UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS APLICADAS E EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS
CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

**Hugo Santos da Silva**

# O USO DAS DESCOBERTAS E INVENÇÕES DE ARQUIMEDES NAS AULAS DE MATEMÁTICA

Rio Tinto – PB
2019

**Hugo Santos da Silva**

# O USO DAS DESCOBERTAS E INVENÇÕES DE ARQUIMEDES NAS AULAS DE MATEMÁTICA

Trabalho Monográfico apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Matemática como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Matemática.

**Orientador(a):** Prof. Dra. Graciana Ferreira Dias

Rio Tinto – PB
2019

**Catalogação na publicação**
**Seção de Catalogação e Classificação**

S586u Silva, Hugo Santos da.
O USO DAS DESCOBERTAS E INVENÇÕES DE ARQUIMEDES NAS AULAS DE MATEMÁTICA / Hugo Santos da Silva. - Rio Tinto, 2019.
46 f. : il.

Orientação: Graciana Ferreira Dias.
Monografia (Graduação) - UFPB/CCAE.

1. História da Matemática. 2. Atividades Históricas. 3. Arquimedes de Siracusa. I. Ferreira Dias, Graciana. II. Título.

UFPB/BC

**Hugo Santos da Silva**

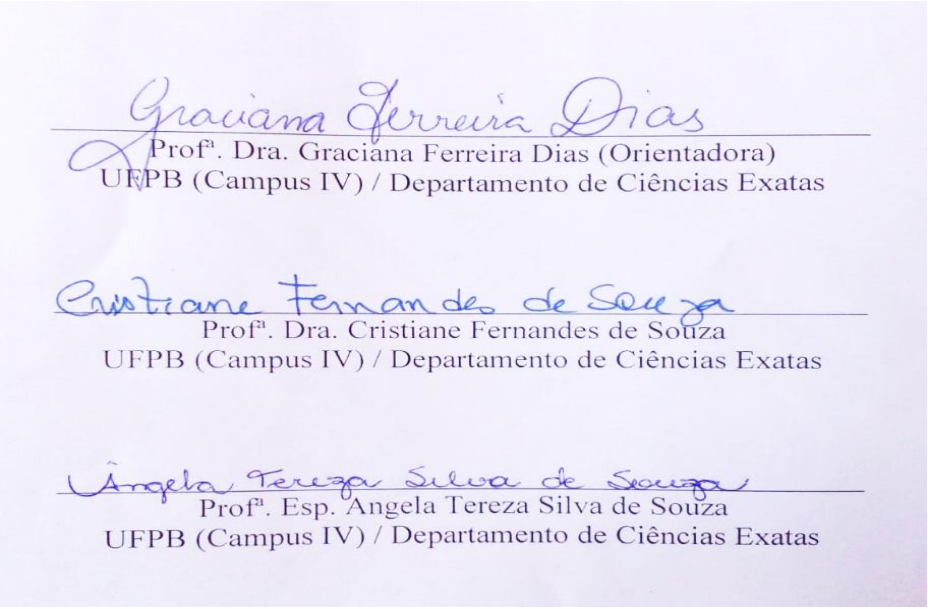
# O USO DAS DESCOBERTAS E INVENÇÕES DE ARQUIMEDES NAS AULAS DE MATEMÁTICA

Trabalho Monográfico apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Matemática como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Matemática.

**Orientador(a):** Prof. Dra. Graciana Ferreira Dias

**Aprovado em:**19/09/2019

**BANCA EXAMINADORA**



# AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer e dedicar este trabalho de conclusão de curso primeiramente a Deus por me tornar um ser capaz de conquistar todos os meus objetivos, e por se fazer presente em todos os meus caminhos.

Minha mãe Maria Arlete uma mulher guerreira de uma fé inabalável, sempre me apoiando, puxando a orelha quando necessário e mostrando os caminhos corretos que teria que seguir, e que não existem obstáculos e nem dificuldades em nossa vida que não possam ser vencidos sempre de cabeça erguida; a meu pai Geraldo Machado que do seu jeito também me passou força e encorajou para seguir sempre firme nos meus objetivos, meu irmão Hiago Santos e sua família.

Agradeço a minha esposa Mariana, por ser sempre presente em todos os momentos, por sorrir das minhas bobagens, por me passar confiança mesmo quando eu não acreditava mais se ira conseguir, me ajudando sempre a vencer todos obstáculos que se fizeram presente no decorrer da nossa caminhada.

Minha Orientadora Prof.ª Dra. Graciana Dias, que abraçou esse trabalho e conseguiu puxar de mim tudo o que tinha de melhor para concluir com sucesso tudo o que foi planejado.

E a todos professores do curso que se fizeram presentes no decorrer de toda a jornada acadêmica, Givaldo, Cristiane Souza, Alissá, Jânio, Jamilson, Agnes, Claudilene, Hélio, Falcão, Cristiane Angelo.

Meus amigos da Universidade, Acides Santos, Eduardo Andrade, Eduarda Souza, Franciclaudio Meireles, Geiciane Domingues, Laercio, Luana Cardoso, Mariana Vidal, Marcela Araújo, Rayane Aquino, Thales Pessoa e Tiago Varello.

A todos os meus sinceros agradecimentos.

*Não estejais inquietos por coisa alguma; antes, as vossas petições sejam em tudo conhecimento diante de Deus, pela oração e súplicas, com ação de graças.*

Filipenses 4:6

## RESUMO

O presente trabalho tem como tema o uso das descobertas e invenções de Arquimedes,especificamente a obra *Corpos Flutuantes* nas aulas de Matemática. O objetivo geral é analisar as potencialidades e limitações de uma proposta de ensino da Matemática que utiliza o tema da referida obra em uma turma da 1ª série do Ensino Médio. Esse trabalho teve intenção de responder o seguinte questionamento: quais as potencialidades e limitações de uma proposta de ensino que visa utilizar um dos princípios de Arquimedes, C*orpos flutuantes*,no ensino da Matemática especificamente no ensino médio?A fundamentação teórica utilizada foram os trabalhos de D' Ambrósio (2000), Saito (2016), Mendes (2001),) entre outros. A natureza da pesquisa tem cunho exploratório, com uma abordagem qualitativa, e foi utilizado o estudo de caso como procedimento de investigação na utilização da sequência didática, aplicada em uma turma da 1ª série do Ensino Médio, de uma escola da rede estadual, situada no município de Rio Tinto-PB, o qual teve como participantes 19 alunos com idades entre 16 e 20 anos.Os instrumentos de coleta de dados utilizados na pesquisa foram as atividades da sequência didática e o questionário avaliativo. Ao observar os resultados obtidos, os mesmos indicam que os alunos apresentaram dificuldades em relacionar os conceitos histórico estudado com seu cotidiano e também apresentaram dificuldade na interpretação de questões nas atividades realizadas da sequência didática. Mesmo diante as dificuldades apresentadas,concluímos que a utilização do usa das descobertas e invenções de Arquimedes promoveu um maior interesse para o estudo dos conteúdos matemáticos, estimulou os alunos a pensar matematicamente, auxiliou os alunos terem uma postura mais ativa nas aulas de matemática e permitiu que os alunos aprendessem com situaçõesdoseu cotidiano.



**Palavras-chave:** História da Matemática. Atividades Históricas.Arquimedes de Siracusa.

## ABSTRACT

The present work has as its theme the use of Archimedes' discoveries and inventions, specifically the work Floating Bodies in Mathematics classes, having as its general objective to analyze the potentialities and limitations of a mathematics teaching proposal that uses the theme of the referred work in a High School class. Our intention was to answer the following question: what are the potentialities and limitations of a teaching proposal that aims to use one of the principles of Archimedes, Floating Bodies, in Mathematics teaching specifically in high school? The theoretical basis used were the works of D 'Ambrósio (2000), Saito (2016), Mendes (2001),) among others. The nature of the research has an exploratory nature, with a qualitative approach, and the case study was used as a research procedure in the use of the didactic sequence, applied in a class of the 1st grade of a state school, located in the municipality of Rio Tinto-PB, which was attended by 19 students aged 16 to 20 years. The data collection instruments used in the research were the didactic sequence activities and the evaluation questionnaire. Observing the results, they indicate that the students had difficulties in relating the historical concepts studied with their daily life and also had difficulty in interpreting questions in the activities performed in the didactic sequence. Even in the face of the difficulties presented, we conclude that the use of Archimedes' discovery and inventions uses promoted a greater interest for the study of mathematical contents, stimulated students to think mathematically, helped students have a more active posture in mathematics classes and allowed that students learn from situations contained in their daily lives.



**Keywords:** History of Mathematics. Historical activities. Archimedes of Syracuse.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Cartão resposta.....25
Figura 2- Alunos realizando a leitura do texto.....26
Figura 3- Aquário utilizado para a realização das atividades.....28
Figura 4- Materiais utilizado para a realização das atividades.....28
Figura 5- Respostas da atividade da equipe (XA).....30
Figura 6- Respostas da atividade da equipe (XB).....30
Figura 7- Respostas da atividade da equipe (XC).....30
Figura 8- Respostas da atividade da equipe (XD).....31
Figura 9- Equipe (XC) realizando a atividade prática .....31

**SUMÁRIO**


**1 INTRODUÇÃO**..... 10

**1.1 Delimitação do tema e problema de pesquisa**..... 10

**1.2 Justificativa**..... 11

**1.3 Objetivos** ..... 12

**1.4 Procedimentos metodológicos**..... 12

**2 CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS**..... 15

**2.1 História de Arquimedes e da obra Corpos Flutuantes** ..... 15

**2.2 A utilização da História da Matemática no ensino da Matemática**..... 17

**3 DESCRIÇÃO E ÁNALISE DA INVESTIGAÇÃO**..... 23

**3.1 Sujeitos da pesquisa**..... 23

**3.2 As atividades**..... 23

**3.3 Discursão da aplicação da sequência didática** ..... 26

**3.4 Limites e possibilidades da sequência didática** ..... 33

**4 CONSIDERAÇÕES FINAIS** ..... 35

**REFERÊNCIAS** ..... 37

**APÊNDICES** ..... 39

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Delimitação do tema e problema de pesquisa

O presente trabalho de conclusão de curso está inserido no campo da Educação Matemática, especificamente na subárea de História da Matemática, na qual a intenção foi usar as Descobertas e Invenções de Arquimedes, no caso em particular as ideias da obra *Corpos Flutuantes,* nas aulas de Matemática. Nossa intenção foi trabalhar com atividades que pudessem, além de motivar os alunos, contribuir no ensino e aprendizagem nas aulas de Matemática.

Diante de algumas leituras e investigações em anais de congressos e revistas como Boletim de Educação Matemática (BOLEMA) e Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM), feitas durante a primeira etapa de construção do tema da referente pesquisa, foi levantado o seguinte questionamento: quais as potencialidades e limitações de uma proposta de ensino que visa utilizar um dos princípios de Arquimedes, *coisas que flutuam*, no ensino da Matemática especificamente no Ensino Médio? Mostrando a importância da aprendizagem dos alunos utilizando a História da Matemática, expressando sua construção e sua eficácia para a época em que foi criada essa invenção, para que os alunos consigam ver um elo e a utilidade da Matemática em sua vida.

Diante algumas pesquisas[1]realizadas no banco de teses e dissertações da CAPES[2] poucos materiais voltados para o ensino da matemática com essa abordagem, foram encontrados. Enxergamos durante os levantamentos realizados que poucas são as pesquisas que abordam as obras do cientista, físico e matemático Arquimedes no ensino da Matemática. Como suas obras e invenções eram voltadas para outras áreas como Física e Engenharia os trabalhos encontrados estão voltados mais para essas áreas.

Pensando em uma forma de contribuir com no ensino da Matemática, foi feito durante esta pesquisa uma tradução de uma atividade baseada na obra de Arquimedes, na qual é destacada no tema *Corpos Flutuantes.*A mesma foi adaptada para algumas aulas de Matemática, que abordou os conteúdos de área, volume e unidades de medidas em uma turma da 1ª série do Ensino Médio.

---

1As pesquisas foram realizadas entre os dias 15 à 20 de julho de 2019, na plataforma digital de teses e dissertações da CAPES, utilizando as seguintes palavras chaves para pesquisa: Corpos Flutuantes, Obras de Arquimedes e Arquimedes. Fonte: https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/.

2 CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

## 1.2 Justificativa

Durante o processo de formação do autor na educação básica, o mesmo teve a oportunidade de aprender Matemática de outras maneiras, a não ser da forma dita tradicional com conteúdos, exemplos e exercícios, mesmo assim foi uma disciplina que sempre despertou seu interesse. Já no processo de formação acadêmica no ensino superior teve a oportunidade de cursar ocomponente curricular História da Matemática, no qual o autor se identificou muito e teve a oportunidade de conhecer e aprender algumas possibilidades para interpretar os conceitos matemáticos. Na referida disciplina também pode conhecer vários matemáticos e suas obras, e teve a oportunidade de aprofundar um pouco mais o conhecimento nas obras e invenções de Arquimedes.

Ao fazer uma reflexão sobre o matemático que Arquimedes também foi, percebeu que as obras desse grande inventor poderiam ser introduzidas no ensino da Matemática através da História da Matemática, e não só no ensino da Física.

Como consta nos Parâmetros Curriculares Nacionais PCN (BRASIL, 1998) o uso da História da Matemática pode contribuir para obter conhecimentos mais concretos, no caso em particular na Matemática, podendo vir esclarecer as ideias que os alunos estão construindo dando respostas para algumas perguntas que são muito levantadas como “por quê” e “para que” esse conteúdo pode contribuir na vida de cada aluno. Dessa forma, a história vem como uma estratégia de abordagem para gerar motivação e favorecer melhorias para a aprendizagem dos alunos.

Nesse sentido, Saito (2016, p. 8) retrata a importância de buscar na história elementos que possam contribuir para melhor compreensão dos conteúdos abordados em sala, como “[...] a representação, a visualização, a abstração, o raciocínio, a demonstração, os métodos, as definições, etc., na construção do conhecimento, bem como outros aspectos da matemática e de sua prática”. Enxergamos que podemos propor essa busca na história ao levar as invenções de Arquimedes, mostrando suas contribuições através de suas invenções com o objetivo de motivar e despertar o interesse dos alunos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), ressalta que a compreensão dos alunos está ligada aos significados dos objetos, desde que seus resultados estabeleçam uma conexão em vários componentes, entre eles o seu cotidiano dentre os diferentes temas matemáticos. Neste sentido, a pesquisa visou interligar os conceitos matemáticos com a História da Matemática com foco na aprendizagem matemática do aluno.

A presente pesquisa visou trouxe a utilização das invenções de Arquimedes, por meio da História da Matemática como recurso didático, também mostrou a interdisciplinaridade como elo na construção dos conhecimentos matemáticos através da unidade temática Grandezas e Medidas. Nesse mesmo caminho, a BNCC (BRASIL 2018) mostra que a Matemática em conexão com outras áreas de conhecimentos como Física, Geografia, História entre outras, pode contribuir para a consolidação e ampliação da noção de número, a aplicação de noções geométricas e a construção do pensamento algébrico, tornando os alunos capazes de resolver problemas oriundos de situações cotidianas que envolvem comprimento, tempo, capacidade, volume e etc.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo geral

Analisar as potencialidades e limitações de uma proposta de ensino de Matemática que utiliza o tema C*orpos Flutuantes* de Arquimedes em uma turma da 1ª série do Ensino Médio.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar um estudo histórico sobre as invenções de Arquimedes destacando o princípio de *Corpos Flutuantes* no ensino da Matemática;
- Elaborar e aplicar uma sequência didática baseada no princípio de *Corpos Flutuantes* de Arquimedes para utilização em uma turma do Ensino Médio na aula de Matemática;
- Descrever as ações dos alunos realizadas durante as atividades.

## 1.4 Procedimentos metodológicos

O trabalho veio mostrar através de atividades históricas alguns dos conteúdos da unidade temática Grandezas e Medidas, a presente pesquisa teve uma abordagem de cunho qualitativo sabendo que seu caráter foi “[...] analisar os dados em toda a sua riqueza, respeitando, tanto quanto o possível, a forma em que estes foram registrados ou transcritos” (BOGDAN; BLIKEN, 1994 apud DIAS, 2014, p.22), pois o intuito dessa pesquisa é

compreender o comportamento de cada indivíduo, observando suas particularidades e as experiências que cada sujeito carrega ao longa da sua existência.

Quanto à natureza da pesquisa foi exploratória, pois visou "[...] proporcionar maior familiaridade com o problema, com vista a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses" (GIL, 2002, p.41), já que nossa pesquisa propôs fazer uma tradução e adaptação de uma atividade do livro*Arquimedes um Projeto de módulos históricos* (EBERT et al, 2004), de uma forma que os sujeitos participantes viessem a formular novas hipóteses sobre cada objeto estudado.

O procedimento técnico da investigação foi o estudo de caso, sendo ele um "[...] estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento"(GIL, 2002, p.54). O enfoque da nossa pesquisa foi desenvolver estratégias na qual possibilitassem explorar situações da vida real, exigindo dos participantes empenho, para validar e desenvolver os argumentos matemáticos nas atividades que lhe foram apresentadas.

Para obter as informações durante o processo exploratório das atividades propostas, foi utilizada a sequência didática como ferramenta na coleta de dados, segundo Zabala (1998, p.18) o processo exploratório é um "conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos" (ZABALA apud SUCUPIRA, 2017, p.29). Pois nossa intensão foi propor que os alunos pudessem explorar o domínio dos seus conhecimentos concebidos no decorrer de toda sua formação tanto na escola quanto na em sua vivência cotidiana. Através dessa ferramenta pudemos alcançar nossas expectativas, já que planejamos as atividades de acordo com os nossos objetivos e a realidade de cada sujeito participante

A pesquisa teve como público alvo os alunos do 1ª série do Ensino Médio, de uma escola da rede estadual, situada no município de Rio Tinto-PB. Sendo dividida em três momentos. No primeiro momento foi realizada uma pesquisa em acervos, na qual buscamos materiais que pudessem enriquecer nossos conhecimentos e nos ajudar na escrita desse trabalho. No segundo momento fizemos uma tradução parcial do inglês para o português do livro *Arquimedes um Projeto de módulos históricos*, no qual nos deu subsídios para introduzirmos um pouco da história de Arquimedes, e assim mencionar algumas das suas invenções e descobertas destacando uma delas, sendo ela *Corpus Flutuantes*, na qual readaptamos uma atividade dessa obra, como consta no quarto momento do Apêndice A, que

Buscamos envolver nessa atividade objetos que todos os alunos estão habituados a manusear, introduzido em alguns dos conteúdos da unidade temática Grandezas e Medidas através de aulas práticas.

No terceiro momento mostramos a viabilidade de usar a História da Matemática atrelada a uma atividade também histórica nas aulas de Matemática, pois mostramos o conteúdo, que antes foi visto apenas de forma escrita e verbalizada de acordo com o que está nos livros didáticos, de uma forma que todos interagissem com a atividade. Sendo assim nesse momento nos expressamos de uma forma mais dinâmica e com uma linguagem simples de uma forma que todos pudessem entender o conteúdo que estava sendo demonstrado nas aulas durante todas as aplicações das atividades dessa pesquisa. Logo em seguida, analisamos os registros e todos os dados obtidos no presente trabalho.

# 2 CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

## 2.1 História de Arquimedes e da obra Corpos Flutuantes

Arquimedes de Siracusa foi um matemático e inventor grego, nasceu no ano de 287 e morreu em 212 a.C, escreveu muitas obras importantes, como Geometria Plana e Espacial, Aritmética e Mecânica. Nasceu em Siracusa, na Sicília, e estudou em Alexandria, no Egito (ASSIS, 2008).

Arquimedes deu grandes contribuições para a Matemática, além disso ficou muito famoso por sempre aplicar suas invenções em atividades diárias, destacando o princípio que leva seu nome (o princípio de Arquimedes) e as máquinas singelas como a alavanca e o parafuso, as quais tiveram aplicações na irrigação e para uso militar.

Arquimedes estava sempre à frente de todos os estudiosos da usa época, se antecipando a várias descobertas, como o cálculo da integral, os estudos das áreas e volumes de figuras sólidas e as áreas de figuras planas. Demonstrando que “o volume de uma esfera vale dois terços do volume do cilindro que a circunscrito e que a superfície da esfera vale dois terços da superfície do cilindro” (ASSIS, 2008, p.25). Demonstração esta que foi pedidapor ele ainda em vida que fosse expressa em sua lápide.

Contudo, Arquimedes é conhecido principalmente por ter enunciado a lei da hidrostática, o chamado princípio de Arquimedes. Essa lei estabelece que um corpo mergulhado num fluido recebe uma impulsão de baixo para cima igual ao peso do volume deslocado.

Essa descoberta surgiu enquanto o matemático se banhava e meditava sobre um problema que foi apresentado pelo rei Hierão, como distinguir uma coroa de ouro puro de outra que contivesse prata.

> Quando obteve o poder real em Siracusa, Hierão mandou, devido a uma afortunada mudança em sua situação, que uma coroa votiva de ouro fosse colocada em um certo templo para os deuses imortais que fosse feita de grande valor, e designou para este fim um peso apropriado do metal para o fabricante forjado; e o peso parecias corresponder com aquele do ouro que havia sido designado para isto. Mas ao circular um rumor de que parte do ouro havia sido retirada, e que a quantidade que faltava havia sido completada com prata, Hierão ficou indignado com a fraude e, sem saber o método pelo qual o roubo poderia ser detectado, solicitou que Arquimedes desse sua atenção ao problema.(ASSIS, 2008, p.14-15)

Com isso Arquimedes observou o deslocamento da água à medida que mergulhava seu corpo na banheira, concluiu que ao mergulhar a coroa em um recipiente com água, teria que deslocar a mesma quantidade de água equivalente a seu peso em ouro, isto significaria que não continha outro metal. Logo após concluir sua observação, constatou a veracidade do que realmente tinha na coroa; ele ficou tão entusiasmado que saiu nu para a rua gritando *eureca,eureca, eureca,* que no grego significa “achei”.

Segundo Assis (2008), Arquimedes passou a maior parte de sua vida em Siracusa, dedicando-se às pesquisas e às suas descobertas, que durante a conquista da Sicília pelos romanos se dispôs a colocar alguns de seus instrumentos mecânicos em defesa de Siracusa. Entre os instrumentos de guerra que foram utilizados estavam a catapulta, os braços mecânicos e um sistema de espelhos que incendiavam as embarcações inimigas ao focá-las com os raios de sol, e todas elas de fácil manuseio com o mínimo de esforço.

Arquimedes, como qualquer outro estudioso, quando se deparava com alguma descoberta se desligava do mundo em sua volta, e foi o que aconteceu durante a conquista de Siracusa, na segunda Guerra Púnica, na qual foi assassinado por um soldado romano. Conta-se que Arquimedes estava tão distraído com suas operações que acabou ofendendo o soldado ao dizer-lhe: “fique longe do meu diagrama” (ASSIS, 2008, p.19). Já que quando estava se aprofundando em suas demonstrações muitas delas eram feitas na areia ou nas paredes, e só passava-as para o papel depois de concluídas, dessa forma, mesmo depois os soldados Romanos terem destruído quase toda a cidade, algumas das suas obras sobre matemática e mecânica foram preservadas, entre elas o *Trattato di corpi galleggianti, Arenaria, Bilancia degli aerei e leva.*

Diante de um breve relato que aqui foi descrito sobre a vida de Arquimedes, vamos agora destacar o princípio da hidrostática no qual também é chamado e mais conhecido como o Princípio de Arquimedes. Sendo este o foco principal do nosso trabalho e esse princípio afirma que “Todo corpo mergulhado total ou parcialmente em um fluido sofre uma impulsão vertical, dirigida de baixo para cima, igual ao peso do volume do fluido deslocado, e aplicado no centro de impulsão” (PIRES, LIMA, 2016. p.2). Isso explica como muitas coisas conseguem flutuar, como os barcos, e os navios que chegam a pesar mais de 200 mil toneladas e mesmo assim conseguem flutuar. Permitindo também determinar a massa e o volume de objetos com formatos irregulares, cujos volumes não possam ser medidos diretamente.

Esse princípio parte da física, a partir da ação dos fluidos em repouso ou em

movimento, essa mecânica de fluidos é fundamental em campos tão diversos como a aeronáutica, na engenharia química e civil, industrial, meteorologia, construção naval e na oceanografia. Com base nisso Arquimedes apresentou o seguinte postulado,

> Vai-se supor que um fluido tem tal propriedade que, suas partes estando situadas uniformemente e sendo contínuas, aquela parte que é menos pressionada é impelida pela parte que é mais pressionada; e que cada uma de suas partes é pressionada pelo fluido que está acima dela numa direção perpendicular se o fluido for afundado em qualquer coisa e comprimido por qualquer outra coisa. (ASSIS, 2008, p.26)

Mediante a citação acima que se refere ao postulado, ele nos garante que o peso de cada objeto será a variação do líquido deslocado dentro do recipiente, no qual o objeto será submerso, ou seja, ao colar um objeto em um certo recipiente com água, o nível da água aumentará, logo esse deslocamento será o valor da massa desse objeto.

Diante de tudo o que foi exposto por todos os historiadores nos quais tanto estudaram com Arquimedes em Alexandria, quanto os que deram continuidade no estudo das suas obras daquela época, relatam a importância dele e de suas descobertas por todos lugares onde ele passou. Conhecendo um pouco de sua trajetória de vida e das suas obras, Arquimedes sempre foi considerado um pioneiro em algumas das suas descobertas, sendo inovadora, admirável e surpreendente até mesmo pelos seus rivais, pela metodologia na qual seguia, suas obras nunca foram pensadas para uso pedagógico, mas sim para fins de utilidades diárias para povoado onde conviveu. (ASSIS, 2008)

## 2.2A utilização da História da Matemática no ensino de Matemática

É comum ouvir de alguns alunos e até de professores de outras áreas de conhecimentos que não seja a Matemática, desde os anos iniciais do fundamental, que a Matemática é um “bicho de sete cabeças”. Esse pensamento ainda é comum também para os alunos que, muitas vezes, não conseguem ter uma visão de qual será a serventia para sua vida ou em que vai ser usado tudo aquilo que é visto em sala.

A Matemática tem um papel muito importante na formação do cidadão, pois é a partir dela que os cidadãos desenvolvem estratégias, conseguem comprovar e justificar os resultados no qual foram submetidos a resolver, seja na sua vida social ou no seu ambiente de trabalho, tornando-os seres criativos, mostrando que são capazes de enfrentar desafios, e reconhecer seus direitos e deveres perante a sociedade.

Isso nos remete a compreender que no ensino da Matemática para obter conhecimentos mais concretos esclarecendo as ideias da qual os alunos estão construído, dando respostas para algumas perguntas que são muito levantadas como “por que” e “para que” esse conteúdo pode contribuir na vida de cada aluno. Para tanto temos em nosso alcance uma arma muito poderosa na qual pode-se buscar um pouco da história dessa área do conhecimento, sendo ela a História da Matemática.

Ao perceber que a História da Matemática é parte integrante da vida social, sabendo que ela é uma herança cultural e de várias descobertas e experiências ao longo de toda sua construção, pode-se destacar a importância da presença da História da Matemática em sala de aula. Não existem formais ou métodos determinados para ser aplicada em cada situação, já que cada situação trará novos desafios para o docente, no qual os mesmos terão que descobrir qual recurso da Educação Matemática se adaptará melhor a cada turma ou aluno. Sendo assim cabe ao professor analisar qual a melhor forma para incorporar a História da Matemática em suas aulas, de uma forma que venha a contribuir na vida de cada sujeito mostrando a sua importância frente à sociedade e reconhecer seus direitos enquanto for parte integrante dela.

Para D’Ambrósio (1990),

> [..]é vidente que a Matemática é útil para a vida social fornecendo instrumentos aos sujeitos, transformando em seres atuantes no mundo, ou seja, sendo mais eficaz no que for submetido, para isso a escola precisa “[...] desenvolver a capacidade do aluno para manejar situações reais, que se apresentam a cada momento, de maneira distinta” (D’AMBRÓSIO, 1990, p. 16).

Portanto, o uso da História no ensino da Matemática no processo da aprendizagem na sala de aula passa a ser um instrumento para auxiliar o professor na escolha da metodologia e no recurso pedagógico, passando a ser um elemento facilitador na produção do conhecimento utilizando o currículo escolar como base nesse processo para obter um bom conhecimento na disciplina.

De acordo com D’ Ambrósio (2000),

> [..] é muito difícil motivar com fatos e situações do mundo atual uma ciência que foi criada e desenvolvida em outros tempos em virtude de problemas de então, de uma realidade, de percepções, necessidades e urgências que nos são estranhas. Do ponto de motivação contextualização, a Matemática que se ensina hoje nas escolas é morta (D’AMBROSIO, 2000, p. 31).

Sendo assim ao utilizarmos a História da Matemática, estamos criando a oportunidade de dar vida à Matemática no sentido de contextualizá-la e mostrá-la com mais clareza, utilizando assim como o grande meio motivacional para a obtenção dos conhecimentos

matemáticos.

O uso da História da Matemática como recurso didático-pedagógico tem como objetivo o ensino-aprendizagem da Matemática, promovendo o conhecimento matemático produzido ao longo dos tempos pela sociedade. Sendo assim D'Ambrósio (2000, p. 29) afirma que "a História da Matemática é essencial em qualquer discussão sobre a Matemática e seu ensino", dessa forma "não é sem razão que a história vem aparecendo como um elemento motivador de grande importância", no ensino da Matemática.

Isso mostra que é importante tanto para os alunos quanto para os professores que tenham o conhecimento do processo histórico da Matemática, reconhecendo todos os aspectos culturais que nortearam as mudanças, as transformações, permanências.

Nesse sentido, Saito (2016) retrata a importância da história para melhorar compreensão dos conteúdos abordados em sala, como "[...] a representação, a visualização, a abstração, o raciocínio, a demonstração, os métodos, as definições, etc., na construção do conhecimento, bem como outros aspectos da matemática e de sua prática"(SAITO, 2016, p. 8). Dessa forma enxergamos que pode ser proposto essa busca na história, mostrando suas contribuições através das descobertas e invenções de cada matemático em sua determinada época, como objetivo de motivar e despertar o interesse dos alunos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) ressalta que a compreensão dos alunos está ligada aos significados dos objetos, desde que seus resultados estabeleçam uma conexão em vários componentes, entre eles o seu cotidiano dentre os diferentes temas matemáticos (BRASIL, 2018).

Ao refletir sobre a Matemática como componente curricular da Educação Básica, percebe-se que muitas vezes o conteúdo é apresentado de forma muito geral, dessa forma os alunos demonstram resistência durante as aulas, pois não conseguem perceber o quanto os conteúdos que estão sendo ensinados nas aulas fazem parte da sua realidade. Todavia, fica evidente que quando o estudante se reconhece em sala de aula e no que está sendo ensinado, passa a perceber e valorizar aquele universo, dando importância a sua própria cultura e todos os seus conhecimentos nos quais foram adquirido em suas vivências passadas.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) (BRASIL, 1996) implementou uma nova proposta de ensino, procurando estabelecer um processo formativo na escola mais abrangente, incorporando, além do aprendizado dos conteúdos científicos das disciplinas curriculares, fatores associados à cidadania e ao mundo do trabalho.

Diante da proposta que a LDBEN nos expõe ao incorporar os conteúdos com fatos que

rodeiam os alunos, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) nos mostram que a Matemática é uma criação humana, sendo essa construída através de suas necessidades e preocupações em diferentes culturas, e diferentes momentos históricos, estabelecendo comparações entre os conceitos e processos matemáticos do passado e do presente, dessa forma o professor tende a criar situações para que o aluno venha a desenvolver atitudes e valores mais favoráveis perante os conhecimentos alcançados (BRASIL, 1998). Dessa forma a História da Matemática (HM) tendea ser esse elo entre o passado e o presente de uma forma que permita aos alunos conceber os fatores que fez surgir a Matemática.

O pesquisador D'Ambrosio defende que,

> [...] a matemática é uma estratégia desenvolvida pela espécie humana ao longo da sua história para explicar, para entender, para manejar e sobreviver com a realidade sensível, perceptível, e com o seu imaginário, naturalmente dentro de um contexto natural e cultural (D'AMBROSIO, 1996 apud SACARDI, 2008, p. 1).

Isso nos mostra que para aprender Matemática de forma prazerosa e que tenha significado para os alunos temos que utilizar meios que permitam reter as atenções e participações dos discentes em sala de aula. Dessa forma temos disponível uma metodologia na qual podemos envolver o passado e o presente, sendo ela a História da Matemática (HM) mostrando para os alunos que a Matemática não se restringe apenas a fórmulas, números e resolver problemas algébricos em sala de aula, mas que ela está ali disponível para todos e se adapta as nossas necessidades, pois todos sabemos matemática, uns nas práticas diárias e outros em suas profissões.

De acordo com Viana e Silva (2007),

> [...] O conhecimento da HM possibilita perceber que as teorias que hoje aparecem acabadas e elegantes resultaram de desafios que os matemáticos enfrentaram e que foram desenvolvidas com grande esforço, quase sempre, numa ordem bem diferente daquela em que são apresentadas após o processo de formalização. [...](VIANA ; SILVA, 2007, p. 3).

Aprofundando um pouco mais sobre as possibilidades para despertar o interesse dos alunos em estudar Matemática, a História da Matemática tem em seu caráter o poder motivador e com significado, na qual "somente através de um conhecimento aprofundado e global de nosso passado é que poderemos entender nossa situação no presente e, a partir daí, ativar nossa criatividade com propostas que ofereçam ao mundo todo um futuro melhor" (D'AMBRÓSIO, 1997 apud SILVA, 2014, p.4).

De acordo com D'Ambrósio (1990), a "História da Matemática é um elemento fundamental para se perceber como as teorias e práticas matemáticas foram criadas, desenvolvidas e utilizadas num contexto específico de sua época" (D'AMBROSIO, 1990, p. 29-30) destacando a importância de utilizar a História da Matemática (HM) como um recurso que possa ser introduzido nas aulas de Matemática como um apoio para o conteúdo abordado e não como uso pelo uso.

Segundo Mendes (2001),

> A história, então, passa a ter uma função decisiva na construção da realidade matemática se considerarmos que é com base nas informações fornecidas por ela que iremos traçar uma rede de fatos cognitivos elaborados e praticados em diversos contextos sócio-culturais (MENDES, 2001, p. 64).

Em concordância com Mendes (2001), a Base Nacional Comum Curricular BNCC, nos mostra que,

> [...] é importante incluir a história da Matemática como recurso que pode despertar interesse e representar um contexto significativo para aprender e ensinar Matemática. Entretanto, esses recursos e materiais precisam estar integrados a situações que propiciem a reflexão, contribuindo para a sistematização e a formalização dos conceitos matemáticos (BRASIL, 2018, p.254).

Na citação acima a BNCC nos traz a importância da HM como auxílio para o ensino e a aprendizagem nas aulas de Matemática, dando complemento o documento afirma que,

> [...] é fundamental haver um contexto significativo para os alunos, não necessariamente do cotidiano, mas também de outras áreas do conhecimento e da própria história da Matemática. No entanto, é necessário que eles desenvolvam a capacidade de abstrair o contexto, apreendendo relações e significados, para aplicá-los em outros contextos. [...] Assim, pretende-se que os alunos formulem novos problemas, baseando-se na reflexão e no questionamento sobre o que ocorreria se alguma condição fosse modificada ou se algum dado fosse acrescentado ou retirado do problema proposto (BRASIL, 2018, p.255).

Complementando tudo o que já foi expresso aqui sobre o uso da História da Matemática como um recurso que venha a adicionar mais significado para a compreensão dos conteúdos em sala de aula, Mendes (2001), ressalta que será através do ensino da Matemática que os estudantes ganharão,

> [...] habilidades e conhecimentos úteis [...] para resolver os problemas diários [...] partindo do concreto para o abstrato. [...] o aluno passa de mero espectador a um criador ativo [...] que participe, compreenda e questione o próprio conhecimento (conhecimento matemático escolar). Isso é possível se for respeitado o desenvolvimento físico e mental do aluno, suas necessidades e

> interesses (aspectos sócio-culturais e biológicos da construção do conhecimento) (MENDES, 2001, p.55).

Diante do exposto Miguel et al (2009) nos traz um instrumento no qual o professor pode fazer essa interação da história e da matemática durante as aulas, sendo ela a atividade, desde que "[...] favoreça a interatividade entre o sujeito e o seu objeto de conhecimento, sempre em uma perspectiva contextualizadora [...]" (MIGUEL et al, 2009, p. 115).

Complementando o que já foi citado por Miguel (2009), no parágrafo acima sobre a importância das atividades, na qual os alunos poderão colocar em prática todos os conhecimentos obtidos em sala de aula, em culminância com a origem da matemática e a matemática que está exposta nos livros já pronta e acabada, Mendes (2012) destaca algumas das possibilidades que a atividade exerce, pois é através dela que,

> [...] os estudantes poderão exercitar plenamente a sua capacidade de alcançar uma compreensão plural que lhes possibilite ver e viver a Matemática sob os aspectos cotidiano, escolar e científico. Além disso, terão a oportunidade de desenvolver habilidades investigatórias cujo princípio educativo é torná-los autônomos para que busquem na sua própria experiência, a sua própria compreensão e explicação do mundo, visando dialogar com o que lhe foi apresentado pela história (MENDES, 2012, p.12).

Fomentando ainda a importância de trabalhar com atividades para desafiar os alunos em culminância com a HM, Mendes (2012) afirma que elas devem ser atrativas e desafiadoras de modo que venham,

> [...] a provocar a curiosidade dos estudantes. Tais características certamente os estimularão à aprendizagem se forem ricamente exploradas durante a elaboração de cada desafio. Esses desafios geralmente estão presentes em textos históricos originais ou mesmo de fontes secundárias como os livros de história da matemática [...] (MENDES, 2012, p.11).

Sendo assim a utilização da História da Matemática nas aulas de Matemática nos remete a tornar os alunos seres capazes de ter um pensamento mais aguçado, e serem cidadãos mais atuantes em busca dos seus direitos.

# 3 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DA INVESTIGAÇÃO

## 3.1 Sujeitos da pesquisa

A pesquisa teve como sujeitos alunos da 1ªsérie do Ensino Médio, de uma escola pública da rede estadual do município de Rio Tinto - PB. A escola na qual a pesquisa foi realizada atende alunos da Zona Rural e Urbana do município de Rio Tinto.

As atividades de intervenção foram realizadas com dezenove alunos que tinham faixa etária entre 16 e 20 anos, sendo oito do sexo feminino e onze do sexo masculino. Todos os alunos eram estudantes do período noturno e os mesmos participaram voluntariamente da pesquisa.

A realização das atividades foi dividida em cinco momentos. Como forma de facilitar a identificação dos sujeitos envolvidos na pesquisa, utilizamos a seguinte simbologia: X1, X2, X3,..., X19.E como duas das atividades propostas foram realizadas em equipes, também utilizamos simbologia para identificá-las como: XA, XB, XC, XD.[3]

## 3.2 As atividades

As atividades realizadas neste trabalho como proposta de ensino foram divididas em cinco momentos (Apêndice A), para que fossem trabalhadas da melhor forma possível buscando a interação dos alunos envolvidos, bem como um melhor aprendizado durante todo o tempo de aula que nos foi disponibilizado, totalizando 8 horas/aula.

Na realização de todas as atividades foram disponibilizados aos alunos materiais impressos contendo o passo a passo das atividades que foram propostas. No primeiro momento foi apresentado um pouco da história de Arquimedes e algumas das suas obras e invenções, através de um texto introdutório que consta no Apêndice A, tendo como objetivo principal levar um conhecimento histórico Matemático para os alunos.

Como forma de reter as informações que foram levadas até os alunos através do texto introdutório, foi exposto para eles um trecho de um vídeo que relata as principais obras de Arquimedes e no fim destaca aquela que originou o tema deste trabalho. Como finalização desse primeiro momento e para fixação das informações repassadas, foi discutido um pouco sobre as informações presentes no vídeo e no texto, também foram sanadas algumas dúvidas existentes durante o momento.

---

3 A Equipes foram formadas da seguinte maneira; XA (X7,X10, X11, X12,), XB (X3, X4, X13, X14, X19), XC (X1, X2, X8, X17, X18,), XD (X5, X6 X9, X15, X16).

No segundo momento foi realizada uma breve revisão do conteúdo que foi abordado nas atividades da proposta de ensino, sendo área, unidades de medidas e volumes. A revisão foi feita na lousa e os alunos acompanharam a revisão através de uma folha impressa contendo as atividades do segundo momento (Apêndice A). Após a explicação, os alunos foram convidados a responder as primeiras atividades propostas para gravar o conteúdo que foi revisado. Tanto na folha impressa quanto na lousa, foi exposto o quadro 1 contendo informações necessárias para reproduzir o *princípio de Arquimedes*[4] que será detalhado no quarto momento.

Quadro 1- Revisão de Geometria Espacial, área, volume e unidade de medidas.

Revisão

Geometria Espacial: área, volume e unidade de medidas.

| METRO | CENTÍMETRO | MILÍMETRO |
|---|---|---|
| m | cm | mm |
| 1 m | 100 cm ou 0,01 m | 1.000 mm ou 0,001 m |

| METRO QUADRADO | METRO CÚBICO |
|---|---|
| $m^2$ | $m^3$ |
| 1m x 1m = $1m^2$ | 1m x 1m x 1m = $1m^3$ |

| QUILOGRAMA | GRAMA |
|---|---|
| Kg | g |
| 1 kg | 1.000 g |

| LITRO | MILILITRO |
|---|---|
| l | ml |
| 1 l | 1.000 ml |

| FORMULAS (PRISMA REGULAR) | |
|---|---|
| VOLUME<br>V = a x b x c / 1.000 | AREA DA BASE<br>Ab = 2(a x b) |
| ÁREA TOTAL<br>At = Ab + Af | ÁREA DA FACE LATERAL<br>$Af_1 = b \times h$<br>$Af_2 = a \times h$<br>$Af = 2(Af_1 + Af_2)$ |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Dando continuidade a essa atividade de revisão os alunos foram convidados a responder três questões como forma de exercitar os conhecimentos. As duas primeiras questões contavam com o auxílio de uma figura ilustrativa para a resposta e a terceira era uma situação problema. Todos os alunos receberam essas questões impressas com um espaço para resposta. Como finalização desse segundo momento, foram corrigidas na lousa as três

4 O Princípio de Arquimedes: massa = volume × densidade, sabendo que a densidade da água é uma grama por centímetro cúbico.

questões de forma participativa.

No terceiro momento a turma foi dividida em equipes com 4 e 5alunos, após essa divisão foi aplicada a segunda atividade contida no terceiro momento (Apêndice A)que utilizou o aquário, água, objetos flutuantes (garrafa pet com areia, uma barra de sabão e uma laranja), no qual foi mostrado que quanto maior a massa dos objetos mergulhado maior será o deslocamento da água no recipiente, percebida através de uma régua com graduação em centímetros. A atividade foi realizada de forma bem dinâmica, no qual foram expostos para os alunos todos os objetos, e os mesmos escolheram quais seriam colocados no aquário primeiro, chamando a atenção dos alunos para observar o deslocamento que cada objeto promoveu.

Para a realização dessa atividade os alunos receberam uma folha que serviu de roteiro para a realização da última atividade, na qual foi descrito as medidas do aquário como área de base e da lateral, as medidas das arestas e o seu volume máximo.

No quarto momento os alunos foram convidados a realizar a terceira atividade contida na quarta parte (Apêndice A), na qual também trabalharam em equipes que já foram divididas no momento anterior. Os alunos também receberam uma folha impressa que serviu de roteiro para a realização da atividade e um cartão que serviu para a anotação dos dados de cada equipe. Essa atividade utilizou um pote de café e pedras para simular o ouro, os quais foram colocados gradativamente de acordo com a quantidade de ouro que eles desejavam confeccionar sua coroa votiva[5], de forma que observassem através da régua os deslocamentos da água dentro de recipiente e fizessem as anotações no cartão que foi entregue para cada equipe. A figura 1 a seguir ilustra o cartão de anotações que foi entregue as equipes.

Figura 1- Cartão resposta

| Tempo | Primeira altura | Segundo altura | Altura mudança | Volume | Massa do objeto | Massa do objeto |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor.

No quinto momento após concluir todas as experiências da proposta de ensino, os alunos foram convidados a avaliar a proposta de ensino através de um questionário avaliativo.

[5] Coroa produzida com metais e pedras preciosas para pôr em altar, estátua ou santuário.

Esse questionário avaliativo foi entregue aos alunos contendo perguntas voltadas em saber o quanto essa atividade foi viável para eles e como ela teve um impacto na vida cotidiana. O intuito do questionário avaliativo foi ter uma opinião concreta do que os alunos acharam da proposta de ensino e se a proposta os auxiliou no conhecimento matemático, deles.

### 3.3 Descrição da aplicação da sequência didática

Vamos agora destacar os resultados obtidos na aplicação da sequência didática, coletados por meio dos instrumentos avaliativos que foram utilizados sendo eles, o questionário avaliativo e todas as atividades propostas no decorrer da aplicação da sequência.

A sequência didática foi dividida em cinco partes. A primeira parte da sequência foi bem satisfatório, sendo essa ocasião na qual os alunos foram levados a conhecer um pouco da história que foi trabalhada no decorrer de toda a sequência. Apresentamos aos alunos um pouco da História de Arquimedes e algumas das suas grandes descobertas, introduzindo assim a História da Matemática como um apoio do conteúdo que foi trabalhado.

Figura 2 - Alunos realizando a leitura do texto

Fonte: Arquivo pessoal do autor

A proposta da sequência nesse ocasião inicial levamos um texto impresso para os alunos, de forma que todos lessem e compreendessem essa parte introdutória. Os alunos participaram de uma leitura coletiva, com algumas pausas entre a leitura do texto para solucionar algumas dúvidas sobre o texto. Após as dúvidas sanadas e toda leitura realizada, os alunos foram convidados a assistir um vídeo explicativo com mais informações sobre Arquimedes e suas obras. O vídeo foi exibido no computador e não no projetor de imagens

por que houve um problema com o projetor no momento da exibição.

Durante a exibição do vídeo alguns dos alunos ficaram bem atentos e silenciosos, já os outros não tiveram o mesmo comportamento, pois as salas não possuem ar condicionado, com isso alunos de turmas diferentes acabaram interferindo junto com os outros alunos da turma que estavam participando da sequência, devido a esse comportamento de poucos alunos foi interrompido o vídeo e pedido silêncio e colaboração para não atrapalhar o entendimento dos demais alunos. Para uma melhor compreensão depois do vídeo foi realizado uma socialização das informações obtidas, para que com essa socialização os alunos fixassem mais os conhecimentos obtidos, e que houvesse um maior entrosamento de todos.

A partir dos relatos apresentados pelos 16 alunos que participaram dessa parteda sequência, durante essa socialização após o vídeo, o objetivo geral dessa atividade foi alcançado, pois os alunos apresentaram durante a socialização as ideias centrais do vídeo e relataram ter achado muito interessante a história de Arquimedes.

Na segundo parte da sequência participaram 18 alunos, essa ocasião foi destinado a uma revisão de um conteúdo que foi usado nas atividades seguintes da sequência. A revisão foi realizada com os alunos, utilizando a lousa e um material impresso, nesse material impresso os alunos puderam acompanhar o que foi exposto na lousa e no final realizar algumas questões que serviu como exercício de fixação.

Durante a exposição e explicação da revisão na lousa os alunos não demonstraram tanta atenção e conhecimento sobre o assunto. Eles não perguntaram e não participaram muito os mesmos foram questionados algumas vezes, mas não responderam corretamente durante a explicação, e em alguns pontos da explicação foi preciso parar e dar uma ênfase em assuntos básicos da Matemática, como algumas multiplicações, divisões e subtração.

Após a explicação realizada os alunos foram convidados a responder as três questões do exercício que foram entregues nos materiais impressos para eles. Os alunos passaram um tempo lendo as questões e tentando responder, mas só conseguiram responder quando houve uma explicação no quadro e detalhamento de dados de algumas questões.

Nessa parte da sequência foi notório que todos os alunos participantes mostraram dificuldades em interpretar questões matemáticas, eles apresentaram poucos conhecimentos nos conteúdos básicos o que dificultou um pouco mais a realização das questões da atividade de revisão. Isso se deu principalmente nas grandezas como grama, litros, observar as imagens e fazer contas envolvendo subtração com mais de dois números no subtraendo e na multiplicação quando o multiplicador tem mais de um número.

Na terceiro parte da sequência participaram 19 alunos, sendo essa etapa a qual começamos a colocar em prática tudo o que foi mencionado nas etapas anteriores (na história de Arquimedes tanto de forma impressa quanto no vídeo e nas atividades de revisão). Essa etapa foi um pouco mais proveitoso, pois todos participaram de todo o seu desenvolvimento.

Foram apresentados os objetos que fizeram parte dessa sequência, sendo eles o aquário, régua graduada em centímetros e os objetos flutuantes (garrafa pet, pote de café, etc). Foi nessa ocasião que nós (o autor desse trabalho junto com os alunos participantes) seguimos todos os passos que estão presentes na terceira atividade, a qual nos remete a medir e calcular os lados, arestas, área da base e o volume do recipiente.

Figura 3 – Aquário utilizado para realização das atividades

Fonte: Arquivo pessoal do autor

Figura 4 – Materiais utilizados para a realização das atividades

Fonte: Arquivo pessoal do autor

Nessa atividade percorremos todos os passos que o historiador e cientista Arquimedes

desenvolveu para descobrir o peso estimado da coroa do rei Artur (como já dissemos essa atividade foi traduzida e adaptada do Livro *Arquimedes um Projeto de módulos históricos*). Sendo esses os passos, saber a área da base os valores das arestas do recipiente no caso em questão o aquário, a quantidade de água máxima que caberia no recipiente, colocar uma régua para observar o deslocamento da água quando os objetos fossem colocados no aquário e descrever essas variações de medidas inicial e final, fazer a subtração desses resultados e utilizar o *princípio de Arquimedes* para chegar ao valor da massa do objeto que estava submerso no aquário.

Dando continuidade na sequência vamos agora descrever o desenvolvimento da quarta parte, sendo que dessa vez os alunos foram convidados a realizar a atividade em equipes que também já foram divididas em quatro, sendo três com cinco alunos e apenas uma com quatro alunos, para desenvolver os mesmos procedimentos da atividade anterior.

Na Figura 3, destacamos a resolução da equipe (XA). Durante as explicações elas ficaram bem dispersas, e na hora de fazer o passo a passo da atividade não conseguiu dar continuidade, respondendo apenas as mudanças de altura da água no recipiente.

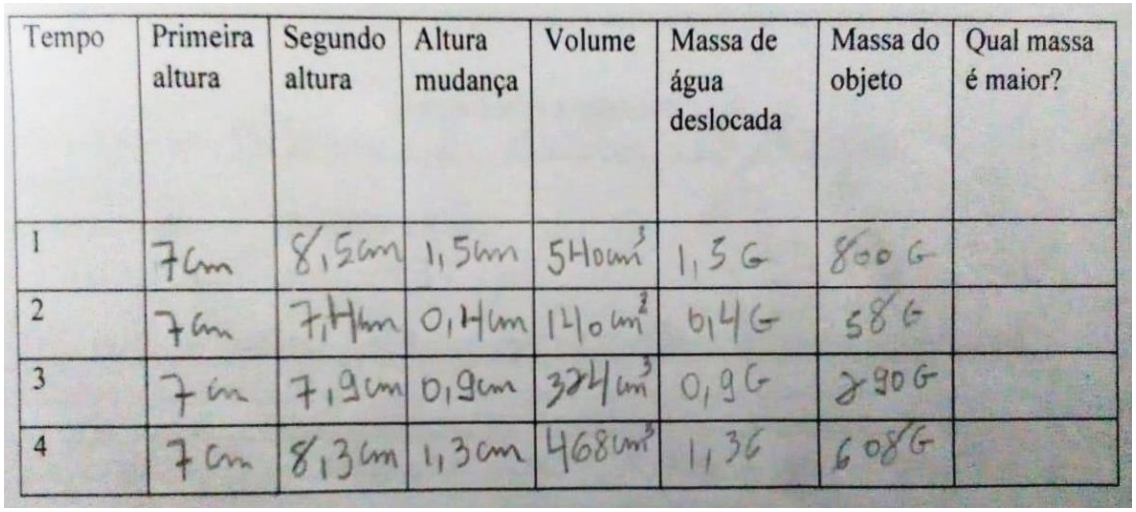
Na Figura 4, destacamos a solução da equipe (XB). Essa equipe demonstrou que prestou atenção nas explicações e teve o desempenho regular, pois seu erro foi na resolução dos cálculos, com isso os valores finais o que correspondia o valor da massa dos objetos divergiu do valor correto.

Figura 5- Respostas da atividade da equipe (XA)

| Tempo | Primeira altura | Segundo altura | Altura mudança | Volume | Massa de água deslocada | Massa do objeto |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 7cm | 0,8cm | | | | |
| 2 | 7cm | 0,5cm | | | | |
| 3 | 7cm | 1,2cm | | | | |
| 4 | 7cm | 1,8cm | | | | |

Fonte: Arquivo pessoal do autor

Figura 6- Respostas da atividade da equipe (XB)



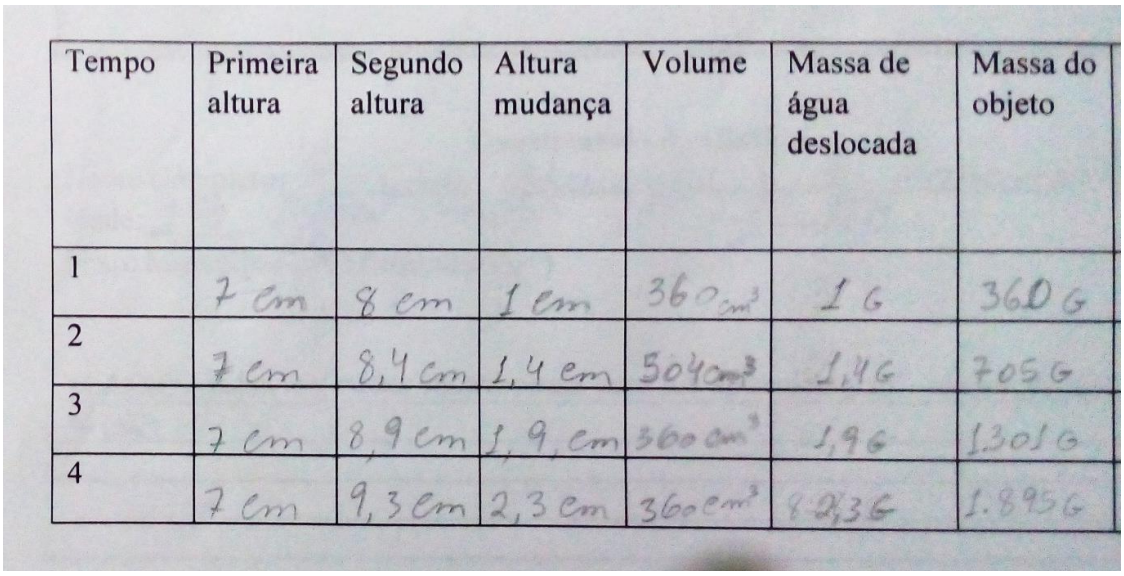
| Tempo | Primeira altura | Segundo altura | Altura mudança | Volume | Massa de água deslocada | Massa do objeto | Qual massa é maior? |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 7cm | 8,5cm | 1,5cm | 540cm³ | 1,5 G | 800 G | |
| 2 | 7cm | 7,14cm | 0,14cm | 140cm³ | 0,14G | 58G | |
| 3 | 7cm | 7,9cm | 0,9cm | 324cm³ | 0,9G | 290G | |
| 4 | 7cm | 8,3cm | 1,3cm | 468cm³ | 1,36 | 608G | |

Fonte: Arquivo pessoal do autor

Na Figura 5 destacamos as respostas da equipe (XC), que foi a única que concluiu essa atividade de acordo com o que pedia o seu passo a passo, mostrando que estava atenta as explicações e demonstrou conhecimento nos cálculos necessários para sua resolução.

Na Figura 6 descrevemos a solução da equipe (XD), sendo que essa concluiu apenas uma parte da atividade, mostrando sua dificuldade estava na leitura do que pedia o passo a passo. Os alunos alegaram que não sabiam fazer os cálculos para chegar ao valor da massa da água, para assim concluir a atividade com o valor da massa dos objetos.

Figura 7- Respostas da atividade da equipe (XC)



| Tempo | Primeira altura | Segundo altura | Altura mudança | Volume | Massa de água deslocada | Massa do objeto |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 7 cm | 8 cm | 1 cm | 360 cm³ | 1 G | 360 G |
| 2 | 7 cm | 8,4 cm | 1,4 cm | 504cm³ | 1,4G | 705 G |
| 3 | 7 cm | 8,9 cm | 1,9 cm | 360 cm³ | 1,9G | 1301G |
| 4 | 7 cm | 9,3 cm | 2,3 cm | 360 cm³ | 2,36 | 1.895G |

Fonte: Arquivo pessoal do autor

Figura 8- Respostas da atividade da equipe (XD)

| Tempo | Primeira altura | Segundo altura | Altura mudança | Volume | Massa de água deslocada | Massa do objeto |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 7 cm | 8,1 | 1,1 | 360cm | | |
| 2 | 7 cm | 8,7 | 1,7 | 612cm | | |
| 3 | 7 cm | 7,6 | 0,6 | 216cm | | |
| 4 | 7cm | 7,8 | 0,8 | 288cm | | |

Fonte: Arquivo pessoal do autor

Ficou claro os desempenhos distintos entre as equipes, pois duas não conseguiram concluir a atividade alegando que não conseguiram compreender os passos da atividade. Já as outras duas equipes mostraram um ótimo desempenho sendo que um pecou apenas em uma parte, a da multiplicação, com isso o valor final da massa do objeto divergiu do correto.

Na quarta atividade as equipes já começaram realizando a medição do nível da água do recipiente sem o objeto flutuante, pois já tinham os outros valores necessários para concluir os cálculos, no qual foram encontrados na atividade anterior. Conforme estão descriminados na folha impressa que lhes foram entregues contendo todos os passos a passos dessa atividade, na qual utilizaram um pote de café e pedras de vários tamanhos que coubessem no pote, simulando a quantidade de ouro que gostariam de ter em suas coroas se fossem o rei naquele momento.

Figura 9- A equipe (XC) realizando a atividade prática.

Fonte: Arquivo pessoal do autor

Por fim, na quinta parte, foi entregue aos alunos um questionário com perguntas abertas, buscando coletar informações sobre tema deste trabalho, compreendendo como que está sendo utilizada tanto a Matemática quanto a História da Matemática em sala de aula.

Esse instrumento avaliativo foi aplicado para todos os 19 alunos participantes, pois nosso intuito foi analisar suas repostas com base no que foi aplicado durante esse período de intervenção. O questionário conteve cinco questões, na qual diz respeito como as atividades contribuíram no aprendizado dos alunos.

Após coletar os dados desse questionário, suas respostas foram transcritas de uma forma que pudessem preservar a identidade dos alunos, dessa forma como, já foi mencionado, os participantes serão chamados da seguinte forma: X1, X2,..., X19.

Segue abaixo descritas algumas das respostas dos alunos. Na primeira questão perguntamos se as atividades realizadas contribuíram para sua aprendizagem e de que forma.

> *Sim, a experiência foi ótima que tivemos com outro professor e outro assunto (X9).*
> *Sim, nas explicações (X11).*
> *Sim, porque aprendemos coisas novas e ajudaram no conhecimento, no aprendizado (X13).*

Na segunda pergunta foi questionado se eles já estudaram o conteúdo de Geometria Espacial de uma forma semelhante como a que foi apresenta nas atividades.

> *Não, mais gostaria dessa forma fica melhor para entender o assunto (X14).*
> *Sim, em Matemática e Física (X6).*

Aqui o aluno (X6) entendeu que já estudou esse conteúdo em Física e na Matemática, mas não percebeu que ao final da pergunta tinha de forma semelhante ao que foi apresentado nas atividades.

Na terceira pergunta questionamos a eles se gostariam que o seu professor utilizasse esse tipo de aplicação com os demais conteúdos. Aqui mostraram um grande apreço pela forma que foram ministradas as aulas de revisão e na forma que foi expressa a História da Matemática e suas aplicações no momento em que foram inventadas, e que usamos até hoje, como os PCN (BRASIL 1998) nos descreve que a Matemática é uma criação humana e surgiu dá necessidade do homem, em diferentes momentos no decorrer da sua evolução. Ficando claro para eles o porquê de estudar a Matemática, pois em tudo que fazemos temos a presença dela.

> *Sim, essa forma ficou mais fácil de aprender o assunto (X5).*

*Sim, nos ajuda a entender melhor o conteúdo (X17).*

Na quarta questão perguntamos se tiveram dificuldades em algumas das atividades que lhes foram propostas. Conforme as respostas descritas, os alunos subtenderam que essa pergunta estava voltada a atividade de revisão, na qual continha três questões.

*Sim, na segunda (X10).*
*Sim, na terceira (X2).*

Dessa forma, alguns mostraram dificuldades nas questões que precisavam ser interpretadas, pois precisavam ler o contexto da pergunta e da imagem e depois organizar os dados que estavam na questão, para só assim conseguir respondê-las. Já na primeira questão não mostraram dificuldades para entender a pergunta e sim para fazer os cálculos, pois no enunciado era dado em centímetros e a solução em metros cúbicos, já que desejava saber o volume que as caixas ocupavam num certo ambiente.

E a quinta e última questão perguntamos se em algum momento na atividade eles perceberam a interatividade com algo do seu cotidiano. Todos responderam “Não”.

Sendo assim podemos concluir as resoluções dos alunos, mesmo que não tenhamos conseguido que todos tivessem a mesma interação e comprometimento, ficou claro que houve dificuldade na leitura e interpretação das atividades e em fazer uma relação com o seu cotidiano.

## 3.4 Limites e possibilidades da sequência didática

Num contexto geral percebemos que a grande dificuldade encontrada pelos alunos diante das repostas e execução das atividades da sequência didática, está na leitura e consequentemente na interpretação das perguntas, como mostra na quinta pergunta do questionário avaliativo que questionou aos alunos se teve algum momento na atividade que eles perceberam a interatividade com algo do seu cotidiano e todos responderam “Não”, os alunos também tiveram uma grande dificuldade em relacionar o contexto histórico estudado com seu cotidiano. Todas as atividades foram pensadas e estruturadas com objetos e palavras de simples entendimento.

Mesmo diante as dificuldades apresentadas perante as leituras, os alunos mostraram-se participativos e demonstraram que ao utilizar as atividades históricas, conseguiram compreender e expressar oralmente, o que estava sendo representado em cada atividade, confirmando o que Mendes (2012) descreve, em utilizar a atividade histórica, que ela os

tornam autônomos e assim desenvolvem suas próprias habilidades durante os desafios que lhes são submetidos. Pois, alguns tiveram um bom desempenho demostrando que quanto maior o objeto, maior será o deslocamento do fluido, no caso dessa atividade que trabalhou com o deslocamento da água. E também, conseguiram compreender melhor os conceitos básicos, que quando perguntado no início das aplicações todos responderam que não lembravam de nada ou não sabiam.

Observando os diálogos entre eles e até mesmo com o autor desse trabalho no final das aplicações, foi notório o quanto essa sequência didática contribuiu para o aprendizado dos alunos. No qual eles destacaram que da forma que foi demonstrado para eles os conteúdos, que aqui já foi mencionado no parágrafo anterior durante as atividades. Mostrando que a aplicação da sequência didática foi viável para essa turma.

Dessa forma, podemos salientar a importância de trazer a História da Matemática como um componente auxiliador na aprendizagem significativa dos alunos. Ficando claro que não se pode fazer o uso dessa ferramenta sem um contexto que envolva os sujeitos participantes, sendo eles os alunos, caso o contrário não se terá nenhum ganho se for utilizado de uma forma vazia, apenas por usar. Para isso o professor passa a ser um mediador do conhecimento e não só um transmissor do que está escrito nos livros didáticos.

# 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como problemática a seguinte questão: quais as potencialidades e limitações de uma proposta de ensino que visa utilizar um dos princípios de Arquimedes, *corpos flutuantes,* no ensino da Matemática especificamente no Ensino Médio? Diante da pesquisa e estudo realizado, acreditamos que o contato com o princípio de Arquimedes permitiu aos alunos interpretar e desenvolver um pensamento distinto do que já estavam habituados para descrever o mesmo resultado.

Sendo assim, os alunos descobriram a existência de outro meio para ser encontrado o peso de um objeto sem ser na balança e interpretaram a quantidade de líquido que cada recipiente suporta. E também fez com que os alunos compreendessem que a História da Matemática não é apenas algo do passado, mas sim que ela vem mostrar que todas as fórmulas e cálculos já existentes tiveram e ainda têm serventia, convidando ao aluno a identificar que a Matemática não é um conhecimento pronto, mas que está em constante evolução e que teve muitos erros e acertos em toda sua construção.

O objetivo geral da nossa pesquisa foi analisar as potencialidades e limitações de uma proposta de ensino da Matemática que utiliza o tema C*orpos flutuantes* de Arquimedes em uma turma da 1ª série do Ensino Médio. A proposta realizou um levantamento acerca da história de Arquimedes e suas descobertas, como elas poderiam ser utilizadas nas aulas de Matemática em conjunto com a História da Matemática. Após esse levantamento foi construída uma sequência didática com algumas atividades que interligaram as descoberta de Arquimedes e a História da Matemática. Em seguida avaliamos os resultados apresentados pelos alunos na sequência.

Após avaliar as atividades realizadas pelos os alunos, as respostas obtidas e as observações que foram realizadas conseguimos identificar as potencialidades e limitações, chegando assim no objetivo desejado.

Diante do exposto, concluímos que com relação às potencialidades a sequência promoveu um maior interesse para o estudo dos conteúdos matemáticos, estimulou os alunos a pensar matematicamente, auxiliou os alunos a terem uma postura mais ativa nas aulas de matemática e permitiu que os alunos aprendessem com situações contidas no seu cotidiano. Com relação às limitações foram encontradas na análise da proposta a dificuldade de relacionar os conceitos históricos estudados com seu cotidiano e também apresentaram dificuldade na interpretação de questões nas atividades realizadas da sequência didática.

No entanto consideramos que esse Trabalho de Conclusão de Curso proporcionou uma melhor compreensão no que diz respeito ao uso da História da Matemática em sala de aula, ao ser utilizada como instrumento de apoio ao ensino e aprendizagem, e não a penas no uso pelo uso. Entendemos que para que esse instrumento venha a ser válido, os professores terão que se dedicar em buscar conteúdos históricos que façam parte do assunto abordado em sala, e que também possam ter objetos existente em sua vida cotidiana, para que assim consigam ter outra ótica em estudar a Matemática. Quanto ao estudo da História da Matemática em sala de aula, podemos constatar a relevância em trabalhar com a Geometria pelo intermédio de um elemento histórico.

Dessa forma, este trabalho veio proporcionar uma grande experiência para formação tanto educacional quanto pessoal dos sujeitos participantes, propondo para eles perceber a importância de utilizar a História da Matemática em sala de aula que para eles era algo desconhecido e sem nenhuma importância, levando outra ótica para a sua aprendizagem nas aulas de Matemática.

**REFERÊNCIAS**

ASSIS, A. K. T, **Arquimedes, o Centro de gravidade e a lei da Alavanca**, Canada, 1ed, p. 1-249, 2008.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. **Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília: Diário Oficial, 1996.

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC):** educação é a base. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Matemática. Brasília: MEC/SEF, 1998.

D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática.** São Paulo: Ática, 1990.

D'AMBRÓSIO, U. **Educação Matemática:** da teoria à prática. 11. ed. Campinas: Papirus, 2000.

DIAS, G. F. **A história da matemática como metodologia de ensino:** um estudo a partir do tratado sobre o triângulo aritmético de Blaise Pascal. 2014. Tese (Doutorado em Educação), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

EBERT, J. et al. Archimedes. In: KATZ, Victor J.; MICHALOWICZ, K. D. (Org.). **Historical Modules for theTeachingand Learning ofMathematics**. Washington, D.c.: MathematicalAssociationOfAmerica, 2004. Cap. 1. p. 1-118.

GIL, A, C. **Como elaborar projetos de pesquisa**, 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MENDES, I. A. **Ensino da matemática por atividades:** uma aliança entre o construtivismo e a história da matemática. 2001. Tese (Doutorado),Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2001.

MENDES, I. A.Investigação Histórica em Sala de Aula: um exercício de criatividade para a matemática escolar. In: III SIPEMAT, 2012, Fortaleza-CE. **Anais**, Fortaleza, 2012, p. 1-16.

MIGUEL, A.; et al. **História da matemática em atividades didáticas**. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

SACARDI, K. K. **A Matemática e as Dimensões da Etnomatemática**. São Paulo, p. 1-20, 2008. Disponível em: <http://www2.rc.unesp.br/eventos/matematica/ebrapen2008/upload/341-1-a-gt7_sacardi_ta.pdf>. Acesso em: 19 de abr. 2019.

SAITO, F. Construindo Interfaces Entre História e Ensino da Matemática. **Ensino da Matemática em Debate**, São Paulo, v. 3, n. 1, p.1-17, 2016.

SILVA, R. R. Uma Análise da História da Matemática Apresentada nos Planos de Aulas Para O Ensino Fundamental no “espaço da Aula” do Portal do Professor (MEC). In: Encontro Nacional de Pesquisa em História da Educação Matemática, 2014, Bauru. **Anais.** II ENAPHEM, 2014.

SUCUPIRA, I, S. **Sequência didática como estratégia facilitadora do processo de ensino-aprendizagem de frações.** 2017. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade do Grande Rio, Duque de Caxias,207.

PIRES, S.C, LIMA, P.R, O Parafuso de Arquimedes, Fundasul, UNIASSELVI.2016. Disponível em:<http://www.fundasul.br/download/artigos/o_parafuso_de_arquimedes.pdf>. Acesso em: 08 de set de 2019.

VENTURA, VIANA, M. C. V.; SILVA, C. M. Concepções de Professores de Matemática sobre a utilização da História da Matemática no processo de ensino-aprendizagem. In: IX Encontro Nacional de Educação Matemática, 2007, Belo Horizonte. **Anais**. IX ENEM, 2007.

**APÊNDICE A**

## SEQUENCIA DIDÁTICA

**Objetivos da sequência**:

- Adquirir o conhecimento da obra ‘Corpos flutuantes’ do Físico, Engenheiro e Matemático Arquimedes;
- Desenvolver autonomia no conteúdo de Geometria Espacial, envolvendo a área, volume e a massa dos objetos;
- Conhecer e identificar alguns poliedros presentes no cotidiano, para compreender as variações da massa dos mesmos;
- Aprimorar habilidades para calcular a área, volume e a massa, através das grandezas envolvidas nos objetos de estudo, da mesma forma que os povos antigos chegavam a determinada solução sem utilizar formulas algébricas.

**Conteúdo(s) a ser(em) trabalhado(s):** Geometria Espacial: área, volumes e massa.

**Indicação do ano:** 1º Ano do Ensino Médio

**Material necessário para as aulas:** Caixa quadrada e transparente; garrafa pet; bolas de gude; 3 objetos com diferentes pesos; água; quadros de anotações; pincel, lápis e borracha; quadro negro.

**Tempo estimado:** 8 h/a

**Desenvolvimento da sequência:** A mesma será dividida em cinco momentos.

**Na primeiraparte**: Será exposto um pouco da história de Arquimedes e algumas das suas obras e invenções utilizando o Datashow e folhas impressa para os alunos. Será feito uma leitura coletiva de um texto que explica um pouco da trajetória e obras de Arquimedes. Os alunos acompanharam a leitura através da folha impressa que será entregue a cada um dos alunos. O texto levará as seguintes informações.

**Arquimedes**

Arquimedes viveu de 287 a 212 a.C., tendo nascido e vivido a maior parte de sua vida na cidade de Siracusa, na costa da Sicília, atual Itália, que naquela época era parte do mundo Grego, era filho do astrônomo Fídias.

Arquimedes deu grandes contribuições à matemática teórica. Além disso, é famoso por aplicar a ciência à vida diária. Por exemplo, descobriu o princípio que leva seu nome enquanto se banhava. Também desenvolveu máquinas singelas como a alavanca ou o parafuso, e aplicou-as a usos militares e de irrigação.

Arquimedes famoso matemático e inventor grego escreveu importantes obras sobre geometria plana e espacial, aritmética e mecânica.

Plutarco em seu livro (c. 46-122) destaca a capacidade de concentração de Arquimedes, que

> "Muitas vezes os servos de Arquimedes o levavam contra sua vontade para os banhos, para lavá-lo e untá-lo. Contudo, estando lá, ele ficava sempre desenhando figuras geométricas, mesmo nas cinzas da chaminé. E enquanto estavam untando-o com óleos e perfumes, ele desenhava figuras sobre seu corpo nu, de tanto que se afastava das preocupações consigo próprio, e entrava em êxtase ou em transe, com o prazer que sentia no estudo da geometria."

Vitrúvio (c. 90-20 a.C.) em seu livro descreve uma das descobertas de arquitetura. Ela está relacionada ao princípio fundamental da hidrostática, que lida com a força de empuxo exercida por um fluido sobre um corpo imerso total ou parcialmente no fluido. Ela ilustra a maneira como Arquimedes chegou a este princípio ou ao menos como teve a intuição inicial que desencadeou a descoberta.

Fonte: ASSIS, André Koch Torres, 2008.

Para fixar as informações que foram levadas até os alunos, será reproduzido um vídeo explicativo que auxiliará os alunos no entendimento de tudo que foi falado sobre a trajetória e obras de Arquimedes. O vídeo está disponível no link: https://www.youtube.com/watch?v=KwLm0B9hm8k, o mesmo não será reproduzido por completo apenas os 9 min iniciais.

**Na segunda parte:** Será realizada uma breve revisão do conteúdo que será abordado nas atividades, sendo área, unidades de medidas e volumes. A revisão será feita no quadro negro e

os alunos acompanharam as atividades de revisão através de uma folha impressa contendo as atividades. Após a explicação os alunos serão convidados a responder as atividades propostas para a fixação plena do conteúdo.

Revisão
Geometria Espacial: área, volume e unidade de medidas.

| METRO | CENTÍMETRO | MILÍMETRO |
|---|---|---|
| M | Cm | Mm |
| 1 m | 100 cm ou 0,01 m | 1.000 mm ou 0,001 m |

| METRO QUADRADO | METRO CÚBICO |
|---|---|
| $m^2$ | $m^3$ |
| $1m \times 1m = 1m^2$ | $1m \times 1m \times 1m = 1m^3$ |

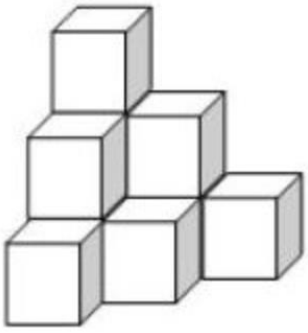
| QUILOGRAMA | GRAMA |
|---|---|
| Kg | G |
| 1 kg | 1.000 g |

| LITRO | MILILITRO |
|---|---|
| L | Ml |
| 1 l | 1.000 ml |

| FORMULAS (PRISMA REGULAR) | |
|---|---|
| VOLUME<br>$V = a \times b \times c / 1.000$ | ÁREA DA BASE<br>$Ab = 2(a \times b)$ |
| ÁREA TOTAL<br>$At = Ab + Af$ | ÁREA DA FACE LATERAL<br>$Af_1 = b \times h$<br>$Af_2 = a \times h$<br>$Af = 2(Af_1 + Af_2)$ |

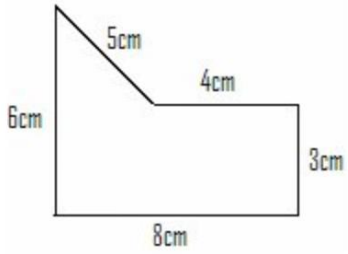
EXEMPLOS:

1 - Sabendo que as arestas das caixas da figura abaixo, medem respectivamente 40 cm, calcule o volume dessa pilha de caixas.



a) 0,64 $m^3$ b) 1,6 $m^3$ c) 6,4 $m^3$ d) 16 $m^3$ e) 64 $m^3$

2 - Calcule a área da figura abaixo.




a) 24m² b) 30 m² c) 33m² d) 36m² e) 48 m²

3 - Uma família vai dar uma festa para 10 pessoas e calculou uma média da quantidade que cada pessoa vai comer e beber, sabendo disso comprou 5 KG de carne e 8 L de refrigerantes, converta para gramas e mililitros, a quantidade que cada pessoa irá comer e beber.

**Na terceiraparte:** A turma será dividida em equipes com 5 alunos, e em seguida será aplicada a primeira atividade[6] que utilizará a caixa quadrada, água, objetos flutuantes (um pote de café, uma laranja, um sabonete, etc) objetos presentes no seu cotidiano, no qual

6 Todas as atividades descritas nessa sequência didática foram retiradas do livro intitulado por Arquimedes essa obra foi traduzida e as atividades tiveram pequenas alterações para serem utilizadas nessa sequência.

mostraremos que quando maior a massa do objetos mergulhado maior será o deslocamento da água do recipiente. A atividade será realizada de forma bem interativa, na qual serão expostos para os alunos todos os objetos, os mesmos escolheram o que será colocado no aquário primeiro.

Após a colocação de cada objeto no aquário os alunos serão convidas a observar o deslocamento que cada objeto promove, será explicado a eles o motivo do deslocamento.

Dando continuidade ao momento, os alunos serão convidados a realizar a primeira atividade, onde receberão uma folha que servirá de roteiro para a realização.

## ATIVIDADE 1

**Passo 1:** Calcule a área total do aquário.

Meça as faces laterais do aquário.

| | |
|---|---|
| Lado (h)= _____ cm | Agora encontre a área da base: |
| Lado (b)= _____ cm | Área = _____ cm². |
| Lado (h)= _____ cm | Agora encontre a área da 1º face: |
| Lado (a)= _____ cm | Área = _____ cm². |
| Lado (h)= _____ cm | Agora encontre a área da 2º face: |
| Lado (b)= _____ cm | Área = _____ cm². |
| Por fim, a área do aquário é: | |
| Área = _____ cm². | |

**Passo 2:** Calcule o volume total do aquário.

| | |
|---|---|
| Lado (h)= _____ cm | Agora encontre a área da base: |
| Lado (b)= _____ cm | Área = _____ cm². |
| Por fim, o volume do aquário é: | |
| Área = _____ cm³. | |

**Passo 3:** Encha o aquário parcialmente com água. A água deve ser usada, para que a garrafa pet possa flutuar, mais a água não pode transbordar do aquário.

Meça a altura da água dentro do aquário.

Primeira altura = _____ cm

**Passo 4:** Coloque os objetos no aquário, meça a altura da água no aquário com os objetos flutuantes. Segunda altura = _____ cm

Subtraia a primeira da segunda mudança na altura = _____ cm.

O volume de água deslocado é a área da base do aquário, vezes a mudança na altura.

Volume de água deslocado = _____ $cm^3$

Massa de água deslocada = _____ gramas.

**Passo 5:** Agora, use o princípio de Arquimedes: (massa = volume × densidade, sabendo que a densidade da água é uma grama por centímetro cúbico))

Massa estimada de garrafa flutuante = _____ gramas.

**Na quarta parte:** Será entregue outra atividade, utilizando a garrafa pet e as bolas de gude colocando-a gradativamente duas de cada vez, para que possam ser observados os deslocamentos da água dentro de recipiente e logo após deverão realizar as anotações no cartão que será entre para cada aluno da equipe. Nessa atividade os alunos também receberão uma folha que servirá de roteiro para a realização.

## ATIVIDADE 2

**Procedimento:** Reúna seus objetos, para cada mudança na quantidade de bolas inseridas na garrafa, use a tabela abaixo e faça o Segue:

1- Meça e registre a altura da água no aquário sem o objeto nela.

2- Coloque o objeto no aquário. Certifique-se de que esteja completamente debaixo de água. Se não retire de volte para fora, adicione mais água e repita o passo 1.

3- Meça e registre a altura da água no aquário com o objeto afundado nela.

4- Subtraia os valores das alturas das mudanças da água com e sem o objeto.

5- Repita os passos da Atividade 1 para encontrar o volume e a massa da água deslocada.

6- Compare a massa de água deslocada à massa do objeto.

| Tempo | Primeira altura | Segundo altura | Altura mudança | Volume | Massa de água deslocada | Massa do objeto | Qual massa é maior? |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |

**Quinta e últimaparte:** Após concluir todas as experiências será entregue um questionário

contendo perguntas voltadas em saber o quanto essa atividade foi viável para os alunos e como ela teve um impacto na vida cotidiana.

Questionário Avaliativo

Aluno:_____

1) As atividades realizadas contribuíram para sua aprendizagem? Se sim, de que forma?

2) Você já estudou o conteúdo de Geometria Espacial de uma forma semelhante?

3) Você gostaria que o seu professor continuasse com esse tipo de aplicação de conteúdo?

4) Você teve alguma dificuldade nas atividades proposta? Se sim qual?

5) Teve algum momento na atividade que você percebeu a interatividade com algo do seu cotidiano?

**Avaliação:** A avaliação será continua e individual percebendo suas particularidades no processo do desenvolvimento e da aprendizagem, optamos por fazer uma avaliação na qual o mais importante é o processo de aprendizagem do educando e não classificá-lo.

Sendo assim será contabilizado o diálogo dos acertos e erros identificados, de forma que possam ser encarados como um indicador de novos eixos para outras intervenções, assim o procedimento de avaliação será a observação na participação, interesse, responsabilidade, criatividade, respeito com os colegas e na capacidade de resolver as atividades propostas durante todas as aulas.

**Referências:**

ASSIS, André Koch Torres. **Arquimedes, o centro de gravidade e a lei da alavanca**. Apeiron Montreal. 1 ed. Canadá, 2008.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2006.

RIBEIRO, Amanda Gonçalves. **Cálculo da Área de um Prisma**; Brasil Escola. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/matematica/calculo-area-um-prisma.htm. Acesso em 24 de junho de 2019.

SILVA, Luiz Paulo Moreira. **Volume do prisma**; Brasil Escola. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/matematica/volume-prisma.htm. Acesso em 24 de junho de 2019.