

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE MATEMÁTICA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA PURA E APLICADA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO MATEMÁTICA, MÍDIAS DIGITAIS E DIDÁTICA:
TRIPÉ PARA FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA

Luís Ricardo Pôrto Pereira

**PROPOSTA DIDÁTICA PARA APLICAÇÃO PRÁTICA DO
ENSINO DA GEOMETRIA ESPACIAL**

Porto Alegre

2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE MATEMÁTICA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA PURA E APLICADA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO MATEMÁTICA, MÍDIAS DIGITAIS E DIDÁTICA:
TRIPÉ PARA FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA

Luís Ricardo Pôrto Pereira

PROPOSTA DIDÁTICA PARA APLICAÇÃO PRÁTICA DO ENSINO DA GEOMETRIA ESPACIAL

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista em Matemática, Mídias Digitais e Didática ao Departamento de Matemática Pura e Aplicada da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Dr. Vilmar Trevisan
Orientador

Profa. Dr^a. Maria Alice Gravina
Coordenadora do Curso

Porto Alegre
2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

**PROPOSTA DIDÁTICA PARA APLICAÇÃO PRÁTICA DO
ENSINO DA GEOMETRIA ESPACIAL**

Luís Ricardo Pôrto Pereira

Comissão examinadora

Prof. Dr. Vilmar Trevisan
Orientador

Prof. Dr. Cleber Bisognin

Dedico este trabalho aos meus pais (*in memoriam*), a
minha esposa e aos meus familiares

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho seria impossível sem a colaboração de algumas pessoas e instituições que, de diversas formas, deram sua contribuição em diferentes etapas. Destas, manifesto um agradecimento especial:

Aos meus pais, presentes na minha vida de uma forma indispensável, mesmo estando separados de mim pela eternidade.

A minha esposa pelo companheirismo e parceria em todos os momentos.

Aos meus familiares pelo amor incondicional.

Aos amigos de perto e de longe pela força em todos os momentos.

Aos funcionários e professores do Programa de Pós-graduação em Ensino de Matemática (PPGEnsimat) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Muito obrigada nunca será suficiente, peço a Deus que os recompense à altura.

Finalmente a Deus dirijo minha maior gratidão, mais do que me criar, deu propósito à minha vida.

“A educação é um processo social, é desenvolvimento. Não é preparação para a vida: é a própria vida.”

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo principal a aplicação prática para o ensino da Geometria Espacial, focalizando a forma dos sólidos geométricos na construção de um tanque para captação da água da chuva (cisterna). Para alcançarmos tal objetivo, fundamentamos teoricamente a escolha dos temas abordados: geometria e meio ambiente aplicando a metodologia da engenharia didática. Inicialmente, fizemos a apresentação dos personagens do trabalho e, logo em seguida, a descrição da forma como o trabalho foi desenvolvido, começando com a apresentação de elementos de sensibilização e motivação. Passamos então, a descrever a proposta de trabalho com a finalidade de introduzir um novo olhar sobre o ensino da geometria, oportunizando ao aluno a utilização de novas ferramentas que pudessem facilitar o processo ensino-aprendizagem e despertá-los para a necessidade de preservação dos recursos naturais de nosso planeta. Buscamos verificar, na prática, aplicações para os conteúdos trabalhados no 2º ano do Ensino Médio e, juntamente com a introdução das mídias digitais no cotidiano da sala de aula (utilização de softwares para desenvolver o projeto da cisterna), introduzir um novo olhar sobre a geometria, diminuindo a distância entre a matemática e o aluno. Finalmente, na análise dos resultados obtidos, fica claro que a escola é o melhor caminho para a plena conscientização e a efetivação de atitudes que revertam em favor da preservação do planeta. É fundamental desenvolver ações que estimulem isso, portanto a disciplina de matemática dá seu primeiro passo.

Palavras-chave: Geometria espacial. Meio ambiente. Preservação. Software. Novas tecnologias.

ABSTRACT

The main goal of the present work is the application of practical situations for teaching spatial geometry, focusing on the shape of geometric solids by building a tank to capture rainwater (cistern). To achieve this goal, we build a theoretical base for the choice of the topics discussed: geometry and environment. The methodology applied was didactic engineering. Initially, we made the presentation of the characters and the role of each part involved in the work, and soon after, the description of the way the work was done, starting with a motivation for a sense of awareness and then proceeded to describe the proposed work in order to introduce a new perspective on teaching of geometry, providing opportunities for students to use new tools that could facilitate the teaching-learning process and make them aware of the need to preserve natural resources of our planet. Our aim is to check in practice applications for the content worked in the 2nd year of high school, together with the introduction of digital media in everyday classroom (using software to develop the design of the cistern), leading to an attempt to introduce a new look in geometry, reducing the distance between mathematics and the student. Finally, after analyzing the results, it is clear that the School is the best way to full awareness and the improvement of attitudes in favor of preserving our planet. It is essential to develop actions that encourage these attitudes at School and the discipline of Mathematics takes its first step.

Keywords: Spatial geometry. Environment. Preservation. Software. New technologies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	34
Figura 2	34
Figura 3	34
Figura 4	35
Figura 5	36
Figura 6	36
Figura 7	36
Figura 8	37
Figura 9	37
Figura 10	37
Figura 11	37
Figura 12	40
Figura 13	41
Figura 14	56
Figura 15	56
Figura 16	56
Figura 17	56
Figura 18	56
Figura 19	56
Figura 20	57
Figura 21	57
Figura 22	57
Figura 23	57
Figura 24	57
Figura 25	57
Figura 26	57
Figura 27	57
Figura 28	58
Figura 29	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	29
----------------	----

LISTA DE SIGLAS

CORSAN.....	Companhia Rio-grandense de Saneamento
ONU	Organização das Nações Unidas
PCN.....	Parâmetros Curriculares Nacionais
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PPGEnsimat.....	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática
RDH	Relatório de Desenvolvimento Humano

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	Geometria Espacial	16
2.2	Meio Ambiente.....	20
2.3	Engenharia Didática	23
3	ENGENHARIA DIDÁTICA E SEUS RESULTADOS.....	26
3.1	Os personagens da Engenharia Didática	26
3.2	A implantação da Engenharia Didática.....	28
3.2.1	Plano pedagógico	29
3.2.2	Hipóteses prévias	30
3.2.3	Coleta de dados para descrição da prática	31
3.3	Descrição da prática e análise dos resultados	32
3.3.1	Descrição da prática.....	32
3.3.2	Análise dos resultados.....	38
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
	Anexo 1	49
	Anexo 2	56

1 INTRODUÇÃO

Esta monografia parte do princípio de que a Escola é fundamental no processo de formação do cidadão e deve preparar indivíduos que possam desenvolver plenamente suas potencialidades, bem como agregar conhecimentos que permitam sua efetiva participação nas decisões que afetam o desenvolvimento de sua comunidade. Por isso abordará a aplicação prática do ensino de geometria espacial focalizando a forma dos sólidos geométricos na resolução de problemas do cotidiano, a ser desenvolvido no 2º ano do Ensino Médio, no Instituto Estadual de Educação Aimone Soares Carriconde – Arroio Grande - RS.

Com o objetivo de contribuir para tentar amenizar o problema ambiental que as gerações futuras enfrentarão, a disciplina de matemática tentou plantar uma pequena semente no sentido de salvar o planeta, desafiando os alunos do Ensino Médio a reaproveitar a água da chuva no ambiente escolar, aplicando os conteúdos trabalhados em sala de aula no seu dia a dia.

Os objetivos da proposta dizem respeito a dois temas: geometria - estudar estruturas de captação de água de chuva para utilização no ambiente escolar, com o foco voltado para forma geométrica do tanque de capacitação (cisterna) e meio ambiente - despertar a reflexão sobre a importância da água e o problema da conservação.

A proposta didática consiste em utilizar os sólidos geométricos já estudados em Geometria Espacial - cubo, prisma, pirâmide, cilindro, cone ou esfera – para construir o projeto de uma cisterna. No desenvolvimento do trabalho o aluno deverá utilizar, pelo menos, um software de matemática dinâmica que venha a enriquecer o trabalho como ferramenta de apoio ao projeto.

O tema Geometria baseou-se na sua importância, pois é um campo cheio de possibilidades de interpretação, baseado na realidade do aluno e nas

dificuldades detectadas no processo de ensino-aprendizagem. Outro fator que inspira a utilização da Geometria é que ela contribui para o desenvolvimento do pensamento reflexivo e pode proporcionar ao aluno investigar, discutir, sintetizar e aplicar as noções matemáticas. O foco do trabalho proposto é levar o aluno a refletir sobre a escassez de água e como ele poderá contribuir para amenizar esse problema, aplicando os conhecimentos adquiridos no Ensino Médio com o ensino da Geometria Espacial.

Segundo Soares¹ (2009), a escolha desse conteúdo justifica-se pela necessidade de verificar, na prática, aplicações para os conteúdos trabalhados em sala de aula. Geometria é um campo cheio de possibilidades de interpretações, muitas vezes, vinculadas à realidade do aluno.

É importante ressaltar que a geometria tem tido muito pouco destaque nas aulas de matemática; no entanto, ela desempenha um papel fundamental no currículo, na medida em que possibilita ao aluno desenvolver um tipo de pensamento particular para compreender, descrever e representar, de forma organizada, o mundo em que vive (PCN, 1998).

Chegamos ao século XXI e percebe-se o anseio de pesquisadores e docentes de repensar o ensino da Geometria e o papel que lhes cabe no ensino de Matemática. Para Fainguelernt (1997):

[...] O renascimento e a reformulação do ensino de Geometria, não são apenas uma questão didático-pedagógica, é também epistemológica e social. A Geometria exige do aprendiz uma maneira específica de raciocinar, uma maneira de explorar e descobrir (FAINGUELERNT, 1997, p. 47).

Diante do atual contexto de desenvolvimento tecnológico, não podem passar despercebidas as contribuições que o ambiente computacional traz para a formação do pensamento geométrico.

¹ Disponível em <http://www.fisica.ufpb.br/~romero/pdf/DissertacaoHavelange.pdf>

Miskulin (1999) defende que o uso de aplicativos computacionais como Geometric Supposer, Geometer's Sketchpad e Cabri Geomètre, Logo, entre outros, possibilitam contextos propícios para o desenvolvimento de noções e conceitos geométricos.

Na era da imagem e do movimento, o ensino de geometria não pode continuar a ser ensinado como há décadas. Ensinar geometria de uma forma ideal exploraria o uso de computadores, aproveitando a experiência dos alunos que usufruem de videogames, dentre outras várias tecnologias do momento. No entanto, a escola e mesmo os professores não estão acompanhando o acentuado ritmo da tecnologia e, ainda mais, os professores não têm a formação adequada para enfrentar esse desafio (LOPES; NASSER, 2005, p. 8).

Tradicionalmente o ensino de Geometria Espacial se resume a quadro verde, a giz, a instrumentos de construção (régua, esquadros, compasso,...), a plano de aula, a livro didático, apresentando-se, muitas vezes, exemplos distantes da realidade do aluno, sendo esses fatores que desestimulam a aprendizagem.

Conforme artigo publicado em 2009², a Geometria Espacial é trabalhada, atualmente, desvinculada dos conceitos de Geometria Plana, visto que os professores pressupõem o domínio deste conteúdo pelos alunos. No entanto, deve haver relação entre os conteúdos já vistos e o proposto (MORACO, 2006).

Precisamos analisar como os alunos têm percebido e explorado os conceitos geométricos espaciais quanto à abstração e à realidade, e como eles estabelecem a relação entre conceitos e fórmulas estudadas em Geometria Espacial. Precisamos, ainda, analisar a percepção do professor quanto à aprendizagem e quanto à avaliação dos seus procedimentos metodológicos.

Segundo as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006), o estudo da Geometria deve possibilitar aos alunos o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas práticos do cotidiano, como, por exemplo, orientar-se no espaço, ler mapas, estimar e comparar distâncias percorridas, reconhecer propriedades de formas geométricas básicas, saber usar diferentes unidades de

² Disponível em http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/cd_egem/fscommand/CC/CC_49.pdf

medida. Também é um estudo em que os alunos podem ter uma oportunidade especial, com certeza não a única, de apreciar a faceta da Matemática que trata de teoremas e argumentações dedutivas. Esse estudo apresenta dois aspectos – a geometria que leva à trigonometria e à geometria para o cálculo de comprimentos, áreas e volumes (BRASIL, 2006, p.75).

Observando o cotidiano dos alunos, percebemos, claramente, que o ensino tradicional está cada vez mais distante de sua realidade. Sabidamente, os alunos estão chegando ao Ensino Médio sem os pré-requisitos básicos de geometria plana. E, ao questionar tal fato, fica nítido que esses conteúdos, quando trabalhados no Ensino Fundamental, são abordados de maneira superficial e desconectados, o que causa uma grande lacuna no processo ensino-aprendizagem.

O tema meio ambiente foi abordado pela necessidade de preservação, por uma simples razão: sobrevivência. A educação por uma vida sustentável deve começar já na pré-escola. O objetivo definido pelo Referencial Curricular Nacional é observar e explorar o meio ambiente com curiosidade, percebendo-se como ser integrante, dependente, transformador e, acima de tudo, que tem atitudes de conservação. Um trabalho educativo pode contribuir para incorporar novas técnicas aos comportamentos culturalmente cristalizados e trazer mudanças significativas na utilização dos recursos. Tais alternativas podem ser muito criativas, pouco dispendiosas e, na escola, algumas delas podem ser discutidas e implementadas, como as formas de evitar o desperdício de água e o de energia elétrica etc. A mudança de atitude passa por reverter a perspectiva de que as fontes de água, assim como o solo fértil e os outros recursos naturais são renováveis. Isso trará aos alunos a noção da importância do cuidado que devemos ter com eles, uma vez que são fundamentais para a sobrevivência dos seres humanos, das demais formas de vida e para outros usos da sociedade moderna.

Vale lembrar que apesar das campanhas realizadas pela mídia, o melhor caminho para a plena conscientização e a efetivação de atitudes que revertam em favor da economia de água começa com o trabalho nas escolas. O pior de tudo é que muito pouco ou praticamente nada tem sido feito no setor para

conscientizar as crianças e os adolescentes da necessidade de controlar o consumo de água em casa.

Quando isso ocorre, a reação das crianças e dos adolescentes é estimulante. Eles normalmente se apegam tanto aos ensinamentos e demonstram tão grande consciência quanto ao valor e à importância da água para a vida de todos que, invariavelmente, passam a fiscalizar o comportamento dos pais e demais adultos, cobrando maior responsabilidade e economia no consumo desse recurso tão valioso.

Infere-se, então, que, talvez, a nossa maior chance de não morrer de sede esteja nas mãos de nossas crianças...

Para o desenvolvimento do trabalho foi utilizado o procedimento denominado “Engenharia Didática”, termo emprestado da metodologia de pesquisa, criado pelos autores franceses da área da Educação Matemática - um modo de organização da prática pedagógica que envolve os estudantes como coautores de suas aprendizagens através de etapas, tais como: escolha do tema, formulação de objetivos do trabalho, pesquisa, planejamento, análise das condições para ser desenvolvido, plano para mostrar resultados e avaliação.

O presente trabalho está organizado em quatro capítulos. No capítulo 1 é apresentada a Introdução do trabalho; no capítulo 2, a Fundamentação teórica, dividida em três subitens - Geometria Espacial, Meio Ambiente e Engenharia Didática; no capítulo 3, o relato da Engenharia Didática, dividido em três subitens, sendo o primeiro a apresentação dos personagens envolvidos na Engenharia, o segundo apresenta a descrição da Engenharia e sua implantação, e o terceiro traz a descrição prática da Engenharia e a análise dos resultados e, finalmente, no capítulo 4 são apresentadas as Considerações Finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Geometria Espacial

[...] “Melhor que o estudo do espaço, a geometria é a investigação do ‘espaço intelectual’, já que, embora comece com a visão, ela caminha em direção ao pensamento, indo do que pode ser percebido para o que pode ser concebido”.
(WHEELER)

Segundo Soares³ (2009), a escolha de Geometria Espacial justifica-se pela necessidade de verificar na prática, aplicações para os conteúdos trabalhados em sala de aula. Geometria é um campo cheio de possibilidades de interpretações, muitas vezes vinculadas à realidade do aluno.

Por que ensinar Geometria? Qual a importância em aprender-se Geometria? Talvez a resposta mais imediata fosse: a Geometria está em toda parte, visto que lidamos em nosso dia a dia com ideias de paralelismo, de congruência, de semelhança, de medição, de simetria, de área, de volume e muitas outras. É claro que os aspectos utilitários da Geometria são importantes, mas para Fonseca (2001)

[...] é possível e desejável, todavia, que o argumento da utilização da Geometria na vida cotidiana, profissional ou escolar permita e desencadeie o reconhecimento de que sua importância ultrapasse esse seu uso imediato para ligar-se a aspectos mais formativos (p. 92).

Muitos autores, como Pavanello (1995), apontam a Geometria como sendo o ramo da Matemática mais adequado para o desenvolvimento de capacidades intelectuais, tais como a percepção espacial, a criatividade, o raciocínio hipotético-dedutivo. Destaca ainda a autora que não se pode negar que

[...] a Geometria oferece um maior número de situações nas quais o aluno pode exercitar sua criatividade ao interagir com as propriedades dos objetos, ao manipular e construir figuras, ao observar suas características, compará-las, associá-las de diferentes modos, ao conceber maneiras de representá-las.

³ Disponível em <http://www.fisica.ufpb.br/~romero/pdf/DissertacaoHavelange.pdf>

Também segundo Deguire (1994,) é possível citar muitas razões para que se estude Geometria nas séries iniciais e no Ensino Médio. Uma delas é a oportunidade que a Geometria oferece de “ensinar a resolver problemas” e “ensinar para resolver problemas”,

[...] ensinar a resolver problemas ultrapassa a mera resolução de problemas para incluir a reflexão sobre processos de resolução, objetivando coligir estratégias de resolução de problemas que poderão ser úteis posteriormente; ensinar para resolver problemas envolve o ensino do conteúdo de uma maneira significativa, de modo que passe a ser utilizado em outros problemas e aprendizados. Uma maneira, pelo menos, de ensinar para resolver problemas consiste em desenvolver o conteúdo a partir de episódios de resolução de problemas (DEGUIRE, 1994, p. 73).

Para nós fica evidente que quando o professor trabalha com resolução de problemas, propicia uma motivação aos alunos e não uma passividade promovida pelos problemas do tipo “siga o modelo”.

Segundo Balomenos et al (1994), são cada vez maiores os indícios de que as dificuldades de nossos alunos em cálculo devem-se a uma formação deficiente em Geometria. Os autores sugerem que se amplie o papel da geometria na escola, pois seu estudo propiciará a prontidão para o cálculo e desenvolverá a visualização espacial.

É importante ressaltar que a geometria tem tido muito pouco destaque nas aulas de matemática, no entanto, ela desempenha um papel fundamental no currículo, na medida em que possibilita ao aluno desenvolver um tipo de pensamento particular para compreender, descrever e representar, de forma organizada, o mundo em que vive (PCN, 1998).

Segundo Sandra Fassio⁴, o estudo da geometria ajuda os alunos a representarem e darem significado ao mundo, através das relações entre os modelos geométricos criados e/ou manipulados, possibilitando a compreensão de

⁴ Disponível em http://ebrapem.mat.br/inscricoes/trabalhos/GT06_fassio_TA.pdf

representações abstratas. Disso, concluímos o quanto seu ensino é relevante para a compreensão da matemática.

Nessa perspectiva, entendemos que atividades de construção, desenho, visualização, comparação, transformação, discussão de ideias, conjecturas e elaboração de hipóteses podem facilitar o acesso à estrutura lógica e à demonstração de conceitos geométricos.

São inúmeros os educadores e pensadores que evidenciam a importância do uso de materiais manipulativos para a aprendizagem. Sendo assim, os materiais manipuláveis são caracterizados pelo envolvimento físico dos alunos numa situação de aprendizagem ativa. Dessa maneira, “esses materiais funcionam como uma primeira forma de representação dos conceitos” (PASSOS, 2006, p. 81).

Trabalhar com as inovações educacionais, envolvendo diversos materiais manipuláveis, pressupõe uma mudança na prática docente, e essas mudanças geram incerteza. Para Borba e Penteado (2007), alguns professores procuram caminhar numa zona de conforto, em que quase tudo é conhecido, previsível e controlável. Os professores, em geral, não se movimentam em direção a um território desconhecido. Porém, alguns reconhecem que a forma como estão atuando não favorece a aprendizagem dos alunos. Mesmo assim, no nível de sua prática, não conseguem mudar para algo que não os agrada, continuando com uma prática já cristalizada. Esses professores nunca avançam para uma zona de riscos, na qual é preciso avaliar as consequências das ações propostas.

Diante do atual contexto de desenvolvimento tecnológico, não podem passar despercebidas as contribuições que o ambiente computacional traz para a formação do pensamento geométrico. Uma questão relevante a ser abordada, quando se discute o reconhecimento de representações bidimensionais, diz respeito aos objetos geométricos representados na tela do computador, já que o acentuado uso desse recurso – presente constantemente no dia a dia do aluno - fornece aos professores e aos pesquisadores novos ambientes para o ensino da geometria.

Miskulin (1999) defende que o uso de aplicativos computacionais como Geometric Supposer, Geometer's Sketchpad e Cabri Geomètre, Logo, entre outros,

possibilitam contextos propícios para o desenvolvimento de noções e conceitos geométricos. Segundo a autora, esses contextos podem ser utilizados para criar ambientes exploratórios em matemática, mais especificamente em geometria. Em contrapartida, a autora alerta que, apesar do aspecto tridimensional dos objetos representados na tela, eles são representações planas de objetos espaciais. A autora em questão investigou possibilidades didático-cognitivas do Logo tridimensional na exploração pedagógica de conceitos geométricos, revelando que as situações-problema trabalhadas, concebidas como atividades de “design”, constituíram-se em contextos favoráveis aos sujeitos pesquisados.

Na era da imagem e do movimento, o ensino de geometria não pode continuar a ser ensinado como há décadas. Ensinar geometria de uma forma ideal exploraria o uso de computadores, aproveitando a experiência dos alunos que usufruem de videogames, dentre outras várias tecnologias do momento. No entanto, a escola e mesmo os professores não estão acompanhando o mesmo ritmo da tecnologia e, ainda mais, os professores não possuem formação adequada para enfrentar esse desafio (LOPES; NASSER, 2005, p. 8).

Tradicionalmente o ensino de Geometria Espacial se resume a quadro verde, a giz, a instrumentos de construção (régua, esquadros, compasso,...), a plano de aula, a livro didático, pois, muitas vezes, o professor apresenta exemplos distantes da realidade do aluno, gerando o desestímulo à aprendizagem; os discentes estão presos a fórmulas e não conseguem relacionar conceitos, identificar os elementos do sólido ou ainda estabelecer relação entre dois sólidos, devendo-se isso, muitas vezes, a deficiências de conceitos básicos da Geometria Plana e também às dificuldades conceituais dos próprios professores em conceitos básicos da Geometria Plana e mesmo da Geometria Espacial. Krutetsky (1976) ressalta que todos os sujeitos normais podem com mais ou menos dificuldade, aprender a Matemática escolar. Com isso podem aprender a Geometria do Ensino Médio, embora não se possa generalizar e exigir que todos os alunos desenvolvam a habilidade espacial na mesma forma e no mesmo período de tempo.

Para Hoffer (1981), as deficiências relacionadas à geometria são decorrentes de alguns fatores: ausência de trabalho com a Geometria de posição;

ausência de trabalho com o Desenho Geométrico; desvalorização, por parte de muitos professores, das representações bidimensionais e tridimensionais de figuras geométricas, com a valorização da aprendizagem mecânica de conceitos e princípios geométricos; ausência de trabalho com a Geometria Espacial Métrica, em que os alunos são levados ao estudo dos poliedros e corpos redondos e têm a possibilidade de fazer suas representações planas; e ausência, na maioria das escolas, de um trabalho com a percepção, que, segundo Sternberg (2000), auxilia na representação mental dos objetos.

Percebe-se que a geometria, quando trabalhada no Ensino Fundamental, é abordada de maneira superficial e desconectada da realidade, o que causa uma grande lacuna no processo ensino-aprendizagem.

A partir de nossa experiência profissional, podemos afirmar que os alunos do Ensino Médio apresentam grandes dificuldades em compreender alguns conceitos e, conseqüentemente, não conseguem dominar o conteúdo, principalmente quando nos referimos à compreensão de unidades de medida, pois desconhecem área das figuras planas, não sabendo o que é aresta, não sabendo o que é vértice; apresentam, também, sérias dificuldades em aplicar as relações... No entanto, concluímos que o principal obstáculo do ensino e compreensão da matemática é a distância entre a sala de aula e a realidade do aluno.

2.2 Meio ambiente

Nos últimos séculos, alicerçado na industrialização, o modelo de civilização - cuja base é a produção e o consumo em larga escala - se impôs, visto que a utilização global dos recursos naturais se faz necessária para mantê-lo. Tal fato desencadeia um processo de exploração da natureza, responsável por boa parte da destruição dos recursos naturais a ponto de pôr em risco a sua renovabilidade. Por conseguinte, urge a necessidade de entender mais sobre os limites da renovabilidade de recursos tão básicos como a água, por exemplo.

[...] Recursos não-renováveis, como o petróleo, ameaçam escassear. De onde se retirava uma árvore, agora se retiram centenas. Onde moravam algumas famílias, consumindo escassa quantidade de água e produzindo poucos detritos, agora moram milhões de famílias, exigindo a manutenção de imensos mananciais e gerando milhares de toneladas de lixo por dia (PCN – Temas Transversais – BRASIL, 1998, p.174).

Segundo o RDH - Relatório de Desenvolvimento Humano (PNUD - ONU, nov. 2006), cerca de 1,1 bilhão de pessoas não têm acesso à água tratada no mundo. Por volta de 2,6 bilhões não têm instalações básicas de saneamento (maioria dessa população vivendo na África e na Ásia), metade dos leitos hospitalares é ocupado por doenças causadas pelo uso de água imprópria, e a diarreia tira a vida de 4.900 crianças menores de cinco anos por dia.

[...] Os seres humanos não são intrinsecamente “bons” nem “maus”, mas são capazes tanto de grandes gestos construtivos e de generosidade quanto de egoísmo e de destruição. No entanto, a sociedade humana só é viável quando o comportamento das pessoas se baseia na ética. Sem ela, não é possível a convivência. E, sem convivência, sem vida em comum, não há possibilidade de existência de qualquer sociedade humana, muito menos de uma sociedade saudável. Um grande equívoco seria associar qualidade de vida somente com riqueza material. A qualidade de vida está diretamente vinculada à qualidade da água que se bebe, do ar que se respira, dos alimentos que se consome e da saúde que se obtém por meio desse conjunto. Sem isso, de nada adiantará toda a riqueza (PCN – Temas Transversais – BRASIL, 1998, p.184).

Enquanto um habitante de Moçambique usa, em média, menos de 10 litros de água por dia, um europeu consome entre 200 e 300 litros, e um norte-americano, 575 (50 litros só nas descargas). Cada pessoa deveria ter disponíveis ao menos 20 litros de água para consumo, por dia. A água está distribuída pelo planeta de forma desigual. Vários países da África e Oriente Médio já não têm água. De toda a água doce disponível no planeta, aproximadamente 13,7 % estão no Brasil.

[...] É importante, por exemplo, que, ao observar a água de um riacho ou a que sai de uma torneira, os alunos se perguntem de onde ela vem, por onde passou e aonde chegará e reflitam sobre as consequências desse fluxo a curto e longo prazos, na sua vida e na natureza, e, acima de tudo, saibam que a qualidade dessa água está diretamente relacionada com as ações do ser humano (PCN – Temas Transversais – BRASIL, 1998, p.205).

A poluição ambiental é um dos principais fatores que colaboram com a degradação dos recursos hídricos do país. Os rios são poluídos por agrotóxicos, resíduos industriais, resíduos de lixões e lançamento de esgoto doméstico sem tratamento. Desmatamento das margens dos rios faz com que o solo fique desprotegido e sem árvores, logo a água das chuvas escoar rapidamente para os rios, causando enchentes e arrastando detritos que podem obstruir o seu leito. Favelas e loteamentos clandestinos crescem às margens dos rios e represas, poluindo os reservatórios e ameaçando a saúde de todos.

O conhecimento de formas de aproveitamento e utilização da água pelos diferentes grupos humanos; a compreensão da interferência dos fatores físicos e socioeconômicos nas relações entre ecossistemas; a construção da noção de bacia hidrográfica e a identificação de como se situa a escola, o bairro e a região com relação ao sistema de drenagem, condições de relevo e áreas verdes; o conhecimento das condições de vida nos oceanos e sua relação com a qualidade da água dos rios permitem aos alunos o entendimento da complexidade da questão da água e sua historicidade, como também a necessidade desse recurso para a vida em geral e os processos vitais mais importantes dos quais ela faz parte.

O Brasil possui a maior reserva de água doce do mundo, porém, também é um grande desperdiçador de água potável, já que parte do líquido tratado que sai das redes distribuidoras não chega ao consumidor final por motivo de vazamento ou redes clandestinas. A água sai através de tubulações e canos mal conservados que se rompem ou é desviada.

Um trabalho educativo pode contribuir para incorporar novas técnicas aos comportamentos culturalmente cristalizados e trazer mudanças significativas na utilização dos recursos. Tais alternativas podem ser muito criativas, pouco dispendiosas e, na escola, algumas delas podem ser discutidas e implementadas, como as formas de evitar o desperdício de água e de energia elétrica etc. A mudança de atitude passa por reverter a perspectiva de que as fontes de água, assim como o solo fértil e os outros recursos naturais, são renováveis. Isso trará aos alunos a noção da importância do cuidado que devemos ter com eles, uma vez que

são fundamentais para a sobrevivência dos seres humanos, das demais formas de vida e para outros usos da sociedade moderna.

2.3 Engenharia Didática

Engenharia didática⁵ (em francês: Ingénierie didactique) é uma metodologia de pesquisa e teoria educacional elaborada no início da década de 1980 para trabalhos de Educação Matemática. Concebe o trabalho do pesquisador similar ao de um engenheiro subdividindo os componentes em sala de aula, com o uso das sequências didáticas. O termo pode, também, ser usado para designar a aplicação planejada de uma sequência didática em um grupo de alunos. Entre os estudiosos do tema, destaca-se a pesquisadora francesa Michèle Artigue. Para a aplicação desta metodologia é necessário cumprir etapas: análise preliminar, concepção e análise *a priori* das situações da engenharia didática, experimentação e análise *a posteriori* e validação.

A noção de Engenharia Didática emergiu na Didática da Matemática (enfoque da didática francesa) no início dos anos 80. Segundo Artigue (1988), é uma forma de trabalho didático comparável ao trabalho do engenheiro que, para realizar um projeto, se apoia em conhecimentos científicos de seu domínio, aceita se submeter a um controle de tipo científico, mas, ao mesmo tempo, é obrigado a trabalhar objetos mais complexos que os objetos depurados da ciência.

A Engenharia Didática, vista como metodologia de pesquisa, caracteriza-se, em primeiro lugar, por um esquema experimental baseado em "realizações didáticas" em sala de aula, isto é, na concepção, realização, observação e análise de sessões de ensino. Caracteriza-se também como pesquisa experimental pelo registro em que se situa e modo de validação que lhe são associados: a comparação entre análise *a priori* e análise *a posteriori*. Tal tipo de validação é uma das singularidades dessa metodologia, por ser feita internamente, sem a necessidade de aplicação de um pré-teste ou de um pós-teste.

⁵ Disponível em http://pt.wikipedia.org/wiki/Engenharia_did%C3%A1tica

A Engenharia Didática pode ser utilizada em pesquisas que estudam os processos de ensino e aprendizagem de um dado conceito e, em particular, a elaboração de gêneses artificiais para um dado conceito. Esse tipo de pesquisa difere daquelas que são transversais aos conteúdos, mesmo que seu suporte seja o ensino de certo objeto matemático (um saber ou um saber-fazer).

Segundo Françoise⁶, repensar as metodologias que não vêm dando certo, mas que, mesmo assim, continuam sendo empregadas no ensino de matemática é de fundamental importância porque ajuda a ressignificar a aprendizagem desta ciência tão temida pelas pessoas. Não dá mais para continuar estudando sem compreender o que está sendo apresentado; os alunos precisam ter acesso aos conhecimentos compreendendo a sua essência, daí a necessidade de se buscar novas metodologias de ensino que proporcionem um verdadeiro aprendizado.

Nesse sentido, a Engenharia Didática se apresenta como abordagem formadora da prática educativa do professor à medida que permite investigar a sua própria ação na sala de aula. Esse processo de investigação da própria prática é de fundamental importância para a formação do professor por lhe possibilitar uma ampliação dos saberes que ensina, já que necessita agir criticamente sobre este, buscando a sua verdadeira compreensão.

Além da Engenharia Didática se mostrar viável para a própria formação do professor, essa ciência, ao ser empregada em sala de aula, comporta-se como um agente facilitador do processo de aprendizagem por permitir aos alunos a construção do conhecimento via reflexões realizadas sobre os objetos estudados. O professor é peça fundamental na construção e emprego de novas abordagens metodológicas para o ensino, pois cabe a ele conduzir o processo de ensino e aprendizagem motivando os alunos a desenvolverem um fazer matemático consciente diante do objeto em estudo. Os alunos necessitam do emprego de novas abordagens metodológicas no ensino, tendo em vista não estarem tendo rendimento escolar satisfatório diante da forma como vêm sendo ensinados.

⁶ Disponível em http://www.sbem.com.br/files/ix_enem/Comunicacao_Cientifica/Trabalhos/CC63265869253T.doc

Portanto, é diante da necessidade de se redimensionar a forma como o ensino de matemática vem sendo desenvolvido que a Engenharia Didática se apresenta como um referencial metodológico que proporciona a construção do saber matemático via processo de reflexão sobre as práticas educativas implementadas.

3 A ENGENHARIA DIDÁTICA E SEUS RESULTADOS

3.1 Os personagens da Engenharia Didática

Em 2002, concluímos o Curso de Graduação em Matemática – Licenciatura Plena na Universidade Católica de Pelotas – RS, mas o contato com o ensino de Matemática começou em 1991, quando ingressamos na rede estadual de ensino como contrato emergencial, no município de Arroio Grande, onde permanecemos trabalhando como professor até a presente data. Na busca permanente de qualificação, em 2009, ingressamos no Curso de Especialização em Matemática, Mídias Digitais e Didática no qual tivemos contato e conhecimento de diferentes recursos tecnológicos e metodologias para o ensino, que ainda não havíamos aplicado em sala de aula. Como professor de Matemática, trabalhando 40h, nos turnos da manhã e noite, atendemos as três séries do Ensino Médio (1º, 2º e 3º anos) do Instituto Estadual de Educação Aimone Soares Carriconde, maior escola do Município, localizada na zona central de Arroio Grande, sendo a única que oferece Ensino Médio durante o dia, por isso recebe alunos provenientes da rede particular, municipal e estadual de ensino.

A Escola ocupa um quarteirão inteiro e conta com dois prédios e um amplo pátio, assim distribuídos: sala para os professores, sala para o setor pedagógico, sala para direção, secretaria, sala de recreação, cozinha, sala de recursos humanos, laboratório (química e física), refeitório, almoxarifado, sala para SOE (Serviço de Orientação Educacional), auditório, biblioteca, sala onde funciona a rádio da Escola, 17 salas de aula, banheiros, laboratórios de informática, sala de áudio visual e pátio com quadras poliesportivas oferecendo amplo espaço de convivência para os educandos.

São compromissos da Escola: irradiar a cultura, o esporte, o lazer, incentivando todas as manifestações artísticas, esportivas e culturais. Atualmente, a fim de consolidar seu projeto educacional a Escola conta com 71 professores e 11 funcionários para atender um total de 977 alunos. Oferece Ensino Fundamental,

Ensino Médio, Curso Técnico em Gestão Administrativa e Curso Técnico em Informática, com o funcionamento dividido em três turnos: manhã – das 7h às 12h15min – divididos em 6 períodos de 45min – atende a 457 alunos de Ensino Médio; tarde – das 13h às 17h20min – divididos em 5 períodos de 50min – atende a 282 alunos de Ensino Fundamental e noite – das 19h às 23h15min – divididos em 5 períodos de 45min – atende a 152 alunos de Ensino Médio e 86 alunos de cursos técnicos nas áreas de Informática e Gestão Administrativa.

A Escola tem como objetivo geral se tornar um espaço de construção do conhecimento na busca de transformações, já o Ensino Médio objetiva desenvolver a socialização dos educados e a formação da consciência crítica tendo em vista a continuidade de seus estudos e a participação na construção de uma sociedade produtiva. Por sua vez, a disciplina de matemática apresenta como meta desenvolver as capacidades de raciocínio e resolução de problemas do aluno, utilizando ferramentas matemáticas para formar uma opinião própria que lhe permita expressar-se criticamente sobre problemas da Matemática, das outras áreas do conhecimento e da atualidade, utilizando-os na interpretação da ciência, na atividade tecnológica e nas atividades cotidianas, promovendo a realização pessoal mediante o sentimento de segurança em relação às suas capacidades.

Com o foco na formação do cidadão, a Escola recebe alunos das três redes de ensino, das mais diversas faixas etárias, por isso se divide em turmas completamente heterogêneas, especialmente o Ensino Médio que recebe alunos provenientes da zona urbana e rural do Município, com grande parte destes, dependendo de transporte escolar para se deslocar do interior até a Escola. Embora o transporte escolar seja disponibilizado de forma gratuita pelo Município, existe uma grande evasão dos alunos da zona rural, devido às grandes distâncias que precisam percorrer diariamente, dada a grande extensão territorial do Município.

Arroio Grande é um dos maiores municípios (em extensão territorial) do Rio Grande do Sul, localizado na Zona Sul. A cidade está situada na região da Lagoa Mirim, parte mais meridional do Brasil, destacando-se na paisagem as culturas de arroz e de soja, a pecuária e o florestamento. Localizada na rota do

MERCOSUL, às margens da BR116, a 357 km da capital Porto Alegre, vive a expectativa de um grande desenvolvimento para os próximos anos.

Arroio Grande é um dos maiores produtores de arroz do Estado. Seu solo e subsolo de qualidade excepcional, nas terras altas e nas planícies, garantem um futuro promissor para diversificação agrícola alternada com áreas de florestamento. Então, em vista disso, é papel fundamental da Escola participar ativamente na formação do aluno cidadão, crítico, agente do processo histórico, integrante e transformador do meio em que vive.

3.2 A implantação da Engenharia Didática

Este trabalho é norteado com base na metodologia da Engenharia Didática, um modo de organização da prática pedagógica que envolve os estudantes como coautores de suas aprendizagens. Tal metodologia gera a necessidade e a possibilidade de organizar os conteúdos de forma a lhes conferir significado, seguindo algumas etapas, tais como: escolha do tema, formulação de objetivos do trabalho, pesquisa, planejamento, análise das condições para ser desenvolvido, plano para mostrar resultados e avaliação.

Para implantação da Engenharia procurou-se um tema com potencial para despertar (e manter) a atenção dos seus alunos e contribuir para ampliar o conhecimento deles, não só sobre Matemática, mas sobre o mundo e o meio ambiente. Trata-se da questão da preservação da água e parte de um problema matemático: **Onde armazenar água da chuva?**

Tratando das questões da água, abordamos também geometria, focalizando a forma dos sólidos geométricos. A experiência foi desenvolvida no 2º ano do Ensino Médio, no Instituto Estadual de Educação Aimone Soares Carricone, município de Arroio Grande, estado do Rio Grande do Sul, com base em dois temas: meio ambiente: despertar a reflexão sobre a importância da água e o problema da conservação, e geometria espacial: estudar estruturas de captação de água de

chuva para utilização no ambiente escolar, com o foco voltado para forma geométrica do tanque de capacitação (cisterna).

Na pesquisa prévia, procuramos informações a respeito do tema escolhido em diferentes fontes (jornais, livros, revistas, Internet, filmes, etc.), depois de selecionados alguns, apresentamos aos alunos como elementos de sensibilização e motivação para realização do trabalho (anexo 1 – texto 1 e 2).

Lançamos, então, a seguinte proposta didática: utilizar os sólidos geométricos já estudados em Geometria Espacial - cubo, prisma, pirâmide, cilindro, cone ou esfera – para construir o projeto de uma cisterna levando em consideração o seguinte aspecto: a captação de água da chuva para atender as necessidades de consumo da Escola. No desenvolvimento do trabalho o aluno deverá utilizar, pelo menos, um dos recursos listados a seguir ou algum outro software de matemática dinâmica que venha a enriquecer o trabalho como ferramenta de apoio ao projeto: Geogebra, Geometria Interactive Geometry Software⁷, Uma Pletora de Poliedros⁸, Mathopenref⁹, Converterworld¹⁰ e Sketchup.

3.2.1 Plano pedagógico

Aplicação	Objetivo	Ação	Recursos
De 16 a 18 de novembro de 2009	Conscientizar o aluno para a necessidade de preservação do meio ambiente e buscar estratégias sustentáveis para o consumo dos recursos naturais. Discutir formas de captação da água e sua relação com sólidos geométricos.	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar o tema proposto pela engenharia. - Detectar quais os principais problemas questionados pela turma relacionados ao assunto. - Organizá-los em grupos. - Sorteio dos sólidos geométricos 	<ul style="list-style-type: none"> - Debate em sala de aula - Textos no anexo 1.

⁷ Disponível em <http://geocentral.net/geometria/en/Demo.html>

⁸ Disponível em <http://www.uff.br/cdme/pdp/pdp-html/pdp-br.html>

⁹ Disponível em <http://www.mathopenref.com/cubevolume.html>

¹⁰ Disponível em <http://www.convertworld.com/pt/>

19 e 20 de novembro de 2009	Reunir informações para o desenvolvimento do projeto.	Buscar subsídios para elaboração do Projeto. Coletar dados sobre a realidade do consumo mensal de água da Escola. Conhecer uma cisterna.	- Pesquisa; - Entrevistas;
De 21 a 24 de novembro de 2009	Reconhecer os conceitos trabalhados em sala de aula para aplicar na prática.	Elaboração do Projeto colocando em prática os conhecimentos adquiridos em sala de aula	- Caderno; - Lápis e borracha; - Régua e esquadro; - Trena; - Compasso; - Calculadora. - Computador; - Softwares.
De 25 a 28 de novembro de 2009	Tecer conclusões a partir da prática desenvolvida	Apresentar os projetos, responder às questões levantadas no 1º debate e relatar as conclusões sobre a prática.	- Computador; - Data show; - Softwares de apoio.

Tabela 1 – Plano Pedagógico

Visando proporcionar a integração dos alunos e levando em consideração a escassez dos recursos tecnológicos da Escola, o trabalho foi desenvolvido em grupo, pois a troca de informações e as discussões são elementos fundamentais para o processo de ensino-aprendizagem.

Os objetivos da proposta dizem respeito a dois temas: geometria - estudar estruturas de captação de água de chuva para utilização no ambiente escolar, com o foco voltado para forma geométrica do tanque de capacitação (cisterna) e meio ambiente - despertar a reflexão sobre a importância da água e o problema da conservação. O trabalho tem potencial para desenvolver reflexões sobre a preservação do meio ambiente e plantar, dentro da própria Instituição de ensino, uma pequena semente que preservará o planeta.

3.2.2 Hipóteses prévias

Hipótese 1: Pressuposição de que os alunos aceitassem o tema disparador e se interessassem pelo desenvolvimento do trabalho, uma vez que uma nova metodologia seria aplicada;

Hipótese 2: Pressuposição de que os alunos não tivessem dificuldades em levantar os dados para a engenharia, pois existe vasto material para pesquisa via internet;

Hipótese 3: Pressuposição de que os alunos não encontrassem grandes dificuldades para se familiarizar com os softwares sugeridos, partindo do princípio de que hoje em dia informática é de domínio de todos;

Hipótese 4: Pressuposição de que o tempo estimado de 16/11 a 28/11/2009 fosse suficiente para a realização da atividade proposta;

Hipótese 5: Pressuposição de que os alunos dominassem o conteúdo já visto em Geometria Espacial;

Hipótese 6: Pressuposição de que ao desenvolver o trabalho, os alunos pudessem se apropriar corretamente dos princípios desta reflexão levando para seu cotidiano a necessidade de zelar pelos recursos naturais preservando o meio ambiente.

3.2.3 Coleta de dados para descrição da prática

O procedimento de coleta de dados se deu da seguinte forma: observação de todas as atividades, coleta de material escrito pelos alunos, realização de vídeos das apresentações, registro fotográfico do processo de construção das atividades e registro no diário de classe;

3.3. Descrição da prática e análise dos resultados

3.3.1 Descrição da prática

Neste capítulo, descrevemos cada etapa do plano pedagógico vinculado ao desenvolvimento da Engenharia, analisando os objetivos previamente colocados.

De 16 a 18/11/2009 – 1ª etapa: Apresentação do projeto para as cinco turmas de 2º ano do Ensino Médio do Instituto Estadual de Educação Aimone Soares Carriconde, num total de 145 alunos.

Inicialmente, apresentamos aos alunos dois textos (anexo 1 – texto 1 e 2) como elementos de sensibilização e motivação para realização do trabalho. Após, em sala de aula, apresentamos aos alunos a proposta para elaboração da prática pedagógica (texto base).

TEXTO BASE

Onde armazenar água da chuva?

Para solucionar os problemas levantados em sala de aula, após a leitura dos textos citados acima, no que diz respeito à armazenagem de água da chuva, estamos propondo a elaboração de um projeto de captação de água com o foco no tanque de capacitação colocando em prática os ensinamentos do conteúdo de Geometria Espacial já visto pelas turmas do 2º Ensino Médio.

Captação de água¹¹

De acordo com pesquisas realizadas, a água da chuva coletada pode ser utilizada, na maioria das vezes, em descarga de vasos sanitários, torneiras de jardins, lavagem de roupas, de calçadas e de automóveis. Através de sistemas de captação da água pluvial é possível reduzir o consumo de água potável, minimizar

¹¹Disponível em http://www.ufsm.br/engcivil/TCC/2008/II_Semestre/13_Fabio_Mari_malqui.pdf

alagamentos, enchentes, racionamentos de água e preservar o meio ambiente reduzindo a escassez dos recursos hídricos.

Como funciona a captação de água da chuva?

1. A Água da Chuva é captada pela calha e direcionada ao sistema de filtragem.

2. A água filtrada é direcionada para a cisterna, e uma pequena quantidade de água leva embora folhas e partículas maiores para a rede pluvial.

3. A água é succionada da cisterna pelo conjunto boia-mangueira, sempre próximo à superfície (água mais limpa), sendo enviada para uma caixa d'água exclusiva, de onde é direcionada para o uso. Se faltar água da chuva, é prevista uma alimentação através da água da rede para alimentar o sistema.

Apresentamos a ideia principal do trabalho para as turmas, debatemos o assunto e, analisando os problemas levantados pelos alunos, chegamos ao seguinte problema disparador: ***Onde armazenar água da chuva? Como armazenar água da chuva?***

Apenas 70 alunos (48% do total) demonstraram interesse em participar do Projeto, sendo, então, divididos em 14 grupos de cinco elementos. Após, sorteamos os sólidos geométricos que cada grupo deveria usar na construção da cisterna (cubo, prisma, pirâmide, cilindro, cone ou esfera).

De 19 a 20/11/2009 – 2ª etapa: Coleta de dados para elaboração do Projeto de captação de água da chuva para o Instituto Estadual de Educação Aimone Soares Carriconde.

Nessa 2ª etapa, os alunos buscaram subsídios para elaboração do projeto, com visita à CORSAN (figuras 1, 3 e 4) para colher informações sobre e pesquisa na internet sobre projeto de cisterna (figura 2).

Duas alunas ficaram encarregadas de buscar junto à CORSAN os dados sobre o volume de água que a Escola consome por mês. A visita aconteceu

no dia 19 de novembro, no turno inverso ao escolar (turno da tarde), com deslocamento a pé, devido à proximidade da Escola e do órgão de saneamento básico. Devido ao fato de tratar-se uma instituição estadual (Escola), tendo sua leitura de consumo água no hidrômetro levado diretamente para CORSAN, para que o valor seja cobrado diretamente nas contas do Estado, foi necessário aguardar cerca de 1 hora para que a CORSAN disponibilizasse o relatório do consumo d'água na Escola em seus dois prédios; enquanto isso, os demais membros dos grupos encarregavam-se da pesquisa sobre projeto de construção de uma cisterna.



Figura 1 – Visita à CORSAN



Figura 2 – Pesquisa na INTERNET

COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO		Sistema Comercial Integrado - SCI		Data: 12/11/2009										
CORSAN		MEDIÇÃO - LEITURAS E CONSUMOS DO IMÓVEL		Hora: 11:24										
				Página: 1										
				Relatório: SCI8730										
Matrícula:	0001983930-8	E.E.AIMONE SOARES CARRICONDE-I E II GRAU		N.º:	0									
Logradouro:	2. Rua. DOM PEDRO II			Atendimento:	Água									
Localização:	014.001.100.2005			Tipo Cobrança:	Normal									
Classe:	Normal			Ligação:	Ativa									
Cons. Estimado:	20	Grupo Faturamento:	2	Hidrômetro: A04N516038										
Tarifa		Categorias		Econ. Água		Econ. Esgoto								
Público		PUB		1		0								
Comp.	Dt. Leitura	Origem Leitura	Leitura	Cs. Medido	Cons. Fat.	Tp Cs Fat.	Ocor. Div.	Inf. Adic.	Md Mensal	Situação	Valor Vencto.	Pagmto.	Cons. Md.	
		Hidrômetro	Medida Faturada											
11/2009	4/11/2009	A04N516038	1926	1926	15	15	Lido		14	Pendente	105,53	16/11/2009	Sim	
10/2009	6/10/2009	A04N516038	1911	1911	21	21	Lido		14	Pendente	126,77	14/11/2009	Sim	
09/2009	2/9/2009	A04N516038	1890	1890	7	7	Lido		16	Pendente	77,21	14/10/2009	Sim	
08/2009	3/8/2009	A04N516038	1883	1883	4	4	Lido		16	Pendente	66,59	14/9/2009	Sim	
07/2009	3/7/2009	A04N516038	1879	1879	12	12	Lido		18	Pendente	94,91	14/8/2009	Sim	
06/2009	3/6/2009	A04N516038	1867	1867	22	22	Lido		17	Quitada	126,73	14/7/2009	27/7/2009	Sim
05/2009	4/5/2009	A04N516038	1845	1845	18	18	Lido		17	Quitada	110,88	14/6/2009	19/6/2009	Sim
04/2009	1/4/2009	A04N516038	1827	1827	23	23	Lido		16	Quitada	132,81	14/5/2009	1/6/2009	Sim
03/2009	3/3/2009	A04N516038	1804	1804	17	17	Lido		20	Quitada	107,50	14/4/2009	19/8/2009	Sim
02/2009	2/2/2009	A04N516038	1787	1787	3	3	Lido		22	Quitada	60,18	14/3/2009	1/6/2009	Sim
01/2009	5/1/2009	A04N516038	1784	1784	22	22	Lido		22	Quitada	126,73	14/2/2009	18/5/2009	Sim
12/2008	1/12/2008	A04N516038	1762	1762	18	18	Lido		23	Quitada	110,86	14/1/2009	25/2/2009	Sim

Figura 3 – Planilha de consumo de água do I. E. E. Aimone Soares Carriconde – Prédio 1

Matricula: 0001983931-6 E.E.AIMONE SOARES CARRICONDE-I E-II GRAU
Logradouro: 2 Rua DOM PEDRO II Nº.: 0
Localização: 014.001.100.2000 Atendimento: Água
Classe: Normal Tipo Cobrança: Normal
Cons. Estimado: 20 Grupo Faturamento: 2 Ligação: Ativa

Tarifa	Categorias	Econ. Água	Econ. Esgoto
Público	PUB	1	0
Hidrômetro: A05F203948			

Comp.	Dt. Leitura	Origem Leitura Hidrômetro	Leitura Medida	Cs. Medido	Cons. Fat.	Tip Cs Fat.	Ocor. Div.	Inf. Adic.	Md Mensal	Situação	Valor Vencido	Pagmto.	Cons. M
11/2009	4/11/2009	A05F203948	838	838	20	20	Lido		15	Pendente	123,23 16/11/2009		Sim
10/2009	6/10/2009	A05F203948	818	818	20	20	Lido		21	Pendente	123,23 14/11/2009		Sim
09/2009	2/9/2009	A05F203948	788	788	1	1	Lido		21	Pendente	55,97 14/10/2009		Sim
08/2009	3/8/2009	A05F203948	797	797	17	17	Lido		19	Pendente	112,61 14/9/2009		Sim
07/2009	3/7/2009	A05F203948	780	780	18	18	Lido		17	Pendente	116,15 14/8/2009		Sim
06/2009	3/6/2009	A05F203948	762	762	17	17	Lido		17	Quitada	107,50 14/7/2009	27/7/2009	Sim
05/2009	4/5/2009	A05F203948	745	745	15	15	Lido		20	Quitada	100,74 14/6/2009	19/6/2009	Sim
04/2009	1/4/2009	A05F203948	730	730	55	55	Lido		13	Quitada	316,67 14/5/2009	1/6/2009	Sim
03/2009	3/3/2009	A05F203948	675	675	5	5	Lido		16	Quitada	66,94 14/4/2009	19/6/2009	Sim
02/2009	2/2/2009	A05F203948	670	670	2	2	Lido		17	Quitada	56,80 14/3/2009	1/6/2009	Sim
01/2009	5/1/2009	A05F203948	668	668	10	10	Lido		19	Quitada	83,84 14/2/2009	18/5/2009	Sim
12/2008	1/12/2008	A05F203948	658	658	15	15	Lido		20	Quitada	100,74 14/1/2009	25/2/2009	Sim

Figura 4 – Planilha de consumo de água do I. E. E. Aimone Soares Carriconde – Prédio 2

De 21 a 24/11/2009 – 3ª etapa: Elaboração do Projeto de captação de água da chuva para o Instituto Estadual de Educação Aimone Soares Carriconde.

Nessa 3ª etapa os alunos colocaram em prática os conhecimentos adquiridos no Ensino Médio para elaborar o Projeto de uma cisterna para o Instituto Estadual de Educação Aimone Soares Carriconde.

Baseado no levantamento de dados obtidos junto à CORSAN, cada grupo propôs um percentual de redução no consumo de água e dimensionou a cisterna para armazenar para esse volume (figura 5).

Dimensionamento dos cálculos para a construção da cisterna.

$$S_b = \frac{3a^2\sqrt{3}}{2}$$

$$S_b = \frac{3(3)^2\sqrt{3}}{2}$$

$$S_b = \frac{3 \cdot 9\sqrt{3}}{2}$$

$$S_b = \frac{27\sqrt{3}}{2} = 23,35 \text{ m}^2$$

$$V = S_b \cdot h$$

$$V = 23,35 \cdot 2$$

$$V = 46,7 \text{ m}^3$$

digamos que, uma caixa de base mede 3m, e a altura 2m.
Logo:

$$S_l = 6 \cdot a \cdot h$$

$$S_l = 6 \cdot 3 \cdot 2$$

$$S_l = 36 \text{ m}^2$$

$$S_T = 2 \cdot S_b + S_l$$

$$S_T = 2 \cdot 23,35 + 36$$

$$S_T = 82,7 \text{ m}^2$$

Os filhos do Aimone gastam em média, um período de 5 meses, 135 m³ de água (entre os meses de julho e novembro) equivalentes a R\$ 1002,20. A mesma cisterna tem capacidade de 46,7 m³, com uma redução de 30% desses valores.

ÁGUA	GASTO
135 m ³ — 100%.	1002,20 — 100%.
x — 30%.	x — 30%.
x = 40,5 m ³	x = 300,66
	R\$ 300,66

Figura 5 – Dimensionamento e planilha de custo da cisterna

Os grupos tiveram quatro dias (de 21 a 24) para desenvolver o Projeto, cujo tanque de captação teve a forma definida na 1ª etapa por sorteio (cubo, prisma, pirâmide, cilindro, cone ou esfera). Após calcular área da base, área lateral, área total e volume do tanque deu-se, então, a escolha do software adequado para desenvolver o Projeto (figuras 6, 7, 14, 15, 16 e 17).



Figura 6 – Desenvolvimento do Projeto



Figura 7 – Desenvolvimento do Projeto

De 25 a 28/11/2009 – 4ª etapa: Apresentação do Projeto da cisterna para o Instituto Estadual de Educação Aimone Soares Carriconde.

Nessa 4ª etapa os alunos foram encaminhados ao auditório da Escola, que já estava preparado com todos os recursos para a apresentação dos Projetos.

Na apresentação os grupos relataram o objetivo do seu Projeto, como se deu o desenvolvimento (cálculos e dimensionamento) e suas conclusões. Cada grupo fez uma breve demonstração prática do Projeto utilizando os softwares indicados. Alguns grupos surpreenderam, pois apresentaram, além de maquetes, a reprodução do prédio 1 da Escola em softwares com impressionante riqueza de detalhes, demonstrando o grande envolvimento com o Projeto, como nos mostram as fotos a seguir (figuras de 8 a 11 e de 18 a 29):



Figura 8 - I.E.E. Aimone Soares Carriconde

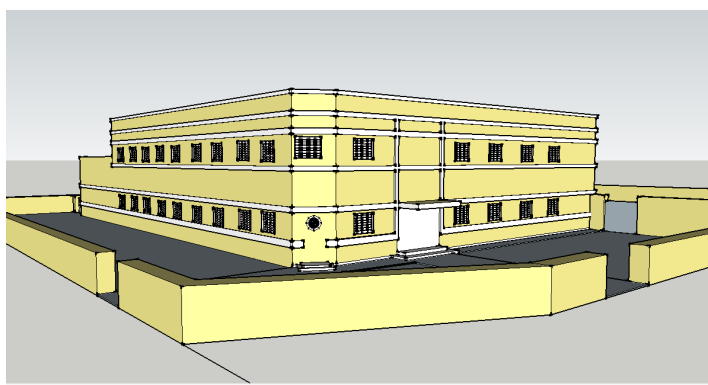


Figura 9 - Croqui da Escola desenvolvido no Sketchup

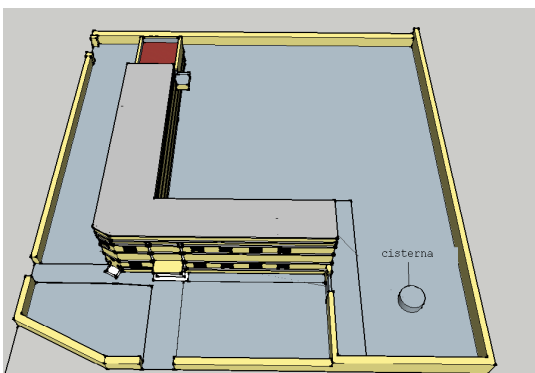


Figura 10 - Projeto cisterna desenvolvido no Sketchup

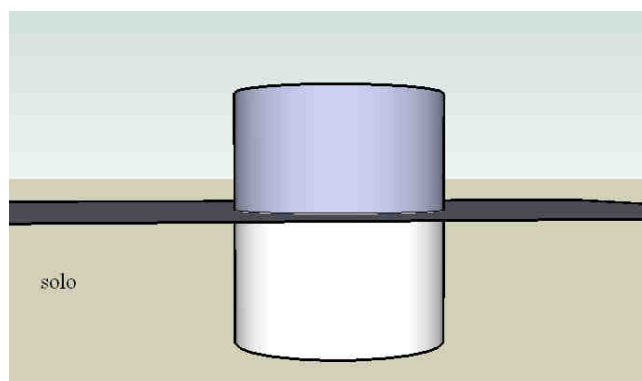


Figura 11 - Cisterna projetada no Sketchup

Um grupo foi além da expectativa, já que demonstrou na prática, in loco, utilizando uma maquete, o funcionamento de uma cisterna.

3.3.2 Análise dos resultados

Hipótese 1: Pressuposição de que os alunos aceitassem o tema disparador e se interessassem pelo desenvolvimento do trabalho, uma vez que uma nova metodologia seria aplicada;

Quando idealizamos o Projeto, imaginamos que 100% dos alunos participariam da execução da engenharia didática. Apresentamos o trabalho a 145 alunos do 2º ano do Ensino Médio; porém, infelizmente apenas 70 alunos (48% do total) aceitaram participar da engenharia, pois com o final do ano letivo próximo, e o acúmulo de provas, a maioria optou por não participar desta engenharia, frustrando, em parte, essa hipótese.

Felizmente os alunos que participaram, mostraram-se extremamente motivados e envolvidos com o desenvolvimento do Projeto comprovando que novas ideias e propostas têm espaço garantido no cotidiano do processo ensino-aprendizagem. Determinados a fugir do cenário tradicional de ensino que está cada vez mais distante da realidade de nossos alunos, percebemos que uma nova proposta de trabalho proporciona o crescimento a todos os envolvidos no Projeto.

Hipótese 2: Pressuposição de que os alunos não tivessem dificuldades em levantar os dados para a engenharia, pois existe vasto material para pesquisa via internet;

Diante dos Projetos apresentados pelos alunos, estamos convictos de que o material disponibilizado, motivou, encantou e despertou no grupo de trabalho um envolvimento não só pela matemática, mas também pela necessidade iminente de preservação do meio ambiente como nos mostram as figuras 2 e 15.

Além do conteúdo de Geometria Espacial, já trabalhado em sala de aula, de fato, existe um vasto material sobre tanque de captação de água da chuva, principalmente, no nordeste do País, o que gerou a necessidade de adaptá-lo a

nossa realidade e aplicá-la em sintonia com os sólidos geométricos já estudados, sendo feito sem dificuldades.

Hipótese 3: Pressuposição de que os alunos não encontrassem grandes dificuldades para se familiarizar com os softwares sugeridos, partindo do princípio de que hoje em dia informática é de domínio de todos;

Não foram citados, pelos alunos, problemas envolvendo essa hipótese, e diante da qualidade dos trabalhos apresentados, concluímos que de fato não foram encontradas dificuldades na manipulação dos softwares sugeridos como nos mostram as figuras de 14 a 29.

A realidade atual de nossos alunos está cercada de recursos tecnológicos, tais como: mp3, mp4, aparelhos celulares, computadores onde facilmente seus aplicativos são manipulados, como o e-mail, MSN, Orkut, Facebook, entre outros. Logo, a utilização de um novo software não gera maiores dificuldades na utilização, pois comprovamos pela figura 9, a qual mostra um grupo que reproduziu a fachada da Escola utilizando o software sketchup.

Hipótese 4: Pressuposição de que o tempo estimado de 16/11 a 28/11/2009 fosse suficiente para a realização da atividade proposta;

O tempo para desenvolver a prática foi determinado pelo acúmulo de provas devido ao final do ano letivo, tanto que, por esse motivo, a Escola disponibilizou apenas duas semanas para o desenvolvimento da prática, tempo considerado insuficiente pelos alunos, conforme avaliação entregue pelos grupos (figura 12).

2) Na sua opinião, a aplicação da engenharia didática foi válida? Por

quê? *A aplicação de engenharia didática foi válida, porque, assim em forma de trabalho conseguimos demonstrar melhor o conteúdo proposto.*

O único problema foi que acabamos, duas semanas, pouco tempo para fazermos esse trabalho.

Figura 12 – Avaliação da Engenharia Didática

Hipótese 5: Pressuposição de que os alunos dominassem o conteúdo já visto em Geometria Espacial;

De acordo com os Projetos, os cálculos de área da base, área lateral, área total e volume, foram apresentados corretamente por todos os grupos, demonstrando que essa hipótese foi plenamente satisfeita (figura 5).

Ao analisar o material entregue pelos alunos, e diante do percentual de acerto dos cálculos necessários para o desenvolvimento do Projeto do tanque de captação, concluímos que o conteúdo desenvolvido foi plenamente assimilado pelos alunos, pois demonstraram domínio total do conteúdo.

Hipótese 6: Pressuposição de que ao desenvolver o trabalho, os alunos pudessem se apropriar corretamente dos princípios desta reflexão levando para seu cotidiano a necessidade de zelar pelos recursos naturais preservando o meio ambiente.

Acreditamos que os alunos compreenderam o objetivo do tema motivador, porque conseguiram aplicar na prática as atividades desenvolvidas em sala de aula e perceberam a necessidade de contribuir com a preservação do meio ambiente. Analisando os trabalhos apresentados, certamente plantamos dentro da Instituição de ensino uma pequena semente visando à preservação do planeta (figura 13).

2) Na sua opinião, a aplicação da engenharia didática foi válida? Por quê?

Sim, pois o grupo jamais saberia construir uma cisterna se não estivesse estudando os sólidos geométricos, além do conhecimento de novas programações e novas aplicações.

Foi formidável a ideia da construção de uma cisterna, pois passamos a conhecer o quanto a escola utiliza de água.

Acreditamos que se houver a construção da cisterna, ajudaremos não só o planeta, mas também na redução dos custos.

Figura 13 – Avaliação da Engenharia Didática

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho tratou do ensino de geometria espacial focalizando a forma dos sólidos geométricos na construção de cisternas, desenvolvido no 2º Ensino Médio, no Instituto Estadual de Educação Aimone Soares Carriconde – Arroio Grande – RS, de 16 a 28 de novembro de 2009 e utilizou como recurso didático digital os seguintes softwares: Geogebra, Uma Pletora de Poliedros (figuras 18 e 28), Converterworld (figura 29) e Sketchup (figuras 8, 9, 10, 11, 19, 20, 21, 22, 23, 26 e 27).

Para tentar obter uma melhoria no cenário do ensino e da aprendizagem, desenvolvemos um plano de ensino cujo principal objetivo foi introduzir um novo olhar sobre o ensino da geometria, tentando fugir da forma tradicional de ensino e oportunizando ao aluno a utilização de novas ferramentas que possam facilitar o processo ensino-aprendizagem, bem como proporcionar o crescimento da autoestima, levando os alunos a novos desafios e, tentando despertá-los para necessidade de preservação dos recursos naturais de nosso planeta.

Os dados colhidos com a prática validaram as hipóteses 2, 3, 5 e 6, pois proporcionaram o crescimento de todos – professor/aluno - as trocas de informações, as discussões, elementos fundamentais para o processo de ensino-aprendizagem, sem falar na prática, que proporcionou um novo olhar sobre o ensino da Geometria Espacial. Muitas dificuldades foram percebidas, a aplicação da prática não irá saná-las, mas, certamente mostrou um novo caminho para tentar diminuí-las.

Quanto ao Plano de Ensino, percebemos que para aplicação dessa prática, deveria ser repensado o tempo para a realização da engenharia, uma vez que com a proximidade do término do ano letivo e o grande envolvimento com as demais disciplinas, fez com que a maioria dos grupos questionasse esse item, mas

infelizmente, nos adequamos ao período que tínhamos, embora tenhamos a convicção de que a qualidade não foi comprometida, felizmente.

A escolha do conteúdo de Geometria Espacial oportunizou a verificação, na prática, de aplicações para os conteúdos trabalhados em sala de aula que juntamente com a introdução de novas tecnologias contribuiu de forma significativa para diminuir as dificuldades com o conteúdo. Constatamos que, como vivemos em um mundo globalizado, devemos estar abertos a novos desafios, principalmente àqueles que aproximem cada vez mais a escola da realidade. Com a introdução de mídias digitais no cotidiano da sala de aula, diminuimos a distância entre a matemática e a realidade do aluno. Dessa forma, a aplicação do Projeto proporcionou trocas diárias de informações e a cada dificuldade apresentada, um novo momento de aprendizagem, deixando claro que o planejamento tem que ser flexível e deve se adaptar ao contexto, pois momentos como esse proporcionam uma mudança de comportamento, uma reflexão sobre a prática de sala de aula.

Fica claro que a introdução de novos recursos tecnológicos no dia a dia é desafiador, mas, irreversível, pois somente com uma nova dinâmica poderemos modificar o contexto apático que o ensino tradicional proporciona. Com a utilização de softwares de matemática dinâmica na construção da engenharia, percebemos que dificuldades demonstradas pelos alunos podem facilmente ser sanadas, bastando um *clíc* com a ferramenta correta. É perceptível a satisfação dos alunos ao utilizar uma nova tecnologia, já que o sorriso aparece, o olho brilha, simplesmente porque passou a compreender assuntos que com o método tradicional ainda ficavam distantes do seu alcance. Situações que geram momentos de realização pessoal, convictos de que o planejamento teve êxito (figura 13).

Certamente todo esse processo de crescimento requer continuidade e disponibilidade, exige comprometimento de todos, e deixou claro que um dos caminhos que levam à plena conscientização deve começar na escola. Devemos conscientizar as crianças e os adolescentes da necessidade de preservar o meio ambiente, uma vez que a nossa maior chance de não morrer de sede, talvez, esteja nas mãos de nossas crianças... Portanto, é fundamental desenvolver ações que

estimulem isso: o primeiro passo foi dado pela disciplina de matemática em sala de aula e posteriormente apresentado a todos os seguimentos da Escola que comprometeram-se em dar continuidade ao Projeto.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTIGUE, M. (1988): *“Ingénierie Didactique”*. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. Grenoble: La Pensée Sauvage-Éditions, v. 9.3, 281-308.

ARTIGUE, M. (1990). *Epistémologie et Didactique*. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. Grenoble: La Pensée Sauvage-Éditions, v. 10 n°2. 3, p.241-286.

BALOMENOS, R. et al. Geometria: prontidão para o cálculo. In LINDQUIST, M, M, e SHULTE, A. P. *Aprendendo e Ensinando Geometria*. Tradução Hygino H. Domingues. São Paulo: Atual, 1994.

BARRETO FILHO, Benigno; SILVA, Claudio Xavier. *Matemática Aula por Aula*. Obra em volume único para alunos do Ensino Médio. FTD. São Paulo. Ano: 2000.

BORBA, Marcelo de Carvalho; MIRIAM, Penteado Godoy. *Informática e Educação Matemática*. 3.ed., 1ª reimpressão- Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Volume 2: Ciência da natureza, matemática e tecnologia. Brasília: MEC, 2006, p. 75, 76.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais* – Ministério da Educação. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM)*: Ministério da Educação – Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

DEGUIRE, L. J. Geometria: um caminho para o ensino da resolução de problemas do jardim de infância à nona série. In LINDQUIST, M, M, e SHULTE, A. P. *Aprendendo e Ensinando Geometria*. Tradução de Hygino H. Domingues. São Paulo: Atual, 1994.

FAINGUELERNT, E. K. *O Ensino de Geometria e a Teoria das Inteligências Múltiplas*: uma experiência com Informática no Colégio Santa Úrsula, no Rio de Janeiro. *Pátio revista pedagógica*. Porto Alegre. Ano 1. n. 1, p. 46-50, maio/julho. 1997.

FONSECA, M.C.F.R. et al. *O Ensino de geometria na escola fundamental: três questões para a formação do professor dos ciclos iniciais*. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

GIOVANNI, José Ruy; BONJORNO, José Roberto; GIOVANNI JR, José Ruy. *Matemática Completa*. Obra em volume único para alunos do Ensino Médio. FTD. São Paulo. Ano: 2002.

HOFFER, A. Geometry is more than proof. *Mathematics teacher*. January, 1981, p. 74.

KRUTETSKY, V. A. *The psychology of mathematical abilities in schoolchildren*. Chicago, IL: University of Chicago Press, 1976.

LOPES, M.L.M.L.; NASSER, L. *Geometria na era da Imagem e do movimento*. Instituto de Matemática/ UFRJ. Proj. Fundação. SPEC/PADCT/CAPES. Rio de Janeiro. 2005. 157 p.

MISKULIN, S. G. R. *Concepções teórico-metodológicas sobre a introdução e a utilização de computadores no processo ensino/aprendizagem da geometria*. 1999. 2 v. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Unicamp, Campinas, SP, 1999.

MORACO, A. S. C. T. & PIROLA, N. A. *Uma análise da linguagem geométrica no ensino de matemática*. Associação brasileira pesquisa em educação para ciências. Atas do EMPEC n. 5. 2005, p. 263.

PAIVA, Manoel. *Matemática*. Obra em volume único para alunos do Ensino Médio. Editora Moderna. 1.ed. São Paulo. Ano: 1999.

PASSOS, C. L. B. Materiais Manipuláveis como recursos didáticos na formação de professores de matemática. In LORENZATO, S.(Org.). *O laboratório de ensino de matemática na formação de professores*. Coleção Formação de professores. Campinas, SP: Autores Associados, 2006. pp. 77-92; 178 p.

PAVANELLO, R. M. *O Abandono da geometria: uma visão histórica*. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1989.

SANTOS, Carlos Alberto Marcondes da; GENTIL, Nelson; GRECO, Sérgio Emílio. *Matemática – Série novo Ensino Médio*. Obra em volume único para alunos do Ensino Médio. Edição compacta. Editora Ática. São Paulo. Ano: 2004.

SILVA, Jorge Daniel; FERNANDES, Valter dos Santos. Coleção Horizontes. Obra em volume único para alunos do Ensino Médio. IBEP. São Paulo. Ano: s.d.

STERNBERG, R. J. *Psicologias Cognitivas*. Editoras Artmed, Porto Alegre: Percepção, 2000.

WHEELER, D. *Imagem e pensamento geométrico*. CIEAEM - Comtes Rendus de 1a 33e Rencontre Internationale, p.351-353, Pallanza, 1981.

Sites

BORTOLOSSI, Humberto José (Responsável). *Uma Pletora de Poliedros*. Disponível em <http://www.uff.br/cdme/pdp/pdp-html/pdp-br.html>. Acesso em 03/11/2009.

CONVERTWORLD.COM. Disponível em <http://www.convertworld.com/pt/>. Acesso em 03/11/2009.

FASSIO, Sandra Aparecida Oriani. *Da Cartolina ao Computador: uma proposta para estudo de geometria*. Disponível em http://ebrapem.mat.br/inscricoes/trabalhos/GT06_fassio_TA.pdf. Acesso em 03/11/2009.

MALQUI, Fábio Augusto dos Santos Mari. *Captação da água da chuva para utilização residencial*. Disponível em http://www.ufsm.br/engcivil/TCC/2008/II_Semestre/13_Fabio_Mari_malqui.pdf. Acesso em 03/11/2009.

MATH OPEN REFERENCE. Disponível em <http://www.mathopenref.com/cubevolume.html> Acesso em 03/11/2009.

PAVANELLO, Regina Maria. *Por que Ensinar / Aprender Geometria?* Disponível em http://www.sbempaulista.org.br/epem/anais/mesas_redondas/mr21-Regina.doc. Acesso em 03/11/2009.

PORTAL VEGETERIANO NATUREBA. *Porque preservar e economizar água é importante para a vida no planeta.* Disponível em <http://www.natureba.com.br/desperdicio-agua.htm>. Acesso em 03/11/2009.

PRESERVAÇÃO. *Dar Valor à Água é Preservar a Vida!!!* Disponível em <http://www.preservacaolimeira.com.br/agua/>. Acesso em 03/11/2009.

SOARES, Luís Havelange. *Aprendizagem Significativa na Educação. Matemática: uma proposta para a aprendizagem de Geometria Básica.* Disponível em <http://www.fisica.ufpb.br/~romero/pdf/DissertacaoHavelange.pdf>. Acesso em 03/11/2009.

Softwares

Converterworld. Disponível em <http://www.convertworld.com/pt/>. Acesso em 03/11/2009.

Geogebra. Disponível em http://www.geogebra.org/cms/pt_BR. Acesso em 07/04/2009.

Geometria Interactive Geometry Software. Disponível em <http://geocentral.net/geometria/en/Demo.html>. Acesso em 03/11/2009.

Google SketchUp. Disponível em <http://sketchup.google.com/>. Acesso em 03/11/2009.

Mathopenref. Disponível em <http://www.mathopenref.com/cubevolume.html>. Acesso em 03/11/2009.

Uma Pletora de Poliedros. Disponível em <http://www.uff.br/cdme/pdp/pdp-html/pdp-br.html>. Acesso em 03/11/2009.

ANEXO 1

Texto 1

Carta escrita em 2070:

"Estamos em 2070, completei 50, mas pareço com alguém de 85. Sérios problemas renais, bebo pouca água. Creio que finda meu tempo. Hoje sou dos mais idosos nesta sociedade. Recordo dos meus 5; tudo muito diferente: muitas árvores nos parques, belos jardins, desfrutava de banhos de chuveiro por mais de hora. Agora usamos toalhas em azeite mineral pra limpar pele.

Antes, mulheres de formosas cabeleiras. Agora, cabeças raspadas pra mantê-las limpas sem água. Antes, meu pai lavava carro com água de mangueira. Hoje, meninos não acreditam que se usava água pra isso. Muitos anúncios diziam CUIDA D'ÁGUA; ninguém ligava; pensávamos que água jamais se esgotaria. Agora, rios, barragens, lagoas e mantos aquíferos, todos estão irreversivelmente contaminados ou esgotados.

Antes, a quantidade de água ideal para cada pessoa adulta beber era oito copos por dia. Hoje bebo meio. Roupa descartável, o que aumenta demais a quantidade de lixo; voltamos a usar poços sépticos (fossas), como no passado, redes de esgotos sem água são inúteis. A aparência da população é horrível; corpos desfalecidos, enrugados pela desidratação, cheios de chagas na pele (raios ultravioletas já não têm a capa de ozônio que os filtrava na atmosfera). Imensos desertos são a paisagem que nos rodeia por todos os lados.

Infecções gastrintestinais, pólipos no intestino, enfermidades da pele e das vias urinárias são as principais causas de morte. O volume de biópsias fez crescer o número de laboratórios. A indústria parou e o desemprego é dramático. As fábricas de dessalinização são a principal fonte de emprego, e pagam-me com água potável ao invés de salário.

Assaltos por um bidão de água são comuns nas ruas desertas. A comida é 80% sintética. Ressequida, a pele de uma jovem de 20 anos está como se tivesse 40.

Os cientistas investigam, mas não há solução possível. Não se pode fabricar água, o oxigênio também está degradado, faltam árvores, o que diminuiu o coeficiente intelectual das novas gerações. Alterou-se a morfologia dos espermatozoides de muitos indivíduos, há muitos meninos com insuficiências, mutações e deformações.

O governo até nos cobra pelo ar que respiramos: 137 m³ por dia por habitante adulto. Os acionistas de empresas que tratam da água ficaram ricos e têm preferência no fornecimento. Pessoas que não podem pagar são retiradas das "zonas ventiladas", dotadas de gigantescos pulmões mecânicos que funcionam com energia solar; mesmo não sendo de boa qualidade ainda podemos respirar; a idade média é de 35 anos. Em alguns países ficaram manchas de vegetação com o seu respectivo rio, que é fortemente vigiado pelo exército; a água tornou-se um tesouro muito cobiçado, mais que ouro ou diamante. Aqui, em troca, não há árvores porque quase nunca chove e, quando chega a registrar-se, a precipitação é de chuva ácida; as estações do ano têm sido severamente transformadas pelas provas atômicas e pela indústria contaminadora do século XX.

Advertia-se que havíamos de cuidar do meio ambiente, e ninguém fez caso. Quando minha neta me pede que lhe fale de quando era jovem, descrevo o bonito que eram os bosques, lhe falo da chuva, das flores, do agradável que era tomar banho e poder pescar nos rios e barragens, beber toda a água que quisesse, o saudável que era a gente.

Ela pergunta-me: Vovô! Por que a água se acabou? Então, sinto um nó na garganta; não posso deixar de sentir-me culpado, porque pertencço à geração que terminou destruindo o meio ambiente, ou, simplesmente, não tomamos em conta tantos avisos.

Agora os nossos filhos pagam alto preço e, sinceramente, creio que a vida na terra em breve já não será possível, porque a destruição do meio ambiente chegou a um ponto irreversível. Como gostaria de voltar atrás e fazer com que toda a humanidade compreendesse isso, quando ainda podíamos fazer algo para salvar o nosso planeta terra!"

Documento extraído por um desconhecido da revista biográfica "De Los Tiempos" de abril de 2002.

Texto 2

Água: o que estamos fazendo para preservá-la?

Preservação¹²

A simplicidade da composição química parece disfarçar a importância da água para o desenvolvimento e preservação de todas as formas de vida existente na Terra. Sem a água, que constitui 70% do corpo humano, a vida, tal como a conhecemos, não seria possível. A sociedade tem negligenciado a possibilidade de esgotamento dos recursos hídricos e vem promovendo intervenções no meio ambiente que prejudicam numerosos mananciais.

Nossos rios ainda são usados para o escoamento de esgotos domésticos e industriais, transformando a água, fonte de vida, em agente de doenças e morte.

¹² Disponível em <http://www.preservacaolimeira.com.br/agua/>

Água - Consciência e preservação¹³

Hoje, metade da população mundial (mais de 3 bilhões de pessoas) enfrenta problemas de abastecimento de água. Muitas fontes de água doce estão poluídas ou, simplesmente, secaram. Você sabia que 97% da água existente no planeta Terra é salgada (mares e oceanos), 2% formam geleiras inacessíveis e, apenas, 1% é água doce, armazenada em lençóis subterrâneos, rios e lagos?

Pois, bem, temos apenas 1% de água, distribuída desigualmente pela Terra para atender a mais de 6 bilhões de pessoas (população mundial). Esse pouquinho de água que nos resta está ameaçado. Isso porque, somente agora estamos nos dando conta dos riscos que representam os esgotos, o lixo, os resíduos de agrotóxicos e industriais.

Cada um de nós tem uma parcela de responsabilidade nesse conjunto de elementos. Mas, como não podemos resolver tudo de uma só vez, que tal começarmos a dar a nossa contribuição no dia a dia? Você sabe quantos litros de água uma pessoa consome, em média, por dia? Não? São cerca de 250 litros (isso mesmo, 250 litros ou mais): banho, cuidados de higiene, comida, lavagem de louça e roupas, limpeza da casa, plantas e, claro, a água que se bebe.

Dá para viver sem água? Não dá. Então, a saída é fazer um uso racional desse recurso precioso. A água deve ser usada com responsabilidade e parcimônia. Para nós, consumidores, também significa mais dinheiro no bolso. A conta de água no final do mês será menor. O mais importante, no entanto, é termos a consciência de que estamos contribuindo, efetivamente, para reduzir os riscos de matarmos a nossa fonte de vida: a água.

¹³ Disponível em www.mma.gov.br – Tema: Ecologia – Data: 22.03.2007

O mundo continua sem políticas globais para a racionalização do uso da água e as iniciativas existentes nesse sentido são pontuais e, em geral, temporárias. “Até quando vamos deixar as campanhas de uso racional da água nas mãos das concessionárias? O negócio delas é vender água” destaca Paulo Costa, consultor e especialista no tema.

Infelizmente, as medidas visando à racionalização do consumo da água em nosso país são efêmeras e, portanto, eficazes apenas enquanto duram, em geral períodos relacionados a grandes secas, que exigem ação emergencial por parte das autoridades.

Assim, a sociedade não desenvolve políticas permanentes de racionalização. É preciso lembrar que, das águas da Terra, apenas 2,5% são doces e, destas, mais de dois terços estão inacessíveis para consumo humano. O Brasil detém cerca de 12% da água doce disponível no mundo, mas mais da metade (54%) desse total, localiza-se na Amazônia e na bacia do rio Tocantins, onde está a menor população por quilômetro quadrado do país.

Essa situação faz com que metrópoles dos estados do Sul/Sudeste e Nordeste brasileiros sejam obrigadas a buscar água em mananciais cada vez mais distantes, devido à poluição das águas por dejetos humanos e industriais e ao assoreamento de rios, lagos e represas, a um custo que aumenta exponencialmente e com danos ao meio ambiente. Cada nova represa e reservatório de água provoca desmatamento e, assim, contribui para diminuir o ciclo das chuvas e a quantidade de água doce disponível nessas regiões.

Lição de casa

Para o consultor, as prefeituras e os governos estaduais e federal deveriam dar o exemplo. “Se os prédios públicos, as escolas, hospitais adotassem

medidas racionalizadoras, seria - além de um belo exemplo para a sociedade - uma economia gigantesca no gasto da água”, diz Costa.

Além disso, explica o consultor, com o dinheiro economizado, essas autarquias poderiam investir em campanhas de conscientização através de ações educativas junto à comunidade, em escolas, em associações de bairro, em órgãos públicos, entre outros, esclarecendo sobre as maneiras de evitar o desperdício, as formas de economizar e as fontes alternativas para a captação de água, bem como a sua diferenciação dos usos, ou seja: para algumas atividades não há necessidade de utilização de água tratada.

Vale lembrar que apesar das campanhas realizadas na televisão ou pela igreja, o melhor caminho para a plena conscientização e a efetivação de atitudes que revertam em favor da economia de água começa com o trabalho nas escolas. O pior de tudo é que muito pouco ou praticamente nada tem sido feito no setor para conscientizar as crianças e os adolescentes da necessidade de controlar o consumo de água em casa.

Quando isso ocorre, a reação das crianças e dos adolescentes é estimulante. Eles normalmente se apegam tanto aos ensinamentos e demonstram tão grande consciência quanto ao valor e à importância da água para a vida de todos que, invariavelmente, passam a fiscalizar o comportamento dos pais e demais adultos, cobrando maior responsabilidade e economia no consumo desse recurso tão valioso.

Talvez a nossa maior chance de não morrer de sede esteja nas mãos de nossas crianças...

Com o objetivo de contribuir para tentar amenizar o problema que as gerações futuras terão e dar uma resposta efetiva para o problema proposto: **Água:**

o que estamos fazendo para preservá-la?, a disciplina de matemática tentará plantar uma pequena semente no sentido de salvar o planeta, desafiando os alunos do 2º Ensino Médio a reaproveitar a água da chuva no ambiente escolar e a responder às duas principais questões levantadas por eles mesmos, quando apresentamos a proposta do Projeto:

Anexo 2



Figura 14 – Desenvolvimento do Projeto



Figura 15 – Desenvolvimento do Projeto

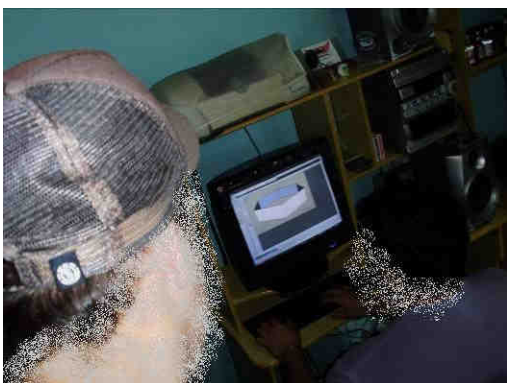


Figura 16 – Desenvolvimento do Projeto



Figura 17 – Desenvolvimento do Projeto



Figura 18 - Apresentação utilizando Uma Pletora de Poliedros



Figura 19 - Cisterna cilíndrica no Sketchup



Figura 20 - Cisterna cilíndrica no Sketchup

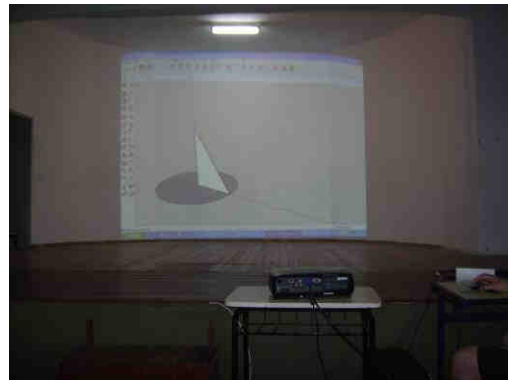


Figura 21 - Construção cisterna cônica no Sketchup



Figura 22 - Maquete cisterna cônica e Projeto no Sketchup



Figura 23 - Maquete cisterna cônica e Projeto no Sketchup



Figura 24 - Demonstração do funcionamento da cisterna



Figura 25 - Demonstração do funcionamento da cisterna



Figura 26 - Demonstração do Projeto no Sketchup



Figura 27 - Demonstração do Projeto no Sketchup

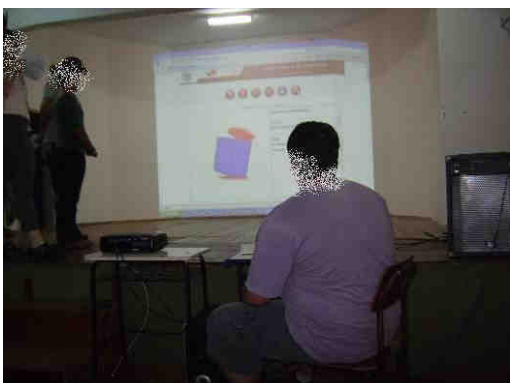


Figura 28 - Apresentação utilizando Uma Pletora de Poliedros



Figura 29 - Demonstração no Converterworld