática para a resolução de problemas que vão encontrar, assim como despertar seu senso crítico para a convivência na sociedade atual.

ETAPA 3 / AULA 1 e 2) Já em posse dos dados de consumo de água tratada utilizada nos últimos 3 anos no colégio, os alunos se dividirão em grupos para fazer uma investigação da média mensal gasta em  $m^3$ , seu custo, e para que é consumida a água. É interessante que após o levantamento de dados, tudo seja colocado em tabelas e depois transformado em gráficos para expor em futuras apresentações à comunidade. Para isso nessas aulas os alunos deverão ser levados ao laboratório de informática. No final da aula os alunos poderão concluir que a maior parte da água consumida na escola é para fins não potáveis, assim vem a curiosidade de um possível projeto para análise de custo da construção de uma cisterna para captação da água da chuva pelo

telhado. Aproveitar o momento no laboratório e pedir para cada equipe pesquisar sobre os passos para se construir uma cisterna.

ETAPA 3 / AULA 3) As equipes já disposta anteriormente e com a pesquisa registrada no caderno sobre os passos para se construir uma cisterna apresentarão sua proposta para a sala e após farão uma discussão e definição dos passos necessários para se projetar uma cisterna. Nesse momento o professor pode fazer a explicação sobre média pluviométrica (potencial de chuva da região) para a turma. Pedir para que cada aluno pesquise, como atividade extraclasse, dados em sites como Água do Paraná, Disponível em: <<http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=264>> Acesso 09/12/2016. Deixar claro que esse índice também tem disponível na cooperativa da cidade. Esse é um dado importante para saber a quantidade de área de telhado utilizada para captação da água e o tamanho da cisterna. Aqui o professor pode fazer uma interdisciplinaridade com a disciplina de Física, os alunos podem montar seu pluviômetro com a ajuda do professor da disciplina.

ETAPA 3 / AULA 4) Os alunos serão distribuídos em equipes e cada equipe vai analisar os sete edifícios da escola, os tipos de telhados e calcular sua área para poder analisar qual telhado poderão ser incluído no projeto de implantação da cisterna. Quanto ao ginásio de esporte, será tirado às medidas e trabalhado seu cálculo na próxima aula para um melhor entendimento dos alunos, pois seu telhado é um arco de circunferência e requer mais atenção.

a) Cálculo simples da área do telhado:

$A = C \times L$ , onde:

A= área do telhado

C= comprimento

L= largura

b) Cálculo da área da superfície plana inclinada (normas BR 10.844/89):

$$A = \left(a + \frac{h}{2}\right) b$$

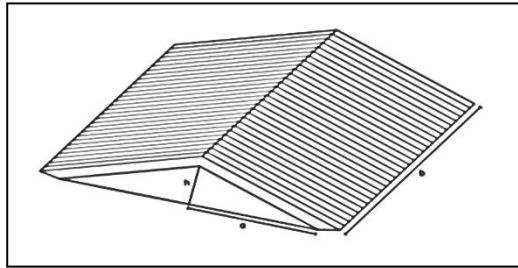


Figura 5 - Superfície plana inclinada  
Fonte: A autora

ETAPA 3 / AULA 5) Aula expositiva dialogada sobre o cálculo do telhado do ginásio de esporte.

Cálculo do arco: Professor pode colocar para os alunos que as medidas disponíveis da cobertura do ginásio de esporte não são suficientes para um cálculo simples, somente usando os termos de limite que não está no conteúdo do ensino médio. Pode demonstrar como seria feito o cálculo se achar necessário e tomar uma discussão na sala para possíveis cálculos que poderiam fazer com o conhecimento que eles têm e com as medidas que possuem e chegar a uma medida aproximada.

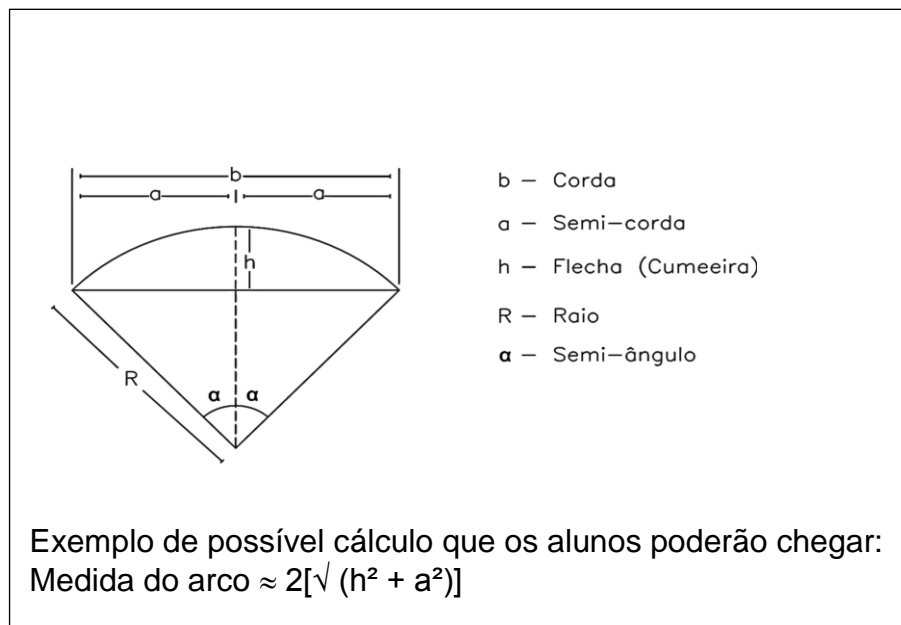


Figura 6 - Medida para se encontrar o arco da circunferência  
Fonte: A autora

### AVALIAÇÃO

Nessa etapa o professor pode avaliar de várias maneiras podendo ser diagnóstica, formativa ou somativa. Lembrando sempre de anotar no “Diário do professor” as informações necessárias sobre o desempenho de cada aluno.

## ETAPA 4 ANÁLISE DO TIPO DE TELHADO E TAMANHO DA CISTERNA.

### OBJETIVOS

Explorar os cálculos para solucionar o problema do tamanho da cisterna e de calhas necessárias para sua inclusão no projeto de implantação da cisterna levando à maior eficiência com menor gasto, pois a eficácia do projeto de aproveitamento das águas pluviais é definida pelo volume da cisterna.

➤ Duração das atividades: 06 h/a

### DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES ETAPA 4

Essa etapa de atividades vem de encontro ao ambiente de aprendizagem de Skovsmose (2001) onde o autor propõe uma aprendizagem de investigação referenciando a situação da vida real do educando e mostrando o significado da matemática para resoluções de problema enfrentados no dia a dia, assim como sua importância, pois sua essência está na sua aplicação.

ETAPA 4 / AULA 1) Já munidos do índice pluviométrico e da demanda do colégio, poderão calcular o tamanho necessário da cisterna, quantidade de área de telhado e tamanho da calha e condutores para inserir no projeto. Divididos em equipe farão o cálculo e se possível o esquema do telhado

Exemplo de cálculo:

Quantidade de chuva captada

Área do telhado x Precipitação do pluviômetro em mm

Obs.: Cada 1 mm de chuva corresponde a 1 litro de água em uma área de 1 m<sup>2</sup>

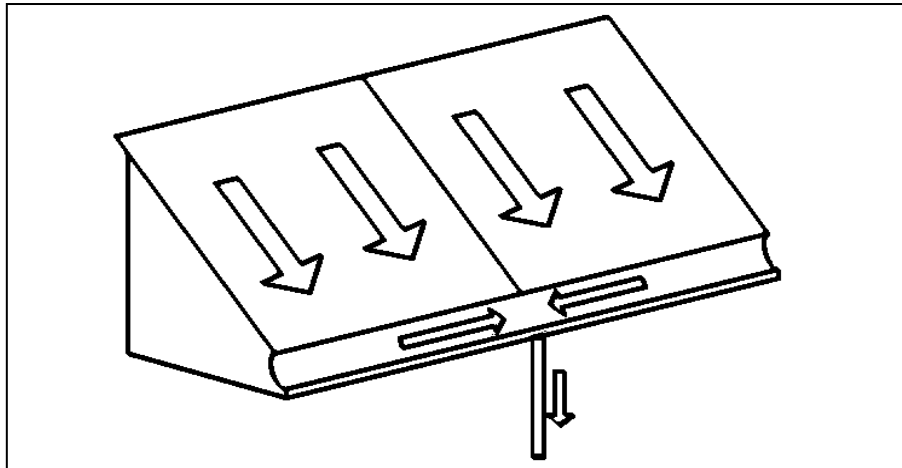


Figura 7 - Exemplo de esquema de dimensionamento de calha e condutores  
Fonte: A autora

ETAPA 4 / AULA 2 e 3) Os alunos serão levados para o pátio do colégio distribuídos em grupo para avaliar a melhor localização para colocação da cisterna. Tirar todas as medidas necessárias para se definir sua posição no projeto. Depois de avaliado o tamanho da cisterna os alunos poderão fazer um esquema com o melhor formato e localização da cisterna que satisfaça as necessidades do colégio.

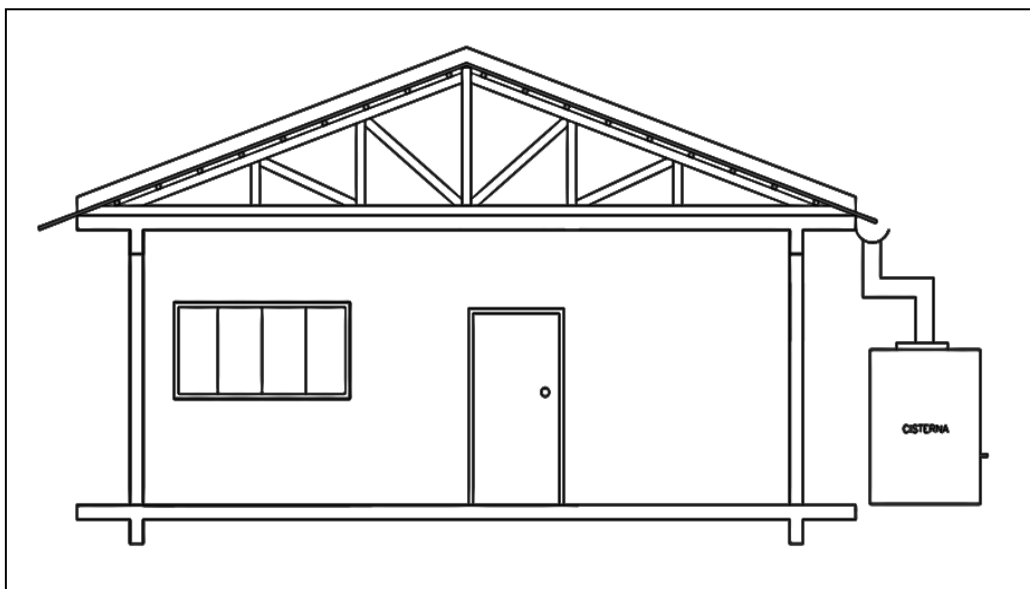


Figura 8 - Exemplo de esquema para observar o melhor posicionamento da cisterna no colégio  
Fonte: A autora

ETAPA 4 / AULA 4) Para a utilização de um coletor de águas pluviais é importante conhecer algumas técnicas sobre o funcionamento, nesse momento o professor vai levar os alunos para pesquisar no laboratório de informática o funcionamento do coletor envolvendo calha, telhados e filtros. Pesquisar o

aproveitamento do sistema de calhas. Os alunos poderão se informar no site da ABNT (Associação brasileira de Normas Técnicas – Dez 1989/ NBR 10844) e consultar tabela de diâmetro e declínio para calhas.

ETAPA 4 / AULA 5) Em sala de aula os alunos continuarão os cálculos necessários para o sistemas de calhas e quantidade de tubulação necessária, pois deve se observar o diâmetro das calhas utilizadas na vertical e horizontal e o seu grau de declinação, isso requer mais tempo de cálculo.

ETAPA 4 / AULA 6) Definição de qual edifício é mais viável tanto de localização quanto de economia para a implantação do projeto de sistema de captação de água pluvial. Após a definição tomar as medidas necessárias para o encaminhamento do projeto.

### **AVALIAÇÃO**

Na avaliação dessa etapa o professor deverá ponderar os aspectos qualitativos da aprendizagem do aluno, como seu desempenho, participação, interesse nas atividades realizadas e registrar no “Diário do professor”. O professor deve considerar sempre que a avaliação se dá de forma contínua, permanente e cumulativa.

### **DICAS**

- Professor, nessa ultima etapa é muito importante fazer uma reflexão com os alunos sobre o papel fundamental da matemática no âmbito da sociedade.

## ETAPA 5 LEVANTAMENTO DOS MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS NA IMPLANTAÇÃO DE UMA CISTERNA E SEU CUSTO.

### OBJETIVOS

Calcular a quantidade de materiais necessária e fazer o levantamento do custo para ser arquivado no projeto.

Duração das atividades: 07 h/a

### DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES ETAPA 5

Nessa etapa os alunos terão que ter as medidas dos edifícios que foi selecionado para a construção da cisterna, fazer o cálculo de quanto cada material vai ser utilizado e chegar ao menor valor possível.

ETAPA 5 / AULA 1 e 2) Nessa aula os alunos serão levados no laboratório de informática para pesquisar todo material necessário para a construção de uma cisterna. Cada equipe fará suas anotações no caderno.

ETAPA 5 / AULA 3) Os alunos serão levados no laboratório de informática e munidos de todo o material já pesquisado passarão os dados para uma tabela a fim de facilitar a tomada de preço nas lojas de materiais de construção da cidade. Serão divididos em equipe e cada uma fica responsável por um local para pesquisar. Pedir para pesquisarem o valor da mão de obra.

Tabela 1: Sugestão de tabela para orçamento dos materiais necessários para inserir no projeto de implantação de uma cisterna

MATERIAIS	EMPRESA A	EMPRESA B
	Valor em R\$	Valor em R\$
Barra de cano PVC x mm		
Caixa de água x capacidade		

Bomba d'água		
etc..		

Fonte: A autora

ETAPA 5 / AULA 4) Os alunos já munidos dos valores, faram uma separação dos matérias de menor valor para poder finalizar a tabela de preço. Sugestão de tabela com instrução de formula para especificar o menor valor na planilha.

Tabela 2: Sugestão de como fazer a seleção do menor preço.

MATERIAIS	EMPRESA A	EMPRESA B	Menor valor
	Valor em R\$	Valor em R\$	
Barra de cano PVC x mm	Célula C7	Célula D7	=MIN(C7:D7)
Caixa de água x capacidade			
Bomba d'água			
etc..			

Fonte: A autora

ETAPA 5 / AULA 5) Os alunos poderão tirar a dúvida com a possível visita de um engenheiro para verificar as condições do local escolhido para a implantação da cisterna e para passar o valor da mão-de-obra.

ETAPA 5 / AULA 6 e 7) Nessas aulas os alunos serão acompanhados até o posto local da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) que se localiza a 4 quadras do colégio para uma visita no intuito de saber se é recomendado algum tipo de tratamento nesse tipo de captação de água e conhecer o sistema de abastecimento do município.

### AVALIAÇÃO

Na avaliação dessa etapa o professor poderá pedir para que os alunos registrem no seu “Diário do aluno” sua experiência quanto à visita no posto de abastecimento da cidade. O professor deverá ponderar os aspectos qualitativos da aprendizagem do aluno, como seu desempenho, participação, interesse nas atividades realizadas, e registrar no “Diário do professor”.

### DICAS

- Providenciar antecipadamente se possível à visita de um engenheiro para orçar a mão-de-obra e verificar o lugar.



## ETAPA 6 CONSTRUÇÃO DA MAQUETE DO PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DE UMA CISTERNA

### OBJETIVOS

Socializar com a comunidade escolar os conhecimentos adquiridos na construção de um projeto de implantação de cisterna, que, além de materializar uma ideia, permite expor de uma forma mais visível a importância de se ter uma cisterna na escola tanto para economia quanto para uma postura correta diante dos problemas ambientais existentes no mundo.

Duração das atividades: 06 h/a

### DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES ETAPA 6

Essa etapa de construção de maquete promove uma conexão entre teoria e prática, em que os alunos vão manipular objetos para construir uma representação do seu espaço geográfico aproximando-os do conceito científico que estudaram e fazendo com que utilizem conteúdos tais como: Geometria Plana, Geometria Espacial, Unidades de Medidas, Fração, Regra de Três, Escala, Medidas de Área, dentre outros.

ETAPA 6 / AULA 1) Os alunos construirão as maquetes juntamente com a maquete da cisterna instalada no edifício para melhor visualização do projeto final. As equipes farão a conversão das medidas em escala para a construção da maquete do(s) edifício(s) escolhido para a captação das águas pluviais. O número de edifícios escolhido vai depender da demanda da escola. Os trabalhos vão ser divididos em equipe, se for decidido só um edifício cada equipe vai ficar responsável por fazer o recorte e montagem de uma parte do edifício como, paredes, portas e janelas, telhado, cisternas, encanamento, etc., caso for mais, cada equipe fica com um edifício.

ETAPA 6 / AULA 2) As equipes farão o cálculo da quantidade de materiais e quais materiais utilizarão na construção da maquete. Após a definição do tipo de material e preço, dividir o valor proporcionalmente entre os alunos para a compra dos materiais. Definição do que cada equipe vai se responsabilizar.

Exemplo de escala para maquetes:

As escalas mais comuns e são  $1/200$ ,  $1/100$ ,  $1/50$ ,  $1/25$ ,  $1/20$ ,  $1/10$ .

Exemplo de cálculo:

$1/100$  (ou 1:100) - é 1 dividido por 100, ou seja 0,01.

Se você multiplicar sua medida real por 0,01 você obterá a medida em escala:

Se o comprimento do edifício é de 12 metros:

$12 \text{ m} \times 0,01 = 0,12$ , ou seja, 12 centímetros.

ETAPA 6 / AULA 3 a 6) Com materiais já em mãos os alunos iniciarão a construção da maquete.

**AVALIAÇÃO**

É muito importante que o professor observe a participação do aluno na construção da maquete, seu interesse, criatividade, desempenho e participação conjunta. O professor deverá ponderar os aspectos qualitativos da aprendizagem do aluno. Considerar sempre que a avaliação se dá de forma contínua, permanente e cumulativa.

**DICAS**

- Registrar por meio de imagens os passos da construção da maquete para futuras apresentações ou arquivamento.

## **ETAPA 7**

### **ANÁLISE E CÁLCULO DA VIABILIDADE DO PROJETO**

#### **OBJETIVO**

Essa etapa tem como objetivo determinar a viabilidade do aproveitamento de água captada pelo telhado da escola para uso não potáveis, analisar o tempo de amortização e verificar a relação de gastos se é ou não viável a implantação da cisterna.

 Duração das atividades: 03 h/a

#### **DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES**

##### **ETAPA 7**

Essa etapa é muito importante no processo de desenvolvimento do trabalho, é a parte onde será feito o fechamento de toda pesquisa para finalizar se é viável ou não a implantação da cisterna na escola.

ETAPA 7 / AULA 1 e 2) Nessa aula serão feito o estudo de viabilidade econômica considerando os dados pluviométricos mensais da região, áreas de captação e o consumo mensal de água potável e não potável para se obter uma estimativa de gasto. Os alunos serão levados ao laboratório de informática distribuídos em equipes com suas anotações feitas no caderno para construir e organizar o fechamento da análise em tabelas e gráficos para melhor exposição ao público.

ETAPA 7 / AULA 3) Reflexão e debate em relação ao custo da implantação da cisterna o valor economizado por ano, qual o tempo para pagar a cisterna e qual economia irá gerar por mês, lembrando também dos benefícios ao meio ambiente.

## **AVALIAÇÃO**

Nessa etapa o professor pode pedir para o aluno fazer um relatório no “Diário do aluno” sobre sua participação no projeto, o que achou mais relevante para sua aprendizagem. O professor deverá levar em conta os aspectos qualitativos da aprendizagem do aluno, como seu desempenho, participação, interesse nas atividades realizadas. O professor deve considerar sempre que a avaliação se dá de forma contínua, permanente e cumulativa.

## ETAPA 8 APRESENTAÇÃO DO PROJETO PARA COMUNIDADE ESCOLAR

### OBJETIVO

Apresentar para a comunidade o trabalho finalizado do projeto de implementação, expondo as maquetes e o resultado da análise se é viável ou não a implantação de uma cisterna no Colégio Estadual General Carneiro - E.F.M.P., bem como mostrar a importância de se preservar o meio ambiente e deixar sua contribuição para as gerações futuras.

Duração das atividades: 02 h/a

### DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES ETAPA 8



Fonte: <http://publicdomainvectors.org/pt/>

Essa etapa é muito importante, momento dos alunos conscientizarem a comunidade sobre a importância de se preservar o meio ambiente e mobilizar a comunidade a apoiar o desenvolvimento do projeto assim como constatar a praticidade de se desenvolver uma cisterna na sua própria residência.

ETAPA 8 / AULA 1 e 2) Apresentação do Projeto de Intervenção Pedagógica na Escola em Modelagem Matemática na implantação de uma cisterna, e explicação de como montar uma cisterna na própria residência ou comércio, a toda comunidade escolar. Os alunos montarão no palco do pavilhão da escola as maquetes e painéis com os resultados dos dados levantados e os respectivos gráficos e se dividirão em equipe para apresentar nos 3 turnos. Apresentarão também na reunião do conselho escolar que sempre é no período da noite, podendo ser apresentado os gráficos em data show para melhor visualização.

## AVALIAÇÃO

Na avaliação dessa etapa o professor deverá ponderar os aspectos qualitativos, como o desempenho e participação de cada aluno na apresentação do trabalho.

### DICAS

- Professor envie convites aos pais dos alunos para que assistam a apresentação do trabalho.

## Referências

ARAÚJO, J. L. Educação Matemática Crítica na Formação de Pós-Graduandos em Educação Matemática. In: \_\_\_\_\_ (Org.). **Educação Matemática Crítica: reflexões e diálogos**. Belo Horizonte: Argvmentvm, 2007

BARBOSA, J.C. **Modelagem Matemática: O que é? Por que? Como?** *Veritati*, n.4, P. 73-80, 2004.

CALDEIRA, A. D. **Educação Matemática e Ambiental: um contexto de mudança**. Faculdade de Educação – FE/UnB – 1998. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000132369>. Acesso em: 23 de agosto de 2016.

MEYER, J. F. C. A.; CALDEIRA, A. D. ; MALHEIROS, A. P. S. **Modelagem em Educação Matemática**. 3ª ed. Belo Horizonte, MG: Autêntica Editora, 2013.

ONU BR – Nações Unidas no Brasil - <https://nacoesunidas.org/acao/agua/>: acessado em 02/09/2016

**PARANÁ**, Secretaria de Estado da Educação. Diretrizes Curriculares de Matemática da Educação Básica. Curitiba: SEED, 2008

RBRT – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 7, n.4, Out/Dez 2002, 75-95

SELBORNE, Lord. **A ética do uso da água Doce**: Um levantamento. Brasília: UNESCO, 2001. Tradução: Sérgio Guarish Bath.

SKOVSMOSE, Ole. **Educação Matemática crítica**: A questão da democracia; Campinas- SP: Papyrus, 2001.