

CONSTRUÇÃO E UTILIZAÇÃO DO TEODOLITO NO ENSINO FUNDAMENTAL PARA MEDIR GRANDES DISTÂNCIAS OU REGIÕES INACESSÍVEIS

José Alves de Amorim

Universidade de São Paulo

jose_a_a@ig.com.br

RESUMO

Este trabalho teve como finalidade complementar de forma prática o conteúdo referente à construção de figuras geométricas utilizando instrumentos escolares. Além disso, o trabalho abrange a situação problema de determinar a medida de regiões inacessíveis, ou seja, obtida através de cálculos e relações geométricas. Para alcançar este objetivo foi realizada a construção de um Teodolito “caseiro”, com materiais de baixo custo, e posteriormente a utilização prática deste instrumento de medida. Por fim, as medidas e os cálculos realizados pelos alunos foram discutidos em sala de aula, analisando possíveis dificuldades e conhecimento adquiridos durante o processo.

Palavras-chave: Geometria; Teodolito; Ângulo; Matemática; Atividades Experimentais.

INTRODUÇÃO

O trabalho foi conduzido de acordo com São Paulo (SP) (2007) no que diz respeito às expectativas de aprendizagem na disciplina de Matemática relacionadas com a Geometria no Ensino Fundamental (EF), em especial o 8º ano.

Para melhor compreensão e organização, esta seção será apresentada nos seguintes tópicos: História da Geometria; Desenvolvimento do Teodolito; Aplicações do Teodolito no contexto escolar; Dificuldades de Aprendizagem em Geometria.

1.1 História da Geometria

É difícil precisar a origem da Geometria, pois segundo Boyer (1974) este assunto é mais antigo que a escrita:

Afirmações sobre a origem da Matemática, seja da aritmética seja da geometria, são necessariamente arriscadas, pois os primórdios de assunto são mais antigos que a arte de escrever. (BOYER, 1974).

Heródoto acreditava que a geometria havia se originado no Egito, devido a necessidade prática de fazer novas medidas de terra após cada inundação anual do vale do rio. Aristóteles defendia que a existência no Egito de uma classe sacerdotal com lares é que tinha conduzido ao estudo da geometria (BOYER, 1974).

Desde a antiguidade, de acordo com a necessidade, a geometria passou por inúmeras mudanças. À este ramo da Matemática podemos citar inúmeros filósofos que contribuíram para o desenvolvimento da geometria, como: Heródoto, Aristóteles, Platão, Pitágoras, Euclides, Eratóstenes, Euler entre outros, não menos importantes, pois cada um tem legado imensurável na história da Matemática.

Ainda na antiguidade em paralelo com o desenvolvimento da geometria, houve a necessidade da criação de instrumentos utilizados para realizar medições, como por exemplo, a necessidade de medir o tamanho de uma propriedade.

Inicialmente os instrumentos foram criados de forma rudimentar, sem graduação, a fim de atender a necessidade da época.

Posteriormente foram desenvolvidos métodos de calibração e de graduação e desta forma, começaram a existir instrumentos uteis na mensuração de distâncias terrestres, na navegação e na observação de astros, o que auxiliou o desenvolvimento da astronomia.

1.2 Desenvolvimento do Teodolito

Desde a antiguidade as civilizações já se preocupavam em demarcar seus territórios e estudavam o solo para realizar suas plantações e construções. Estas atividades são características da ciência que hoje é conhecida como topografia.

Tendo estas necessidades, povos antigos como egípcios, babilônicos, gregos desenvolveram mecanismos rudimentares, mas que serviram como base para aparelhos sofisticados que existem atualmente.

Instrumentos como a Groma, a Dioptra, o Quadrante e Astrolábio mostram a evolução dos instrumentos utilizados na topografia.

O Astrolábio, desenvolvido por Hiparco, é considerado um precursor do Teodolito. Este foi desenvolvido em 1720 por Jonathan Sisson e inicialmente possuía 4 parafusos niveladores (ZILKHA, 2014).



Figura 1: Teodolito do século XIX, acervo Museu de Astronomia e Ciências Afins.

Este Teodolito funciona através da utilização de dois eixos perpendiculares e independentes. Em cada eixo possui uma lente de aumento que realiza movimento circular, podendo assim realizar leituras de ângulos nos planos horizontal e vertical. Na figura 2 há uma representação do movimento realizado pelos eixos.

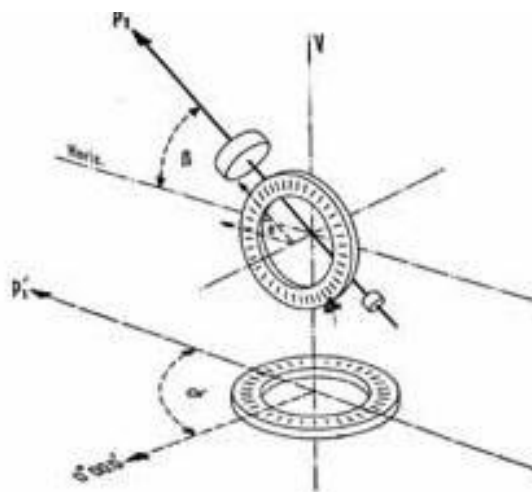


Figura 2: Esquema do movimento circular das lentes do Teodolito.

Desde sua primeira construção o Teodolito vem passando por aprimoramentos e novos componentes foram agregados a fim de facilitar seu uso.

A partir da década de 70 começaram a aparecer os primeiros Teodolitos eletrônicos.



Figura 3: Teodolito eletrônico com visor de ângulos com display.

O funcionamento do Teodolito eletrônico é praticamente o mesmo que o mecânico, com a diferença que o sistema de leitura ótica foi substituído por um sistema de captadores eletrônicos, sendo que o valor da medida dos ângulos realizada pelo operador do aparelho aparece em um display (ZILKHA, 2014).

1.3 Aplicações do Teodolito no contexto escolar

Atualmente principalmente os topógrafos utilizam o Teodolito. Quando é necessário realizar o estudo da topografia de uma região ou analisar dimensões de locais inacessíveis, como a distância entre as margens de um rio é necessário realizar medidas indiretas aplicando conceitos da geometria.

Neste caso, procura-se criar figuras geométricas e com conhecimentos matemáticos é possível calcular dimensões desejadas. Com o Teodolito é possível obter o valor de distâncias aplicando relações existentes em triângulos.

Um exemplo de aplicação: Caso fosse necessário obter a distância entre as margens de um rio, poderia realizar o seguinte esquema:

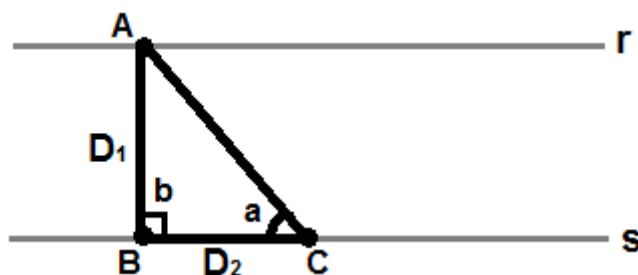


Figura 4: Desenho de um triângulo imaginário formado a partir de pontos nas margens de um rio.

Supondo que as retas r e s sejam as margens de um rio, D_2 a distância entre dois pontos conhecidos B e C de uma mesma margem do rio e o ponto A na outra margem do rio. Os ângulos a e b podem ser obtidos usando o Teodolito. Para agilizar o cálculo é possível utilizar pontos que formem um triângulo retângulo, no caso da figura os pontos A e B estão formando uma reta perpendicular à margem do rio, ou seja, o ângulo $\widehat{ABC}$ possui 90° . Desta forma, D_1 , que é um dos catetos do triângulo retângulo, coincide que a distância entre as margens do rio.

Se este problema fosse apresentado a alunos de Ensino Médio, que já possuem conhecimento em trigonometria, a resolução seria bem simples:

$$D_1 = D_2 \cdot \tan a$$

Usando uma calculadora é possível obter o valor da tangente do ângulo a ($\tan a$) e multiplicando por D_2 teria o valor procurado.

Caso o problema fosse apresentado a alunos que ainda não possuem conhecimentos em trigonometria, poderia ser obtido usando relações de semelhança de triângulos. Este caso será apresentado nas próximas seções, pois se refere à parte do trabalho realizado pelos alunos relacionados neste trabalho.

Há uma variação desse problema: Supondo que não fosse possível obter o tamanho de um dos lados do triângulo, no caso do exemplo anterior, D_2 .

Por exemplo, se fosse necessário calcular a altura de uma montanha, não seria possível “criar” o triângulo do exemplo anterior, pois o ponto B estaria inacessível.

Neste caso é necessário realizar medidas em dois locais diferentes com o Teodolito, como o interesse é saber a altura da montanha, as duas leituras devem ser feitas usando o mesmo ponto A que representa o topo da montanha. Os pontos C e D são os locais onde seriam feitas as leituras com o Teodolito e os mesmos determinam a distância D_2 , medida que poderia ser obtida facilmente. O ponto B é inacessível, mas ele é obtido usando uma linha imaginária que passa pelo ponto A e é perpendicular a reta r , que no desenho representa o solo, o ponto B é o ponto de intersecção das duas retas. D_3 é uma distância inacessível, apesar de seu valor não ser necessário para obter o valor da altura da montanha (D_1) é uma parte importante para resolução do problema.

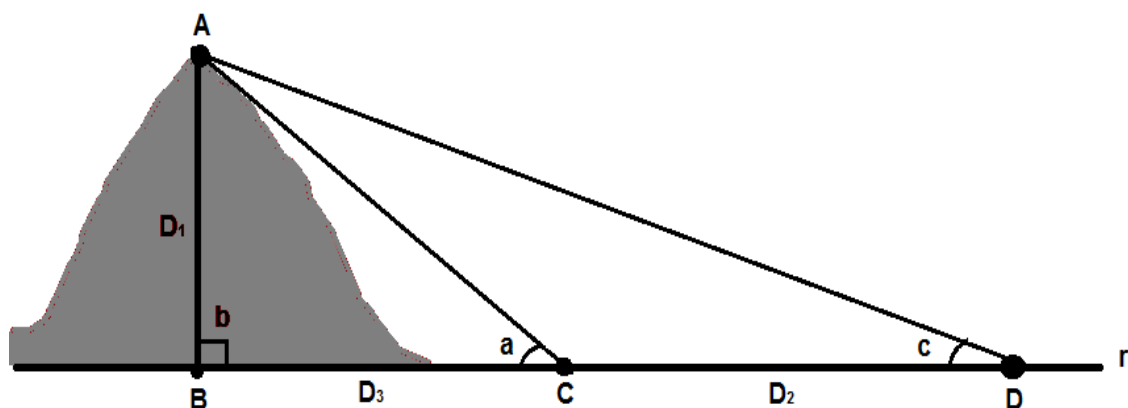


Figura 5: Desenho de triângulos para calcular a altura de uma montanha.

Como pode ser observado na figura 5, há dois triângulos retângulos: ABC e ABD , ambos possuem o ângulo b em comum, que para facilitar os cálculos foi construído com o valor de 90° .

Como há duas medidas desconhecidas (D_1 e D_3) é necessário resolver um sistema de equações com duas incógnitas.

Aplicando este problema a alunos do Ensino Médio, pode-se armar as seguintes equações:

$$\tan a = \frac{D_1}{D_3} \rightarrow D_3 = \frac{D_1}{\tan a} \quad (\text{I})$$

$$\tan c = \frac{D_1}{D_3 + D_2} \rightarrow D_3 + D_2 = \frac{D_1}{\tan c} \rightarrow D_3 = \frac{D_1}{\tan c} - D_2 \quad (\text{II})$$

Igualando as equações (I) e (II) obtemos a seguinte relação:

$$\begin{aligned} \frac{D_1}{\tan a} &= \frac{D_1}{\tan c} - D_2 \rightarrow D_2 = \frac{D_1}{\tan c} - \frac{D_1}{\tan a} \rightarrow \\ D_2 &= D_1 \left(\frac{1}{\tan c} - \frac{1}{\tan a} \right) \rightarrow D_1 = D_2 \left(\frac{\tan a - \tan c}{\tan a \cdot \tan c} \right) \quad (\text{III}) \end{aligned}$$

E novamente, neste caso poderia utilizar uma calculadora ou tabela para obter os valores das tangentes e assim calcular o valor D_1 .

Para alunos que não conhecem a trigonometria, a resolução também poderia ser realizada com o uso de semelhança de triângulos, que será discutido nas próximas seções.

Existem varias aplicações do uso do Teodolito, mas a maioria recorre as duas situações citadas anteriormente.

1.4 Dificuldades de Aprendizagem em Geometria

A Matemática teve início ainda na antiguidade na forma de auxiliar em atividades básicas da civilização e ao longo dos anos passou por diversas modificações e aprimoramentos.

Apesar do grande período de evolução da Matemática, esta ciência foi introduzida como parte do currículo escolar no período da Revolução Industrial, de forma a atender a grande necessidade da época.

Nos anos 50 o movimento de reforma no ensino de Matemática, que visava especialmente na alteração do currículo começou a crescer. As alterações defendiam que a Matemática deveria ser apresentada com maior vigor, enfatizando seus axiomas e demonstrações. Os reformistas não conseguiram aplicar o rigor que eles achavam necessário em alguns fatos geométricos e muitos resolveram diminuir drasticamente o conteúdo referente à geometria nas escolas e desde então, a geometria nunca mais foi contemplada de forma satisfatória (CHAVES, 2013).

No dia a dia percebe-se a grande dificuldade dos alunos quando se diz respeito à disciplina Matemática, principalmente na necessidade de buscar as aplicações ao assunto que está sendo apresentado.

Em geometria, os livros didáticos cobram muito a questão da abstração, de imaginar figuras geométricas sem apresentar desenhos, ou apresentam figuras e esperam que o aluno busque conhecimentos geométricos para aplicar na situação.

As dificuldades apresentadas por grande parte dos alunos, desde os anos iniciais, apresentam como consequência a falta de interesse e até mesmo repulsa pela disciplina. Com esta ideia a população tem como pré-conceito de que o conhecimento em Matemática é apenas para pessoas com intelecto acima da média.

Em séries iniciais do EF, a geometria é inserida no conteúdo escolar de forma gradativa, com noções básicas de retas, ângulos e algumas figuras geométricas como, por exemplo, círculos, quadrados e triângulos, no entanto, só a partir do 8º ano que são apresentados as definições de retas, com seus axiomas, construção de ângulos e figuras geométricas, além de suas condições de existência. Para realizar estes estudos é necessário que os alunos se familiarizem com instrumentos de medidas, que no ambiente escolar são principalmente régua, compasso, transferidor e esquadro podendo extrapolar para instrumentos profissionais como, por exemplo, fitas métricas e trenas. A utilização destes instrumentos costuma ser outro ponto de dificuldade, pois além do conhecimento teórico é necessário que os alunos apresentem coordenação motora, que muitas vezes não é estimulada em anos anteriores.

2 Desenvolvimento

A realização deste trabalho foi conduzida em 3 etapas: Construção do Teodolito; Utilização do Teodolito e Cálculo para obtenção do valor referente ao tamanho de uma região inacessível ou de grande extensão utilizando construção de figuras geométricas a partir de observações realizadas com o Teodolito.

Desta forma, esta seção será apresentada em 3 tópicos, a fim de que cada etapa seja explicada da forma mais clara possível.

2.1 Construção do Teodolito “caseiro”

Nas aulas teóricas foram apresentadas situações que só era possível obter o valor de uma determinada região utilizando instrumentos de leitura de ângulos. Dentre outros exemplos pode-se verificar que esta dificuldade aparece quando queremos determinar o valor da distância entre as margens de um rio muito largo ou a altura de um prédio ou montanha.

Após definir a parte teórica e citar alguns exemplos e aplicações práticas de situações cotidianas que envolvessem a leitura de ângulos utilizando material escolar, foi sugerida a construção de um Teodolito “caseiro” usando os seguintes materiais:

- Um pedaço retangular de papel cartão ou papelão de dimensões aproximadamente 40cm x 30cm;
- Uma figura de transferidor circular com raio de medida aproximada de 25cm;
- Um copo descartável com tampa;
- Um canudo (utilizado para beber líquido);
- Um pedaço de arame maleável de aproximadamente 15cm;
- Cola escolar;
- Cola quente, aplicável com uso de pistola elétrica;
- Tesoura escolar.

Para obtenção dos materiais utilizados na construção do Teodolito foi feito um acordo com os alunos que o material descartável (copo com tampa, canudo e arame)

seria de responsabilidade deles, desta forma o trabalho também estaria incentivando a reciclagem, sendo o restante do material fornecido pelo professor e Unidade Escolar. Alguns alunos não conseguiram obter o material reciclável até o dia da construção do Teodolito, para que eles não ficassem impossibilitados da participação foram fornecidos os materiais faltantes aos mesmos.

Os alunos foram aconselhados a utilizarem a seguinte sequencia para construção do Teodolito:

- Colar a figura do transferidor circular no papel cartão: Este procedimento é necessário, pois o papel cartão serve de apoio para a figura do transferidor. Durante a utilização do Teodolito é necessário que o leitor, no caso a figura, não mude de posição durante o processo e o papel cartão cumpre com esta tarefa;
- Colar a tampa do copo descartável de formato circular na região central da figura do transferidor: Foi esclarecido aos alunos que era importante que o centro da tampa coincidissem com o centro da figura do transferidor, para que o Teodolito fosse construído de forma simétrica. Para realizar esta colagem foi necessário utilizar cola quente;
- Furar o copo descartável ao longo de seu diâmetro usando o pedaço de arame e fixa-lo ao mesmo: Esta parte da construção é importante para facilitar a leitura dos ângulos no Teodolito, importante que a posição do pedaço de arame coincida com a linha imaginária que passa pelo diâmetro do copo;
- Colar o canudo na base do copo descartável: Para que a leitura dos ângulos realizados no Teodolito seja a mais eficiente possível é necessário que o canudo esteja paralelo ao pedaço de arame.

A figura 6 ilustra o desenvolvimento realizado pelos alunos:



Figura 6: Alunos construindo o Teodolito em sala de aula.

Todo o procedimento de construção do Teodolito, incluindo o período usado para organização da sala de aula, recortes e tempo para aquecimento da cola quente durou cerca de duas aulas (90 minutos).

2.2 Utilização do Teodolito caseiro

Após todos os alunos concluírem a atividade de construção do Teodolito foram feitas algumas demonstrações de como utilizar o instrumento de medida.

Foi explicado que como estávamos realizando medidas de dimensões de mesmo grau que a altura de uma pessoa então a distância entre o local de realização das leituras do Teodolito em relação ao solo deveria ser considerado.

Ainda na sala de aula foram realizadas algumas medidas para simular a obtenção do valor da altura de uma parede para que os alunos se familiarizassem com a utilização do novo instrumento.

Inicialmente foi escolhido um anteparo para que o Teodolito ficasse apoiado, e assim não ocorresse variação de altura em relação ao solo durante as leituras. Com o

valor da altura do anteparo anotado, foi pedido que os alunos fizessem uma marca de mesma altura no local que seria visualizado pelo Teodolito. Por exemplo, foi usada uma carteira escolar como anteparo para o Teodolito, cuja altura é de aproximadamente 1 metro em relação ao solo, esta altura foi marcada na parede onde seriam realizados os testes. Em seguida os alunos foram instruídos a observarem por dentro do canudo do Teodolito na direção da parede a ser calculada a altura. A primeira leitura realizada pelos alunos foi apontando o canudo na direção da marcação da altura feita na parede. O valor do ângulo observado no Teodolito foi marcado. Em seguida uma nova leitura foi feita, agora com o leitor do Teodolito apontado para o ponto mais alto da parede, o valor da leitura também foi marcado. Foi feita a subtração entre as duas medidas para ser utilizada apenas a variação angular do Teodolito nos cálculos. Por exemplo, um aluno que obtivesse na primeira leitura 5° e na segunda leitura 30° , o valor a ser usado nos cálculos seria $30^\circ - 5^\circ = 25^\circ$. Um exemplo de leitura esta representado na figura 7:

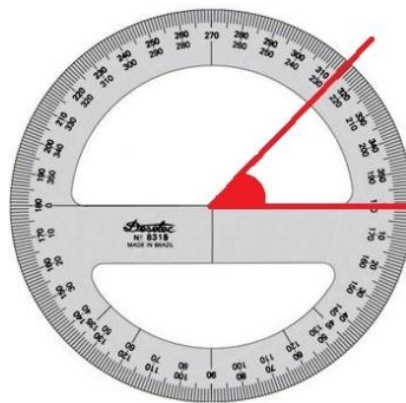


Figura 7: Cada reta representa uma leitura no Teodolito e o ângulo apresentado na figura representa a variação angular.

Os alunos também mediram a distância entre o anteparo do Teodolito até a parede que seria usada para fazer os testes.

Estes valores já seriam suficientes para calcular a altura da parede usada como teste, de forma indireta. Os cálculos envolvidos serão apresentados nas próximas seções do trabalho.

Os alunos fizeram vários testes de medidas em sala de aula, solicitaram bastante explicações e as dúvidas foram solucionadas.

A aula seguinte foi destinada apenas para atividade prática usando o Teodolito, cada aluno utilizando o seu instrumento.

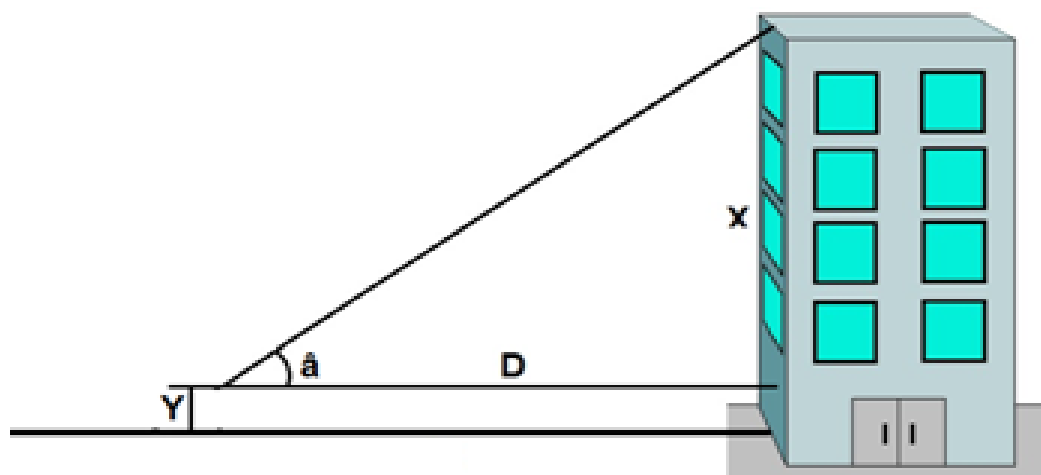
Foi proposta uma atividade fora da sala de aula, no caso o pátio da escola, onde os alunos estariam “livres” para, da melhor forma, obter o valor aproximado da altura do prédio da escola de forma indireta, com o uso do Teodolito. Para que a atividade fosse direcionada foi distribuído um roteiro de trabalho, figura 8.

Foi enfatizado que os três primeiros campos a serem preenchidos seriam obtidos apenas com utilização de instrumentos de medidas e que os outros dois, seriam obtidos através de cálculos que poderiam ser realizados posteriormente. Para que os alunos conseguissem determinar a distância do anteparo do Teodolito em relação à parede a ser analisada (D) foram distribuídas trenas graduadas, que são bastante usadas em serviços de construção civil, o mesmo material de medida foi usado para verificar a altura do anteparo do Teodolito em relação ao solo (Y), cada aluno realizou as devidas marcações em seus roteiros. Por fim, era necessário obter o valor da variação angular entre a marcação da altura do anteparo projetado no muro da escola e o topo do muro. Neste momento o Teodolito foi usado para realizar as duas leituras necessárias, a primeira apontando o leitor do Teodolito para a marcação do anteparo projetada no muro e a segunda com o leitor do Teodolito apontando para o topo do muro. Após realizar a operação de subtração entre as duas leituras o valor correspondente à variação angular ($\hat{\alpha}$) foi anotado no roteiro do trabalho.

Nome: _____ nº: _____ Série/ano: _____ Data: ____/____/____

TRABALHO – Prof. José

Uso do Teodolito para medir ângulos em locais inacessíveis ou grandes distâncias



Escreva os valores medidos:

- Distância entre o local da medida do ângulo e a base do prédio (D) = _____
- Altura do Teodolito em relação ao solo durante a medida do ângulo (Y) = _____
- Ângulo medido pelo Teodolito ($\hat{a}$) = _____

Construa um triângulo apropriado (verso da folha) e utilize semelhança de triângulos para calcular o valor de X da figura acima.

- Altura do Teodolito durante a medida do ângulo até o topo do prédio (X) = _____
- Altura do prédio (X + Y) = _____

Figura 8: Roteiro de atividade proposta para uso do Teodolito caseiro.

Na figura 9 os alunos estão fazendo as devidas medidas e anotações em seus roteiros de trabalho.



Figura 9: Alunos realizando as medidas no pátio da escola, a ultima imagem é referente ao muro que deseja-se obter o valor da altura.

Com estas medidas foi construído um triângulo retângulo imaginário onde um dos catetos era a distância do local da leitura feita com o uso do Teodolito e o outro cateto a altura do muro a ser calculada, subtraída do valor da altura do anteparo usado

pelo Teodolito, tendo dois ângulos conhecidos: um de valor 90° (reta paralela ao solo com o muro do prédio da escola) e o outro com o valor obtido com o uso do Teodolito.

2.3 Cálculo para obtenção da medida da altura do prédio da escola

Este trabalho foi aplicado em turmas do 8º do EF e nesta etapa da escolaridade o conteúdo referente à trigonometria ainda não foi apresentado, pois não é conteúdo do EF (SÃO PAULO (SP), 2010).

Desta forma, foi usado o método de semelhança de triângulo, pois este assunto já havia sido estudado com estas turmas.

No verso da folha referente ao roteiro do trabalho, cada aluno desenhou um triângulo, usando régua e transferidor escolar. Para desenhar um triângulo semelhante ao do trabalho proposto era necessário apenas construir um triângulo que possuísse um dos ângulos com medida de 90° e o outro com a medida obtida com o uso do Teodolito ($\hat{a}$), neste caso o terceiro ângulo já está definido, pois a soma dos três ângulos de um triângulo é sempre igual a 180° .

Após a construção deste triângulo o aluno estava diante da seguinte situação problema:

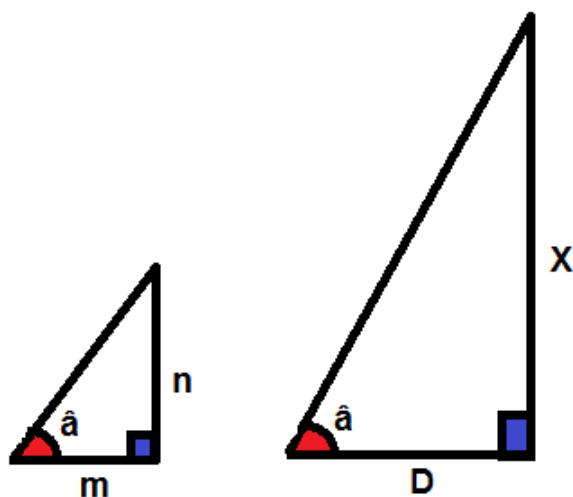


Figura 10: Representação dos triângulos que serão usados pelos alunos.

Na figura 10, o triângulo menor, do lado esquerdo, foi construído com o uso de transferidor e régua e o triângulo maior, do lado direito, é um triângulo imaginário construído usando as dimensões medidas no pátio da escola. O ângulo $\hat{a}$ tem o mesmo valor nos dois triângulos e ambos são triângulos retângulos, ou seja, são triângulos semelhantes (ANDRINI, 2012).

Como os valores m e n eram conhecidos, pois tratam-se de medidas do triângulo construído pelo aluno e no triângulo maior a medida D é conhecida, pois é o valor da distância entre o anteparo do Teodolito até o muro da escola medido por cada aluno, então era necessário que o aluno resolvesse a seguinte equação, sendo X a única incógnita:

$$\frac{m}{n} = \frac{D}{X} \rightarrow X = \frac{n.D}{m} \quad (IV)$$

Como X , na representação do desenho do roteiro de trabalho, representava a distância entre a marcação da projeção da altura do anteparo do Teodolito (Y) até o topo do muro da escola, então o valor da altura do muro da escola é obtido realizando a soma:

$$X + Y = \text{altura do muro da escola} \quad (V)$$

A figura 11 mostra o trabalho realizado por um dos alunos da turma. Na parte da frente da folha estão os valores obtidos e no verso está o desenvolvimento do aluno para resolução do problema proposto:

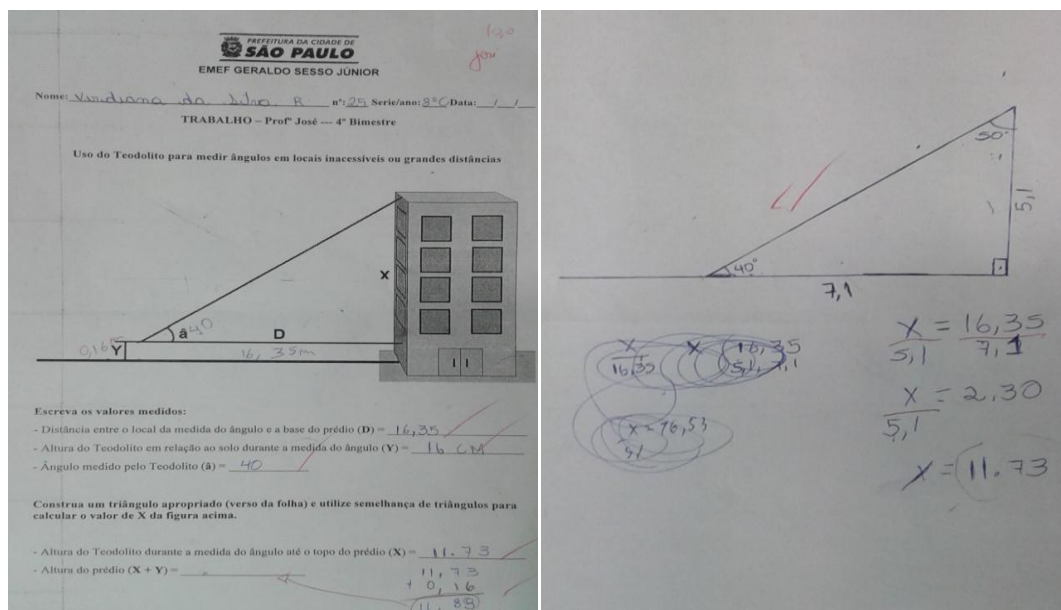


Figura 11: Trabalho realizado por um aluno.

3 Conclusão

Matemática é uma disciplina “temida” não só no ambiente escolar, mas também por grande parte da população que classifica esta ciência como um campo dominado apenas por pessoas que possuem intelecto acima da média.

Dentre outras atribuições, o professor tem o papel de apresentar o conteúdo referente ao currículo escolar, de forma que os alunos tenham a maior compreensão da necessidade de que a Matemática faça parte do conhecimento comum. Este papel não é simples e muitas vezes é necessário que o professor saia de sua “zona de conforto” e arrisque alternativas para atrair a atenção de seus alunos.

Em relação ao lúdico, jogos e atividades práticas são recursos usados com maior frequência no âmbito escolar e muitas vezes, como no caso deste trabalho, os resultados são muito satisfatórios.

Durante todo o procedimento de construção do Teodolito foi observado grande cooperação entre os alunos, os que apresentaram maiores facilidades na parte “artística” da construção se propuseram a ajudar os amigos com dificuldades, de forma espontânea. A disposição das mesas na sala de aula formando pequenos grupos facilitou este contato.

Já na parte prática, onde cada aluno estava coletando medidas que seriam usadas para os cálculos a cooperação foi ainda maior, pois além da iniciativa que alunos dessa idade apresentam em se agruparem ainda havia a necessidade de se ajudarem, principalmente no uso da trena.

Era esperado que cada aluno calculasse valores diferentes, primeiramente pela falta de experiência pequenos erros de leitura acontecem com frequência e também neste tipo de medida, com aparelhos com pouca precisão, sempre há arredondamentos de valores, ou seja, perda de informação. No entanto, os resultados foram satisfatórios, pois a maioria dos alunos obteve valores entre 10 e 12 metros para altura do prédio da escola sendo que a gestão escolar informou que o prédio possui aproximadamente 10,80 metros de altura.

Após a apresentação dos cálculos foi realizada uma aula reflexiva da atividade a respeito dos valores obtidos, onde foram relatados os conhecimentos adquiridos e as dificuldades apresentadas durante o processo.

Independente do valor calculado pelos alunos, a atividade foi de grande proveito, uma vez que o conteúdo foi melhor assimilado e os procedimentos (medidas e cálculos) para determinar a altura do prédio foram cumpridos de forma adequada.

Referências

ANDRINI, Álvaro; VASCONCELLOS, Maria José. **Praticando Matemática** - volume 8. 3 ed. São Paulo. Do Brasil, 2012.

BOYER, Carl Benjamin. **História da Matemática**. Tradução: Elza F. Gomide. São Paulo: Edgar Blucher, 1974.

CHAVES, Juliana de Oliveira. **Geometria Espacial no Ensino Fundamental: Uma reflexão sobre as Propostas Metodológicas**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

GRANATO, Marcus. **Museu de Astronomia e Ciências Afins - MAST**. 2010. Disponível em:
<http://www.mast.br/multimedia_instrumentos/teodolito_atualidade.html>. Acesso em: 06 de janeiro de 2015.

GRANJA, Carlos Eduardo de Souza Campos; PASTORE, José Luiz. **Atividades Experimentais de Matemática nos Anos Finais do Ensino Fundamental**. 1 ed. São Paulo. Somos Mestres, 2012.

ITZCOVICH, Horacio. **Iniciação ao Estudo Didático da Geometria: Das Construções às Demonstrações**. 1 ed. São Paulo. Anglo, 2012.

MORI, Iracema; ONAGA, Dulce Satiko. **Matemática: Ideias e Desafios** - volume 9. 17 ed. São Paulo. Saraiva, 2012.

SÃO PAULO (SP). Secretaria Municipal da Educação. **Caderno de Apoio e aprendizagem: Matemática / Programa de Orientações Curriculares**- volume 8. São Paulo. Fundação Padre Anchieta, 2010.

_____. **Orientações Curriculares e Proposição de Expectativas de Aprendizagem para o Ensino Fundamental: Matemática**. São Paulo. SME / DOT, 2007.

ZILKHA, Esther. **Utilização do GeoGebra na Construção de Instrumentos – Teodolito**. Dissertação de Mestrado – Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada, Rio de Janeiro, 2014.