

ELABORAÇÃO DE PROBLEMATIZAÇÕES A PARTIR DE PRÁTICAS ENCONTRADAS NA HISTÓRIA

Autor: Renato Rodrigues Cunha Lima Filho

Instituição: UFRN

E-mail: renato.clima@yahoo.com.br

Coautor 1: Raphael Moreira dos Santos

Instituição: UFRN

E-mail: raelphael@hotmail.com

Coautor 2: Iran Abreu Mendes

Instituição: UFRN

E-mail: iamendes1@gmail.com

Resumo:

O artigo que a seguir apresentamos aborda uma pesquisa que está vinculada ao projeto intitulado "Investigação de práticas sociais: outras histórias da matemática na formação de professores", projeto este sob a coordenação do Professor Dr. Iran Abreu Mendes, financiado pelo CNPq. Atualmente a pesquisa está na etapa da elaboração de problematizações tendo como base a investigação histórica do livro *Nuevos Instrumentos de Geometria*, de 1606, por Andres de Céspedes. A literatura ora escolhida não está relacionada a uma disciplina específica e o cunho histórico tem o propósito de ser utilizado como agente fomentador do ato cognitivo em sala de aula. Nesse trabalho apresentamos uma proposta de elaboração de UBP a partir da construção e utilização do Quadrante Geométrico conforme apresentado por Céspedes. Esperamos que com esta pesquisa as aulas de matemática tornem-se mais dinâmicas e que nossos alunos obtenham a formação de suas habilidades e competências.

Palavras-chave: práticas sociais; problematização; UBP.

1. Introdução

Neste artigo apresentamos o andamento de uma pesquisa que está vinculada ao projeto intitulado "Investigação de práticas sociais: outras histórias da matemática na formação de professores", projeto este sob a coordenação do Professor Dr. Iran Abreu Mendes, financiado pelo CNPq. A pesquisa está sendo conduzida a partir do levantamento

e análise do livro *Instrumentos Nuevos de Geometria*, de 1606, (figura 1), de Andres de Cespedes. A pesquisa está na fase de elaboração de unidades básicas de problematização (UBP), bem como materiais que compõe parte dos materiais didáticos que posteriormente serão testados e avaliados na formação inicial e continuada de professores de matemática.

Este livro é encontrado na história da ciência e da técnica e descreve atividades práticas que evidenciam processos de mobilização de ações criativas que conduziram a soluções de problemas em um dado momento da história.

Tais práticas foram investigadas por nós com mais detalhes com o propósito de subsidiar a elaboração de atividades para as aulas de matemática do ensino básico¹.

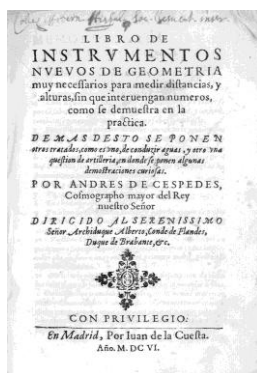


Figura 1. Folha de rosto

O referido livro foi publicado em Madrid, na Espanha em 1606, está organizado em 21 capítulos os quais fazem parte de três livros que tratam de temas variados notadamente concatenados permitindo que o leitor, à medida que avança na leitura, possa se apropriar de conhecimentos necessários para a compreensão dos capítulos posteriores. O livro apresenta o perfil de que foi concebido para uso na formação de artífices e de profissionais liberais.

O primeiro livro trata da construção e uso de um quadrante, assim chamado pelo autor, para medir alturas e distâncias. O primeiro livro apresenta ainda a construção e uso do Báculo de Jacó (balestilha).

¹ Este trabalho está vinculado a um projeto de pesquisa intitulado “Investigações históricas de práticas sociais: outras histórias da matemática na formação de professores”, projeto este financiado pelo CNPq sob a coordenação do Professor Doutor Iran Abreu Mendes. Neste momento contamos com a participação de um bolsista de iniciação científica Raphael Moreira Santos que está realizando junto a nós a elaboração de problematizações tendo como base o livro citado anteriormente.

O segundo livro trata de métodos para se encontrar água em locais diversos, sobretudo quando esta não está no campo de visão humano bem como diferentes maneiras de conduzi-la de um lugar para o outro. O segundo livro trata ainda da necessidade de nivelar o terreno por onde se quer fazer a água passar e como transpor obstáculos quando o nivelamento não é viável.

Finalmente, no terceiro livro, o autor faz uma abordagem aos aspectos teóricos e práticos da matemática para a construção de peças de artilharia e formação de artilheiros envolvendo técnicas de fundição, fabricação de moedas, alcance do projétil, precisão do tiro, formação e organização das peças de artilharia em campos de batalha. O terceiro livro trata ainda da formação de técnicos em artes liberais, dentre outros profissionais relacionados às atividades da engenharia militar.

Outras literaturas encontradas na história da técnica e da ciência poderão ser utilizadas para elaboração de UBPs. O livro de Cespedes é citado neste trabalho por se tratar do tema da UBP escolhida.

A seguir justificamos a análise de literaturas sobre a história da ciência e da técnica que descrevam atividades práticas que evidenciem processos de mobilização de ações criativas e problematizadoras e o que permeia a ideia de que esta é uma proposta que pode colaborar com a aprendizagem.

2. Sobre a investigação histórica de práticas sociais e o ensino de matemática

Neste trabalho, alguns destes materiais, caracterizados como fontes primárias, são traduzidos e analisados, sobretudo a respeito da matemática escolar que foi utilizada e como ela se transformou suficientemente para que fosse constituída uma fonte de instrução para a formação de técnicos, profissionalização de artífices ou até mesmo de consulta por técnicos no exercício de suas profissões.

Neste sentido entendemos que, com este estudo, poderemos propor a solução de reais situações problemas que afligem algumas comunidades da nossa sociedade sob a forma de problemas a serem propostos na educação básica. Problemas estes que sejam resolvidos com os mesmos recursos matemáticos que encontramos em obras encontradas na história. Gostaríamos de salientar que quando escolhermos obra antiga não a escolhermos por se tratar de uma obra especificamente de algum conteúdo de matemática. Quanto à natureza da obra chamamos, como em (Miguel e Mendes) de indisciplinar.

Quando usamos a palavra indisciplinar não estamos tratando de indisciplina da forma quando queremos mencionar que alguém não é disciplinado. Indisciplina da forma aqui tratada significa que a natureza da obra escolhida para estudo não está vinculada a uma disciplina específica tais como geografia, ciências ou mesmo matemática.

O aspecto relevante para a escolha da obra está vinculado a uma prática social encontrada na história da técnica. Quando mencionamos prática não estamos querendo nos opor à teoria. Pelo contrário, nós vemos a teoria como elemento fundamental na escalada do ensino, sobretudo do ensino de matemática. Como dizem (Miguel e Mendes) *“Por outro lado, uma prática social é social, porque, mesmo quando é realizada por uma única pessoa, ela está sempre ligada às atividades humanas previamente desenvolvidas por comunidades socialmente organizadas”*.

Os problemas que nós propomos para que sejam resolvidos na educação básica tem um formato específico contemplado na proposta de Miguel e Mendes chamadas de Unidades Básicas de Problematização ou simplesmente UBPs como veremos a seguir.

No processo ensino e aprendizagem da matemática, experiências anteriores mostraram que a exploração de problematização matemática a partir de práticas sociais históricas contribui para a construção de uma rede de significados conceituais e metacognitivos envolvidos na solução de problemas. Essas práticas, entretanto, para serem trabalhadas no ambiente escolar, não devem ser escolhidas a esmo, na medida do possível devem fazer parte de necessidades pessoais e sociais bem como da solução de problemas similares aos que estão afligindo as famílias dos próprios alunos, tais como: a precariedade do saneamento básico; a falta de segurança; a dificuldade de acesso ao sistema de assistência a saúde, entre outros, ou até mesmo problemas futuros, por exemplo, como evitar o colapso do abastecimento de água de uma cidade.

Destacamos, ainda, que ao escolher uma prática, esta não necessariamente deva estar atrelada exclusivamente à disciplina de matemática ou a outra disciplina qualquer, a natureza do tema deve ser indisciplinar, isto é, independente de qualquer disciplina, relevante, dentro dos aspectos já referidos e escolhidos de forma intencional.

O objetivo, portanto, da investigação histórica é obter o máximo de subsídios que possam contribuir com o processo ensino e aprendizagem. Naturalmente a pesquisa histórica poderá fazer emergir a matemática que foi utilizada em tempos anteriores para que possamos pensar como esta poderia ser utilizada na atualidade, como nos diz Mendes,

Nossa resposta é constituída de um argumento favorável ao uso da história como agente fomentador do ato cognitivo em sala de aula, desde que seja configurado na forma de atividade para o aluno. Nesse sentido as fontes atribuídas à história, por vários estudiosos do tema, evidenciam valorosas implicações pedagógicas para uma abordagem construtiva da matemática. (MENDES, 2009, p.53).

Desta forma, após a leitura e análise do referido livro, estamos organizando, a partir de alguns tópicos estudados, Unidades Básicas de Problematização conforme orientações como segue.

3. Organizando uma UBP

A nossa proposta para sala de aula não está limitada ao uso do livro didático e sim uma proposta aberta dando margem para interpretações e criatividade. Entendemos que a escolha de temas para investigação histórica possui uma diversidade do tamanho da complexidade do convívio social dos povos.

Tais atividades que ora propomos e denominamos de UBP têm o objetivo de conduzir nossos alunos ao exercício do pensar conforme Miguel e Mendes²,

Quando propomos que os participantes explorem UBP, nós normalmente avisamos para que não vejam UBP como se fosse uma lista convencional de exercícios escolares ou acadêmicos, mas como um convite à problematização. Em nosso trabalho, temos explorado principalmente práticas ligadas às atividades humanas, como atividades náuticas, agrícolas, mobilizando história no ensino de matemática, econômico-financeira, comercial, topográfica, astrológicas-astronômicas, místico-religiosa, política, artística, militar, jogos, investigação educacional e científica.” (MIGUEL e MENDES, 2010, p. 381–39).³

O estudo, em sala de aula, de uma prática sob uma ótica de problematização social pode imergir os nossos alunos em um contexto social. Esse contexto pode ser o contexto social do próprio aluno tornando assim, o ambiente favorável a discussões. À medida que as discussões evoluem na direção da construção de uma solução para uma problematização proposta, além de a problematização revelar os conceitos prévios dos alunos, esta é sentida e vivida dentro do ambiente de estudo (sala de aula).

² When we propose that participants explore BPU, we normally warn them not to see BPUs as if they were a conventional list of school or academic exercises, but as na invitation to problematization. In our work, we have mainly explored practices connected to human activities, such as nautical, agricultural, Mobilizing histories in mathematics teacher education economical–financial, commercial, topographical, astrological–astronomical, mystical–religious, political, artistic, military, playful, educational, and scientific investigation. (MIGUEL e MENDES, 2010, p. 381–39).

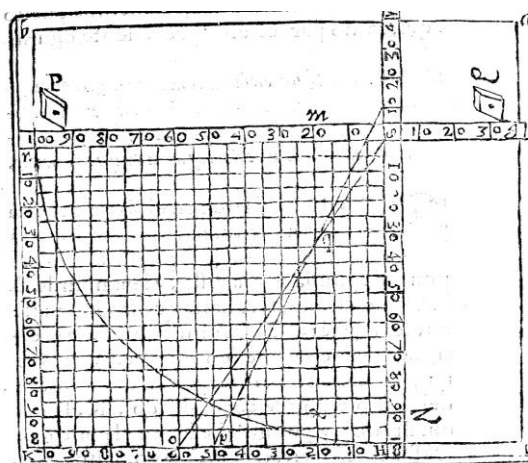
³ Tradução livre por Renato Rodrigues Cunha Lima Filho.

Advertimos que uma mesma UBP poderá ser explorada no ensino fundamental médio e superior. Para tanto, o professor deve destacar dentre as atividades relativas às práticas sociais da UBP aquelas que contemplem os conteúdos abordados em cada período podendo apresentá-las de modo flexível ao contexto do estudante.

Cabe ressaltar que durante a aplicação das atividades poderão surgir soluções munidas de imperceptíveis níveis de profundidade. Esses níveis que as discussões podem atingir surgem de forma espontânea e diferenciada para cada UBP estudada. Essas discussões podem contemplar pontos de vistas variados conforme as experiências individuais de cada participante. Esse tipo de discussão pode ser atribuído à natureza indisciplinar da prática escolhida.

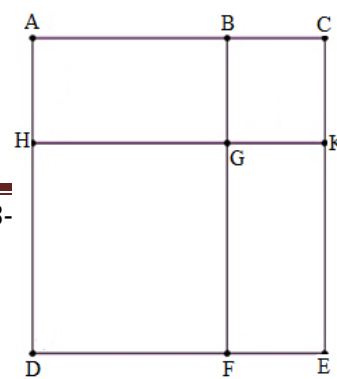
Os alunos ao construírem soluções para os problemas propostos pela via de UBPs o estarão fazendo fatalmente permeados pelos conteúdos contemplados pela atividade e assim poderemos estar formando habilidades em nossos alunos e mais do que isso a habilidade neste caso é consciente, ou seja, os alunos sabem por que estão estudando os conteúdos e a atividade pode tornar-se inesquecível por seus participantes.

Neste artigo, escolhemos para a produção de uma UBP, a construção e utilização do Quadrante Geométrico como segue:



Em todos os aparelhos bem como técnicas por Cespedes desenvolvidos fica evidente a preocupação de oferecer ao usuário formas de se obter resultados com boa precisão preocupando-se sempre com a possibilidade da técnica ou do instrumento ser utilizado por um usuário que não sabe fazer contas e mesmo nestas condições obter bons resultados. Isso aponta para que as concepções por Cespedes desenvolvidas estivessem à frente de seu tempo. Suas instruções para uso de tais instrumentos estava notadamente na direção do que chamamos hoje de sistema amigável.

No primeiro capítulo do livro, intitulado “Em que se ensina a construção de um quadrante geométrico com o qual se pode medir qualquer distância, altura e profundidade, sem que seja necessário conhecer números”, o autor descreve e ensina a prática de como elaborar fisicamente o instrumento de geometria por ele apresentado.



As orientações relativas à construção do quadrante e a utilização deste artefato são detalhadas. A peça é quadrada e, com subdivisões que lembra a estrutura do traçado que utilizamos para a apresentação do quadrado da soma $(a + b)^2$. O desenho do qual nos referimos pode ser encontrado na proposição 4 do segundo livro de Euclides.

Todo o traçado do quadrante apresentado por Cespedes, bem como suas subdivisões é identificado, de forma coerente, por letras.

A demonstração matemática do uso do instrumento está apoiada na geometria de Euclides seguindo os padrões da demonstração que consta nos Elementos. O detalhamento, ora referido, facilita esta demonstração. Esse instrumento não é limitado para medições a partir de dados concretos, ou seja, conhecidos previamente, embora a unidade de medida em uso naquele ano na Espanha fosse a jarda e seus submúltiplos o instrumento permitia que pudesse ser utilizado e interpretado com base em qualquer unidade de medida de comprimento.

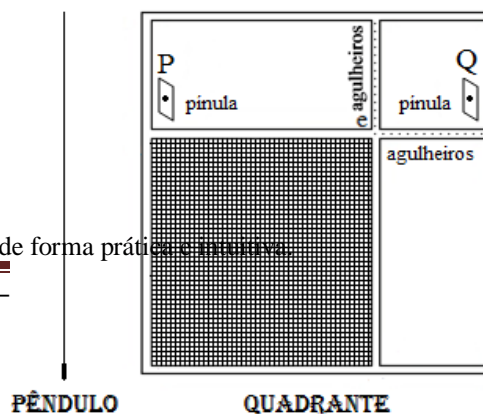
4. Problematização

Em diversas situações problemas vinculadas a práticas sociais relacionadas seja ao transporte de massa, a comunicação de voz, dados ou outras práticas, nós nos deparamos com a utilização de conceitos matemáticos envolvendo a geometria e a trigonometria. Em atividades relacionadas à Engenharia verificamos que profissionais envolvidos na solução de tais problemas se valem de dispositivos munidos de *softwares amigáveis*⁴ com soluções padrão onde o uso de conceitos matemáticos não é perceptível.

Com o objetivo de tornar o ensino de matemática significativo propomos o envolvimento dos nossos alunos com tais práticas sociais encontradas na história, que apresentam a possibilidade do uso de conceitos utilizados no ensino da matemática escolar.

O livro intitulado Instrumentos nuevos de geometria muy necessários para medir distancia y alturas sem que interuengan numeros como se demuestra en la practica, de autoria de Andrés de Cespedes, de 1606, publicado em Madrid, na Espanha está organizado em 3 livros menores contando no total com 21 capítulos que tratam da formação de práticos e técnicos liberais envolvendo temas variados.

⁴ Software concebido para conduzir o usuário para acesso rápido de forma prática e intuitiva.

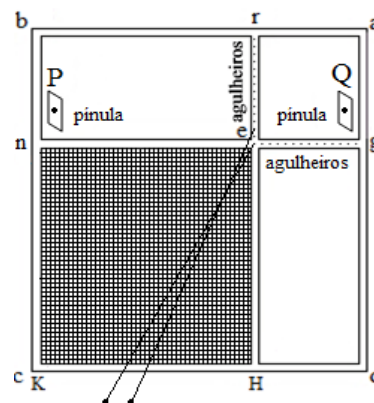


No primeiro capítulo do livro, intitulado “Em que se ensina a construção de um quadrante geométrico com o qual se pode medir qualquer distância, altura e profundidade, sem que seja necessário conhecer números”, o autor descreve e ensina como elaborar fisicamente o instrumento de geometria por ele apresentado e como utilizá-lo”.

O Quadrante Geométrico apresentado por Cespedes é constituído de um tabuleiro feito de madeira ou outro material resistente dividido em quatro superfícies conforme a figura a seguir. O quadrado maior, que chamaremos de quadrante, deve ter 50 cm de lado. Um fio de prumo que chamaremos de pêndulo será utilizado também como auxiliar para realizar medições.

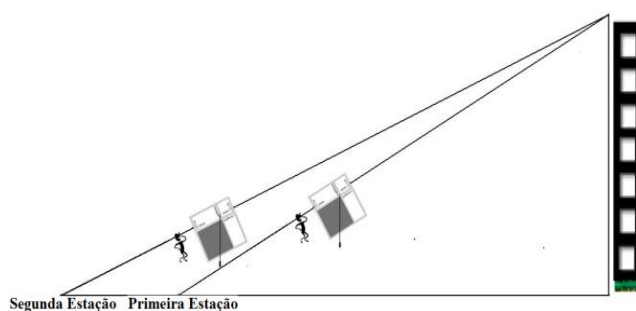
Cada lado do quadrante é dividido em 100 partes iguais contabilizando 10000 pequenos quadrados de 0,5 cm de lado. As 100 partes de cada lado deverão ser agrupadas e registradas de 10 em 10 partes na moldura para facilitar a leitura das medições como se fosse uma régua.

A partir do vértice superior direito deverão ser produzidos no sentido horizontal e no sentido vertical grupos de orifícios, para fixação do pêndulo, separados também de 0,5 em 0,5 cm. Chamaremos cada grupo de orifícios de agulheiros. Dois pontos fixos do tabuleiro serão chamados de pínulas e, serão utilizados como auxiliar da visada.



Cespedes propõe a um método para se obter a medida da altura de uma torre vista ao longo de um terreno

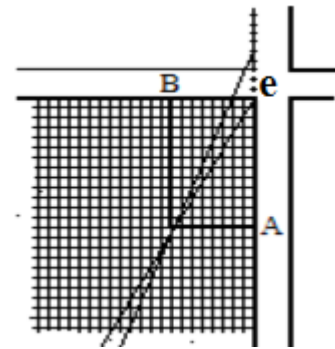
plano e orienta como proceder para obter tal medida a partir de duas medições que ele chama de estações, conforme figura acima. Medir em duas estações significa que, haverá dois procedimentos para a medição. Fixado o local da primeira medição (primeira estação) o prático⁵ deverá, inicialmente, fixar o pêndulo no orifício do ponto e com o auxílio das pínulas, mirar para a torre que se quer medir (o raio de visada deverá passar pelas duas



pínulas atingindo a altura daquilo que se deseja medir). Desta forma o quadrante se encontrará inclinado e o pêndulo, por gravidade, naturalmente definirá o primeiro ângulo de

⁵ Pessoa designada para operar as medições

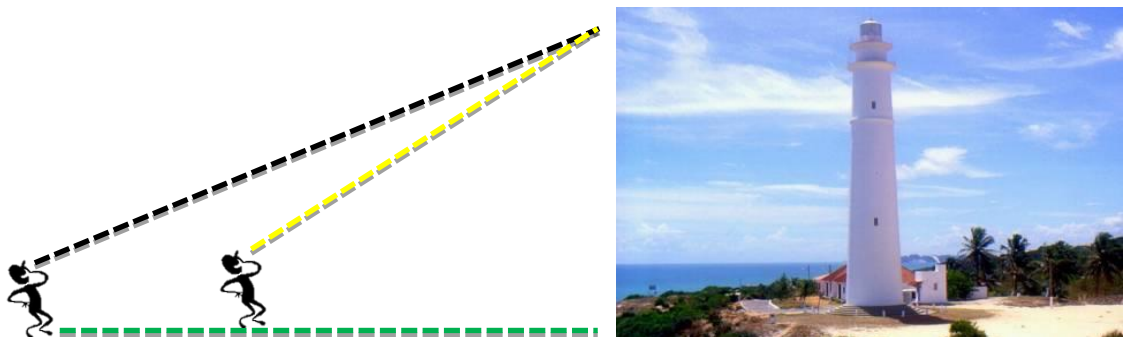
inclinação. A seguir ele deverá dar, por exemplo, 10 passos para trás e deslocar verticalmente o ponto de fixação do pêndulo tantos orifícios quantos forem os passos dados (no nosso exemplo 10 orifícios) e novamente mirar a torre, obtendo o segundo ângulo que será indicado também pelo pêndulo. As indicações definidas pelo pêndulo verificadas nas duas medições devem ser registradas geometricamente conforme figura a seguir.



Feitas as medições o autor argumenta que o número de divisões observadas de **e** até **A** representa a distância em passos da posição da primeira medição até a torre e o número de divisões observadas de **e** até **B** representa o número de passos da altura da torre que se mede.

5. Atividade 1

Imagine que você é um engenheiro civil e trabalha em uma empresa contratada para reformar o **Farol de Natal**, mais conhecido como **Farol de Mãe Luiza**, localizado em Natal, Rio Grande do Norte. Para realizar tal empreitada você precisa, entre outros dados, da altura do farol a fim de que possa encomendar acessórios para montar andaimes e/ou outros. O problema é que a empresa não dispõe dos recursos necessários para cálculo da altura do farol e então precisa lançar mão de soluções criativas. Considere que você havia pesquisado sobre a utilização do quadrante proposto por De Céspedes. Neste caso qual seria o resultado da medição visto que você resolveu utilizar esse recurso?

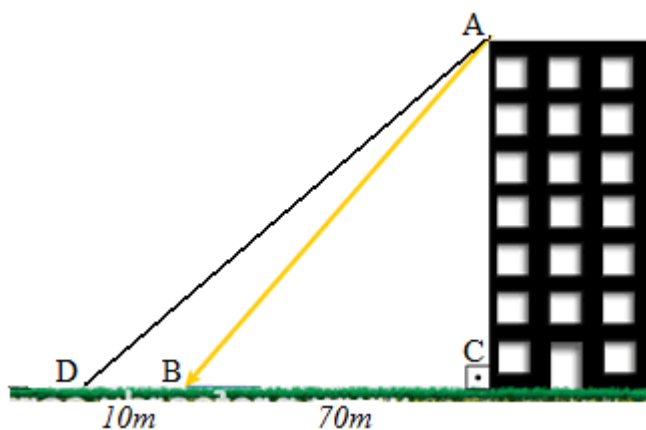


6. Atividade 2

A partir dos dados apresentados mostre que o número de divisões observadas em A (Quadrante) representa a distância em passos da posição da primeira medição até a torre e o número de divisões observadas em B (Quadrante) representa o número de passos da altura da torre que se mede.

7. Atividade 3

Uma companhia de telefonia móvel, ao escolher um prédio para instalar seus equipamentos para transmissão de sinal, optou pela situação a seguir. O técnico poderia ter encontrado a distância da primeira estação e a altura do edifício somente com o auxílio do Quadrante? Quais seriam os procedimentos? Qual é a altura do edifício?



1. As orientações encontradas no livro de Cespedes para a medição de distâncias e alturas de torres mostraram-se adequadas para cumprir esse propósito? Discuta a adequação dessa prática, seus fundamentos, bem como as possíveis maneiras como teriam sido enfrentados os problemas técnicos que se manifestaram durante o processo de medições, com os recursos tecnológicos disponíveis no século XVII.
2. Atualmente, dispomos de práticas, artefatos tecnológicos e conhecimentos mais elaborados - tais como o teodolito, raios laser, GPS, etc., bem como uma trigonometria constituída. Descreva outras práticas que poderiam ser realizadas para se atingir o propósito de construção do quadrante e, com base nelas, resolva o problema do cálculo de distâncias e altura de uma torre.
3. Faz sentido propor uma solução genérica para o problema da distância e altura de uma torre ou um monte? Por quê? Os métodos genéricos seriam sempre melhores do que os métodos situados ou locais?

4. Suponha agora que você conhecesse apenas a distância do ponto de medição até a torre para medir a altura desta. Resolva o problema considerando essa nova condição.
5. Como você caracterizaria a atividade e as práticas topográficas, atualmente?
6. Descreva alguns dos instrumentos antigos e atuais construídos para a medição de distâncias e ângulos no espaço tridimensional; explique os modos de utilizá-los e a base matemática em que tais usos se assentam.
7. Enuncie e resolva problemas envolvendo medições de distâncias e/ou ângulos inacessíveis.
8. Enuncie e resolva, pelo método da triangulação topográfica, um problema de agrimensura que envolva estimação da área de um terreno.
9. Procure e explore analiticamente imagens veiculadas em livros impressos ou outros tipos de suporte, que circularam em quaisquer épocas ou contextos geopolíticos, que ilustrem instrumentos e/ou métodos produzidos por nossos antepassados para a medição direta ou indireta de distâncias e ângulos.
10. Quem foi Andres De Céspedes e por que teria querido construir um quadrante para medições de alturas e distâncias?
11. Se você decidisse utilizar uma Unidade Básica de Problematização semelhante a esta junto a estudantes do Ensino Médio, com que propósitos você o faria, e como conduziria a sua aula para atingir tais propósitos? Esta UBP é acessível a estudantes do ensino médio? Por quê?
12. Você acha que esta UBP poderia contribuir para fazer com que práticas escolares mobilizassem, de modo orgânico, cultura matemática, científica, tecnológica, educativa, artístico-literária e histórica?

8. Referências

- CESPEDES, Andres de. **Instrumentos Nuevos de Geometria**. Madri: Juan de La Cuesta, 1606.
- MIGUEL, Antonio et al. **História da Matemática em Atividades Didáticas**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.
- MIGUEL, Antonio; MENDES, Iran Abreu. Mobilizing histories in mathematics teacher education: memories, social practices, and discursive games. In: **ZDM Mathematics Education** (2010) 42:381–392.

