

## O PARAFUSO DE ARQUIMEDES: UMA INOVAÇÃO NO ENSINO DE MATEMÁTICA SOB A PERSPECTIVA DA MODELAGEM MATEMÁTICA NO IFPA.

*Fernando Cardoso de Matos*  
IFPA  
*matos2001@gmail.com*

*Jessyca Lima Ribeiro*  
IFPA  
*Jessyk\_lima10@hotmail.com*

*Ygo Alberto Pinheiro Machado*  
IFPA  
*ygomachado@hotmail.com*

*Rafaela da Silva Ferreira*  
IFPA  
*rafaelasonhos@hotmail.com*

*Simone Pinto M. Matos*  
IFPA  
*simonepinto32@yahoo.com.br*

*Clebson Ismael dos Santos e Silva*  
IFPA  
*ismaelclebson@hotmail.com*

### Resumo

Este trabalho se faz como um relato de experiência, sobre o parafuso de Arquimedes e a relação que há com a matemática. O objetivo do trabalho foi analisar as contribuições, a partir do experimento do Parafuso de Arquimedes, montado pelos alunos em sala de aula, da construção de modelos matemáticos. Esta atividade se deu em forma de oficina, com a utilização da modelagem matemática como auxílio no ensino. A proposta foi o ensino, desenvolvimento e criação do parafuso de Arquimedes junto á alunos de ensino médio integrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, turma técnica em mecânica, utilizando como objeto de construção o brinquedo educativo ATTO, adquirido pelo Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência - Matemática da instituição em questão. As elaborações dos métodos de ensino se deram a partir da ideia de se juntar a história da matemática, neste caso as invenções de Arquimedes, com a modelagem matemática fazendo o aluno encontrar suas perguntas e descobrir suas respostas.

**Palavras-chave:** modelagem; matemática; Arquimedes; oficina.

## 1. Introdução

O homem, com a sua imaginação, sua inteligência, sua memória e sua habilidade, vem desde antes de Cristo, preocupando-se com invenções e descobertas espetaculares. Filho do astrônomo Fídias e aparentado com o rei Híeron 2º, de Siracusa, Arquimedes, muito jovem ainda, visitou Alexandria, onde conviveu com cientistas da época. Retornando à terra natal, Siracusa, entregou-se inteiramente às pesquisas matemáticas. Seus engenhos de guerra, suas máquinas de caráter utilitário e as lendas que circulavam sobre suas invenções originais tornaram-no conhecido em todo o mundo antigo. O nome de Arquimedes ficou intimamente ligado à história das invenções.

O chamado parafuso de Arquimedes é um mecanismo bastante antigo, que vem sendo utilizado desde as mais remotas civilizações como dispositivo para transportar diversos tipos de materiais de um nível para outro. Trata-se simplesmente de uma rosca embutida em um tubo. Mergulhando-se uma de suas extremidades no material a ser transportado, e girando-se o conjunto, o material é obrigado a entrar pela rosca e subir ao longo do eixo, até transbordar na parte superior. Embora sua invenção tenha sido sempre atribuída ao filósofo e matemático grego Arquimedes, que viveu entre 287 e 212 a.C., é bem possível que este dispositivo já fosse utilizado pelos egípcios no transporte de água das minas, dos poços e do rio Nilo para cotas mais elevadas.

O ensino de matemática deve fundamentar na pessoa interessada em aprender e descobrir esta ciência, os conceitos mais básicos, os quais em geral sempre são frutos de observações um pouco mais cautelosas da natureza. A utilização de experiências e demonstrações de alguns fenômenos físicos no contexto do ensino consolida na mente do aluno o princípio teórico com o acontecimento prático na vida real. Estes montados têm exatamente esta intenção: auxiliar professores e alunos a redescobrir determinados conceitos. Mais que uma simples reprodução, o objetivo maior da aula experimental é forçar as pessoas a liberar a criatividade e tentar motivá-las com suas próprias perguntas e respostas.

Na tentativa de melhorar o aprendizado de alunos de ensino médio integrado do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Estado do Pará IFPA, turma técnica em mecânica, e desenvolver novas didáticas e técnicas de ensino, nós alunos de licenciatura plena em matemática do IFPA, reproduzimos em forma de aulas e experimentos sólidos e práticos, a história sobre a bomba d'água mais antiga já registrada. A técnica utilizada era

tentar obter uma correlação entre o assunto que o professor de matemática da turma estava abordando, neste caso trigonometria, com o funcionamento a montagem e os princípios físicos utilizados para um melhor funcionamento da bomba.

O objetivo do trabalho foi analisar as contribuições, a partir do experimento do Parafuso de Arquimedes, montado pelos alunos em sala de aula, da construção de modelos matemáticos.

## **2. Desenvolvimento**

Os primeiros trabalhos desenvolvidos com a Modelagem Matemática no Ensino Regular, Fundamental e Médio, ensejaram alguns desafios a serem superados, dentre os quais destacamos os que seguem: descobrir como trabalhar a Modelagem Matemática de modo que, ao longo do desenvolvimento do método, o educando pudesse construir o seu conhecimento matemático a partir de temas do seu interesse; superar a visão linear do conteúdo matemático proposto na maioria dos currículos escolares; e propiciar formas de encaminhamentos que favorecessem o trabalho mais abrangente com as unidades de conteúdo.

A prática educativa, mediada pela Modelagem Matemática, tem seus fundamentos estabelecidos nas Ciências Humanas. E, nessa perspectiva, concebe a Matemática como um instrumento importante para a formação do jovem estudante em nível de Educação Básica e suas respectivas modalidades. O desenvolvimento, os procedimentos adotados e os encaminhamentos dados às questões dos conteúdos buscam, na Modelagem Matemática, manter-se no foco concebido para o trabalho em nível da Educação Básica.

Particularmente nessa vertente de concepção do ensino de Matemática e na perspectiva geral da Educação Matemática, compreende-se que a "Modelagem Matemática constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é estabelecer um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões" (BURAK, 1992, p.62).

Para Bassanezi (2002, p. 38) a modelagem no Ensino é apenas uma estratégia de aprendizagem, onde o mais importante não é chegar imediatamente a um modelo bem sucedido, mas, caminhar seguindo etapas aonde o conteúdo matemático vai sendo sistematizado e aplicado.

O parafuso de Arquimedes é uma das mais antigas máquinas hidráulicas, utilizado para bombeamento de água. Consiste em um mecanismo bastante antigo, que vem sendo utilizado desde as mais remotas civilizações como dispositivo para transportar diversos tipos de materiais de um nível para outro, ou mesmo horizontalmente, conforme mostra a Figura 1.

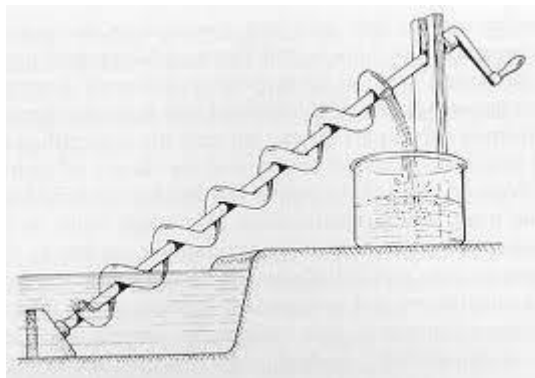


Figura 1. Parafuso de Arquimedes.

Fonte: Portal São Francisco 2013.

No século I a.C., o parafuso de Arquimedes, conhecido como caracol devido à sua semelhança com a forma dos moluscos encontrados na região, já era utilizado como dispositivo de elevação de água, na irrigação do delta do Nilo. Nessa época, o instrumento era girado por um moinho movimentado com os pés, sistema que também pode ser encontrado em registros feitos nos murais da cidade de Pompéia.

A partir dos princípios básicos de funcionamento do Parafuso de Arquimedes, citados anteriormente, elaboramos esta oficina que seguiria uma sequência que se daria desde o conhecimento deste equipamento, a montagem que todos iriam desenvolver e a culminância em forma de seminário ao final da oficina. A turma foi dividida em cinco grupos onde deveriam trabalhar juntos durante toda a oficina. O professor Fernando Matos que era o professor de matemática da turma e também Coordenador de área do PIBID-matemática, nos deixou a disposição 7,0 pontos (sete), que valeriam como a pontuação da prova de recuperação para os que necessitassem, e também como um incentivo para que todos participassem. Para montar este equipamento foi utilizado o brinquedo educativo ATTO, como mostra a Figura 2, que foi adquirido pelo PIBID para disposição dos bolsistas em atividades interdisciplinares ou que se fizesse necessário a sua utilização, trata-se de um brinquedo de montar porém com peças especiais e diferentes como por

exemplo roldanas, rodas, manivelas, parafusos, eixos, porcas etc, tudo de plástico e bem colorido para, creio eu, chamar a atenção do usuário neste caso os estudantes.



Figura 2. Kit do brinquedo educativo ATTO.

Fonte: (ATTO, 2012).

Antes do início das montagens, distribuímos a eles um texto explicativo sobre o que era o parafuso de Arquimedes, e para que era usado antigamente e junto com este texto propomos questões e levantamentos que os alunos deveriam observar durante a montagem para que criassem as suas apresentações de seminário. As questões utilizadas foram as seguintes: Através de seus conhecimentos sobre o funcionamento do parafuso de Arquimedes, nos mostre na prática qual seria a altura máxima para um bom funcionamento da bomba? Sabemos que todo objeto físico possui um comprimento, no caso do parafuso de Arquimedes qual o comprimento máximo e o mínimo que este equipamento pode medir? Qual a relação que se estabelece entre o comprimento da bomba e a seção transversal do tubo de sucção? Qual o princípio de funcionamento mecânico da bomba? Que relação se estabelece entre o volume de água bombeada e a quantidade de voltas dada na manivela?

Durante a montagem, como mostra a Figura 3, foram necessárias três aulas de 50 min (cinquenta) cada, sendo que cada aula era cedida pelo professor durante suas aulas normais. O professor também nos auxiliou bastante tanto tentando conter os alunos a manter a ordem, como os ajudando nas dificuldades encontradas. As montagens foram feitas com calma e sempre observando o que de matemática e principalmente de trigonometria se encontrava em cada peça, em cada forma que o equipamento ia tendo ao decorrer. Para uma melhor observação e compreensão do que deveriam montar e como cada peça era disposta, colocamos a disposição deles, o primeiro parafuso que montamos e como funcionava, Figura 4. A busca pelo saber e a vontade de conseguir desenvolver

aquele aparelho era nítida, viu-se a curiosidade brotar junto com as diversas surpresas de nunca terem observado, por exemplo, onde uma senóide poderia ser vista e movimentada e como a mudança de suas medidas interfere no desenvolvimento da bomba, neste caso a senóide que descrevemos, é a espiral que se forma ao dispor o tubo flexível em torno do eixo.



Figura 3. Alunos montando o parafuso de Arquimedes.

A água, como exemplo, entra pela abertura inferior do tubo espiral que ao ser rodado obriga esta a descer para a parte inferior de cada espira, devido à gravidade, estes deveriam ser os pontos a serem observados pelos alunos no momento de sua montagem e funcionamento, pontos estes que seriam as respostas para as questões propostas por nós. Como em cada volta a água ocupa a parte inferior das sucessivas espiras do tubo helicoidal, pequenas bolsas de água acabam por se deslocar ao longo destas até à parte superior. Uma série de parafusos de Arquimedes sobrepostos, cada um com cerca de 5 metros de comprimento, foi empregada para a remoção de água nas minas de prata dos romanos na Espanha. Mais tarde o sistema de movimentação foi substituído por manivelas, criando-se o método que ainda pode ser encontrado atualmente no alto Egito e em algumas regiões do Oriente Médio.

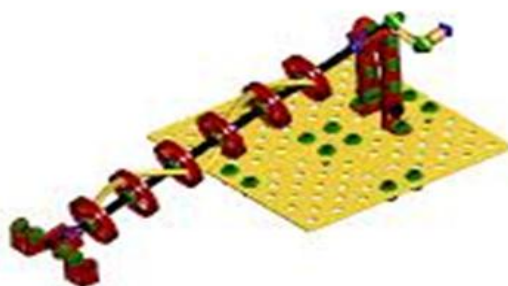


Figura 4. Foto do equipamento montado.

A turma sendo de mecânica e eles já tendo ideia de montagens de peças e a visão dinâmica e ampla sobre as formas práticas, foi fácil para eles observarem as características do equipamento, o que acontecia fisicamente para a elevação, neste caso, a água. No ambiente de aprendizagem os alunos, a partir das observações e investigação, foram relacionando conhecimentos de mecânica, matemática e física.

O princípio do parafuso de Arquimedes passou a ser aplicado em mecanismos de transporte de inúmeros outros materiais, transformando-se no mais tradicional processo de elevação de grãos, Figura 5. Mostrou grande utilidade na remoção de terra durante as operações de escavação, e, em tamanhos menores, também para levar os alimentos até o triturador, nas máquinas de moer. Hoje em dia há bombas de água baseadas no invento de Arquimedes, estas são um tipo especial de bombas volumétricas. Todos estes conceitos e utilidades foram mostrados e discutidos com os alunos durante as montagens.



Figura 5. Elevação de grãos na indústria.  
Fonte: Foto nossa.

### **3. Avaliação e finalização**

Após a montagem de todos os grupos e principalmente o teste de funcionamento de todos, marcamos a data de apresentações dos resultados. Como qualquer montagem de equipamento tem suas adaptações a serem feitas, e alguns parafusos de Arquimedes não funcionaram de primeira, neste momento usamos as comparações com o protótipo montado por nós bolsistas, para descobrir onde cada um estava errando. As observações eram feitas pelos construtores, tomando cuidado para que eles percebessem o que estavam errando e desde a montagem percebessem a modelagem matemática.

As apresentações se desenvolveram bem, mas chamou nossa atenção a criatividade de cada grupo, a compreensão diferenciada de cada um deles e as tentativas de se explicar

o fenômeno de funcionamento do equipamento. As rotas e caminhos que trilhamos foram seguidos por todos, e os objetivos alcançados. Os critérios de apresentação foram os seguintes: conhecimento do tema; organização das ideias propostas; organização do grupo para a explicação e desenvoltura.

Os alunos observaram que: o parafuso não faz movimento de guindaste, apenas gira ao redor de seu eixo. Quanto mais rápido o parafuso girar, maior será o volume de água transportado para cima. Quanto menor a inclinação maior volume transportado. A geometria do parafuso de Arquimedes tem em conta certos parâmetros externos tais como o raio externo, o comprimento e a inclinação e parâmetros internos como o raio interno, o número de voltas e o passo da espiral.

No geral todas as expectativas foram alcançadas, claro que como lidamos com pessoas alguns obstáculos foram encontrados, dúvida e dúvidas surgiram até durante as apresentações, porém nada que atrapalhasse os grupos. Os dados que obtemos nos gerou este artigo e um vídeo para comprovação das atividades junto ao PIBID.

#### **4. Considerações Finais**

O interesse dos alunos confirmou o objetivo deste trabalho. A apresentação e discussão do experimento geraram o elemento mais importante do processo de entendimento e descoberta de conceitos físicos em sala de aula, a *curiosidade*. Com as montagens os alunos puderam discutir mais facilmente, pois eles possuíam algo palpável e visível que podia os orientar e, eventualmente, os corrigir quando estivessem errados, possuíam a matemática nas mãos e a podiam manusear como quisessem.

O princípio de Arquimedes demonstrou ser algo mais real para eles. A possibilidade de interagirem com o objeto de estudo proporcionou maior incentivo e abertura para a descoberta de uma nova formulação, a formulação matemática. O uso da modelagem com esta turma se mostrou uma forma muito eficaz de lidar com o conhecimento, os alunos perceberam que o conhecimento pode ser gerado por eles mesmos.

A Modelagem Matemática é uma excelente estratégia de ensino-aprendizagem, conforme Bassanezi (2002, p. 38), pois pode ser entendida como um método de ensino, isto é, uma sequência de ações desenvolvidas pelo professor ao dirigir e estimular o



processo de ensino em função da aprendizagem dos alunos. Na experiência desenvolvida com a turma fez-se uso do cotidiano do aluno, conforme Burak (1992, p.62) e se utilizar a Modelagem pode-se dar solução para o déficit de aprendizagem que os alunos têm em relação à matemática.

## 5. Referências

ATTO. ATTO Educacional. Disponível em: <<http://jfwdual.wix.com/atto#!>>. Acesso em 10 mar. 2012.

BASSANEZI, Rodney Carlos. Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática. São Paulo: Contexto, 2002.

BURAK, Dionísio. Modelagem Matemática: ações e interações no processo ensino-aprendizagem. Tese (Doutorado em Psicologia Educacional). Faculdade de Educação, UNICAMP. Campinas, 1992.

SÃO FRANCISCO. Parafuso de Arquimedes. Disponível em: <<http://www.portalsao francisco.com.br/alfa/parafuso-de-arquimedes/parafuso-de-arquimedes.php>>. Acesso em: 12 Jan. 2013.