

PARAFUSO DE ARQUIMEDES E AS RELAÇÕES TRIGONOMÉTRICAS DO TRIÂNGULO RETÂNGULO COM O USO DO "KIT ATTO DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA"

*Edmilson Pereira
IFPA-Campus Belém
edmilsondaimetal@hotmail.com*

*Fernando Cardoso De Matos
IFPA-Campus Belém
matos2001@gmail.com*

Resumo:

A oficina "Parafuso de Arquimedes" é uma proposta de ensino de matemática, do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid) campus Belém. Que teve como proposta, uma oficina em sala de aula de matemática para alunos do segundo ano do ensino médio, que abordou o contexto histórico e utilidade do Parafuso de Arquimedes, os conceitos de trigonometria do triângulo retângulo usado na construção de conceitos matemáticos como: cosseno e seno, a partir da montagem do brinquedo ATTO, e mantendo a interdisciplinaridade com os conceitos de ensino de física.

Palavras-chave: Parafuso de Arquimedes; ensino médio; trigonometria; interdisciplinaridade.

1. Introdução

O domínio do uso da água por toda sua historia, sabemos que a humanidade passou por duas grandes revoluções, que foram a agrícola e a industrial, então a água esteve presente nesses momentos históricos, por sua vez ocasionando o aparecimento de conflitos, doenças e morte.

A novidade é fazer a água trabalhar pelo desenvolvimento humano, como aprender, dominar e controlar a água. Os rios sempre implicavam em controlar a vida dos homens. No decorrer dos séculos muito se trabalhou sobre a água como instrumento de higiene, conflito e poder, como um produto de relações estabelecidas entre sociedade e o meio ambiente e a sua volta. O domínio e a posse da água sempre estiveram relacionados como instrumento político e de poder. Com

o passar do tempo, instalou-se um quadro de conflitos pela administração da água por cidades-estados.

Para captar a água dos rios para locais mais altos, Arquimedes (287 a.C a 212 a. C) teve notável contribuição como, matemático, físico e inventor. Nasceu em Siracusa, nessa época uma cidade-estado da Magna Grécia.. Na antiguidade era um dos mais importantes cientista e matemático de sua época. Ele fez descobertas importantes em geometria e matemática, como, o método de calcular o valor de π , que consiste em calcular a razão entre o comprimento de uma circunferência e seu diâmetro.

No campo da física, contribuiu para fundação dos conceitos de hidrostática, também em mecânica é atribuído algumas invenções como, a roda dentada, a roldana móvel e a alavanca.

Na oficina de matemática foi utilizado o Parafuso de Arquimedes, que fora construído e montado, com a utilização do brinquedo ATTO, pelos alunos o qual e se tornou um suporte didático para visualizar na prática noções básicas de trigonometria do triângulo retângulo.

2. A bomba de Parafuso ou Parafuso de Arquimedes

O Parafuso de Arquimedes é constituído por um parafuso colocado dentro de um cilindro oco. Que pode ser visualizado como um plano inclinado, que é estudado no campo da física como, uma maquina simples.

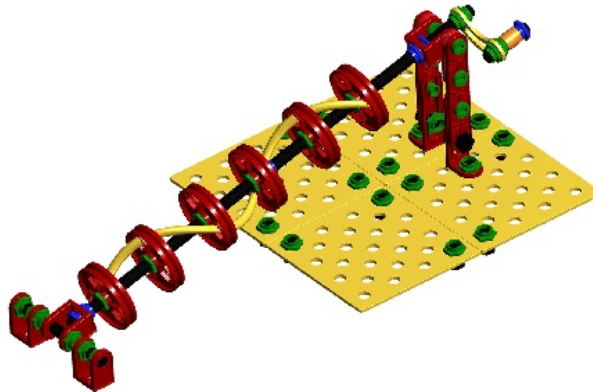
O espaçamento entre o parafuso e o cilindro não pode ser estanque, sendo a quantidade de água arrastada em excesso na região elevada do parafuso, é arrastada para a posterior, pelo movimento de inércia sob uma inclinação variando de 30° a 35° graus de elevação, que possa ocasionar e proporcionar o movimento de inércia, o que evitará a perda de eficiência do parafuso.

A extremidade mais baixa do parafuso é colocada na água e o parafuso é rodado. Em épocas passadas o movimento era proporcionado por um moinho de vento, ou manualmente, mas atualmente é movido por um motor elétrico. À medida que a extremidade inferior roda, será arrastado um determinado volume de água, que será conduzido durante o processo até sair na extremidade superior do tubo.

Nessa oficina de matemática foi utilizado o Parafuso de Arquimedes, que fora construído e montado, com a utilização do brinquedo ATTO, o qual e se torna um suporte didático para visualizar na prática noções básicas de trigonometria do triângulo retângulo, como: seno, cosseno e tangente e os seus respectivos arcos que serão calculados com o uso de

calculadoras. E também conceitos básicos de ângulos. Contemplando ao mesmo tempo a interdisciplinaridade com os conceitos básicos de física, como o conceito de inércia, deslocamento, gravidade, movimento circular e o movimento helicoidal, que descreve um movimento, em que na equação matemática desse movimento estão inseridos o seno e o cosseno do ângulo do parafuso e a inclinação do mesmo.

FIGURA 1: Parafuso de Arquimedes ATTO Brinquedo



FONTE: Página ATTO Brinquedos.

3. O parafuso e o triângulo retângulo

Entre os instrumentos mecânicos inventados pela criatividade humana, o parafuso é uma máquina que se adapta com muita justeza não somente ao seu movimento, mas em fixar e apertar com grandíssima força.

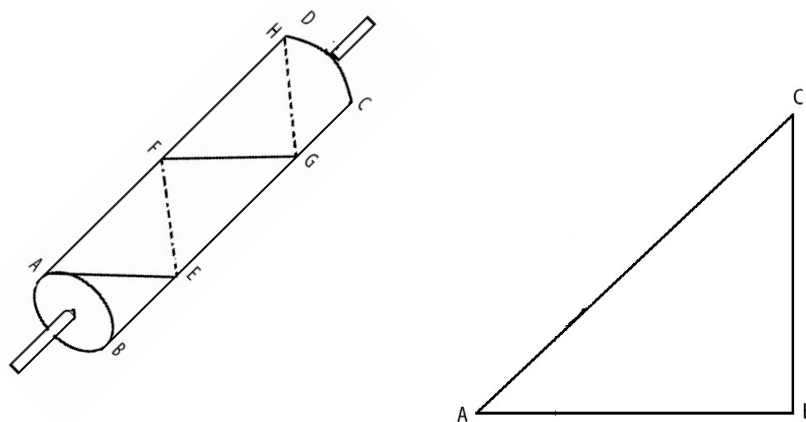
A água pode se movimentar ao cair perpendicularmente para baixo de um lugar mais alto, mas ela pode escorrer sobre uma superfície da Terra sobre linhas, ainda que com muita ou pouca inclinação, o que podemos perceber no curso dos leitos dos rios, mais ainda que seja muito pouca a inclinação dos leitos, então as águas vão se deslocando livremente para baixo, que é um efeito que se percebe para todos os corpos fluidos é o que afirma em "As mecânicas de Galileu Galilei":

Não há dúvida alguma de que a constituição da natureza no tocante aos movimentos das coisas graves é tal que qualquer corpo, que retenha em si gravidade, tem a propensão de mover-se, se for liberado, em direção ao centro da Terra; e não somente pela linha reta perpendicular, mas ainda, quando não possa fazer de outro modo, por qualquer outra linha, a qual, tendo alguma inclinação em direção ao centro, vá pouco a pouco abaixando-se. E assim vemos, por exemplo, a água não só cair perpendicularmente para baixo de algum lugar alto, mas ainda escorrer ao redor da superfície da Terra sobre linhas, ainda que pouquíssimo inclinadas, tal como se percebe no curso dos rios.(GALILEU GALILEI, 2008, p. 628)

A natureza do parafuso pode ser considerada a partir do triângulo ABC , como encontrado em "As Mecânicas de Galileu Galilei":

Ora, finalmente, a forma e a essência primária do parafuso não é outra coisa que um triângulo similar ACB , o qual impulsionado para diante, entra por baixo do grave que se deve alçar, e o levanta (como se diz) na cabeça. E tal foi a sua primeira origem: pois, considerando, tal como faria o seu primeiro inventor, como o triângulo ABC , indo adiante, eleva o peso D , podia-se fabricar um instrumento similar ao dito triângulo, de algum material bem sólido, o qual, impelido para adiante, elevasse o peso proposto; mas considerando a seguir melhor como uma tal máquina poderia ser reduzida a uma forma mais pequenina e cômoda, tomado o mesmo triângulo, [o primeiro inventor] circundou-o, envolvendo-o em torno do cilindro $ABCD$, de maneira que a altura do dito triângulo, isto é, a linha CB , constituía a altura do cilindro, e o plano ascendente gerava sobre o dito cilindro a linha helicoidal desenhada pela linha $AEFGH$, que vulgarmente chamamos de verme do parafuso; e, nessa variante, gera-se o instrumento que os gregos chamam cóclea, e nós parafuso, o qual girando vem com seu verme entrando sob o peso, e com facilidade o eleva. (GALILEU GALILEI, 2008, p. 632)

FIGURA 2: Representação do parafuso de Arquimedes e o triângulo retângulo ABC .



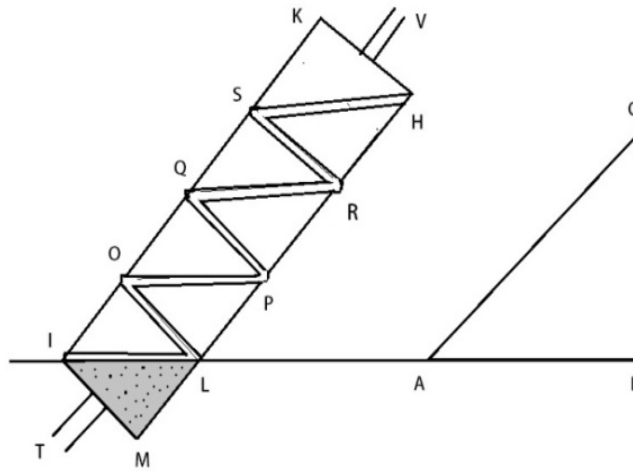
FONTE: GALILEU GALILEI, 2008, p. 632.

A partir do exposto temos o conhecimento de como se chegar a fazer um parafuso com hélices espessas, pois o mesmo é pensado a partir de um plano inclinado, cujo comprimento da hipotenusa do plano inclinado relaciona-se com a própria altura que é perpendicular. Devemos atentar para o número de vezes que a distância entre dois termos contidos numa só volta, então como seria, por exemplo, quantas vezes a distância AF está contido no deslocamento da volta AEF que forma um triângulo, devemos perceber que é proporcional à altura CB do plano inclinado.

O fazer subir da água no Parafuso de Arquimedes, então vamos expor como explicar a subida da água de uma região mais baixa para outra região mais elevada. Considerando a

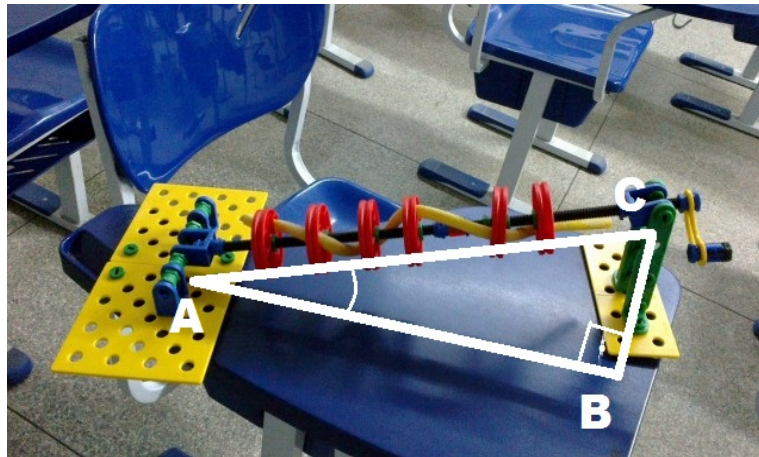
figura e seus dados, na coluna $MIKH$, está enrolado um tubinho que terá a forma de uma linha $ILOPQRSH$.

FIGURA 3: Relação de semelhança dos triângulos retângulos.



FONTE: GALILEUGALILEI, 2008, p. 634.

FIGURA 4: Relação de semelhança dos triângulos retângulos no parafuso.



FONTE: Elaborado pelos autores.

Por onde a água será deslocada e passa escorrer, mas teremos um ângulo de inclinação \widehat{CAB} que corresponde a um terço do ângulo reto \widehat{ABC} .

Afirmo agora que a água, ao ser conduzida do ponto I ao ponto H, vem sempre descendo, ainda que o ponto H seja mais alto que o ponto I. Que é assim, mostraremos do seguinte modo. Descreveremos o triângulo ACB, o qual seja aquele a partir do qual se gera o parafuso IH, de maneira que o canal do parafuso seja representado pela linha AC, cuja subida e elevação vem determinada pelo ângulo CAB, isto é, que se o ângulo for a terça ou a quarta parte de um ângulo reto, a elevação do canal AC será feita segundo a terça ou quarta parte de um ângulo reto. E é evidente que a subida desse canal AC será eliminada abaixando-se o ponto C até o ponto B, porque agora o canal AC não terá elevação alguma; e trazendo o ponto C para um pouco abaixo de B, a água naturalmente escorrerá para baixo pelo canal AC, do ponto A em direção ao C. Concluamos, então, que, sendo o ângulo A um terço de um reto, a subida do canal AC será eliminada abaixando-o pela parte C na terça parte de um ângulo reto. (GALILEU GALILEI, 2008, p. 634)

O ângulo de 30° a 35° possibilitou o movimento da água no parafuso, deve-se ao movimento de inércia que corresponde à primeira lei de Newton de acordo com Nussenzveig (2002, p 68). "Todo corpo persiste em seu estado de repouso, ou de movimento retilíneo uniforme, a menos que seja compelido a modificar esse estado pela ação de forças impressas sobre ele".

A relevância de se estudar sobre a história de Arquimedes, como uma contribuição da história da matemática é essencial nas discussões sobre os conteúdos abordados em matemática é o que afirma D'Ambrosio (2012, p 27). "A historia da matemática é um elemento fundamental para perceber como teorias e praticas matemáticas foram criadas, desenvolvidas e utilizadas num contexto especifico de sua época".

Quando a prática de ensinar matemática é planejada e executada a partir de conceitos básicos já estruturados e propondo problemas bem definidos, cuja resolução pode ser feita a partir da manipulação e montagem de um brinquedo com finalidades de ensino e aprendizagem, com o objetivo da substituição dos conceitos espontâneos dos estudantes por teorias mais consistentes, do ponto de vista científico da matemática, então, ele já está propondo uma aculturação à ciência estudada.

Mas, a linguagem científica não é somente construída da linguagem verbal-oral e escrita; então são necessários outros modos de comunicação, como a montagem do brinquedo ATTO que abrirá caminho à interação entre os alunos envolvidos no aprendizado, como também na confecção de gráficos, desenhos e tabelas sobre o uso do parafuso de Arquimedes e, principalmente, a matemática para dar conta da construção do processo de conhecimento científico em sala de aula.

Essa oficina mostrou que a habilidade para uso competente de experimento relacionado com a matemática e a sua história é outra forma de se aprender a representação apresentadas pelos cientistas que só é adquirida a partir de um trabalho de convivência.

Pois, enquanto para um cientista um modelo, um gráfico, uma tabela é praticamente o próprio fenômeno em estudo, para os estudantes trata-se de mais uma linguagem para ser decodificada. Se então, não for relacionado a uma prática, torna-se apenas mais um formalismo matemático, desprovido de sentido o que é o caso do estudo de aplicações trigonométrica no triângulo retângulo, que de acordo com Elon Lages Lima:

Ela consiste, essencialmente, em associar a cada ângulo α certos números como $\cos \alpha$ (o cosseno de α) e $\sin \alpha$ (o seno de α), cada um dos quais representa, de certo modo, uma espécie de “medida” daquele ângulo. Melhor dizendo, esses números constituem um grande passo à frente nos estudos das chamadas “relações métricas” nos triângulos porque estas, tradicionalmente, estabelecem fórmulas que relacionam entre si comprimentos de segmentos (tais como lados, alturas, bissetrizes, etc.) enquanto as funções trigonométricas relacionam ângulos com lados.

A base teórica na qual se fundamentou originalmente a Trigonometria foi à semelhança de triângulos. Dado um ângulo retângulo ABC, do qual $\alpha = \widehat{BAC}$ seja um dos ângulos, se AC é a hipotenusa, defini-se $\cos \alpha = AB/AC$ e $\sin \alpha = BC/AC$. Se tivéssemos construído qualquer outro triângulo $AB'C'$ de modo análogo, ele seria semelhante a ABC por ter um ângulo agudo comum, logo $AB/AC = AB'/AC'$ e $BC/AC = B'C'/AC'$. Portanto, a semelhança de triângulos garante que as definições de $\cos \alpha$ e $\sin \alpha$ são coerentes, isto é, não dependem de qual tenha sido o triângulo retângulo ABC escolhido. (LIMA, 1991, p. 31)

Uma das atividades muito utilizadas no ensino de matemática no nível médio é a discussão da matemática envolvendo o momento histórico em que a matemática vai se construindo. Os textos utilizados na oficina foram retirados e confeccionados da internet e de alguns livros de física básica do ensino médio: como imagens, desenhos e fotos. A partir daí é construído um questionário de perguntas acerca do experimento Parafuso de Arquimedes, e fazendo a interdisciplinaridade com conceitos básicos de física já estudada no segundo ano do ensino médio, onde os alunos poderão descrever a observação, a experiência e suas dúvidas.

Na primeira aula, foi proposta a tentativa de montar o Parafuso de Arquimedes, os alunos tiveram uma apresentação da história do Parafuso de Arquimedes de Siracusa, e como ele contribuiu para ciência e para o progresso da humanidade, fazendo uma explanação também de seu contexto histórico de sua época. A partir disso é feita também uma outra explanação dos objetivos de se utilizar o brinquedo ATTO em sala de aula, para que o aluno fique ciente de que o experimento tem a função de ser trabalhado alguns conteúdos de matemática e física.

Então os alunos manuseiam e observam reunidos em grupos de cinco a seis alunos, eles devem fazer esboços do mecanismo de funcionamento do Parafuso de Arquimedes. As perguntas, as dúvidas, os esboços e as inquietações são dispostos no quadro com o objetivo de socializar as hipóteses e ideias de cada grupo.

Na continuação da primeira aula da oficina, os alunos discutem e levantam argumentação sobre os motivos que levam a água subir de um nível inferior para outro mais elevado, a questionar como o Parafuso de Arquimedes foi utilizado pelo homem se não havia motores elétricos para bombear água dos rios para utilização de irrigação de terras e para seu próprio consumo. Algum tempo depois alguns alunos tentam explicar, que a subida da água é influenciada pela gravidade terrestre do planeta Terra. É interessante notar que na explicação dos alunos aparece o raciocínio lógico se... Então... Portanto. Se inclinar dessa forma a água pode subir... Então girando dessa forma a água não sob. Nesse episódio, eles, vão utilizando uma linguagem argumentativa e levantam hipóteses sobre o funcionamento do Parafuso.

A segunda sequência da oficina é uma atividade que objetivou levar os estudantes à discussão dos modelos por eles construídos. E a partir desse momento que as relações trigonométricas do triângulo retângulo, foi percebida pelos alunos durante o final do processo, o que possibilitou o cálculo do ângulo de elevação do Parafuso de Arquimedes para que a água possa subir, a partir de conceitos do uso de seno e cosseno da oficina anterior.

Depois que os alunos fizeram as investigações sobre a geometria do Parafuso e como compreender o movimento helicoidal do Parafuso, assim como pensa (Suárez, 1958, p. 233), que é uma linha traçada sobre a superfície de um cilindro de tal maneira que forme sempre o mesmo ângulo com a geometria do cilindro ou também, tendo a mesma inclinação em relação a um plano perpendicular ao eixo do cilindro.

FIGURA 5: Atividade realizada em sala de aula.



FONTE: Arquivo pessoal.

FIGURA 6: Atividade realizada em sala de aula.



FONTE: Arquivo pessoal.

FIGURA 7: Atividade realizada em sala de aula.



FONTE: Arquivo pessoal.

O que podemos retirar dessa atividade é a necessidade de ter um bom material de apoio didático, para que se possa desenvolver o conteúdo de matemática de maneira mais prazerosa e associar a outra disciplina como a física, de forma a ter a participação, lúdica e intelectual do aluno dirigido para a argumentação e a construção dos dados obtidos durante a experimentação de uma aula de oficina de matemática

4. Conclusão

Todos os momentos em sala de aula comentados, refletem um ensino que proporcionou aos alunos alcançarem alguns pontos básicos como: a construção de argumentações, habilidades, os processos mentais envolvidos na abordagem de questões em identificar ou explicar conclusões, compreender conceitos e conteúdo, que o conhecimento científico exige, para construção de um cidadão reflexivo diante as questões que o rodeiam em relação à construção do conhecimento científico, em que esta inserido. A dimensão afetiva passou a ocupar lugar de destaque nos momentos de interação entre os alunos. Contudo, apesar de muitos avanços que puderam ser observados na sala de aula naquele momento, sabe-se que ainda há muitos pontos que necessitam ser retomados e redimensionados com mais detalhes. O importante é que houve intervenção e alteração no contexto que foi

apresentado em sala de aula. A proposta apresentada encontra-se aberta para qualquer consideração e sugestão nessa prática.

5. Referências

- D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação Matemática da teoria a pratica**. Ed. Papyrus.1996.
- SUÁRES, Fernando Wirtz, Ed. 1958.
- SCARPATO, Marta. **Didática na prática, os procedimentos de ensino fazem a aula acontecer**. Ed. Avercamp, 2004, 1ª edição.
- GALILEI, Galileu. **As Mecânicas**. scientiæ zudia, São Paulo, v. 6, n. 4, p. 607-38.
- GARCIA, Nilson Marcos Dias. **A pesquisa em ensino de Física e a sala de aula: articulações necessárias**. Ed. Livraria da física. 2012.
- LIMA, Elon Lages. **Meu Professor de Matemática**. Ed. SBM, 1991.
- NUSSENZVEIG. Moysés. **Curso de física básica**. Ed. Blucher, Vol. 1. Ed. 2008.