

O “mundo da construção civil”: uma abordagem da trigonometria com perspectiva na etnomatemática

Gladis Bortoli
Miriam Ines Marchi

RESUMO

O estudo aqui apresentado tem por objetivo investigar a construção de conhecimentos trigonométricos no triângulo retângulo e sua vinculação com os saberes matemáticos presentes no “mundo da construção civil”. Os sujeitos participantes da pesquisa foram 34 alunos do Segundo Ano do Ensino Médio de uma escola da rede particular, localizada na cidade de Caxias do Sul/RS/BRA. A investigação utilizou abordagem qualitativa e a coleta de dados foi realizada por meio de gravações e transcrições das aulas, observações do professor, bem como de materiais produzidos pelos alunos. As atividades desta proposta foram planejadas com o intuito de instigar os alunos a pesquisar, explorar e interpretar conceitos trigonométricos, com um trabalho envolvendo os profissionais da construção civil. Os resultados apontam que a abordagem aplicada torna o processo de ensino e de aprendizagem mais interativo, construtivo e participativo, provocando o envolvimento dos alunos. Eles, ao conhecerem os distintos saberes matemáticos do setor da construção civil, conseguiram relacionar os conhecimentos matemáticos escolares com a Etnomatemática. O professor teve um papel de orientador e contribuiu para o aluno buscar, analisar e assumir uma postura de pesquisador.

Palavras-chave: Trigonometria. Etnomatemática. Construção Civil.

The “Civil Construction World”: An approach to trigonometry with perspective in ethnomathematics

ABSTRACT

The study presented here aims to investigate the construction of the trigonometry knowledge in the triangle rectangle and its connection with the mathematical knowledge present in the “world of civil construction.” The participants in the study were 34 students of the Second Year of a private High School, in the city of Caxias do Sul /RS /BRA. The research used a qualitative approach and data collection was conducted through recordings and transcripts of lectures, teacher observations, as well as materials produced by students. The activities of this proposal have been planned in order to instigate students to research, explore and interpret trigonometry, with work involving civil construction professionals. The results show that the approach applied makes the process of teaching

Gladis Bortoli é licenciada em Matemática. Professora do Colégio Murialdo. Endereço para correspondência: Rua Marquês do Herval, 701. Bairro Centro. Caxias do Sul, RS. CEP 09001-970. E-mail: gladisbortoli@gmail.com
Miriam Ines Marchi é Doutora em Química. Docente no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIVATES. Lajeado, RS, Brasil. Endereço para correspondência: Avenida Avelino Tallini, 171. Bairro Universitário. Lajeado, RS. CEP. 95900-000. E-mail: mimarchi@univates.br

and learning more interactive, constructive and participatory, provoking student engagement. They, when knowing the different mathematical knowledge of the construction industry, were able to relate the scholastic mathematics with Ethnomathematics. The teacher had guiding role and contributed to the student to seek, analyze and assume a position as a researcher.

Keywords: Trigonometry. Ethnomathematics. Civil Construction.

INTRODUÇÃO

Atualmente, é comum os alunos julgarem os assuntos matemáticos tratados em sala de aula como conteúdos afastados de seu cotidiano, muitas vezes, desnecessários e de pouca aplicabilidade. Questionam, seguidamente, as razões que levam o professor ou a escola a abordar determinados temas, a maneira como estão sendo trabalhados e o motivo pelo qual precisam desenvolver determinadas habilidades que constam nos planos de ensino. Eles costumam se manifestar da seguinte forma: – *Professora, por que eu preciso saber isso?* – *Onde vou usar isso?* – *Por que eu tenho que aprender isso?* – *Para que serve?* – *De onde veio isso?* – *Quem inventou isso e por quê?* Nesse sentido, cabe destacar as pesquisas de Lindegger (2000), Sampaio (2008) e Vazquez (2010), quando afirmam que os alunos se sentem “incomodados” ao tratarem assuntos envolvendo a Trigonometria, acarretando, normalmente, uma rejeição ao conteúdo, o que, possivelmente, dificulta o aprendizado. Ainda, para Weyne:

[...] no campo da matemática, não mais se pode admitir continuar com o uso dos mesmos termos, das mesmas teorias e dos mesmos raciocínios para explicar as regras matemáticas fora da sua vinculação com a realidade social. (WEYNE, 2010, p.104)

Especialmente, em relação ao ensino da Trigonometria no Ensino Médio, observa-se, nos alunos, a carência de compreensão de conceitos fundamentais e de sua aplicação na resolução de problemas no âmbito profissional, bem como sua presença nos demais campos do conhecimento, podendo, até mesmo, dificultar a construção de novos conhecimentos.

Nesse sentido, Silva e Frota (2010) comentam que a prática docente de anos permite visualizar algumas das dificuldades que os alunos apresentam no aprendizado da Trigonometria, entre elas, perceber a utilidade das razões trigonométricas além das situações escolares e como mobilizar os conhecimentos prévios dessa disciplina em casos posteriores ao que é trabalhado em sala de aula para resolver os problemas.

Dessa forma, buscou-se efetivar uma prática pedagógica que, por um lado, evidenciasse possíveis aplicações da Trigonometria em práticas laborais de categorias profissionais. Com inspiração no estudo de Duarte (2003), optou-se por problematizar como trabalhadores ligados à construção civil faziam uso de conceitos ligados à Trigonometria no Triângulo Retângulo. Por outro, entendeu-se que as teorizações do campo da Etnomatemática poderiam ser favoráveis à emergência de discussões relativas aos distintos modos de operar com esses conceitos, tanto por parte dos trabalhadores quanto em práticas escolares na disciplina Matemática.

Assim, buscou-se essa contextualização, investigando-se, junto a esse grupo de trabalhadores, atividades que produzissem saberes matemáticos e que apontassem estreitas relações com a Trigonometria. O setor da construção civil, em seus canteiros de obras, como bem aponta Duarte (2003), denota estar “permeado” de práticas sociais que envolvem habilidades matemáticas relacionadas ao tema abordado. Fazer com que os alunos consigam estabelecer entrecruzamentos entre o conhecimento relatado pelos trabalhadores da construção civil e aqueles escolares abordados em sala de aula, identificando conexões entre a Matemática Escolar e a Etnomatemática presente nesse contexto, possibilita, a nosso ver, um aprendizado integrado à sua própria vida. Além disso, o ato de lidar com situações reais que envolvem diversas variáveis torna o estudo mais dinâmico e próximo da realidade, oportunizando uma abertura da escola para essas outras formas de fazer/saber.

Nessa visão, Duarte (2003), em sua pesquisa de mestrado, examinou quatro práticas sociais utilizadas na construção civil: “misturar a massa”, “construir estribos”, “tirar o prumo” e “fazer o gabarito”, procurando mostrar a presença de saberes matemáticos nessas atividades e analisar as implicações curriculares que podem ser inferidas a partir desses modos de produção. A sua investigação mostrou as especificidades dos saberes matemáticos produzidos nessas práticas sociais, apontando para a dicotomia existente entre tais saberes e aqueles legitimados pela Matemática Acadêmica para integrar o currículo escolar. Segundo ela, “[...] a Matemática escolar, ao não trabalhar com equivalências como estas, não só reforça as fronteiras entre o currículo e a ‘vida lá fora’, como também minimiza as oportunidades de acesso a conhecimentos da Matemática acadêmica” (DUARTE, 2003, p.99).

Ao se analisarem quais as possibilidades de ensino e de aprendizagem da Trigonometria no Ensino Médio, com foco no “mundo da construção civil” e tendo como aporte teórico o campo da Etnomatemática, pretendeu-se mostrar a Matemática como uma manifestação cultural viva, que surge ao longo da história com o objetivo de solucionar os problemas impostos pela humanidade de forma a garantir a sobrevivência e o bem-estar do ser humano, como bem aponta D’Ambrósio (2009a). O autor ainda argumenta que essa capacidade de identificar, analisar e solucionar os problemas é uma característica da espécie humana.

Ainda com relação ao autor, cabe destacar que ele é considerado o “pai da Etnomatemática”. De fato, em meados dos anos 1970, o então professor D’Ambrósio cunhou pela primeira vez o termo “etnomatemática”, utilizando as “raízes tica, matema e etno para significar que há várias maneiras, técnicas, habilidades (ticas) de explicar, de entender, de lidar e de conviver com (matema) distintos contextos naturais e socioeconômicos da realidade (etnos)” (D’AMBRÓSIO, 2009a, p.63).

Nessa mesma linha de argumentação, D’Ambrósio alude que “o progresso da Etnomatemática depende de leituras multiculturais de narrativas perdidas, esquecidas ou eliminadas” (D’AMBRÓSIO, 2009b, p.20). Ele ainda argumenta que o “Programa Etnomatemática, cujo objetivo maior é analisar as raízes socioculturais do conhecimento matemático, revela uma grande preocupação com a dimensão política ao estudar a História

e a Filosofia da Matemática e suas implicações pedagógicas” (D’AMBRÓSIO, 2009b, p.23). Cabe evidenciar que o mesmo autor acrescenta que, para ele, o objetivo central do Programa Etnomatemática é:

[...] entender a geração, a organização intelectual e social, e a difusão e transmissão do conhecimento e comportamento humanos, acumulados, em permanente evolução, como um “ciclo helicoidal”, ao longo da história das diversas culturas, em busca da satisfação das pulsões básicas de sobrevivência e transcendência. Entender essa busca é entender a aventura da espécie humana ao longo de sua evolução, isto é, entender os mitos fundantes que estão na origem dos sistemas de conhecimento e comportamento, a partir da conceituação, da explicação, e da lida com espaço e tempo, que são intrínsecos à busca de sobrevivência e transcendências, ou seja, entender as noções de espaço e tempo desenvolvidas por grupos culturais diferenciados. (D’AMBRÓSIO, 2009b, p.26)

Para as teorizações do campo da Etnomatemática, cada povo, cada cultura constrói e desenvolve distintos processos vinculados à Matemática. Em síntese, buscaram-se nas teorizações da Etnomatemática subsídios para que os alunos identificassem os diversos modos de aplicação dos conhecimentos matemáticos evidenciados pelos povos no decorrer da história, criando relações entre o cotidiano e os conteúdos desenvolvidos em aula.

Cabe também destacar que a reformulação do Ensino Médio brasileiro, estabelecida pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) e regulamentada pelas Diretrizes do Conselho Nacional de Educação e pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), visa atender a uma atualização dos métodos de ensino que, além de complementar a educação básica, deve responder aos desafios impostos pelos processos globais:

A falta de sintonia entre realidade escolar e necessidades formativas reflete-se nos projetos pedagógicos das escolas, frequentemente inadequados, raramente explicitados ou objeto de reflexão consciente da comunidade escolar. A reflexão sobre o projeto pedagógico permite que cada professor conheça as razões da opção por determinado conjunto de atividades, quais competências se busca desenvolver com elas e que prioridades norteiam o uso dos recursos materiais e a distribuição da carga horária. Permite, sobretudo, que o professor compreenda o sentido e a relevância de seu trabalho, em sua disciplina, para que as metas formativas gerais definidas para os alunos da escola sejam atingidas. Sem essa reflexão, pode faltar clareza sobre como conduzir o aprendizado de modo a promover, junto ao alunado, as qualificações humanas pretendidas pelo novo ensino médio. (BRASIL, 2002, p.09)

Com a finalidade de tornar os alunos capazes de reconhecer, interpretar, utilizar e criar modos de ação para a resolução de problemas, foram propostas atividades e estratégias que lhes estimulassem o espírito investigativo, possibilitando a construção dos conhecimentos relativos à Trigonometria. Aproximar esse conteúdo ao “mundo real” possibilita uma melhor interação entre pesquisador e pesquisado e proporciona aos estudantes o “prazer da descoberta”, visto que muitos deles atribuem suas dificuldades à abstração das regras e das fórmulas que caracterizam a Matemática Escolar. Para Britto e Bayer:

Podemos perceber que muitas das justificativas para as dificuldades de introduzir este recurso são oriundas de uma aprendizagem descontextualizada, de um ensino mecanicista, proveniente de uma formação com estas características. Esta prática de ensino repercute em uma aprendizagem que não é capaz de estabelecer relações com outros conceitos e tão pouco dar sentido ao que está sendo trabalhado. (BRITO; BAYER, 2007, p.61)

Pretendeu-se, a partir dessa prática, que os alunos reconhecessem que a Matemática é uma construção humana que contribui para a resolução de problemas e percebessem sua presença nas ciências, na tecnologia e no cotidiano, e, além disso, identificassem, na Etnomatemática, conhecimentos matemáticos evidenciados pelos povos no decorrer da história. Nessa proposta, as aulas foram planejadas procurando diversificar a maneira de trabalhar os conceitos da Trigonometria no Ensino Médio para que os discentes atribuíssem significados e aplicações ao que é ensinado, entendendo a utilidade das razões trigonométricas e do Teorema de Pitágoras além das situações escolares. Segundo Ubiratan D'Ambrósio:

O domínio de duas etnomatemáticas, e possivelmente de outras, oferece maiores possibilidades de explicações, de entendimentos, de manejo de situações novas, de resolução de problemas. É exatamente assim que se faz boa pesquisa matemática – e na verdade pesquisa em qualquer outro campo do conhecimento. O acesso a um maior número de instrumentos e de técnicas intelectuais dá, quando devidamente contextualizado, muito maior capacidade de enfrentar situações e problemas novos, de modelar adequadamente uma situação real para, com esses instrumentos, chegar a uma possível solução ou curso de ação. (D'AMBRÓSIO, 2010, p.51)

Tendo em vista tais aspectos, considerou-se importante diversificar os meios e métodos no processo ensino, motivando e estimulando a construção do conhecimento matemático, permitindo ao aluno a construção dos conceitos e das abstrações necessárias ao entendimento dos conteúdos trigonométricos abordados, evitando a memorização por memorização de conceitos e fórmulas. D'Ambrosio (1986, p.25) enfatiza que: “A adoção de uma forma de ensino mais dinâmica, mais realista e menos formal, mesmo no esquema de disciplinas tradicionais, permitirá atingir objetivos mais adequados à nossa realidade”.

METODOLOGIA

A pesquisa buscou a reflexão de uma prática pedagógica desenvolvida em uma Escola particular de Caxias do Sul, envolvendo alunos do Segundo Ano do Ensino Médio com suas contribuições e perspectivas. Por isso, a metodologia investigativa adotou a pesquisa qualitativa (MOREIRA; CALEFFE, 2008; APPOLINÁRIO, 2012) e estudo de caso (YIN, 2010).

A abordagem qualitativa da pesquisa explora as características dos indivíduos e cenários que não podem ser facilmente descritos numericamente. O dado coletado é,

normalmente, verbal por meio de observação, descrição e gravação (MOREIRA; CALEFFE, 2008). Complementando com Appolinário (2012), em que descreve que a pesquisa qualitativa não busca a generalização assim como a da análise dos dados coletados, terá por objetivo simplesmente compreender um fenômeno em seu sentido mais intenso em vez de produzir inferências que possam levar à constituição de leis gerais ou a extrapolações que permitam fazer previsões válidas sobre a realidade futura. Considera-se também, segundo uma das ideias de Yin (2010), um estudo de caso, pois permite investigar um fenômeno contemporâneo em profundidade e em seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes.

O estudo foi desenvolvido durante os meses de agosto e setembro de 2011 e envolveu 34 participantes, sendo 19 do gênero masculino e 15 do feminino. Para obter uma maior fidelidade e riqueza de detalhes das descobertas e dos acontecimentos, as aulas foram gravadas e o registro dos materiais construídos ocorreu por meio de fotografias e/ou filmagens.

As atividades foram realizadas em equipes e houve a necessidade de dividir a turma em nove grupos de três a quatro integrantes para que os três temas propostos com diferentes profissionais da construção civil fossem contemplados, podendo, assim, trazer maiores contribuições sobre os diversos enfoques da Trigonometria. Os grupos foram constituídos por afinidade entre os alunos e cada um foi incumbido de eleger o seu representante que zelaria pela organização do trabalho.

Devido à exiguidade do tempo, cada grupo realizou uma das atividades práticas a seguir elencadas:

1. Trigonometria no esquadro do chão com uma parede de um cômodo: verificar a maneira pela qual se tira o esquadro do chão com uma parede de um cômodo. Analisar e identificar a Trigonometria envolvida no estabelecimento do esquadro.
2. Trigonometria na determinação do desnível entre dois pontos de um terreno: verificar, com trabalhadores da construção, como se determina o desnível entre dois pontos de um terreno, utilizando mangueira e água. Analisar e identificar a Trigonometria envolvida na determinação do desnível.
3. Trigonometria na construção das “tesouras” de sustentação do telhado de uma residência: verificar os métodos empregados na construção da base dos diferentes telhados em função de sua aparência (seu formato) ou materiais empregados. Analisar e identificar a Trigonometria envolvida na construção das tesouras que dão sustentação ao telhado.

Após as visitas a campo para a realização das entrevistas com pedreiros, mestres de obras, engenheiros civis ou arquitetos, os alunos procuraram relacionar a Trigonometria tratada no âmbito escolar e a Matemática utilizada no cotidiano do profissional da construção civil, escolhido de acordo com o tema sorteado. Os resultados obtidos foram apresentados oralmente, por meio de slides e vídeos; demonstração de maquetes e de materiais utilizados pelos profissionais da construção civil; descrição de cálculos no quadro negro e ainda escrito em forma de relatório.

A escolha desses três diferentes profissionais para cada um dos temas teve o intuito de abordar a Matemática praticada na construção civil e de profissionais com formação acadêmica, diversificando as contribuições para o aprendizado da Trigonometria. O tema de cada grupo da atividade prática e o profissional a ser entrevistado deu-se por sorteio, distribuído conforme o Quadro 1.

QUADRO 1 – Distribuição dos grupos com o tema e profissional a ser entrevistado.

GRUPO	TEMA	PROFISSIONAL
Grupo A	Trigonometria na construção das “tesouras” de sustentação do telhado de uma residência	Mestre de obras
Grupo B	Trigonometria na determinação do desnível entre dois pontos de um terreno	Pedreiro
Grupo C	Trigonometria na construção das “tesouras” de sustentação do telhado de uma residência	Pedreiro
Grupo D	Trigonometria na determinação do desnível entre dois pontos de um terreno	Engenheiro civil ou Arquiteto
Grupo E	Trigonometria no esquadro do chão com uma parede de um cômodo	Pedreiro
Grupo F	Trigonometria na determinação do desnível entre dois pontos de um terreno	Mestre de obras
Grupo G	Trigonometria no esquadro do chão com uma parede de um cômodo	Engenheiro civil ou Arquiteto
Grupo H	Trigonometria no esquadro do chão com uma parede de um cômodo	Mestre de obras
Grupo I	Trigonometria na construção das “tesouras” de sustentação do telhado de uma residência	Engenheiro civil ou Arquiteto

Fonte: autor.

Os dados coletados para a elaboração do trabalho dos alunos consistiram de visitas e filmagens a canteiros de obras, de entrevistas gravadas com profissional da construção civil, visando conhecer a sua maneira de lidar matematicamente com as situações reais, procurando estabelecer relações entre os dados obtidos e a Trigonometria presente no triângulo retângulo. Também foram construídas maquetes, além da demonstração de equipamentos (ferramentas) utilizados por esses profissionais, pesquisas em livros, artigos, sites da internet considerados confiáveis. A avaliação deu-se pela apresentação escrita e oral, em que cada grupo, segundo sua criatividade e necessidade, utilizou-se dos mais diversos recursos.

ANÁLISE DOS DADOS

As atividades práticas propostas nesta pesquisa procuraram envolver os alunos na reconstrução dos conceitos e procedimentos trigonométricos pela própria descoberta, discussão do assunto entre eles e busca dos saberes matemáticos presentes no “mundo da construção civil”, oportunizando a produção dos conhecimentos que anteriormente lhes eram fornecidos pelo professor. Segundo Paulus Gerdes:

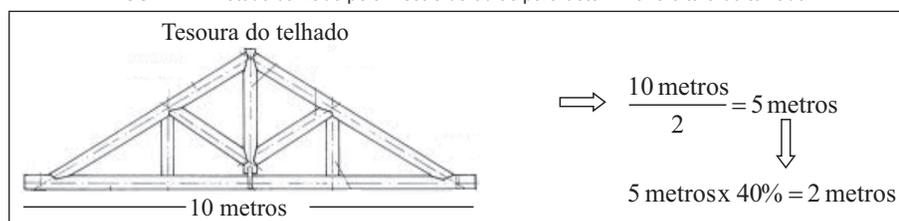
Quando se estuda uma demonstração, raramente se consegue perceber como é que o matemático descobriu o resultado. O caminho que leva a uma descoberta é, em geral, muito diferente da estrada pavimentada da dedução. A via da descoberta abre-se serpenteando por um terreno de vegetação densa e cheio de obstáculos, às vezes aparentemente sem saída, até que, de repente, se encontra uma clareira de surpresas relampejantes. E, quase de imediato, a alegria do inesperado “heureka” (gr. “achei”, “encontrei”) rasga triunfantemente o caminho. (GERDES, 2010, p.49)

O papel do professor, nesta metodologia, foi o de orientador e pesquisador e não apenas expositor. Ele auxiliou na busca de textos e outros materiais para realizar as atividades propostas. Durante o desenvolvimento do trabalho, sua participação consistiu em atender aos chamados, indicar caminhos, incentivar e apoiar encaminhamento de soluções ou, ainda, corrigir possíveis fugas do tema em estudo. Segundo D’Ambrósio (1997, p.90), “A função do professor é a de um associado aos alunos na consecução da tarefa, e conseqüentemente na busca de novos conhecimentos. Alunos e professores devem crescer, social e intelectualmente, no processo”.

As apresentações mostraram o conhecimento construído pelos alunos na realização das tarefas propostas no decorrer desta pesquisa, onde debateram, pesquisaram e buscaram encontrar respostas às suas dúvidas. A análise dos dados obtidos nas entrevistas e nas visitas a obras da construção civil teve a finalidade de indicar possíveis caminhos.

O “grupo A” valeu-se de uma maquete para demonstrar a trigonometria na construção das tesouras de sustentação do telhado de uma residência. De acordo com as orientações de um mestre de obras, a inclinação do telhado deveria levar em conta o tipo de obra e os materiais a serem utilizados na cobertura, visando à eficiência da construção, evitando, assim, futuros danos. Os cálculos da angulação que determinam a inclinação do telhado, fornecidos pelo entrevistado, são baseados em porcentagens e foram expostos num vídeo e executados pelo grupo no quadro-giz, conforme exemplificado na Figura 1: “a telha romana, por exemplo, necessita de 40% de inclinação. Se uma casa tem 10 metros de comprimento, dividimos isto por dois e o resultado multiplica pela porcentagem, isso dá 2 metros”.

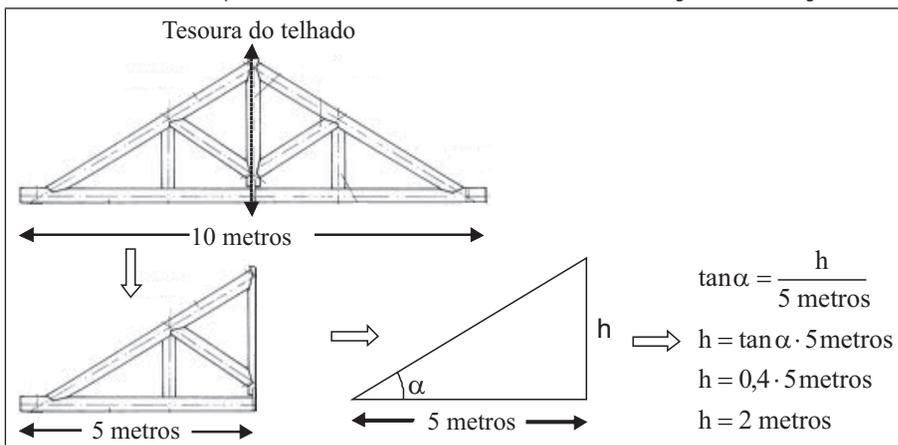
FIGURA 1 – Método utilizado pelo mestre de obras para determinar a altura do telhado.



Fonte: autor.

Os alunos mostraram que a Matemática usada pelo mestre de obras para determinar a estruturação que determina a altura de inclinação desse tipo de telhado está associada à razão trigonométrica tangente¹; nesse caso, para um ângulo de aproximadamente 22°, de um dos triângulos retângulos (Figura 2) obtidos no fracionamento vertical da “tesoura” em duas partes iguais (meia água).

FIGURA 2 – Cálculo para determinar a altura do telhado utilizando a razão trigonométrica tangente.



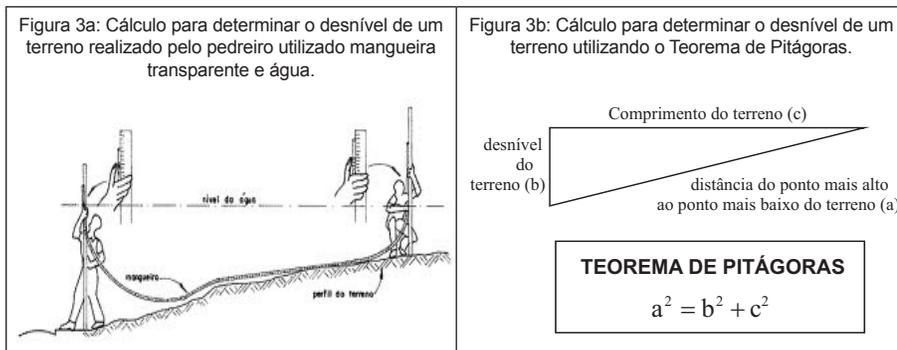
Fonte: autor.

Na continuação das apresentações, o “grupo B” tratou da Trigonometria na determinação do desnível entre dois pontos de um terreno sob o ponto de vista de um pedreiro. Por meio de *Software Microsoft PowerPoint®*, os alunos fizeram o resgate da História da Matemática desde as primeiras noções do Teorema de Pitágoras até as iniciais do seno (que, no século XII, na Arábia, denominavam-se teoria da meia-corda), cosseno e tangente. Em seguida, um vídeo mostrou o pedreiro explicando o processo que utilizava para determinar o nível do terreno. Ao mesmo tempo, os integrantes do grupo, utilizando um aquário retangular e terra, montaram uma simulação de um terreno em desnível e, com o auxílio de uma mangueira transparente contendo água, demonstraram como determinar o nível (Figura 3a). A partir disso, visualizaram um triângulo retângulo e, fazendo uso do Teorema de Pitágoras e das razões trigonométricas, realizaram cálculos que levaram à explanação teórica do que o pedreiro havia executado na prática (Figura 3b), comentando que “*podemos aplicar o Teorema de Pitágoras, ou simplesmente usar recursos para isso, como os pedreiros costumam fazer*”. Evidenciaram semelhanças entre a Matemática Escolar e a do cotidiano do profissional, socializando conhecimentos que se estenderam além do estipulado, relatando como se determina o esquadro de um terreno.

¹ A tangente de um ângulo agudo é a razão entre a medida do cateto oposto e a medida do cateto adjacente a esse ângulo (SILVA; BARRETO FILHO, 2008; DANTE, 2009; GIOVANNI; GIOVANNI; BONJORNO, 2011).

A busca por relações entre a Trigonometria e a Matemática envolvida na construção das tesouras de sustentação do telhado de uma residência sob o ponto de vista do pedreiro coube ao “grupo C”. Este exibiu a entrevista realizada com o profissional, explicando a necessidade de caimentos (angulações) diferenciados conforme o material de cobertura usado e a estética desejada.

FIGURA 3 – Representação esquemática para o cálculo de desnível de um terreno.



Fonte: Autor

Também foi construída uma maquete de uma tesoura para demonstrar as conexões estabelecidas entre essas matemáticas, observando que: “*a tesoura do telhado tem a forma de um triângulo retângulo*”. Pelas explicitações da equipe e fala do participante, foi possível verificar que o grupo percebeu a relação da Matemática utilizada pelos profissionais da construção civil e a Matemática Escolar.

O “grupo D”, cujo tema foi a Trigonometria envolvida na determinação do desnível entre dois pontos de um terreno, tinha como tarefa entrevistar um engenheiro civil ou um arquiteto para evidenciar a Matemática usada. O entrevistado se utilizava de diversas formas para a determinação do desnível entre dois pontos de um terreno, entre elas, mangueiras e teodolito, fornecendo detalhes de seus manuseios, concretizadas pelo grupo. O teodolito (Figura 4) calcula o ângulo de inclinação do terreno, possibilitando a obtenção da diferença de altura entre os pontos pretendidos, proporcionando, durante o processo de medição, a formulação de um triângulo retângulo. Por meio de um aquário contendo terra e de fita crepe, traçaram o triângulo retângulo que indicava a diferença de altura entre os dois extremos do terreno (Figura 5) e, fazendo uso das razões trigonométricas, determinaram esta medida:

Com o mesmo aquário e inclinação de terra, o grupo demonstrou, pelo uso de mangueiras, a diferença de altura entre os extremos do terreno, seguindo as orientações do engenheiro entrevistado, fazendo agora o uso de saberes matemáticos do cotidiano dos profissionais da construção civil. O fato foi uma demonstração de que esse profissional valorizava as diversas formas de calcular e não somente da Matemática Acadêmica. Ainda, o engenheiro, em sua fala, exibida pelos alunos por meio de vídeo, deixou a seguinte mensagem:

[...] ninguém escolhe uma carreira por afinidade, já que não a conhece. Só vão começar a gostar a partir do momento que começam a conhecer. Dedicuem tempo aos estudos, às vezes sacrificando momentos de lazer para deixar de ser apenas mais um na multidão que vai estar sempre disputando emprego. (Engenheiro entrevistado)

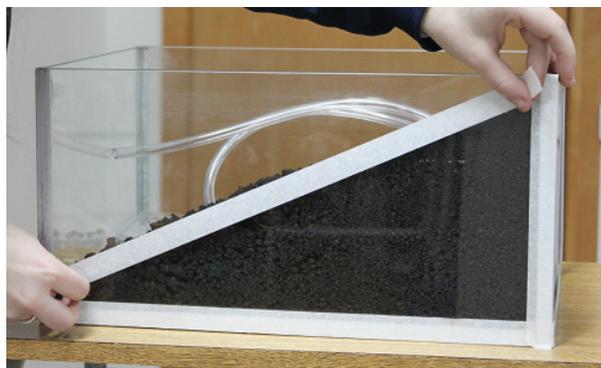
Nessas palavras, percebe-se a necessidade de somar à Matemática Escolar as contribuições advindas do meio social, para que o aluno conheça a existência e a importância de outras profissões, não tão midiáticas e que fazem parte da sociedade, perpassando, assim, o âmbito escolar.

FIGURA 4 – Teodolito.



Fonte: http://www.leica-geosystems.com/de/Leica-FlexLine-TS06plus_99088.htm

FIGURA 5 – Alunos do “grupo D” demonstrando a Trigonometria envolvida no cálculo do desnível de um terreno.



Fonte: autor.

O “grupo E”, cujo título do trabalho foi “Trigonometria no esquadro do chão com uma parede de um cômodo”, produziu um vídeo no canteiro da obra e ouviu os pedreiros e o engenheiro presentes no local, que forneceram detalhes de uma construção do início ao fim. Além do vídeo, a equipe apresentou e demonstrou a utilização das ferramentas chamadas de prumo, nível e esquadro de pedreiro (Figura 6), comprovando o conhecimento e o domínio dos saberes dessa Matemática.

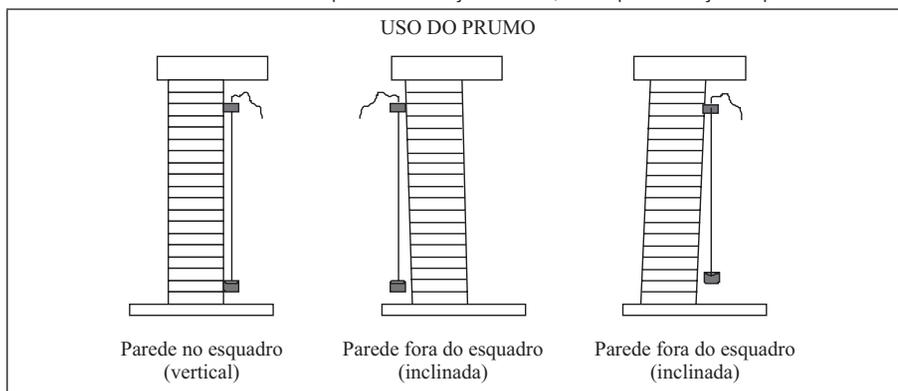
FIGURA 6 – Alunos do “grupo E” mostrando os instrumentos usados pelo pedreiro.



Fonte: autor.

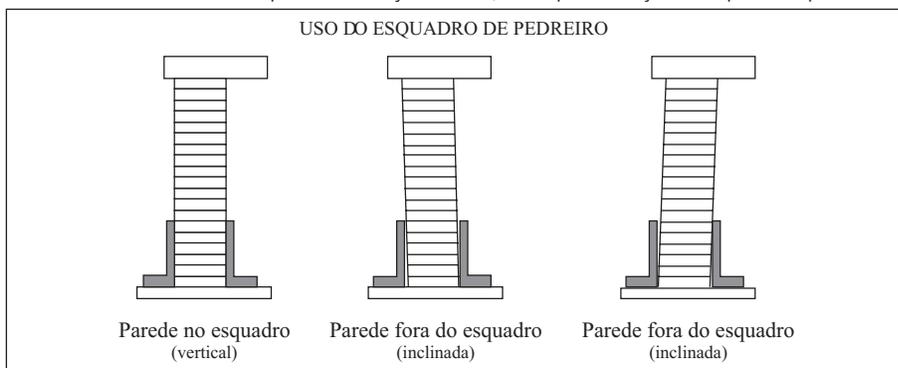
Essas ferramentas possibilitam a construção vertical de uma parede em relação ao chão pelas informações visuais que fornecem, tornado possível, conforme as figuras 7 e 8, a determinação de um ângulo de 90° , o qual caracteriza o triângulo retângulo, abordado neste trabalho. O grupo estabeleceu conexões entre a abordagem teórica da sala de aula e a prática desses profissionais, conseguindo relacionar teoria e prática.

FIGURA 7 – Verticalidade da parede em relação ao chão, obtida pela utilização do prumo.



Fonte: autor.

FIGURA 8 – Verticalidade da parede em relação ao chão, obtida pela utilização do esquadro de pedreiro.



Fonte: autor.

A tarefa de identificar a relação da Trigonometria na determinação do desnível entre dois pontos de um terreno no ponto de vista de um mestre de obras coube ao “grupo F”. Este mostrou onde os conceitos das razões trigonométricas são aplicados e como são utilizados para a busca de soluções. Além disso, citou sua aplicação na astronomia, navegação e construção de modernos equipamentos, apresentando uma trena a laser, obtida com o mestre de obras entrevistado.

O “grupo G” teve como tema o estudo da Trigonometria relacionada entre o esquadro do chão com uma parede, tendo como entrevistado um arquiteto. A equipe levou uma maquete de uma casa desmontável, por meio da qual demonstrou o uso do Teorema de Pitágoras para a determinação do esquadro. Também mostrou o esquadro de pedreiro, o nível e o prumo, diferentes instrumentos utilizados pelos profissionais da área da construção civil que possibilitam a determinação do esquadro, obtido pelo nivelamento do chão e na verticalidade das paredes. Suas pesquisas mostraram que os conhecimentos culturais estão relacionados aos escolar e acadêmico, como concluíram em seu trabalho:

[...] a prática e a teoria devem estar intimamente relacionadas para que se desenvolva qualquer atividade sem precedentes e que o projeto saia conforme o esperado – uma não vive bem sem a outra: pedreiros e arquitetos devem estar em sintonia na execução da obra para que se desenvolva o projeto corretamente. (Grupo G)

O penúltimo grupo, “H”, abordou a Trigonometria no esquadro do chão com uma parede, entrevistando um mestre de obras. Essa equipe teve problemas na apresentação, pois dois membros não compareceram, o que impossibilitou que a maquete construída fosse apresentada. Contudo, os dois presentes relataram a entrevista e comentaram a parte histórica da Trigonometria. Deve-se ressaltar que o trabalho escrito foi realizado, mostrando que houve pesquisa e compreensão do assunto estudado.

Para finalizar as apresentações, faltava abordar a Trigonometria na construção das tesouras de sustentação de um telhado de uma residência sob o olhar técnico de

um arquiteto ou engenheiro civil, atividade que coube ao “grupo I”. Este se utilizou de lâminas explicativas para abordar o uso das razões trigonométricas e o Teorema de Pitágoras no “mundo da construção civil”. Executou minuciosamente cálculo por cálculo do projeto de construção das tesouras de um telhado que, além da tangente e do Teorema de Pitágoras, envolvia cálculos e noções de Engenharia que indicavam os detalhes da estrutura apropriada, bem como o cálculo da madeira necessária para a referida obra.

Na atividade de socialização das pesquisas, houve discussões, comparações e distinções da forma de trabalhar dos diferentes profissionais da área. Nas entrevistas, os grupos tiveram a oportunidade de acompanhar e realizar cálculos de engenharia relacionados à estruturação das “tesouras” de um telhado, bem como o cálculo de previsão do material necessário para a obra e o teodolito na determinação de desníveis de terrenos. Utilizaram recursos tecnológicos, como elaboração de vídeos, *softwares*, como *autoCAD* para *Windows* a fim de representar o desnível de rampas de garagens e elaboração de projetos de construção e a trena a laser para a mensuração de distâncias, conseguindo estabelecer conexões entre a Trigonometria presente no triângulo retângulo e os saberes utilizados na construção civil. Gelsa Knijnik ressalta a necessidade da busca dos conhecimentos presentes no meio social que circunda o aluno como forma de aprender a Matemática presente nos currículos escolares:

Esses saberes das pessoas – saberes particulares, regionais, locais – interessam de modo muito especial a nossas pesquisas, se nos servimos da Etnomatemática como uma caixa de ferramentas que nos possibilita estudar os discursos eurocêntricos que instituem as matemáticas acadêmica e escolar, analisando os efeitos de verdade produzidos por tais discursos e também examinar os jogos de linguagem que constituem diferentes matemáticas, analisando suas semelhanças de família. (KNIJNIK, 2009, p.137)

Valendo-se dessas palavras, procurou-se somar à Matemática Escolar as contribuições advindas do “mundo da construção civil”. Isso pode enriquecer o conhecimento dos alunos, problematizar situações, auxiliar na determinação de estratégias para a solução dos problemas surgidos e possibilitar o desenvolvimento de habilidades de observação que influenciam na determinação dos procedimentos e métodos a serem adotados.

Embora não tenha sido fácil encontrar trabalhadores dispostos a dar entrevistas, foi por meio desses contatos que os alunos, pelas suas falas, declararam ter aprendido uma lição importante: “não é só a pessoa que estuda que tem conhecimento”. E, ainda: “*na humildade destas pessoas, conseguiram mostrar muita coisa pra nós*”. Na pesquisa a campo, os discentes tiveram a oportunidade de se aproximar de profissionais sem formação acadêmica que, sem conhecerem os conceitos matemáticos de Trigonometria, utilizavam-nos ao fazerem seus cálculos para a construção de casa ou prédio. Eles puderam evidenciar que a trigonometria, nesse caso, estava presente na Matemática do dia a dia da construção civil.

Ao instigar a pesquisa e propor desafios nas atividades, houve dedicação e empenho na realização das visitas às obras e entrevistas com os profissionais da construção civil e

criatividade ao diversificar os recursos para a apresentação do trabalho. Pôde-se evidenciar que os alunos tinham conhecimentos matemáticos para explicar e argumentar seus trabalhos, fazendo alguns resgates históricos, comentando ou realizando cálculos que os profissionais utilizavam na construção civil. Ainda buscaram estabelecer relações entre a Matemática Escolar e a Cultural.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As vinculações estabelecidas entre a Matemática Escolar e os conhecimentos culturais dos trabalhadores da construção civil possibilitaram evidenciar que a Matemática trabalhada nas escolas não é a única e verdadeira, pois ela “é apenas uma das muitas Matemáticas que se encontram pelas diversas culturas” (D’AMBRÓSIO, 2009b, p.25).

No desenvolvimento, procurou-se trabalhar as atividades com metodologia de pesquisa, experimentos e saídas a campo antes da abordagem teórica, contrapondo-se ao usualmente presente nas aulas de Matemática, que aborda primeiro os conceitos e fórmulas para, posteriormente, resolver os exercícios de aplicação. Comparando esses dois modos de trabalho, constatou-se que o empregado nesta pesquisa facilitou a construção dos conceitos matemáticos relativos à Trigonometria no triângulo retângulo e a percepção de sua presença no contexto social.

A forma pela qual as atividades foram conduzidas também pôde contribuir na aproximação e compreensão dos conhecimentos. Ao adotar o procedimento de trabalhar sistematicamente com grupos de estudo, em que acontecem simultaneamente ensino e aprendizagem com o aluno e com o professor, todos ensinaram e aprenderam em cooperação. Discussões, pesquisas, produções e socializações se sucederam de acordo com o andamento das aulas, assumindo o docente um novo papel: o de orientador e pesquisador.

As entrevistas realizadas buscavam estabelecer relações entre os distintos saberes matemáticos do setor da construção civil e os conhecimentos escolares. A partir das conexões estabelecidas pelos alunos, foi possível a construção de conceitos relativos à Trigonometria no triângulo retângulo, mostrando ser a Matemática uma construção humana decorrente da necessidade de solucionar problemas vividos pelo homem.

É importante também fazer uma observação quanto aos cursos de Licenciatura de Matemática, nos quais seria importante incluir a perspectiva da Etnomatemática em seus conteúdos básicos, valorizando essa vertente da Educação Matemática. Parece necessário oferecer aos futuros professores os saberes dessa área do conhecimento para utilizá-los em seus futuros projetos pedagógicos, como menciona Rosa e Orey:

[...] talvez eles possam aprender e entender novas perspectivas e teorias para um trabalho mais aprofundado em etnomatemática. Desta forma, eles podem adquirir a capacidade de analisar e criticar positivamente o trabalho em etnomatemática realizado por outros e por eles próprios. (ROSA; OREY, 2010, p.9)

Os relatos dos alunos mostraram que essa maneira de aprender Trigonometria contribuiu para que eles se tornassem pesquisadores e autônomos na construção do próprio conhecimento. Assim, considera-se que o objetivo desta pesquisa foi alcançado ao problematizar os conteúdos matemáticos escolares, promovendo atitudes que possam modificar qualitativamente as práticas na Educação Matemática.

Além disso, acredita-se que a referida pesquisa indica um caminho para mudar a prática pedagógica no ensino da Matemática, de forma a despertar o interesse do aluno no estudo dessa disciplina, passando a percebê-la como uma ciência a serviço da sociedade. Essa experiência evidenciou a possibilidade da realização de novas pesquisas que deem ênfase ao estudo das relações trigonométricas no ciclo trigonométrico e nos triângulos quaisquer. Logo, este trabalho pode contribuir para desmistificar a ideia de que a Matemática é uma ciência para poucos, pois se entende que não existe uma única linguagem matemática, mas sim múltiplas formas de pensamento matemático, cada uma organizada e estruturada dentro do seu contexto social.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Ionara Barcellos; LIMA, Velderez Marina do Rosário. A educação pela pesquisa, o questionamento e a crítica: propostas viáveis para ensinar e aprender. *Revista Acta Scientiae*, Canoas, v.13, n.1, p.140-157. Disponível em: <http://www.ulbra.br/actascientiae/edicoesanteriores/acta_scientiae_v.13_%20n1_2011.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2012.

APPOLINÁRIO, Fábio. *Metodologia da ciência: filosofia e prática de pesquisa*. 2.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

BRASIL, *Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996*. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/Arquivos/pdf/lei9394_idbn1.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2011.

BRASIL, *Parâmetros Curriculares Nacionais + Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*: Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília, MEC/SEMTEC, 2002.

BRITTO, Silvio Luiz Martins; BAYER, Arno. O uso da História no ensino da Matemática e a opinião dos professores de Matemática do Ensino Médio da 2ª CRE quanto ao uso desse recurso. *Revista Acta Scientiae*, Canoas, v.9, n.1, p.41-62, 2007. Disponível em: <<http://www.ulbra.br/actascientiae/edicoesanteriores/Acta%20Scientiae%20v9%20n1%202007.pdf#page=41>>. Acesso em: 19 out. 2011.

D'AMBROSIO, Ubiratan. *Da Realidade à Ação – reflexões sobre educação e matemática*. 3.ed., Campinas – SP: Ed. da Universidade Estadual de Campinas, 1986.

D'AMBROSIO, Ubiratan. *Educação Matemática – da teoria a prática*. 2.ed., Campinas-SP: Papirus, 1997.

D'AMBROSIO, Ubiratan. *Etnomatemática – elo entre as tradições e a modernidade*. 3.ed., Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009a.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Etnomatemática e História da Matemática. In. FANTINATO, Maria Cecília de Castelo Branco. (Org). *Etnomatemática – novos desafios teóricos e*

pedagógicos. Niterói: Editora da Universidade Federal Fluminense, 2009b. p.17-28.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Etnomatemática e Educação. In: KNIJNIK, Gelsa; WANDERER, Fernanda; OLIVEIRA, Cláudio José de. (Org.). *Etnomatemática, currículo e formação de professores*. 2. reimpressão, Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2010. p.39-52.

DANTE, Luiz Roberto. *Matemática: Contexto & Aplicações*. Volume único. 3.ed., São Paulo: Editora Ática, 2009.

DUARTE, Cláudia Glavam. *Etnomatemática, currículo e práticas sociais do “mundo da construção civil”*. 2003. 107p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2003.

GERDES, Paulus. *Da Etnomatemática à Arte-Design e Matrizes Cíclicas*. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2010.

GIOVANNI, José Ruy; GIOVANI, Ruy Giovanni Jr.; BONJORNO, José Roberto. *Matemática Fundamental: uma nova abordagem*. Ensino Médio. 2.ed., São Paulo: FTD, 2011.

KNIJNIK, Gelsa. Pesquisa em Etnomatemática: apontamentos sobre o tema. In: FANTINATO, Maria Cecília de Castelo Branco. (Org.) *Etnomatemática – novos desafios teóricos e pedagógicos*. Niterói: Editora da Universidade Federal Fluminense, 2009. p.135-142.

LINDEGGER, Luiz Roberto de Moura. *Construindo os conceitos Básicos da Trigonometria no Triângulo Retângulo: uma proposta a partir da manipulação de modelos*. 2000. 203p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2000.

ROSA, Milton; Orey, Daniel Clark. Para uma pesquisa crítica da Etnomatemática: saia do salão e vá para o balcão! *Revista Acta Scientiae*, Canoas, v.12, n.2, p.9-21. Disponível em: < http://www.ulbra.br/actascientiae/edicoesanteriores/acta_v12_n2_2010.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2012.

SAMPAIO, Helenara Regina. *Uma abordagem histórico-filosófica na Educação Matemática: Contribuições ao processo de aprendizagem de trigonometria no Ensino Médio*. 2008. 188p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

SILVA, Claudio Xavier da; BARRETO FILHO, Benigno. *Matemática: Participação & Contexto*. Ensino Médio. São Paulo: FTD, 2008.

SILVA, Marliete Franco da; FROTA, Maria Clara Rezende. Uma experiência com modelos da trigonometria associados a situações práticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 10. Salvador, 2010. *Anais...* Disponível em: < <http://www.sbem.com.br/ocs/index.php/xenem/xenem/schedConf/presentations> > Acesso em: 03 nov. 2010.

WEYNE, Gastão Rúbio de Sá. Reflexões sobre os conceitos e as aplicações da educação matemática crítica e da matemática humanística. *Revista Acta Scientiae*, Canoas, v.12, n.2, p.92-105. Disponível em:< http://www.ulbra.br/actascientiae/edicoesanteriores/acta_v12_n2_2010.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2012.

VAZQUEZ, Cristiane Maria Roque. Trigonometria no Ensino Médio: Construção de alguns conceitos. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA,

10. Salvador, 2010. *Anais...* Disponível em: < <http://www.sbem.com.br/ocs/index.php/xenem/xenem/schedConf/presentations> >. Acesso em: 03 nov. 2010.
YIN, Robert K. *Estudo de Caso*. Planejamento e Métodos. 4.ed., Porto Alegre: Bookman, 2010.

Recebido em: mar. 2013

Aceito em: jun. 2013