ETNOMATEMÁTICA EM UM CURSO TÉCNICO EM AGRIMENSURA: CÁLCULO DE ÁREAS E ALTURAS

Geraldo Aparecido Polegatti
Instituto Federal de Mato Grosso e PPGEA/UFRRJ
geraldo.polegatti@jna.ifmt.edu.br

Resumo
Em uma pesquisa etnomatemática a prática educativa do professor pesquisador se transforma pela natureza da própria pesquisa etnomatemática, de contextualização, de valorização da cultura dos discentes e também do curso ao qual esses discentes estejam participando. Nessa ótica, após recebermos a ementa da disciplina de Fundamentos da Matemática, descontextualizada da formação do Técnico em Agrimensura, e após conversas com os professores do curso, propusemos uma abordagem etnomatemática dos conteúdos desta disciplina. Nesse trabalho apresentamos uma aplicação da Lei dos Senos no cálculo de áreas de polígonos inscritos a partir do raio da circunferência que os circunscreve e outra, no cálculo da altura de objetos utilizando fotos digitais desses objetos e conceitos básicos de fotometria. Observamos que os alunos compreenderam melhor esses conceitos levando-os a uma reflexão sobre sua própria aprendizagem, proporcionado-lhes um melhor desempenho não só em Fundamentos da Matemática como principalmente nas disciplinas técnicas, do referido curso, fato esse verificado nos menores índices de reprovação e ou desistência em comparação com turmas anteriores.

Palavras Chave: Agrimensura; Ensino Técnico; Etnomatemática; Cálculo de Área; Cálculo de Altura.

1. Introdução

As escolas, em qualquer nível e em qualquer modalidade, não podem deixar de cumprir o seu verdadeiro papel social, e cada vez mais abrir espaços para a chamada “cultura” da mídia, que de certa forma é responsável pela informação da maioria dos indivíduos, que se conformam como o modelo vigente hegemonicamente, determinado pelas regras do jogo imposto pelo mercado. Mas esse mesmo mercado de trabalho, ou melhor, mundo do trabalho, requer um profissional não só com habilidades específicas de uma determinada profissão, mas sim um agente atencioso ao que acontece em seu redor, ou mais ainda, um profissional que faça com que as coisas possam acontecer. Pois hoje o que reina no mercado é a questão da empregabilidade, ou seja, se o cidadão que sai qualificado profissionalmente é capaz de se manter vivo no mundo do trabalho se tornando indispensável para o mesmo.

Para Alves:

> É o conceito de empregabilidade que irá representar a nova tradução de teoria de capital humano sob o capitalismo global: a educação ou a aquisição (consumo) de novos saberes, competências e credenciais apenas habilitam o indivíduo apenas para a competição num mercado de trabalho cada vez mais restrito, não garantindo, portanto, sua integração sistêmica plena (e permanente) à vida moderna. Enfim, a mera posse de qualificações não garante ao individuo um emprego no mundo do trabalho. (ALVES, 2008, p. 7-8).

Nesse prisma a formação contemporânea de um indivíduo que seja capaz de agir e pensar de forma autônoma requer currículos estruturados articulando e integrando teoria e prática, conhecimento empírico e conhecimento científico.

O curso que forma o Técnico em Agrimensura apresenta um currículo especificamente formalizado para essa formação, abundante em conteúdos matemáticos, aliando muita prática com também muita teoria. Trata-se de um curso pós-médio onde seus conteúdos curriculares são distribuídos em apenas três semestres de intensa formação especializada e, portanto, com pouco tempo para se refletir muito sobre a quantidade de conhecimento envolvido. Diante disso, propusemos uma abordagem etnomatemática transdisciplinar da sua disciplina Fundamentos da Matemática, com aplicação no cálculo da área de polígonos inscritos, bem como razão e proporção em fotometria para o cálculo de alturas de objetos. Ao final do trabalho constatamos que os discentes além de sentirem-se como atores principais da construção de seus conhecimentos eles compreenderam os conteúdos contextualizados nessa pesquisa refletindo em um melhor rendimento da disciplina perante as demais disciplinas do curso.

2. Procedimentos da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida, inicialmente, a partir de conversas informais com os professores engenheiros agrimensores do referido curso, onde nos relataram uma preocupação com a ementa da disciplina Fundamentos da Matemática por ser construída de forma descontextualizada ao perfil profissional de um técnico em agrimensura. Ao analisarmos as disciplinas técnicas do curso percebemos uma maneira de relacionar o cálculo de alturas de objetos, presente na disciplina de Fundamentos da Matemática, com a disciplina técnica de Fotometria, fato que chamou a atenção dos alunos e demais professores do curso. Pois, com uma simples câmera fotográfica digital ou do próprio celular, e aplicação da “regra de três”, demonstramos, nessa pesquisa, que podemos calcular a altura aproximada de objetos, facilitando o trabalho do técnico em agrimensura que não tenha um teodolito à sua disposição.

Saber calcular áreas de figuras planas é fundamental para o técnico em agrimensura. Assim, desenvolvemos com os alunos o cálculo de áreas de polígonos regulares inscritos, partindo de uma situação real, da construção de um viveiro com sua área calculada por meio da aplicação de função quadrática, e onde através do diálogo com os alunos direcionamos a aplicação da Lei dos Senos, como principio teórico, para o cálculo da área de polígonos inscritos. Mostramos aos alunos que conforme aumentamos o número de lados do polígono, mais sua área se “aproxima” da área do círculo que o circunscreve. Denominamos os dois alunos que participaram com perguntas de A_1 e A_2.

3. Abordagem etnomatemática nos conteúdos curriculares

Uma abordagem etnomatemática de conteúdos curriculares da matemática valoriza o conhecimento empírico dos alunos, contextualizando-os com o conhecimento formal da matemática escolar. Uma das aplicações pedagógicas da etnomatemática é aquela que se apresenta em situações problemas contextualizadas, ou seja, que envolvam a realidade do profissional que pretendemos formar, neste caso o técnico em agrimensura.

Em uma concepção proposta por D’Ambrósio (2009) para a etnomatemática, ele classifica a matemática formal como uma das variadas etnomatemáticas existentes advindas da cultural criatividade humana em adaptar-se e solucionar problemas de seu cotidiano. Assim, também entendemos a matemática como um produto cultural da humanidade, não exata, pronta e acabada, mas que se transforma diante da realidade de quem a cria ou de quem a aplica, transformando também essa mesma realidade. Nesse trabalho focamos sua aplicação no cotidiano profissional do técnico em agrimensura.

> Diferentemente do que sugere o nome, Etnomatemática não é o estudo apenas de matemáticas das diversas etnias. Mais do que isso, é o estudo das várias maneiras, técnicas, habilidades (*technés ou ticas*) de explicar, entender, lidar e conviver (*matema*) nos distintos contextos naturais e socioeconômicos, espacial e temporariamente diferenciados, da realidade (*etno*). A disciplina identificada como matemática é na verdade uma etnomatemática (D’AMBRÓSIO, 2009, p. 125, grifos do autor).

Nesta perspectiva a etnomatemática se torna ainda mais primordial na didática da matemática, ganha consistência e consequentemente uma grande importância metodológica. Com essa abordagem, o ensino e a aprendizagem da matemática, se consolidam pela forte contextualização da própria matemática formal com as demais "Culturas Matemáticas" que essa abordagem proporciona. Aqui em destaque a "Cultura Matemática" do profissional técnico em agrimensura na disciplina Fundamentos da Matemática, um profissional que necessita de muito conhecimento matemático básico e aplicado para desenvolver uma boa técnica. É verdade que as ferramentas tecnológicas (Estação Total, GPS, software próprios, calculadoras e teodolitos) ajudam muito o profissional de agrimensura, mas é fundamental que ele compreenda bem os fundamentos da matemática para construir uma base sólida e se tornar um profissional muito dinâmico e essencial ao mundo do trabalho.

Assim, compreendemos que pela abordagem etnomatemática desses conteúdos curriculares a contextualização surge naturalmente, dando sentido ao que está sendo ensinado, tornando a aprendizagem dos fundamentos da matemática aplicados à agrimensura mais significativa ao futuro técnico em agrimensura, pois se a base desse profissional for sustentável sua carreira também será.

4. A dinâmica transdisciplinar no curso Técnico em Agrimensura

Grande parte da formação profissionalizante está centrada na "aquisição" de competências e habilidades por parte do educando, para que ele possa desenvolver essas habilidades com competência após sua formação no mundo do trabalho. Para que ele possa cumprir suas atividades com eficiência e eficácia. O corpo docente, para o referido curso, dispõe de um professor de matemática, dois professores engenheiros agrimensores, uma professora engenheira agrônoma, uma professora de língua portuguesa e língua inglesa, um professor de informática e uma professora formada em administração. Cabendo a maior carga horária aos professores agrimensores, mas isso não quer dizer que eles respondem sozinhos pelo curso.

No Projeto Político Pedagógico do curso está descrito que:

> O papel do Técnico em Agrimensura constitui-se, dessa forma, uma peça chave para a manutenção do equilíbrio do bioma Amazônia na região de Juína. Trabalhos, como o licenciamento ambiental único, desenvolvido através de um convênio entre o IBAMA, o Banco Mundial e a SEMA, que utiliza imagens de satélite, são utilizadas no cadastro e monitoramento das propriedades agrícolas. [...] Além disso, todas as áreas rurais devem ser georreferenciadas a fim de regular sua situação cadastral junto ao INCRA, e, assim poder pleitear as fontes de fomento para custeio agrícola do governo, transações de compra, venda e desmembramento de imóvel, etc. (BRASIL, 2011, p. 10).

Desde a implantação do campus Juína (Janeiro de 2010), ficamos responsáveis pela formulação do Projeto Político Pedagógico (PPP) dos cursos que seriam ofertados, entre eles o de Técnico em Agrimensura. Esses cursos foram escolhidos em audiências públicas com representantes da população local no ano de 2009. Nessas discussões o curso de Técnico em Agrimensura ganhou destaque sendo posteriormente um dos escolhidos. Justificou-se também a sua escolha pela região noroeste de Mato Grosso ser tão carente de infraestrutura (rodovias pavimentadas, aeroportos, desmembramentos de terras, georreferenciamentos, asfaltamento das cidades, entre outros), além de estar numa região de terras indígenas, bem como ser grande produtora de diamantes.

Durante os debates entre nós professores do curso para a formulação do seu PPP, surgiram algumas ideias pedagógicas acerca de como as disciplinas poderiam se relacionar umas com as outras, bem como seus professores poderiam promover um diálogo entre eles próprios, os alunos do curso e as disciplinas. Pensando numa visão holística de educação, com contextualização entre as disciplinas, propusemos uma abordagem transdisciplinar dos conteúdos curriculares do curso. Abordagem essa que vai muito além da simples aquisição de competências e habilidades. Nesse sentido, segundo Santos:

> A transdisciplinaridade maximiza a aprendizagem ao trabalhar com imagens e conceitos que mobilizam, conjuntamente, as dimensões mentais, emocionais e corporais tecendo relações tanto horizontais quanto verticais do conhecimento. Ela cria situações de maior envolvimento dos alunos na construção de significados para si. [...] Trabalhar educação com tal visão supera a mesmice do padrão educativo, encanta o aprender e resgata o prazer de aventurar-se no mundo das ideias. (SANTOS, 2009, p. 26).

A transdisciplinaridade como prática educativa valoriza a diversidade cultural dos envolvidos no processo, promove o resgate de metodologias de ensino, bem como, provoca discussões e quebra de barreiras entre as disciplinas curriculares, elevando o conhecimento a outro nível de percepção, o nível da unidade aberta de conhecimento, articulando esse conhecimento em uma rede que não mais pertence só ao nível dos opostos, mas também ao da unidade. Uma verdadeira visão holística de educação, e no caso específico de educação matemática entendemos que essa visão holística ocorre por intermédio de uma abordagem etnomatemática.

Por ser um curso com muita matemática em seu currículo, e por antevermos que a maioria dos alunos que nele ingressassem iriam sentir muitas dificuldades podendo chegar a um alto índice de desistência ou mesmo não aprovação, chegamos à conclusão que a sustentabilidade do curso poderia estar nesta visão holística de educação que a didática transdisciplinar proporciona. “[...] o ensino de matemática deixa de ser o único foco da aula, ele preocupa-se também com a aprendizagem, no sentido de que os conteúdos passam a ser significativos para os educandos, porque estes é que são colocados no centro do processo educativo e não os conteúdos.” (SANTOS, 2006, p. 204).

Pensando nisso foi que construímos o mapa conceitual da figura 1, com o aluno no centro de todo processo educativo do curso Técnico em Agrimensura. Nele, a ideia dos conjuntos pontilhados vai ao encontro de uma didática transdisciplinar, pois explicita que as fronteiras entre cada um dos conjuntos disciplinares e também dos alunos existem, mas em algum momento da construção do conhecimento essas fronteiras podem não existir ou não serem perceptíveis, mas elas estão ali para delinear o campo de atuação de cada conjunto ou neste caso, de cada disciplina do curso ou ainda as fronteiras de conhecimentos empíricos compartilhadas nesse processo por cada um dos alunos do curso.

Porém, este campo de atuação disciplinar pode ser transposto por relações dinâmicas do conhecimento potencializadas pela ação transdisciplinar dos professores. No pontilhado posso ver cada parte do todo como parte integrante e representante deste todo, e que esse todo é formado por suas partes que se articulam entre si sempre que necessário para compreendermos o nosso objeto de estudo. Aqui, corpo docente e corpo discente do curso se fundem, se inter-relacionam, construindo o conhecimento juntos. A sociedade também faz parte desse processo representada principalmente pela disciplina de Estágio.

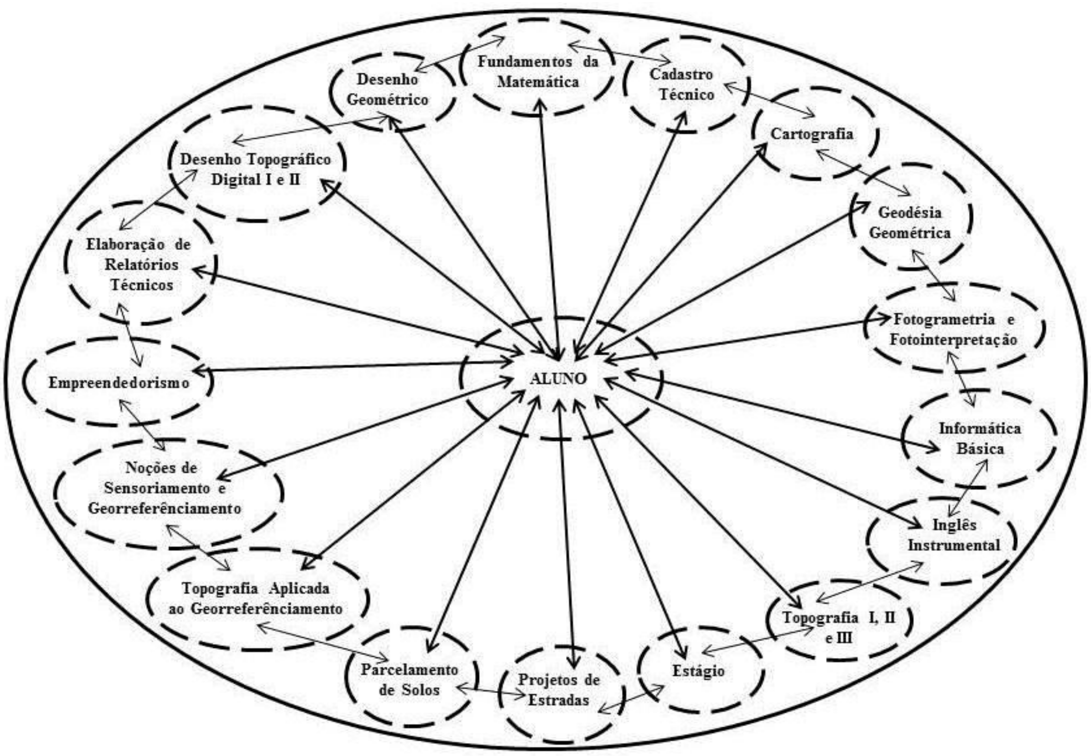

Figura 1: A Dinâmica Transdisciplinar do curso Técnico em Agrimensura do IFMT – Campus Juína

As disciplinas curriculares para o curso em questão foram analisadas por todos os professores do curso, mas com muita atenção ao que os professores de agrimensura tinham a dizer sobre cada uma delas. Nesse sentido a disciplina de Fundamentos da Matemática, nosso foco nesse estudo, seguiu um programa voltado para uma formação suplementar ao que os alunos encontrariam nas disciplinas técnicas do curso. As situações problemas propostas pelo professor ou por algum dos professores do curso (principalmente os agrimensores), bem como os alunos também, sempre contextualizavam com situações reais do cotidiano profissional de um Técnico em Agrimensura.

5. Dois exemplos de contextualização no conteúdo do curso de agrimensura

Assim que recebemos a ementa da disciplina Fundamentos da Matemática do curso, fomos dialogar com os professores formados em agrimensura que atuariam no curso para procurarmos contextualizar a ementa de nossa disciplina o máximo possível, no sentindo de sempre procurarmos em conjunto responder a uma questão primordial que permitiria a contextualização que nós queríamos. Que matemática é essa aplicada a agrimensura? O que os futuros técnicos em agrimensura vão precisar saber dessa matemática para que realmente ela seja aplicada? Depois, como contextualizar esses conteúdos curriculares com o cotidiano de um técnico em agrimensura? Desse diálogo chegamos a algumas conclusões, entre elas destacamos o cálculo de áreas de polígonos regulares, e proporção em fotos para o cálculo de alturas.

5.1. Cálculo de áreas de polígonos regulares inscritos

Partimos de uma situação problema, utilizada para introduzir o conceito de função quadrática e fomos guiados pelas curiosidades dos alunos. “A matemática contextualizada se mostra como mais um recurso para solucionar problemas novos” (D’AMBRÓSIO, 2002, p. 80).

De acordo com Knijnik:

> Etimologicamente, problematizar – do grego *problema* – refere-se a obstáculo, tema de controvérsia. Provem do verbo *probállo*: lançar, colocar diante; arremeter, começar uma luta; propor uma pergunta, uma questão (HOUAISS). O exercício de articular tais significados para *problematizar* nos conduz às ideias de propor uma indagação, uma controvérsia, que seja um obstáculo – uma dificuldade a ser superada ao longo de um percurso, que aqui pode ser pensado

> como o percurso da produção do conhecimento. Problematizar envolveria, então, como Foucault enuncia, um conjunto de práticas que instituem um objeto de reflexão. Envolveria construir esse objeto de reflexão com as marcas da controvérsia, com matizes, numa interlocução tensionada com a literatura até então produzida sobre a temática. Pesquisar seria, então, construir uma problematização, tornando-a como centro de nosso pensar. [...] Esta seria, talvez, a mais importante questão educacional de nosso tempo. É ela que me faz uma pessoa entusiasmada com o ofício da pesquisa etnomatemática, que faz com que eu tome pessoalmente posição diante dos problemas, a ponto de fazer deles, como escreveu Nietzsche, [m]eu destino, [m]eu esforço e também [minh]a maior felicidade. (KNIJNIK, 2009, p. 140-141, grifos do autor).

Vejamos a situação problema que utilizamos:

Um agrimensor deseja construir um viveiro, no formato de um paralelepípedo retangular, utilizando 60 m de tela que ele possui. Qual a área máxima da base do viveiro que ele conseguirá cercar com esta tela? Começamos a resolver com os alunos fazendo um esboço do viveiro, conforme a figura 2, chamando um dos lados da base retangular do viveiro de x e o outro de y. O agrimensor deseja cobrir a superfície lateral do viveiro com os 60 metros de tela (a altura do viveiro será a largura da tela).

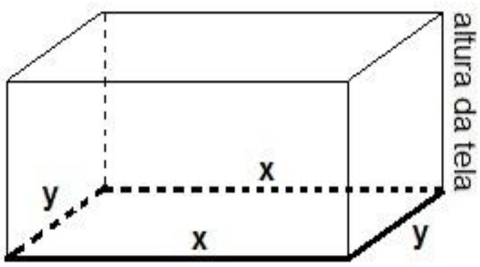

Figura 2: O viveiro da situação problema

Montamos duas equações, sendo uma com o perímetro da base da referida figura e a outra com a área da base da mesma figura. Por substituição obtemos a área da base como uma equação quadrática de um dos lados da base:

$$x + x + y + y = 60 \rightarrow 2.x + 2.y = 60 \rightarrow x + y = 30 \rightarrow y = 30 - x \quad (1)$$

$$A = x.y \rightarrow A = x.(30 - x) \rightarrow A = -x^2 + 30.x \quad (2)$$

A equação (2) é a função quadrática que permite calcular a área da base do viveiro originada pela contextualização da situação problema proposta. Alguns alunos nos indagaram sobre qual valor para x deveríamos atribuir para conseguirmos encontrar a tal área máxima? Nesse ponto lembramos aos alunos que toda função quadrática é descrita pela equação geral: $y = a.x^2 + b.x + c$ com a, b e c podendo ser qualquer número real, mas com $a \neq 0$. Além disso, toda função quadrática com $a < 0$ possui um valor máximo que pode ser obtido atribuindo a x o valor da abscissa do vértice (x_v) da parábola (gráfico da função quadrática), ou seja:

$$x_v = -b / 2.a \rightarrow x_v = -30 / 2.(-1) \rightarrow x_v = 30 / 2 \rightarrow x_v = 15$$

Portanto, a área máxima da base é 225 m^2. Houve um questionamento de um aluno, que como o valor de y também é 15, temos um quadrado e não um retângulo, o que foi respondido que o quadrado é um retângulo particular.

Nesse ponto fizemos a seguinte indagação aos alunos: e se o agrimensor desejasse construir o viveiro com base triangular? Um dos alunos respondeu que:

— A_1: Professor, vejo que nesse caso o agrimensor deveria utilizar um triângulo equilátero, pois se para a base retangular, de área máxima, foi um quadrado, para uma base triangular será um triângulo equilátero. Outros alunos concordaram.

Lembramos que, de fato, dada uma corda c qualquer em uma circunferência, o triângulo inscrito com maior área, tal que um dos lados é a corda c é o triângulo isósceles de base c, já que este é o que tem maior altura. Agora, dado um triângulo isósceles inscrito T_1, que não seja equilátero, o triângulo isósceles inscrito T_2 cuja base é um dos lados congruentes de T_1, tem, pelo visto acima, área maior do que T_1. Assim, O triângulo equilátero é o que tem maior área. Portanto, no caso do triângulo equilátero de lado igual a 20 m (60m/3), como os três ângulos têm medidas iguais a 60°, sua a área (A) aproximada será:

$$A = 1/2 \ .\ 20.20.\text{sen}(60°) \rightarrow A = 200.0{,}866 \rightarrow A = 173{,}2\ m^2$$

Segundo Conrado:

> Com efeito, a etnomatemática tem procurado discutir novos caminhos para o ensino e aprendizagem da matemática que, por meio do diálogo, possibilitem a troca de conhecimentos e saberes entre escola-sociedade e professor-educando de maneira que os alunos possam abandonar a passividade e a reprodução de procedimentos impostos anteriormente e educadores, deixem de agir como meros *transmissores* de conhecimento. (CONRADO, 2006, p.77, grifo do autor).

Nesse sentido a aula fluiu com mais questionamentos dos alunos. O mesmo aluno A_1 questionou o fato da área da base triangular ter ficado menor do que a do quadrado, usando a mesma tela. Respondemos que quando partimos de um perímetro comum para construirmos figuras geométricas regulares (com lados de mesma medida) quanto menos lados a figura geométrica tiver menor será sua área. No caso do triângulo, o valor 173,2 m^2 será a menor área possível para uma figura geométrica regular com perímetro medindo 60 metros. Outro aluno perguntou:

— A_2: Professor e se fizermos com seis lados iguais, ou seja, um hexágono regular? Qual seria a área da base do viveiro?

— Professor: Para isso teremos que calcular o raio da circunferência que circunscreve o hexágono. O lado do hexágono regular de perímetro 60 metros mede 10 metros. Agora, o raio da circunferência circunscrita a esse hexágono tem media igual ao lado do hexágono, ou seja, 10 metros.

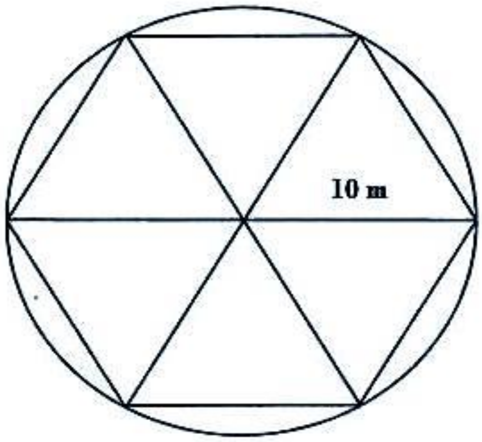

Figura 3: O hexágono inscrito

Dividindo o hexágono regular em seis triângulos equiláteros como na figura 3, teremos, como vimos acima, que a área aproximada do hexágono será:

$$A = 1/2.\ 10.10.\text{sen}(60°).6 \rightarrow A = 50.0{,}866.6 \rightarrow A = 259{,}8\ m^2$$

O resultado obtido é maior do que a área do quadrado de perímetro 60 m. Pois como já havíamos antecipado, quanto mais lados têm a figura geométrica regular, a partir de um perímetro comum, maior será sua área. Houve então o seguinte questionamento:

— A_1: Professor, então qual seria o limite para um polígono regular ter área máxima? E, qual seria a área máxima que essa tela de 60 metros poderia cercar?

Depois de alguns segundos de silêncio na sala, o próprio aluno respondeu:

— A_1: Professor deve ser o círculo correto?

Após todos concordarem com ele, fomos às contas. Primeiro calculando o raio (r) desse círculo a partir de sua equação de comprimento (C), utilizando para π o valor aproximado 3,14 e o comprimento igual a 60 metros. Depois determinamos a área aproximada (A) do círculo:

$$C = 2.\pi.r \rightarrow 60 = 2.3{,}14.r \rightarrow 60 = 6{,}28.r \rightarrow r = 60/6{,}28 \rightarrow r = 9{,}554\ m$$

$$A = \pi.r^2 \rightarrow A = 3{,}14.(9{,}554)^2 \rightarrow A = 286{,}615\ m^2$$

Barton nos diz que:

> A dimensão matemática da etnomatemática é determinada pelo relacionamento das ideias matemáticas com a matemática em si, isto é, a etnomatemática é um estudo que pode ser interno à própria matemática, ou transferido conceitualmente das convenções matemáticas existentes. (BARTON, 2006, p. 60).

Essa área circular de 286,615 m^2 seria então a área máxima aproximada possível que poderíamos cercar com os 60 metros de tela do viveiro. O aluno A_2 questionou:

— A_2: Professor, não seria estranho construir um viveiro circular?

— Professor: Isso vai depender do desejo ou da necessidade do agrimensor, mas sabemos que essa seria a área máxima. Construí-lo dessa forma vai depender da vontade do construtor. Porém, sabemos, por exemplo, que as ocas indígenas têm o formato circular. Os silos de armazenamento de grãos, bem como, as construções para armazenar grandes quantidades de água ou combustíveis, têm o formato circular, ou seja, são cilindros.

Voltando ao cálculo de áreas triangulares, colocamos para os alunos que podemos estender a situação problema do viveiro ao caso da base ser um polígono regular com um número "n" qualquer de lados. Dividindo o polígono regular em "n" triângulos isósceles de base sendo o lado do polígono e os lados congruentes sendo raios r do círculo, temos que a medida do lado do polígono é 2r.sen(360°/2n) e a altura de cada um desses triângulos isósceles é r.cos(360°/2n). Portanto, usando trigonometria conhecida dos alunos, chegamos que a área (A) do polígono de "n" lados, inscrito no círculo de raio r, é:

$$A = n.(1/2).r^2.\text{sen}(360°/n)$$

Assim, a área de um polígono regular de 360 lados será:

$$A = [1/2.r^2.\text{sen}(360º/360)].360 \rightarrow A = [1/2.r^2.\text{sen}1º].360$$

Portanto, a área desse polígono é aproximadamente:

$$A = 180.r^2.0{,}01745 \rightarrow A = 3{,}14.r^2 \rightarrow A = \pi.r^2$$

O aluno A_2 indagou:

— A_2: Professor, a área obtida é a área do circulo de raio r, então o circulo seria um polígono regular de 360 lados?

— Professor: Não! Escolhemos 360 porque o circulo em sua volta completa tem 360°. Na verdade esse é um problema de aproximação, pois o número irracional π, para essa situação, foi aproximado ao número racional 3,14 que é muito utilizado no ensino da matemática escolar.

Essa atividade mostra que os conceitos matemáticos estão todos interligados de forma dinâmica e que podem ser contextualizados para facilitar o seu ensino e aprendizagem.

5.2. Calculando alturas reais através da proporção em fotos digitais

Uma das atribuições profissionais do técnico em agrimensura é calcular a altura de objetos, como postes, ou elementos da natureza, como morros e árvores. Para tanto eles devem saber utilizar um teodolito que determina o grau de inclinação entre a altura do objeto focalizado e a posição do teodolito, e com esse dado utilizam tangente para calcularem a altura aproximada do objeto.

Durante a preparação de uma de nossas aulas de Fundamentos da Matemática, e em conversas com os professores de agrimensura sobre princípios de fotometria, nos surgiu a ideia de calcularmos a altura de objetos reais através da aplicação de proporção em fotos digitais desses objetos. Para comprovar nossa teoria preparamos a foto da figura 4 abaixo, onde colocamos dois objetos de alturas conhecidas.

Figura 4: Imagens dos cilindros para o primeiro experimento

Agora, sabendo que altura real do cilindro maior na foto era 80,3 cm e com os dados das alturas de cada um dos objetos na foto, fizemos uma regra de três para calcularmos a altura real (h) do cilindro menor da foto. Assim resolvemos:

$$\frac{h}{80,3} = \frac{5,6}{7,2} \rightarrow 7,2.h = 80,3.5,6 \rightarrow h = 449,68/7,2 \rightarrow h = 62,46 \text{ cm}$$

Resultado esse que compreendemos ser válido por ser muito próximo a 2,50 cm, que é o tamanho real do cilindro de papel branco. Sabemos também que o cálculo de alturas, por meio de tangentes, são valores aproximados, já que os teodolitos determinam ângulos aproximados e esses ângulos, em sua maioria, possuem tangentes também com valores aproximados. Em conversas com os professores agrimensores, achamos a experiência válida, pois seu resultado foi muito próximo do valor real. Assim prosseguimos para uma aula prática com os alunos e em uma dessas aulas, medimos a altura real aproximada para o poste da figura 5, abaixo, localizado no próprio campus.

Figura 5: Foto utilizada no cálculo aproximado da altura real do poste

Destacamos para os alunos que o objeto que serve de comparação precisa ser colocado bem ao lado do objeto que desejamos calcular a altura Assim sabendo que a baliza que colocamos como referencia ao lado do poste tem uma altura real de 190 cm, e que na nossa foto ela tem uma altura digital de 2,70 cm, podemos calcular a altura real (h) aproximada do poste utilizando como medida proporcional a sua altura digital de 11,10 cm em nossa foto da figura 5. Nesse sentido realizamos o seguinte cálculo para a altura real do poste:

$$\frac{h}{190} = \frac{11{,}10}{2{,}70} \rightarrow 2{,}70.h = 190.11{,}10 \rightarrow h = 2109/2{,}70 \rightarrow h = 781 \text{ cm} \rightarrow h = 7{,}81 \text{ m}$$

Com isso concluímos por nossa atividade que a altura aproximada para o poste na foto da figura 5 é aproximadamente 7,81 m. Ao apresentarmos esses cálculos para os professores de agrimensura do curso, eles fizeram o cálculo tradicional para medir altura de objetos utilizando o teodolito e chegaram ao valor aproximado de 7,69 m de altura para esse mesmo poste na foto da figura 5. Isso mostra que apesar de ter havido uma diferença nas alturas calculadas para o mesmo poste, ela não foi tão significativa assim, tornando válida a maneira como realizamos seu cálculo.

Considerações finais

O percentual de 40% de abandono do curso Técnico em Agrimensura nos motivou a continuar com essa abordagem etnomatemática dos conteúdos curriculares, para as próximas turmas do curso. A princípio parece ser um percentual muito alto de evasão escolar, mas para um curso com disciplinas recheadas de conceitos matemáticos esse percentual é até razoavelmente baixo. Geralmente em cursos assim o percentual de desistência ultrapassa os 60%. Os alunos que terminaram o curso nos relataram, em conversas informais, que entenderam melhor os conteúdos de matemática ao se sentirem como atores principais no seu processo de ensino e aprendizagem, e que isso se estendeu para as disciplinas específicas do curso. Fato que nos motiva a continuar pesquisando para relacionar ainda mais conteúdos de Fundamentos da Matemática com outras disciplinas técnicas do curso.

No final praticamente 70% dos formandos estão atuando na área de formação do curso, seja em prefeituras da região, em empresas especializadas ou em outros órgãos público, e praticamente todos já utilizaram fotos digitais para medirem alturas de objetos, bem como, a Lei dos Senos para o cálculo de áreas de terrenos que se aproximavam da forma de polígonos regulares. Um caso interessando é o do pai e mais três filhos que fizeram o curso simultaneamente e hoje abriram uma empresa e trabalham com consultoria ou realizando trabalhos agrimensores em toda região. Inclusive, eles contrataram recentemente mais dois formandos da segunda turma do curso e também nos ajudam oferecendo estágio em sua empresa. Quatro desses formandos passaram no nosso processo seletivo para o curso de Licenciatura em Matemática e estão cursando com algum destaque, principalmente em conteúdos comuns aos dois cursos. Atualmente esses alunos atuam como monitores das disciplinas de Geometria Plana e Geometria Espacial.

Nesse sentido, concluímos que estamos no caminho certo, diante de uma abordagem etnomatemática de conteúdos curriculares, pela ótica de uma didática transdisciplinar, proposta para o curso. Isso está servindo de estudo para que esta perspectiva pedagógica possa ser estendida aos demais cursos técnicos do campus Juína, mas isso dependerá de muito diálogo com os outros professores que não são do curso Técnico em Agrimensura.

Referências bibliográficas

ALVES, Giovanni. **Dimensões da Reestruturação Produtiva** – Ensaios de sociologia do trabalho. Texto extraído do seu capítulo 10: Reestruturação Produtiva, Novas Qualificações e Empregabilidade. São Paulo, SP: Paxis, 2008.

BARTON, Bill. Dando sentido à etnomatemática: etnomatemática fazendo sentido. In: RIBEIRO, José Pedro Machado; DOMITE, Maria do Carmo Santos; FERREIRA, Rogério (Organizadores). **Etnomatemática:** papel, valor e significado. Porto Alegre, RS: Zouk, 2006, p. 60.

BRASIL. MEC. **Projeto Pedagógico do Curso Técnico em Agrimensura.** Instituto Federal de Mato Grosso – Campus Juína. Juína, MT: 2011.

CONRADO, Andréia Lunkes. Etnomatemática: sobre a pluralidade nas significações do programa etnomatemática. In: RIBEIRO, José Pedro Machado; DOMITE, Maria do Carmo Santos; FERREIRA, Rogério (Organizadores). **Etnomatemática:** papel, valor e significado. Porto Alegre, RS: Zouk, 2006, p. 77.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Transdisciplinaridade.** 2ª ed., São Paulo, SP: Palas Athena, 2009.

______. **Etnomatemática:** Elo entre as tradições e a modernidade. 2ª ed. Coleção Tendências em Educação Matemática. Belo Horizonte, MG: Autêntica, 2002.

KNIJNIK, Gelsa. Pesquisa em Etnomatemática: Apontamentos sobre o tema. In: FANTINATO, Maria Cecília de Castello Branco (Organizadora). **Etnomatemática:** Novos desafios teóricos e pedagógicos. Niterói, RJ: Editora da UFF, 2009, p. 135-142.

SANTOS, Akiko; SOMMERMAN, Américo. (organizadores). **Complexidade e Transdisciplinaridade:** em busca da totalidade perdida. Porto Alegre, RS: Editora Sulina, 2009.

SANTOS, Beneval Pinheiro. A etnomatemática e suas possibilidades pedagógicas: algumas indicações. In: RIBEIRO, José Pedro Machado; DOMITE, Maria do Carmo

Santos; FERREIRA, Rogério (Organizadores). **Etnomatemática:** papel, valor e significado. Porto Alegre, RS: Zouk, 2006, p. 204.