

A TRIGONOMETRIA NO TEODOLITO

História, Construção de Material Concreto e Resolução de Problemas

Luana Tais Bassani

o História da Trigonometria

De origem grega, a palavra trigonometria (trigono = triangular e metria = medida) significa medida de triângulos.

A trigonometria surgiu como consequência do desenvolvimento da navegação e da Astronomia na Antiguidade, já que era necessário calcular grandes distâncias que não podiam ser medidas diretamente, isto é, por meio de um instrumento de medida.

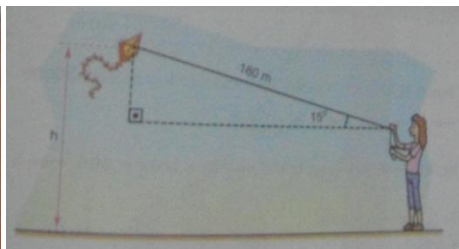
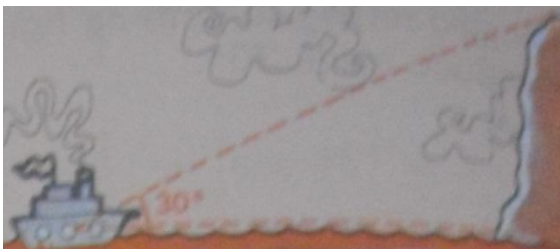
Como medir, por exemplo, a distância entre a Terra e a Lua? Como medir o raio da Terra?

Com o auxílio da trigonometria os povos antigos passaram a conhecer o movimento e a órbita das estrelas e dos astros e começaram a usá-los como orientação em viagens marítimas e terrestres.

A trigonometria também é usada para calcular distâncias inacessíveis bem mais próximas de nós, como a altura de um morro, a largura de um rio etc.

A trigonometria é um instrumento indispensável às ciências físicas, à tecnologia e a outros campos do conhecimento.

Fonte: BONJORNO e OLIVARES, 2006.



Fontes das figuras: esquerda Jakubovic e Lellis, 1995. Direita BIGODE, 2000.

- Observação: Pode-se introduzir nesse momento o triângulo retângulo, as funções trigonométricas e o ciclo trigonométrico – não é o foco dessa atividade, mas sim a história e utilização do teodolito.

- História do Teodolito

É comum olhar à nossa volta e se deparar com ângulos. Para medi-los, existem instrumentos como o transferidor – utilizado por desenhistas e projetistas –, o astrolábio – utilizado por navegantes na época das grandes navegações – e o teodolito – utilizado por agrimensores e topógrafos.

Jonathan Sisson construiu o primeiro teodolito contendo quatro parafusos niveladores, apesar de sua invenção ser atribuída a Ignácio Porro, inventor de instrumentos óticos, em 1835. Na verdade seu invento foi o taquímetro auto-redutor, um instrumento que possuía os mesmos elementos do teodolito, mas com um dispositivo ótico.



Porro foi um dos inúmeros inventores que contribuíram para o aprimoramento do teodolito, cujo principio de funcionamento já era conhecido há muito.

Ao longo dos anos foi sendo transformado e a ele agregados sistemas e mecanismos que o

tornaram mais preciso em suas medições.



O teodolito foi muito utilizado nas explorações do território brasileiro e demarcação de limites, como na demarcação do Planalto Central do Brasil, em 1892, e pela Comissão de Limites entre Brasil e Bolívia. [...] Foi utilizado pela Comissão de Pernambuco durante a Observação da Passagem de Vênus pelo disco solar, em 1882, e participou da Exposição Internacional do Centenário da Independência do Brasil, em 1922, realizada no

Palácio dos Estados, no Rio de Janeiro.

[...]O teodolito é um instrumento ótico utilizado para medir ângulos, tanto horizontais como verticais, em medidas diretas e indiretas de distâncias. [...] é posicionado em um ponto de forma que esteja nivelado com o eixo de gravidade do local, mira-se com a luneta para um outro ponto e, então, toma-se sua medida angular. Precisamos no mínimo das medidas de três pontos diferentes.

Para o cálculo de tais medidas, aplicam-se sistemas de triangulação (método de levantamento baseado na trigonometria). Através desses dados, podem ser confeccionadas cartas ou plantas topográficas e mapas.

[...]O teodolito eletrônico é mais leve e fácil para transportar do

que os teodolitos antigos, além de ser capaz de realizar medições com maior precisão e possuir um dispositivo com ótica de alto rendimento e facilidade de utilização.

A ele podem ser acoplados outros equipamentos de medição como o distanciômetro eletrônico ou trena eletrônica. [...] pode ser utilizado pela engenharia em medições de grandes obras como, barragens, hidrelétricas, pontes, medição industrial, exploração de minérios, além de ser aplicado em levantamentos topográficos e geodésicos.

Os serviços de topografia e geodésia atuais geralmente utilizam o GPS (Sistema de Posicionamento Global), que permite a determinação de medidas precisas em tempo real, qualquer que seja a configuração do terreno entre ambos os receptores.



À esquerda, um modelo de teodolito do século XIX (Acervo MAST) e à direita, um teodolito eletrônico (da marca ZEISS).

Fonte do texto e das figuras: Museu de Astronomia.

- Construção do teodolito

Objetivando aulas de trigonometria com aplicações práticas e cotidianas, pode-se construir um teodolito caseiro com os alunos e utilizá-lo na pesquisa e resolução de problemas, afinal o teodolito permite encontrar uma medida ainda desconhecida através da adaptação da situação observada para um triângulo retângulo e utilizando as funções trigonométricas.



Fonte: Jakubovic e Lellis (1995).

Materiais: pedaço de papelão de 15 cm X 15 cm; barbante de 20 cm; um canudinho de plástico (de refrigerante – não tão fino) ou tubo de caneta bic; um peso (borracha ou chumbada); um xérox de transferidor de (0° a 180°); fita adesiva, palito de dente, tesoura e cola.

Como fazer: colar o xérox do transferidor no papelão, fixar o canudo com fita adesiva em cima do segmento de reta que parte de 0 a 180°. Furar o papelão na origem do transferidor, passar o barbante e fixá-lo na parte de trás do papelão, com a extremidade na origem do transferidor, de modo que na outra extremidade do barbante seja amarrado o peso (borracha) e fique suspenso.

Como utilizar: com o canudo, visualiza-se o topo do que se deseja observar. Após verifica-se o ângulo formado pelo deslocamento do “pêndulo” em torno do eixo dos 90°. E então calcula-se a variação do ângulo para representá-lo no triângulo retângulo. Para representar o cateto conhecido do triângulo retângulo deve-se medir com uma trena a distância entre o pé do observador e o objeto a ser observado. A altura final irá depender do outro

cateto a ser calculado e somado a ele a distância dos olhos do observador até o chão.

Exemplo: Calcular a altura da sala de aula. Após substituir valores no Teorema de Pitágoras para descobrir o valor desconhecido no triângulo retângulo.

Como resolver: verificar o deslocamento do ângulo no teodolito, medir a distância do pé do observador até a parede e de seus olhos até o chão. Conhecendo o ângulo e o lado resolve a tangente para encontrar a altura.

- Entregar tabela retirada de livro com os valores das medidas de seno, cosseno e tangente dos ângulos de 0° a 90° .
- Situações-problema com o teodolito.

REFERÊNCIAS

BIGODE, A. J. L. Matemática hoje é feita assim. São Paulo: FTD, 2000. Coleção matemática hoje é feita assim.

BONJORNO, J. R. BONJORNO, R. A. OLIVARES, A. **Matemática** fazendo a diferença. São Paulo: FTD, 2006. 1 ed. Coleção fazendo a diferença.

JAKUBOVIC, J. LELLIS, M. **Matemática** na medida certa. São Paulo: Scipione. 1995.

Museu de Astronomia. Disponível em: <http://www.mast.br/multimedia_instrumentos/teodolito_historico.html>. Acesso em julho de 2012.