



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

ALLINNE VEZULA MATEVELI GONZAGA

**DE COPÉRNICO A NEWTON: O ENSINO DA GRAVITAÇÃO E O
MOVIMENTO DAS MARÉS**

**Vitória/ES
Junho/2023**

ALLINNE VEZULA MATEVELI GONZAGA

**DE COPÉRNICO A NEWTON: O ENSINO DA GRAVITAÇÃO E O
MOVIMENTO DAS MARÉS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEnFis), no Centro de Exatas da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Gimenes Alvarenga

Coorientador: Giuseppe Gava Camiletti

**Vitória/ES
Junho/2023**

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

V597c Vezula Mateveli Gonzaga, Allinne, 1980-
De Copérnico a Newton: O Ensino de Gravitação e o Movimento da Marés / Allinne Vezula Mateveli Gonzaga. - 2023.
210 f. : il.

Orientador: Flávio Gimenes Alvarenga.
Coorientador: Giuseppe Gava Camiletti.
Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas.

1. Considerações Históricas do principais personagens da Mecânica Celeste. 2. Leis de Kepler. 3. Ensino de Gravitação. 4. Movimento da Marés. I. Gimenes Alvarenga, Flávio. II. Gava Camiletti, Giuseppe. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Exatas. IV. Título.

CDU: 53



"DE COPÉRNICO A NEWTON: O ENSINO DA GRAVITAÇÃO E O MOVIMENTO DAS MARÉS"

Allinne Vezula Mateveli Gonzaga

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 25 de agosto de 2023.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Flávio Gimenes Alvarenga
(Orientador PPGEnFis/UFES)

Prof. Germano Amaral Monerat
(Membro Externo/UERJ)

Prof. Márcia Regina Santana Pereira
(Membro Interno PPGEnFis/UFES)





Folha de Aprovação - Allinne Veluza

Data e Hora de Criação: 28/08/2023 às 15:15:18

Documentos que originaram esse envelope:

- Folha de Aprovação - Allinne Veluza.pdf (Arquivo PDF) - 1 página(s)



Hashs únicas referente à esse envelope de documentos

[SHA256]: ee62cb43b9280c15ee3139ae3b0fa28645e4903567eaa9b9d169424b687d038

[SHA512]: 1be82af4447085f40afaca2daaa7a84e9244c09cd8073fc461de720577fbbfe1e98aa1e2bee822562c5a5647cedfe27edd3267cd07fc3003d6e13a612c2a470

Lista de assinaturas solicitadas e associadas à esse envelope



ASSINADO - Flavio Gimenes Alvarenga (flavio.alvarenga@ufes.br)

Data/Hora: 28/08/2023 - 15:17:57, IP: 200.137.65.109, Geolocalização: [-20.275617, -40.304178]

[SHA256]: 4c146b7c51e2cf89c719301c72eb201bb91f1cd86c2753a22234d3f46ec3ab5



ASSINADO - Germano Amaral Monerat (monerat@lprj.uerj.br)

Data/Hora: 28/08/2023 - 20:27:19, IP: 177.131.189.178, Geolocalização: [-22.607417, -42.008879]

[SHA256]: 2b36bd2a0077e2db5f07e964013ed714013331faebd429ee759c6c98d684a99d



ASSINADO - Marcia Regina Santana Pereira (marcia.pereira@ufes.br)

Data/Hora: 31/08/2023 - 12:02:16, IP: 200.137.65.108, Geolocalização: [-20.275741, -40.303805]

[SHA256]: 75cdaf8cbb3554faae32b01416e3b17355b57011c6e4890f036a6bbdbed754

Histórico de eventos registrados neste envelope

31/08/2023 12:02:16 - Envelope finalizado por marcia.pereira@ufes.br, IP 200.137.65.108

31/08/2023 12:02:16 - Assinatura realizada por marcia.pereira@ufes.br, IP 200.137.65.108

31/08/2023 12:02:09 - Envelope visualizado por marcia.pereira@ufes.br, IP 200.137.65.108

28/08/2023 20:27:19 - Assinatura realizada por monerat@lprj.uerj.br, IP 177.131.189.178

28/08/2023 15:17:57 - Assinatura realizada por flavio.alvarenga@ufes.br, IP 200.137.65.109

28/08/2023 15:17:10 - Envelope registrado na Blockchain por flavio.alvarenga@ufes.br, IP 200.137.65.109

28/08/2023 15:17:04 - Envelope encaminhado para assinaturas por flavio.alvarenga@ufes.br, IP 200.137.65.109

28/08/2023 15:15:18 - Envelope criado por flavio.alvarenga@ufes.br, IP 200.137.65.109

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus pela oportunidade de realizar um sonho de mais de 20 anos e por todos os obstáculos vencidos.

Ao meu marido, Alexandre da Conceição Gonzaga, às minhas filhas Hennilla Vezula Mateveli Ramos e Isadora Vezula Mateveli Gonzaga, por estarem sempre ao meu lado dando-me total apoio, vocês são a minha inspiração.

Aos meus pais, João Mateveli Filho e Marina de Fátima Vezula Mateveli, pelo exemplo de vida, força e coragem que sempre me proporcionaram.

Agradeço toda minha família em especial aos meus irmãos, sobrinhos e as minhas tias que me deram tanto apoio e carinho, em particular tia Rose Mataveli por me acolher em seu lar.

À Prefeitura Municipal de Ibitirama, pelo transporte fornecido durante a realização do curso, principalmente aos motoristas.

Aos professores do PPGEnFis, pela oportunidade de estar aprendendo uma forma diferente de ensinar e aprender e pela oportunidade da realização deste projeto.

Aos meus queridos colegas do mestrado, pelo carinho, apoio, companheirismo que muito contribuíram no desenvolvimento deste trabalho.

À Escola Família Agrícola de Ibitirama, na comunidade de São José do Caparaó, aos meus colegas de trabalho e alunos pela colaboração.

Agradeço de coração ao meu orientador, Professor Dr. Flávio Gimenes Alvarenga, pelo apoio e por acreditar no meu potencial.

À FAPES, pelo apoio financeiro, por meio da bolsa concedida.

RESUMO

Este trabalho aborda a aplicação do produto educacional relativo a história da Astronomia no Ensino da Gravitação com ênfase nos personagens e fatos históricos da Astronomia e Mecânica Celeste, como Nicolau Copérnico, Johannes Kepler, Tycho Brahe e Isaac Newton. Tendo como tópico motivador o Comportamento das Marés, uma vez que muitos alunos têm a curiosidade de entendê-lo e questionam “Como a água do mar não entorna e porquê da ocorrência das marés altas e baixas?” Onde a proposta foi a construção de uma sequência didática através de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) com atividades planejadas na Aprendizagem Baseada em Equipes, e referencial teórico fundamentado na Aprendizagem Significativa de D. Ausubel, na transcrição de M. A. Moreira, bem como a análise de dados foi feita através um relato embasado no uso da Estatística descritiva, cujo conceito diz que é a ciência que exhibe métodos próprios para recolher, proporcionar e explicar adequadamente conjuntos de dados, sejam eles numéricos ou não, assim sendo, a Estatística é o ramo da matemática que relaciona fatos e números em que há um conjunto de métodos que nos possibilita coletar dados e analisá-los, assim sendo provável realizar alguma interpretação deles. O produto educacional foi aplicado na Escola Família Agrícola de Ibitirama- MEPES, com alunos da Segunda Série do Ensino Médio integrado ao Técnico em Agropecuária, onde é estabelecido a pedagogia da alternância, apesar de termos somente uma turma, foi muito satisfatório aplicar a mesma. Todas as aulas foram realizadas durante os meses de agosto, setembro e outubro do ano de 2022, sendo efetivadas durante o processo de implementação da UEPS e atividades baseadas em equipes em sala de aula, acompanhados de reflexões sobre o método, especulações e possíveis explicações de situações confusas. Esta dissertação gerou o Produto Educacional: Considerações Históricas no Ensino de Gravitação e Movimento das Marés.

Palavras Chaves: Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, Aprendizagem Significativa e Atividades Baseadas em Equipes e Estatística Descritiva.

ABSTRACT

This work approaches the results of the application of the educational product related to the history of Astronomy in the Teaching of Gravitation with emphasis on historical characters and facts of Astronomy and Celestial Mechanics, such as Nicolaus Copernicus, Johannes Kepler, Tyco Brahe and Isaac Newton. Having Tide Behavior as a motivating topic, since many students are curious to understand it and question “How does sea water not spill and why do high and low tides occur?” Where the proposal was the construction of a didactic sequence through a Potentially Significant Teaching Unit (UEPS) with activities planned in Team-Based Learning, and theoretical framework based on D. Ausubel's Meaningful Learning, in the transcription of M. A. Moreira, as well as data analysis was done through a report based on the use of descriptive statistics, whose concept says that it is the science that exhibits its own methods to collect, provide and adequately explain data sets, whether numerical or not, therefore, statistics is the branch of mathematics that relates facts and figures in which there is a set of methods that enable us to collect data and analyze them so that we are likely to make some interpretation of them. The educational product was applied at the Escola Família Agrícola de Ibitirama-MEPES, with students from the Second Grade of High School integrated into the Agricultural Technician, where the pedagogy of alternation is established, although we only have one class, it was very satisfactory to apply it. All classes were held during the months of August, September and October of 2022, being carried out during the implementation process of UEPS and team-based activities in the classroom, accompanied by reflections on the method, speculations and possible explanations of confusing situations. This dissertation generated the Educational Product: Historical Considerations in Teaching Gravitation and Tidal Movement.

Keywords: Potentially Significant Teaching Unit, Meaningful Learning and Team-Based Activities and Descriptive Statistics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Características geométricas de uma elipse	24
Figura 02 - Representação geométrica da igualdade entre áreas segundo a lei das áreas	25
Figura 03 - Ilustração da interação gravitacional entre dois corpos massivos	30
Figura 04 - Desenho esquemático do experimento de Cavendish	32
Figura 05 - A maré alta segue a posição da Lua	39
Figura 06 - Variação da maré de acordo com a posição da Lua	40
Figura 07 - Representação da atuação das forças entre a Lua e diferentes pontos da Terra	40
Figura 8 – Visão esquemática do contínuo entre aprendizagem mecânica e significativa	45
Figura 9 – Representação esquemática da Teoria da Assimilação	46
Figura 10 – Principais fases de cada módulo do TBL	53
Figura 11 – Gráfico de Barras	60
Figura 12 – Gráfico de Coluna	61
Figura 13 – Gráfico de colunas agrupadas	61
Figura 14 – Gráfico de setores	62
Figura 15 – Gráfico de linha	63
Figura 16 – Foto do Termo de Autorização de Imagem e Depoimento	73
Figura 17 - Foto da Pesquisa sobre os principais personagens da Mecânica Celeste	74
Figura 18 - Foto dos alunos realizando atividades em equipes	75
Figura 19 - Foto dos alunos usando o Simulador e assistindo o Vídeo das órbitas dos Planetas	77
Figura 20 - Fotos dos Alunos realizando atividade individual	78
Figura 21 - Fotos dos alunos fazendo atividades em Equipes	80
Figura 22 - Foto dos alunos usando o simulador e vendo o vídeo	81
Figura 23 - Foto do levantamento prévio sobre Efeito da Marés	82
Figura 24 – Pergunta 1 -O que vocês acharam da sequência das aulas?	84
Figura 25 – Pergunta 2 - O produto utilizado contribuiu para o seu aprendizado? ..	85
Figura 26 – Pergunta 3 - Os conteúdos abordados, o grau de dificuldade e a linguagem utilizada foi adequada para uma compreensão satisfatória?	85

Figura 27 – Pergunta 4 - O conteúdo sobre o Fenômeno das Marés foi importante para sua aprendizagem?	86
Figura 28 – Pergunta 5 - O processo de avaliação que foi utilizado, permitiu superar suas dificuldades?	86
Figura 29 – Gráfico dos Acertos Individuais e Coletivos do Teste 1	88
Figura 30 – Gráfico dos Acertos Individuais e Coletivos do Teste 2	89
Figura 31 – Gráfico dos Acertos Individuais e Coletivos do Efeito das Marés	90
Figura 32 – Gráfico dos Testes Conceituais	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Valores de excentricidade da órbita de diferentes planetas	21
Quadro 02 - Verificação da Terceira Lei de Kepler	28
Quadro 03 - Resumo de todos os passos em cada etapa e a implementação das aulas através da UEPES	68

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 MOTIVAÇÃO	17
1.2 OBJETIVOS	18
1.2.1 OBJETIVO GERAL.....	18
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
1.3 PÚBLICO ALVO	19
1.4 A ORGANIZAÇÃO DA DISERTAÇÃO	19
2. A FÍSICA DE COPÉRNICO A NEWTON	20
2.1 CONSIDERAÇÕES HISTÓRICAS	20
2.1.2 – CLAUDIO PTOLOMEU, NICOLAU COPÉRNICO E OS MODELOS COSMOLÓGICOS DA ANTIGUIDADE.....	21
2.1.3 TYCHO BRAHE, JOHANNES KEPLER E A LEIS DO MOVIMENTO PLANETÁRIO.....	22
2.2 AS LEIS DE KEPLER	23
2.2.1 LEI DAS ÓRBITAS.....	24
2.2.2 PROPRIEDADES DA ELIPSE.....	25
2.2.3 - LEI DAS ÁREAS.....	28
2.2.4 - LEI DOS PERÍODOS.....	30
2.3 NEWTON	31
2.3.1 - LEI DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL.....	32
2.3.2 DEDUÇÃO DA LEI DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL.....	33
2.3.3 - CONSTANTE DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL.....	35
2.3.4 - RELAÇÃO ENTRE A CONSTANTE “K” E A CONSTANTE “G”.....	36
2.3.5 LEIS DE KEPLER GENERALIZADAS - EQUAÇÕES DE MOVIMENTO	40
2.4 - MOVIMENTO DAS MARÉS	41
2.4.1 - EXPRESSÃO DA FORÇA DE MARÉ.....	43

3. REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO.....	45
3.1 A TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	45
3.2 UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS)	50
3.3 APRENDIZAGEM BASEADAS EM EQUIPES.....	55
3.4 ESTATÍSTICA DESCRITIVA.....	57
3.4.1 TABELA.....	61
3.4.2 GRÁFICOS.....	62
3.4.2.1 GRÁFICO DE BARRAS	63
3.4.2.2 GRÁFICO DE COLUNAS.....	63
3.4.2.3 GRÁFICO DE SETORES	65
3.4.2.4 GRÁFICO DE LINHAS	65
3.5 MEDIDAS DESCRITIVAS	66
3.5.1 MÉDIA ARITMÉTICA	66
3.5.2 MODA	67
3.5.3 MEDIANA.....	67
4. METODOLOGIA.....	67
4.1 SUJEITO DA PESQUISA	68
4.2 TIPO DA PESQUISA	68
4.3 ETAPAS E DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS, APLICAÇÃO DA UEPES E ATIVIDADES BASEADAS EM EQUIPES.....	69
4.3.1 A INTERVENÇÃO EM SALA DE AULA	71
5. ANÁLISE E DISCUÇÃO DE DADOS	90
5.1 ATIVIDADE BASEADAS EM EQUIPES	90
5.2 QUESTIONÁRIO EFEITO DAS MARÉS	93
5.3 TESTES CONCEITUAIS.....	94
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98

APÊNDICE 1 – SLIDES DA APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO PRODUTO.....	106
APÊNDICE 2 – AUTORIZAÇÃO DO USO DE IMAGEM E DEPOIMENTO	108
APÊNDICE 3 – MATERIAL DE LEITURA DAS CONSIDERAÇÕES HISTÓRICAS DA ASTRONOMIA E NO ENSINO DE GRAVITAÇÃO COM ÊNFASE NOS PRINCIPAIS PERSONAGENS DA MECÂNICA CELESTE.....	109
APÊNDICE 4 – QUESTIONÁRIO 1 – ATIVIDADES DAS CONSIDERAÇÕES HISTÓRICAS DA ASTRONOMIA NO ENSINO DE GRAVITAÇÃO	112
APÊNDICE 5 – QUESTINÁRIO 2 - ATIVIDADES SOBRE A 1ª LEI DE KEPLER	114
APÊNDICE 6 – QUESTINÁRIO 3: ATIVIDADES SOBRE A 2ª E 3ª LEIS DE KEPLER	116
APÊNDICE 7 – MATERIAL SOBRE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL.....	119
APÊNDICE 8 – ATIVIDADE DE GRAVITAÇÃO	123
APÊNDICE 9 – MATERIAL DE LEITURA SOBRE EFEITO DAS MARÉS.....	124
APÊNDICE 10 – TESTES CONCEITUAIS 01, 02 E 03	127
APÊNDICE 11 – PRODUTO EDUCACIONAL.....	131

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho aborda as considerações históricas da Astronomia no Ensino da Gravitação com ênfase nos personagens e fatos históricos da Astronomia e Mecânica Celeste, como Nicolau Copérnico, Johannes Kepler, Tycho Brahe e Isaac Newton. Como tópico motivador foi trabalhado o comportamento das marés, uma vez que muitos alunos têm a curiosidade de entendê-lo e questionam “Como a água do mar não entorna e porquê da ocorrência das marés altas e baixas?”

O que a torna um cenário adequado para o Ensino da Gravitação (LANGHI; RODRIGUES, 2022), entre outros muitos exemplos de fenômenos astronômicos. Temos ainda conceitos e conteúdos que têm uma abrangente potencialidade de interdisciplinaridade com as várias disciplinas como a História, Geografia, Biologia, Matemática, Química, Física entre outras. Elas têm a competência de incitar o interesse pela ciência de maneira geral a todos os públicos. Tendo como seu principal laboratório, o céu. É encantador e está à disposição da grande maioria, e seu objeto de estudo, o Universo, é grandioso.

As fundamentais razões para Caniato (1974), que relevam a introdução da Astronomia como um dos principais elementos para inicialização à ciência são:

1. À astronomia, pela diversidade dos problemas que propõe e dos meios que utiliza, oferece o ensejo de contato com atividades e desenvolvimento de habilidades úteis em todos os ramos do saber o cotidiano da ciência;
2. A astronomia oferece o educando, como nenhum outro ramo da ciência, a oportunidade de uma visão global do desenvolvimento do conhecimento humano em relação ao Universo que o cerca;
3. A astronomia oferece ao educando a oportunidade de observar o surgimento de um modelo sobre funcionamento do Universo, bem como a crise do modelo e sua substituição por outro;
4. A astronomia oferece oportunidade para atividades que envolvam também trabalho ao ar livre e que não exigem material ou laboratórios custosos;

5. A astronomia oferece grande ensejo para que o homem perceba sua pequenez diante do Universo e ao mesmo tempo perceba como pode penetrá-lo com sua inteligência;

6. O estudo do céu sempre se tem mostrado de grande efeito motivador, como também dá o educando a ocasião de sentir um grande prazer estético ligado à ciência: o prazer de entender um pouco do Universo em que vivemos (CANIATO, 1974, p. 39-40).

Por isso, a construção de uma sequência didática, voltada para turmas do segundo ano do ensino médio no formato de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) com atividades planejadas na Aprendizagem Baseada em Equipes, e referencial teórico fundamentado na aprendizagem significativa de David Ausubel, na transcrição de Marcos Antônio Moreira. Portanto, é proposto como objeto de estudo o ensino de conceitos básicos da Astronomia e as relações com a Gravitação e o movimento das marés abordando os seguintes temas: Considerações Históricas da Astronomia de Copérnico a Newton, Leis de Kepler, Gravitação Universal e o Movimento das Marés. De tal modo, a questão básica da pesquisa: É possível promover com atividades baseadas em equipes, uma aprendizagem significativa sobre os Movimentos das Marés sua relação com a Gravitação e a Astronomia?

Assim, o trabalho procura responder por meio da aplicação e desenvolvimento da UEPS as seguintes questões:

- 1) Quais são as concepções iniciais dos estudantes da segunda série do Ensino Médio sobre o Movimento das Marés? Qual é a relação do Movimento das Marés com a Gravitação e alguns conceitos básicos de Astronomia?
- 2) É possível promover uma Aprendizagem Significativa desse tema, utilizando essa proposta de UEPS e Atividades Baseadas em Equipes no contexto em que foi aplicada?

As respostas a essas questões, tendem-se a uma apreciação dos métodos que a professora utilizou para promover a Aprendizagem Significativa do Movimento das Marés, relacionando-o com a Gravitação e os fundamentos básicos e considerações históricas da Astronomia na segunda série do Ensino Médio, o que proverá elementos para a elaboração de novos materiais, considerando aplicação

da UEPS (Unidades de Ensino Potencialmente Significativas) e aperfeiçoamentos a uma nova visão cognitivista do processo de ensino e aprendizagem relacionados ao tema.

Este trabalho foi na Escola Família Agrícola de Ibitirama- MEPES, com alunos da Segunda Série do Ensino Médio integrado ao Técnico em Agropecuária, onde é estabelecido a pedagogia da alternância, apesar de termos somente uma turma, foi muito satisfatório aplicar a mesma.

Todas as aulas foram realizadas durante os meses agosto, setembro e outubro do ano de 2022, sendo efetivadas durante o processo de implementação da UEPS e atividades baseadas em equipes em sala de aula, acompanhados de reflexões sobre o método, especulações e possíveis explicações de situações confusas. Saliento que cada aula teve duração de 55 minutos com participação de em média 17 alunos.

Lembrando que esta UEPS tanto pode ser aplicada nas Escolas tendo como metodologia a pedagogia da alternância integrado ao Técnico em Agropecuária, bem como nas Escolas de Ensino Médio regular, pois abordam temas que estão relacionados a BNCC (Base Nacional Comum Curricular).

No Capítulo segundo, apresento as considerações históricas de Copérnico a Newton, os modelos cosmológicos e a forma como os astros estão distribuídos no céu, discutido desde a Antiguidade por filósofos e astrônomos da época e as leis dos movimentos planetários de Kepler e suas propriedades. Ressaltando a lei de gravitação universal de Isaac Newton e sua constante de gravitação e quais são as suas relações, finalizando com os fenômenos das marés seus movimentos e suas forças.

1.1 MOTIVAÇÃO

Foi no ano de 2001 o início da minha caminhada com ensino de Física, na época, aluna da Universidade Federal do Espírito Santo, Campus Alegre, cursava Zootecnia e já apaixonada pela disciplina. Trabalhava numa escola particular, CEABB (Centro Educacional Adélia Barroso Bifano), em todas as turmas de Ensino Médio. No ano de 2003, por motivos pessoais, tranquei o curso de zootecnia e fui fazer Licenciatura em Matemática, pois era um dos únicos cursos que dava legalidade a continuar trabalhando com o ensino de Física, com isso continuei trabalhando em

outras escolas e passei a conhecer um pouco sobre a Astronomia e levar um parte do meu conhecimento aos alunos.

No ano de 2007 comecei a trabalhar na Escola Família Agrícola de Ibitirama-MEPES, onde formamos técnicos em agropecuária, daí veio a motivação de se aprofundar melhor sobre a história da Astronomia e Mecânica Celeste.

Em 2021, veio a oportunidade de entrar no Programa de Pós Graduação no Ensino de Física da Universidade Federal do Espírito Santo, em equivalência, veio a questão dos alunos uma vez que muitos alunos têm a curiosidade de entendê-lo e questionam “Como a água do mar não entorna e porquê da ocorrência das marés altas e baixas?”

A escolha dessa temática “efeito das marés” aconteceu, tanto pela curiosidade dos alunos, por não conhecerem o mar, uma vez que pertencem a uma Escola localizada no município de Ibitirama – ES, na Serra do Caparaó, bem como pelo fascínio que a Astronomia exerce até mesmo em leigos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

O objeto desse estudo consiste em avaliar de maneira participativa o desenvolvimento das atividades baseadas em equipes, propostas em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), levando em consideração o ensino de conceitos básicos da Astronomia e as relações com a Gravitação abordando os seguintes tópicos: Considerações históricas da Astronomia de Copérnico a Newton (MOURÃO, 2003; VALADARES, 2009), Leis de Kepler, Gravitação Universal e o Movimento das Marés (LOPES, 1996). Assim, a questão básica da pesquisa é: É possível promover uma aprendizagem significativa sobre os Movimentos das Marés e sua relação com a Gravitação e a Astronomia?

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

I. Avaliar se a UEPS exposta De Copérnico a Newton: O Ensino de Gravitação e o Movimento das Marés pode ser considerada exitosa;

II. Verificar a aplicabilidade dessa UEPS com atividades baseadas em equipes no mesmo contexto;

Abrolhar um produto educacional como sequência didática relativa as Considerações Históricas da Astronomia com ênfase nos principais personagens, bem com o Ensino conceitual das Leis de Kepler, Gravitação Universal e o Movimento das Marés, com objetivo de levar o Ensino de Física a lugares (escolas) mais remotos, onde alunos da zona rural possam ter acesso a ciências de maneira científica e conceitual, apreciando os grandes personagens que fizeram parte desta história.

1.3 PÚBLICO ALVO

Este trabalho poderá ser aplicado tanto nas Escolas tendo como metodologia a pedagogia da alternância integrado ao Técnico em Agropecuária, bem como nas Escolas de Ensino Médio regular, pois abordam temas que estão relacionados a BNCC (Base Nacional Comum Curricular). No Currículo Básico Comum para o Ensino Médio (CBC) da Secretaria de Educação do Estado do Espírito Santo (SEDU-ES), área de ciências (SEDU, 2009), também há recomendação de abordagem de temas de Astronomia em associação ao tópico Gravitação Universal, na disciplina de Física, tais como: Sistema Geocêntrico, Sistema Heliocêntrico, Leis de Kepler, Lei da Gravitação Universal, Buraco Negro, Fenômeno das marés, Movimento dos astros, como planetas, estrelas, cometas e outros.

A cognição presente no método refere-se às práticas que exigem raciocínio científico-interpretativo e metodológico para obtenção de informações sobre um fenômeno natural, residindo na capacidade humana de simular e construir modelos mentais, onde a imaginação tem papel principal. Já a dimensão histórica proposta por esse método investiga registros sobre as práticas científicas, identificando e localizando os indivíduos criativos em seus contextos culturais.

1.4 A ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A seguir despontaremos a justificativa e propósitos deste estudo, bem como o intitulado Referencial Teórico e Metodológico. Apresentamos uma síntese da fundamentação teórica que estrutura esse trabalho, que é a Teoria da

Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel transcrita por Moreira, as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), propostas por Moreira e Atividades Baseadas em Equipes. E em seguida, no capítulo intitulado A UEPS, exibimos a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre a História da Astronomia de Copérnico a Newton, as Leis de Kepler, Gravitação Universal e Movimento das Marés para o Ensino Médio metodologia utilizada neste trabalho, explicitando o tipo de abordagem, os objetivos, o contexto de estudo, os sujeitos, o delineamento do trabalho, o desenvolvimento e aplicação da sequência didática, com todos os detalhes envolvidos no processo de Ensino e Aprendizagem.

Apresentamos também uma fundamentação teórica sobre a análise de conteúdo, conforme Bardin (2006), uma vez que esta metodologia foi empregada para a análise dos dados das entrevistas deste trabalho, fornecendo elementos para a compreensão de possíveis indícios de aprendizagem significativa nos estudantes, bem como suas dificuldades, sentimentos e dúvidas, tanto quanto aos conteúdos e conceitos, quanto aos processos e procedimentos na Aplicação da UEPS.

Abrolhar um trabalho como sequência didática relativa as Considerações Históricas da Astronomia com ênfase nos principais personagens, bem com o Ensino conceitual das Leis de Kepler, Gravitação Universal e o Movimento das Marés, com objetivo de levar o Ensino de Física a lugares (escolas) mais remotos, onde alunos da zona rural possam ter acesso a ciências de maneira científica e conceitual, apreciando os grandes personagens que fizeram parte desta história.

2. A FÍSICA DE COPÉRNICO A NEWTON

2.1 CONSIDERAÇÕES HISTÓRICAS

Para a compreensão da evolução da astronomia e da ciência como um todo, é necessário que façamos primeiramente um breve apanhado histórico a respeito de importantes nomes para a cosmologia e discutirmos as contribuições de cada um deles para a ciência no geral. Nesse sentido, iremos fazer algumas considerações históricas a respeito das personagens que foram responsáveis pela construção da Mecânica Celeste, perpassando desde a antiguidade e chegando

em modelos mais consistentes e que ajudaram a compor a teoria utilizada até hoje para entender os fenômenos astronômicos.

2.1.2 – CLAUDIO PTOLOMEU, NICOLAU COPÉRNICO E OS MODELOS COSMOLÓGICOS DA ANTIGUIDADE

A forma como os astros estão distribuídos no céu é discutida desde a Antiguidade por filósofos e astrônomos. Na época, a ideia de como se dispunham os corpos celestes no Universo andava juntamente com as crenças da sociedade da época, que eram fortemente pautadas nos ideais defendidos pela Igreja. Tais concepções colocavam Deus, a fé religiosa e a alma humana acima do racionalismo e do método científico e essa visão moldava o pensamento humano da época (COSTA, BÁRBARA, 2007). E além dos ideais da Igreja serem adotados como autoridade, o pensamento aristotélico também era bem forte na época. Dessa forma, durante a Antiguidade e a idade média o modelo cosmológico vigente era o geocentrismo, cuja etimologia da palavra deriva da junção de geo = Terra (do grego gê) e centrismo, cujo radical é centro (do latim "centrum"). Esse modelo, também é chamado de modelo ptolomaico, pois foi o matemático e astrônomo Claudius Ptolemaeus quem fez a sua construção mais completa, consiste na ideia de que o Universo era limitado e a Terra estava no centro dele e os demais astros, tais como o Sol, a Lua e as estrelas, estavam se deslocando à sua volta.

Esse modelo cosmológico foi adotado durante vários séculos e foi predominante no pensamento da sociedade, fato esse corroborado pela adesão desta teoria por Aristóteles, que possuía grande influência na antiguidade ocidental.

Entretanto, a partir do século XVI, o pensamento crítico e científico começou a se aflorar e os dogmas religiosos foram substituídos, aos poucos, pelo racionalismo. Nesse cenário, esse período foi marcado por grandes mudanças em todas as áreas do conhecimento científico, incluindo a astronomia. Surge então uma importante figura a quem pode ser atribuído o início da revolução astronômica, o astrônomo e matemático polonês Nicolau Copérnico (1473-1543). (MOURÃO, R.R, 2003).

Indo contra as concepções geocêntricas, defendidas pela Igreja e aceitas pela sociedade até então, ganhou espaço na época, a chamada Teoria Heliocêntrica (COSTA, BÁRBARA, 2007). Esse modelo, que já havia sido proposto

anteriormente pelo astrônomo grego Aristarco de Samos (310-230 a.C), mas que foi resgatada séculos depois por Copérnico, afirmava que o Sol era o centro do Sistema Solar. Então não só a Terra não estava no centro do Universo, como também ainda orbitava o Sol juntamente com outros planetas e se tornava apenas mais um em vários planetas de uma galáxia. Todas essas ideias de Copérnico estão registradas mais detalhadamente em seu livro *De revolutionibus orbium coelestium* ("Da revolução dos orbes celestes"). Curiosamente, apesar de seus pensamentos terem mudado radicalmente a visão do Universo idealizado pela Igreja, retirando o homem da posição de protagonista da criação de Deus, Copérnico era cônego da igreja católica.

Por outro lado, Eratóstenes de Cirene (276 a.c - 190 a.c) calculou o raio da Terra com uma precisão de 0,03%. E a partir desse resultado Hiparco (190 a.C. — 120 a.C) calcula a distância Terra-Lua com um erro de 16%. Esses cálculos são feitos usando relações entre triângulos e regras de razão e proporção. Sabem-se que os resultados de Aristarco não foram bons, pois ele erra numa estimativa, pois é através da construção de um triângulo Terra-Lua-Sol, ele estima que o ângulo oposto ao seguimento de reta Terra-Lua é de 3°, quando hoje sabemos ser de 0,015°.

Na divulgação desta nova concepção do modelo cosmológico, juntamente de Copérnico, destacaram-se também Johannes Kepler e Galileu Galilei (MICHAEL J. CROWE, 1990). Convém ressaltar que apesar de a Teoria Heliocêntrica ter revolucionado a astronomia na época e ter trazido explicações simples e consistentes a respeito de alguns fenômenos, Copérnico não conseguiu prever as posições dos planetas precisamente e manteve a ideia de que as órbitas dos planetas eram circulares, fato esse que foi contestado por Kepler anos depois.

2.1.3 TYCHO BRAHE, JOHANNES KEPLER E A LEIS DO MOVIMENTO PLANETÁRIO

Uma outra figura que teve um papel relevante para o entendimento da história da astronomia, foi o astrônomo dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601), nascido três anos após a morte de Copérnico. Tycho desempenhou um excelente trabalho em suas observações ficando em uma posição de destaque, conseguindo

o patrocínio do rei da Dinamarca Frederico II, possibilitando a construção do seu próprio observatório. (MOURÃO, R.R, 2003).

Ele foi um dos últimos grandes astrônomos observacionais antes da invenção do telescópio. Entretanto, Tycho Brahe não acreditava na hipótese Heliocêntrica de Copérnico, mas os seus dados observacionais obtidos ao longo dos anos foram de extrema importância para o entendimento do movimento dos planetas e, ironicamente, ajudaram a dar suporte a Teoria Heliocêntrica, preenchendo lacunas que Copérnico não pode solucionar antes de sua morte.

Contudo, embora seus dados colhidos ao longo de duas décadas tenham sido fundamentais para uma melhor compreensão do cosmo, Tycho não pôde ver a sua obra completa em vida e as leis que descrevem o movimento planetário recebem não seu nome, mas o de seu pupilo, o matemático alemão Johannes Kepler (1571-1630). Em 1600, o ano que precedeu a morte de Tycho, Kepler tornou-se seu assistente para auxiliá-lo na análise dos dados coletados por ele em suas observações do céu. Entretanto, com a morte de Tycho, que ficou dias adoecido após um banquete, Kepler assumiu o seu posto e utilizou os dados de seu mentor para continuar com o trabalho iniciado por ele. Existem algumas teorias da conspiração que dizem que Kepler teria provocado a morte de Tycho, o envenenando neste banquete para poder roubar seus dados e poder levar todo crédito das descobertas que obteve com os mesmos. Entretanto, isso nunca foi comprovado e não passa de uma hipótese. (GILDER, JOSHUA E GILDER, ANNE-LEE, 2005).

Na universidade, Kepler teve contato com as ideias de Copérnico e se interessou a respeito delas, tornando-se, ao contrário de Tycho, um entusiasta e defensor da Teoria do Heliocentrismo (S.O. KEPLER, 2014). E após anos de trabalho conseguiu, através de suas leis, contribuir para tornar mais robusta e reparar alguns erros existentes na Teoria Heliocêntrica.

2.2 AS LEIS DE KEPLER

A fim de descrever o comportamento dos planetas, e prosseguir com o trabalho iniciado por Tycho, Kepler desenvolveu metodologias baseadas em seus dados observacionais. Os dados envolviam alguns planetas do sistema solar, tais

como Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter, Saturno e Urano. Naquela época, Urano ainda não era reconhecido oficialmente como um planeta. Por isso, Tycho observou seu movimento no céu sem perceber sua natureza planetária. A partir dessas informações empíricas, Kepler foi capaz de formular as três leis fundamentais para a Mecânica Celeste que hoje conhecemos como as Leis de Kepler. Veremos na subseção seguinte a respeito de cada lei detalhadamente.

2.2.1 LEI DAS ÓRBITAS

“Cada planeta se move em uma órbita elíptica, com o Sol ocupando um dos focos da elipse”. (YOUNG e FREEDMAN, 2008)

Ao analisar os dados, Kepler percebeu que para a órbita de Marte havia uma discrepância de cerca de 8 minutos de arco, e isso estava fora dos limites de incerteza das observações de Tycho. A fim de construir uma teoria mais robusta, que não contasse com esse desvio, Kepler decidiu desistir da concepção platônica e tentou encontrar outros formatos geométricos para as órbitas. Assim, ele chegou em uma elipse, que fez com que o desvio da órbita de Marte fosse ajustado sem alterar a precisão das órbitas dos demais planetas. (NUSSENZVEIG, 2013)

Sabendo que uma elipse é um círculo com excentricidade diferente de zero, é possível descrever a órbita de um planeta de acordo com sua excentricidade. Podemos ver que a excentricidade não é um valor fixo e que ela varia de acordo com o planeta. Isso significa que em alguns casos a órbita pode ser mais achatada que em outros, como pode ser observado analisando os dados na Quadro 01:

Quadro 01 - Valores de excentricidade da órbita de diferentes planetas. (NUSSENZVEIG, 2013)

Planeta	e
Mercúrio	0,206
Vênus	0,007
Terra	0,017

Marte	0,093
Júpiter	0,048
Saturno	0,056

A elipse possui algumas características geométricas importantes na formulação das leis de Kepler, como o tamanho do semieixo maior (a) e a semidistância focal (c), definida como a distância entre o foco e o centro da elipse. Esses parâmetros podem ser mais bem observados na Figura 01. Matematicamente podemos escrever a semidistância focal como o produto entre o semieixo maior e a excentricidade da elipse ($c = ae$).

2.2.2 PROPRIEDADES DA ELIPSE

Vamos listar algumas propriedades da elipse, tomando como parâmetro os elementos da Figura 01.

1ª Propriedade:

Em qualquer ponto da curva, ilustrada na Figura 01, a soma das distâncias desse ponto aos dois focos é constante. Sendo F e F' os focos, P um ponto sobre a elipse, e a o seu semi-eixo maior, então:

$$FP + F'P = 2a \quad (01)$$

2ª Propriedade:

Quanto maior a distância entre os dois focos, maior é a excentricidade (e) da elipse. Sendo c a distância do centro a cada foco, a o semi-eixo maior, e b o semi-eixo menor, podemos definir a excentricidade pela equação abaixo:

$$e = \frac{c}{a} = \left(\frac{a^2 - b^2}{a^2} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (02)$$

O numerador dentro da raiz vem do fato de que quando o ponto está exatamente sobre b temos um triângulo retângulo, com $a^2 = b^2 + c^2$.

3ª Propriedade:

Se imaginamos que um dos focos da órbita do planeta é ocupado pelo Sol, o ponto da órbita mais próximo do Sol é chamado periélio, e o ponto mais distante é chamado afélio. A distância do periélio ao foco (R_p) é:

$$R_p = a - c = a - a \cdot e = a(1 - e) \quad (03)$$

E a distância do afélio ao foco (R_a) é:

$$R_a = a + c = a + a \cdot e = a(1 + e) \quad (04)$$

4ª Equação da elipse em coordenadas polares

Para obter a equação da elipse em coordenadas polares, consideremos a Figura 01. Então, pela lei dos cossenos temos:

$$r_1^2 = r^2 + (2ae)^2 + 2r(2ae)\cos(\theta) \quad (05)$$

Pela primeira propriedade da elipse que foi enunciada, sabemos que:

$$r + r_1 \equiv 2a \quad (06)$$

Sendo assim, temos:

$$r_1 = 2a - r \quad (07)$$

Substituindo a equação (07) na equação (05), obtemos uma expressão apenas em função de r e θ , como indicado abaixo:

$$(2a - r)^2 = r^2 + 4a^2e^2 + 4rae \cos(\theta) \quad (08)$$

Fazendo algumas manipulações algébricas obtemos:

$$4a^2 + r^2 - 4ar = r^2 + 4a^2e^2 + 4rae \cos(\theta) \quad (09)$$

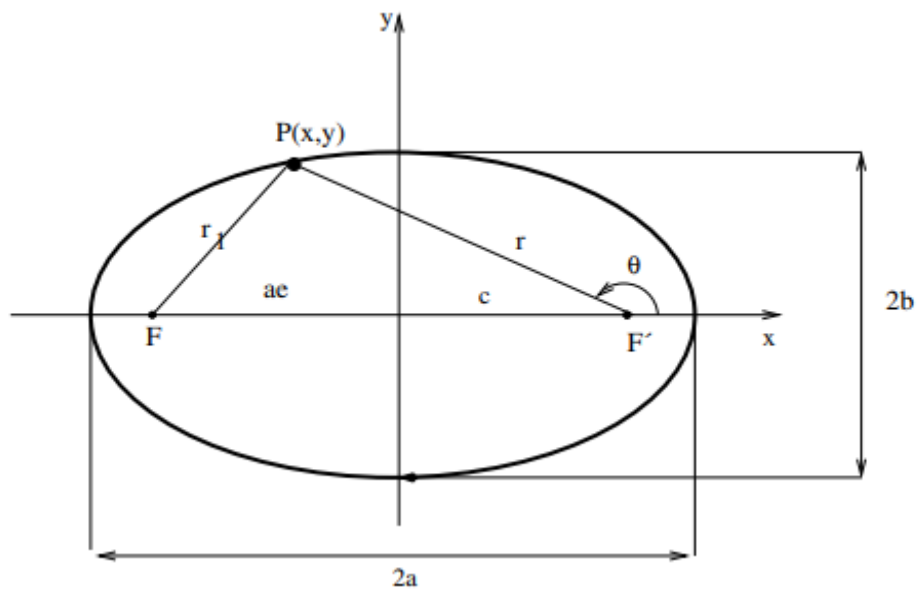
$$a^2$$

$$(1 - e^2) = ar(1 + \cos(\theta)) \quad (10)$$

Chegando no resultado abaixo:

$$r = \frac{a(1-e^2)}{(1+e \cos(\theta))} \quad (11)$$

Figura 01 - Características geométricas de uma elipse.



Fonte: (S.O. KEPLER, 2014)

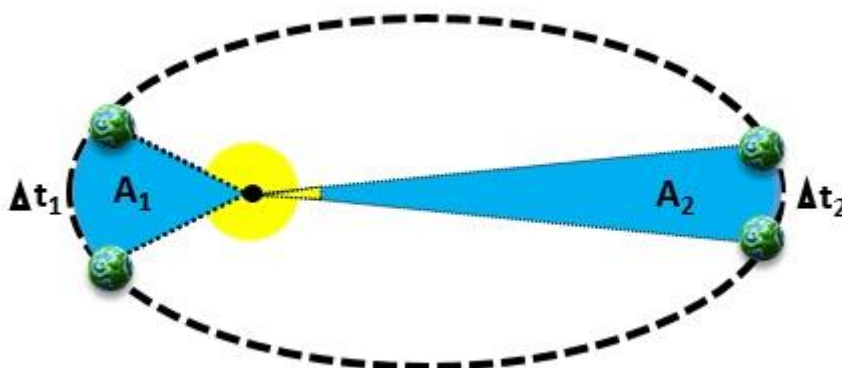
2.2.3 - LEI DAS ÁREAS

“A linha que liga o Sol a um planeta varre áreas iguais a intervalos de tempos iguais”. (YOUNG e FREEDMAN, 2008)

A lei das áreas, também conhecida como segunda lei de Kepler, utiliza uma linha imaginária entre cada planeta e o Sol. Considerando que essa linha percorra sua trajetória em um determinado tempo t , para tempos iguais as áreas varridas pela linha necessariamente precisam ser iguais. De forma mais didática, considerando um espaço de tempo igual, teremos o mesmo valor de área varrida pela trajetória, independentemente da posição inicial do planeta na órbita.

Qualitativamente, podemos inferir que o planeta precisa se mover mais rapidamente quando está nas proximidades do Sol (periélio), uma vez que a área varrida seria menor, caso a velocidade fosse constante. O inverso também é válido, quanto mais distante do Sol (afélio), menor será a velocidade do planeta. Sendo assim, o principal objetivo da lei das áreas é descrever quantitativamente a velocidade de um planeta em qualquer posição da órbita.

Figura 02 - Representação geométrica da igualdade entre áreas segundo a lei das áreas



Fonte: Adaptada de (if.ufrgs.br/~tiberio)

Sabemos que a equação da elipse é dada pela seguinte expressão:

$$\left(\frac{x}{a}\right)^2 + \left(\frac{y}{b}\right)^2 = 1 \quad (12)$$

Então, a área da elipse é dada pela integral abaixo:

$$A = 4 \int_0^b dy \int_0^x dx \quad (13)$$

$$A = 4 \int_0^b a \sqrt{1 - \left(\frac{y}{b}\right)^2} dy \quad (14)$$

$$A = 4ab \int_0^{\frac{\pi}{2}} a \sqrt{1 - (\sin(z))^2} \cos(z) dz \quad (15)$$

Fazendo a substituição simples $y = b \sin(z)$, nosso elemento infinitesimal de y será $dy = b \cos(z) dz$. Substituindo na equação x , obtemos:

Pela relação fundamental da trigonometria $\sin^2(z) + \cos^2(z) = 1$ temos:

$$1 - \sin^2(z) = \cos^2(z) \quad (16)$$

E substituindo na integral de área temos, que:

$$A = 4ab \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^2(z) dz \quad (17)$$

E sabendo que:

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^2(z) dz = \frac{\pi}{4} \quad (18)$$

Então, a área da elipse é:

$$A = \pi ab \quad (19)$$

É útil saber calcular a área total da elipse, contudo, usando a segunda lei de Kepler é possível notar que na realidade precisamos de frações da área total.

2.2.4 - LEI DOS PERÍODOS

“Os quadrados dos períodos de revolução de dois planetas quaisquer estão entre si com os cubos de suas distâncias médias ao Sol”. (NUSSENZVEIG, 2013)

Considerando dois planetas, que possuem períodos de revolução T_1 e T_2 , respectivamente, podemos imaginar que cada um deles possui um raio de órbita médio (R_1 e R_2). A equação que governa a proporcionalidade entre as variáveis em questão foi descoberta em 1618, de maneira imprevista, inclusive para o próprio Kepler (NUSSENZVEIG, 2013). Esta equação surgiu espontaneamente em sua mente e pode ser vista abaixo:

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^3 \quad (20)$$

Kepler então decidiu testar a validade de sua equação para os dados de Copérnico e, surpreendentemente, os resultados foram extremamente satisfatórios. Na Tabela 02 podemos ver uma comparação entre os cálculos de período, raio e a constante T^2/R^3 com os dados de Copérnico e os dados atuais. Percebemos que a precisão da terceira Lei de Kepler é impressionante, até para nossos cálculos

modernos. Os valores da tabela usam a definição de que para a o planeta Terra $T = 1 \text{ ano}$ e $R = 1 \text{ U.A.}$

Quadro 02 - Verificação da Terceira Lei de Kepler.

Planeta	Valores de Copérnico			Valores atuais		
	$T(\text{anos})$	$R(\text{U.A.})$	T^2/R^3	$T(\text{anos})$	$R(\text{U.A.})$	T^2/R^3
Mercúrio	0,241	0,38	1,06	0,241	0,387	1,00
Vênus	0,614	0,72	1,01	0,615	0,723	1,00
Marte	1,881	1,52	1,01	1,881	1,524	1,00
Júpiter	11,8	5,2	0,99	11,862	5,203	1,00
Saturno	29,5	9,2	1,12	29,457	9,539	1,00

Fonte: Adaptado de (NUSSENZVEIG, 2013)

Mais adiante na linha do tempo, Isaac Newton provou que é possível retirar as mesmas informações a partir das leis da Mecânica Clássica e da Gravitação Universal. Para isso, precisa-se considerar a interação entre dois objetos (dois corpos) massivos que estão vinculados por uma força central. Veremos um pouco mais do desenvolvimento da Mecânica Newtoniana na próxima seção.

2.3 NEWTON

Sr Isaac Newton (1643-1727) é uma das figuras mais influentes e de extrema relevância não só na física, mas para a ciência em geral, principalmente devido seus estudos do movimento e por suas leis, que fazem parte do que conhecemos como Mecânica Clássica ou Newtoniana. Entretanto, sabe-se que as contribuições de Newton para a física se estendem também ao estudo de corpos de massas muito grandes, tais como astros celestes.

Em sua obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, publicada em 1687, além das leis de movimento - que contém explicações a respeito de como as forças atuam - Newton também formulou a Lei da Gravitação Universal. Ele levantou a hipótese da existência de uma força de atração universal entre os corpos em qualquer parte do universo (S.O. KEPLER, 2014) e utilizou seu ferramental matemático para provar as leis de Kepler e as utilizou para demonstrar a Lei da Gravitação Universal, concluindo a existência de uma força atrativa entre pares de objetos massivos. Sendo essa força diretamente proporcional às massas dos corpos e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles.

2.3.1 - LEI DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

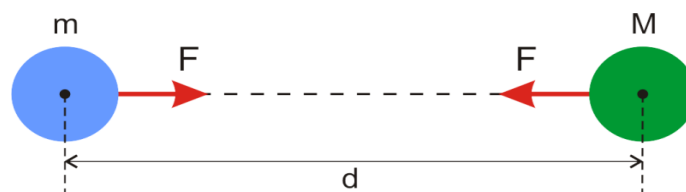
"Todo corpo no Universo atrai qualquer outro corpo, com uma força que, para os dois corpos, é diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que os separa". (HEWITT, P. G., 2011)

A lei deduzida por Newton, é expressa da forma abaixo.

(21)

$$\vec{F} = -\frac{GMm}{r^3}\hat{r}$$

Figura 03 - Ilustração da interação gravitacional entre dois corpos massivos



Fonte: <http://osfundamentosdafisica.blogspot.com/>

2.3.2 DEDUÇÃO DA LEI DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

Sabemos que a aceleração centrípeta é expressa da seguinte forma:

$$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{v^2}{r} \quad (22)$$

A força centrípeta que o Sol exerce sobre um planeta de massa m , que se move com velocidade v a uma distância r do Sol, expressa através da segunda lei de Newton $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ é dada por:

$$F = m \frac{v^2}{r} \quad (23)$$

Considerando, a priori, uma órbita circular, que mais tarde podemos generalizar para qualquer tipo de órbita, o período P do planeta é dado por:

$$P = \frac{2\pi r}{v} \quad (24)$$

E pela lei dos períodos, temos:

$$P^2 = Kr^3 \quad (25)$$

Substituindo a equação x em y e lembrando que a constante K depende das unidades de P e r . Temos, que:

$$v^2 = \frac{4\pi^2 r^2}{Kr^3} = \frac{4\pi^2}{Kr} \quad (26)$$

E da equação acima é possível inferir que a velocidade é inversamente proporcional ao raio:

$$v^2 \propto \frac{1}{r} \quad (27)$$

Sendo m a massa do planeta e M a massa do Sol. A expressão da força centrípeta exercida pelo Sol no planeta pode ser escrita da seguinte forma:

$$F \propto \frac{m}{r^2} \quad (28)$$

E, de acordo com a terceira lei de Newton, o planeta exerce uma força de mesmo módulo e sentido contrário sobre o Sol. Sendo assim, a força centrípeta exercida pelo planeta sobre o Sol, é dada por:

$$F \propto \frac{M}{r^2} \quad (29)$$

Então, Newton deduziu a equação abaixo:

$$F = -\frac{GMm}{r^2} \quad (30)$$

Sendo G é uma constante de proporcionalidade e é conhecida como constante de Gravitação Universal. Tanto o Sol quanto o planeta que se move em torno dele experimentam a mesma força.

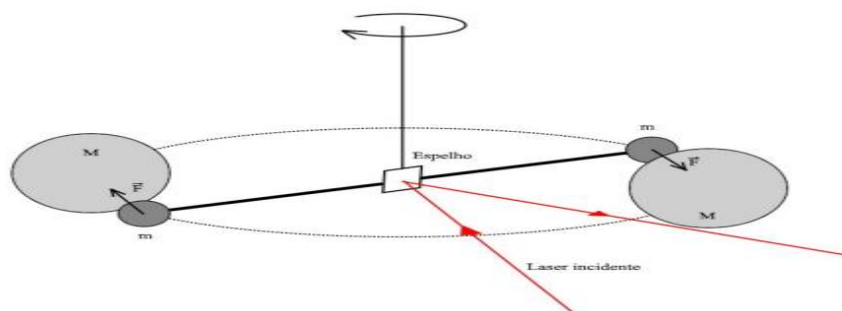
Com isso, Newton uniu todas as peças que faltavam do quebra cabeça que tentavam montar desde séculos atrás, tornando a Mecânica Celeste mais robusta e refinada. Se restava alguma dúvida a respeito do modelo cosmológico Heliocêntrico, ela foi sanada, assim como o movimento dos planetas, a precessão de equinócios - com exceção do periélio de Mercúrio - e outros fenômenos, dentre eles podemos destacar o movimento das marés, tópico abordado mais à frente.

2.3.3 - CONSTANTE DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

A constante de Gravitação Universal, representada por G , é uma constante fundamental da natureza que desempenha um papel essencial na Lei da Gravitação Universal. Essa constante é responsável por igualar a razão do produto da massa de dois corpos pelo quadrado de sua distância com o módulo da força de atração gravitacional entre eles.

A determinação da constante de Gravitação Universal ocorreu entre 1797 e 1798 por meio de um experimento conhecido como balança de torção (também chamado de experimento de Cavendish), conduzido pelo renomado físico e químico britânico Henry Cavendish (1731 - 1810), podendo ser visualizado na Figura 04. O objetivo do experimento era determinar o valor de G a partir da interação gravitacional entre duas massas conhecidas. A interação entre duas massas pequenas é extremamente pequena, por isso o equipamento utilizado por ele tinha uma grande precisão. (NUSSENZVEIG, 2013).

Figura 04 - Desenho esquemático do experimento de Cavendish.



Fonte: WATANABE, 2019

Esses avanços científicos, realizados por Cavendish, no final do século XVIII contribuíram significativamente para a compreensão da força gravitacional e estabeleceram embasamento para a física moderna. A constante de Gravitação Universal é uma das constantes fundamentais mais importantes da ciência, permitindo a descrição precisa do comportamento gravitacional dos corpos celestes e influenciando diversas áreas da física e principalmente, da astronomia.

2.3.4 - RELAÇÃO ENTRE A CONSTANTE “K” E A CONSTANTE “G”

É possível, supondo dois corpos de massas m_1 e m_2 , com velocidades v_1 e v_2 , em órbita circular em torno do centro de massa comum, cuja distância a cada um é r_1 e r_2 , respectivamente., escrever a constante K da terceira lei de Kepler em termos da constante da Gravitação Universal G , como está expresso na equação abaixo:

$$P^2 = \frac{4\pi^2}{G(m_1 + m_2)} (r_1 + r_2)^3 \quad (31)$$

E igualando a equação acima com a terceira lei de Kepler $P^2 = Ka^3$, temos então:

$$K = \frac{4\pi^2}{G(m_1 + m_2)} \quad (32)$$

Analisando a forma da constante K , é possível perceber que a razão P_2 e a_3 , será constante apenas se $(m_1 + m_2)$ permanece constante. Entretanto, como todos os planetas do sistema solar possuem massa muito menor em comparação com a massa do Sol, o resultado da soma de m_1 mais m_2 será sempre aproximadamente a mesma, para qualquer que seja o planeta. Em decorrência disso, Kepler ao formular a terceira lei não percebeu a dependência com a massa.

Entretanto, ao considerar sistemas de corpos principais diferentes, teremos razões $\frac{P^2}{a^3}$ diferentes também. Para entendermos melhor isso, vamos tomar como exemplos todos os satélites de Júpiter, eles terão praticamente a mesma razão $\frac{P^2}{a^3} = K_J$. Sendo assim, é possível que consideremos que seja constante entre eles. Em contrapartida, essa constante é diferente da razão $\frac{P^2}{a^3} = K_{Sol}$ comum aos planetas do sistema solar (S.O. KEPLER, 2014). Para estabelecermos a igualdade temos que introduzir a massa:

$$(M_{Sol} + m_p) \left(\frac{P^2}{a^3} \right)_{Sol} = (M_J + m_s) \left(\frac{P^2}{a^3} \right)_J = const. \quad (33)$$

Sendo M_{Sol} a massa do sol, m_p as massas dos planetas, M_J a massa de Júpiter e m_s as massas dos satélites.

Então, podemos considerar m_p desprezíveis em relação a M_{Sol} e seguindo a mesma lógica considerar m_s desprezíveis em relação a M_J , e representando a razão $\frac{P^2}{a^3}$ por K , temos que:

$$M_{Sol}K_{Sol} = M_JK_J = const. \quad (34)$$

Analogamente, para um sistema genérico temos:

$$M_1K_1 = \dots = M_nK_n = const. \quad (35)$$

Sendo K_n a razão entre o quadrado do período e o cubo do semi-eixo maior da órbita para os corpos do sistema de massa M_n .

Sabendo da equação p como a constante “K” é expressa. Temos, então, que:

$$M_1 K_1 = \dots = M_n K_n = \frac{4\pi^2}{G} \quad (36)$$

Entretanto, é válido ressaltar que existem casos de sistemas onde não é possível realizar a aproximação da soma das massas para a simplesmente a do corpo de maior massa, como por exemplo em vários sistemas binários de estrelas (S.O. KEPLER, 2014).

Então, temos que a terceira lei de Kepler na forma derivada por Newton pode ser escrita como:

$$(M + m) = \frac{4\pi^2 a^3}{G P^2} \quad (37)$$

Como já supracitado no texto, a constante de Gravitação Universal G foi medida em laboratório pelo físico Henry Cavendish em 1798. No sistema internacional (SI) de unidades, $G = 6,673 \cdot 10^{-11} N \cdot \frac{m^2}{Kg^2}$, ou $G = 6,673 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{Kg \cdot s^2}$. Entretanto, em Astronomia, é bastante comum que sejam utilizadas unidades diferentes do SI. Em sistemas em que o corpo maior é um planeta, é mais propício o uso da massa em unidades de massas da Terra, o seu período é dado em meses siderais e suas distâncias relativas em termos da distância entre Terra e Lua. Nesses sistemas G possui o valor de $4\pi^2$, e a equação acima pode ser expressa simplesmente como:

$$M + m = \frac{a^3}{P^2} \quad (38)$$

Essa forma da terceira lei de Kepler pode ser utilizada pra determinar massas de corpos celestes. Sendo assim, tendo o período orbital e a distância de um satélite até seu planeta, é possível calcular a soma das massas em unidade de

massas solares ou massas terrestres. Mas como já foi discutido no texto, a massa do satélite será desprezível em frente a massa do planeta, reduzindo a soma das massas simplesmente a massa do planeta. Então, similarmente, é possível estimar a massa de outros sistemas através da terceira lei de Kepler revisada por Newton.

Para exemplificar o uso dessa equação, vamos considerar o menor dos 2 satélites de Marte, Deimos, que possui período sideral de 1,262 dias e distância média ao centro de Marte de 23500km. Nosso objetivo é encontrar a massa de Marte a partir das informações que possuímos, através da terceira lei modificada. Então, vamos comparar os parâmetros da órbita do satélite Deimos em torno de Marte com os parâmetros da Lua em torno da Terra.

De antemão sabemos que podemos desprezar a massa de Deimos e da Lua, em relação as massas de seus respectivos planetas. Então, temos, que:

$$M_{Ma}K_{Ma} = M_{Te}K_{Te} \quad (39)$$

As constantes K para o sistema de Marte e para o sistema da Terra, respectivamente, são as equações (40) e (41) abaixo:

$$K_{Ma} = \frac{(P_D)^2}{(a_D)^3} \quad (40)$$

$$K_{Te} = \frac{(P_L)^2}{(a_L)^3} \quad (41)$$

Substituindo as equações (40) e (41) na equação (39), chegamos na seguinte expressão:

$$\frac{M_{Ma}}{M_{Te}} = \left(\frac{P_L}{P_D}\right)^2 \cdot \left(\frac{a_D}{a_L}\right)^3 \quad (42)$$

E substituindo os valores numéricos de $P_L = 27,32$ dias; $P_D = 1,262$ dias; $a_L = 384000$ km; $a_D = 23500$ km na equação anterior, temos:

$$\frac{M_{Ma}}{M_{Te}} = \left(\frac{27,32}{1,262}\right)^2 \cdot \left(\frac{23500}{384000}\right)^3 = 0,1 \quad (43)$$

Obtendo, então, a massa de Marte em termos da massa da Terra.

2.3.5 LEIS DE KEPLER GENERALIZADAS - EQUAÇÕES DE MOVIMENTO

Tendo ciência da lei da Gravitação Universal, agora é possível obter as leis de Kepler generalizadas. Para isso, será utilizada, nos cálculos, a seguinte nomenclatura:

$$\frac{d\vec{r}}{dt} \equiv \vec{v} \quad (44)$$

$$\frac{d^2\vec{r}}{dt^2} \equiv \vec{a} \quad (45)$$

Podemos derivar as leis de Kepler a partir da lei de Gravitação Universal de Newton. Aplicando-se a lei da gravitação e a segunda lei do movimento ($\vec{F} = m \cdot \vec{a}$), temos:

$$m \frac{d^2\vec{r}_m}{dt^2} = -G \frac{Mm}{r^3} \hat{r} \quad (46)$$

E através da lei de ação e reação (terceira lei de Newton):

$$M \frac{d^2 \vec{r}_M}{dt^2} = G \frac{Mm}{r^3} \hat{r} \quad (47)$$

Tendo que $\vec{r} = \vec{r}_m - \vec{r}_M$ e sendo \vec{r}_m e \vec{r}_M os vetores posição de m e M com relação a um sistema inercial. As equações anteriores podem ser reescritas da forma abaixo:

$$\frac{d^2 \vec{r}_m}{dt^2} = -G \frac{M}{r^3} \hat{r} \quad (48)$$

$$\frac{d^2 \vec{r}_M}{dt^2} = G \frac{m}{r^3} \hat{r} \quad (49)$$

Subtraindo a equação (48) da equação (49), chegamos na seguinte expressão:

$$\frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = -G \frac{(M + m)}{r^3} \hat{r} \quad (50)$$

2.4 - MOVIMENTO DAS MARÉS

A conexão entre a Lua e as marés é amplamente conhecida e há muito tempo foi observada, principalmente por navegadores. No entanto, por muitos anos, nenhuma teoria satisfatória foi formulada para explicar essa relação. Foi somente com o avanço das teorias Newtonianas que essa curiosidade pôde ser esclarecida. A explicação para a ocorrência das marés altas, que se repetem diariamente, pode ser compreendida a partir das diferenças gravitacionais estabelecidas entre um corpo celeste e as águas dos oceanos.

O tipo de maré está relacionado com as características específicas dessas interações gravitacionais com um dado corpo celeste. Dentre os tipos de marés podemos explicitar a Maré Lunar, Solar e Luni-Solar.

Essas interações gravitacionais podem aumentar o nível do mar em cerca de 1 metro, em média. Contudo, com o passar das horas (6 horas) esse nível diminui novamente, é o que chamamos de maré baixa. Esse processo se repete durante o dia duas vezes, de modo que em 24 a 25 horas temos 2 marés altas e duas marés baixas. (HEWITT, P. G, 2011).

Embora o processo acima tenha sido descrito com base na interação com a Lua, como pode ser visto na Figura 05, é sabido que o Sol também contribui nesse processo. A contribuição do Sol é em torno de 50% menor, uma vez que ele está a uma grande distância da Terra. A geração das marés pode ser causada pela interação com a Lua (Maré Lunar), com o Sol (Maré Solar) e com a Lua e o Sol ao mesmo tempo (Maré Luni-Solar ou Maré de Sízígia).

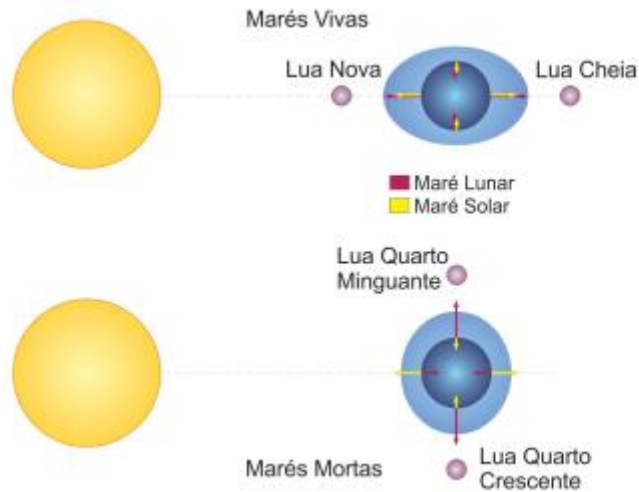
Figura 05 - A maré alta segue a posição da Lua.



Fonte: S.O. KEPLER, 2014

A Maré de Sízígia acontece quando o Sol, a Lua e a Terra estão completamente alinhados (Lua nova ou Lua cheia). Este tipo de disposição celeste dos astros faz com que as marés produzidas pelo Sol e pela Lua coincidam, gerando marés mais intensas (também chamadas de marés vivas). Já quando a Lua está em quadratura (fase de Lua minguante ou Lua crescente), as forças de maré provocadas pela Lua e pelo Sol estão em sentidos opostos, de forma que a maré resultante é menos intensa (marés mortas ou marés de quadraturas), como ilustrado na Figura 06.

Figura 06: Variação da maré de acordo com a posição da Lua

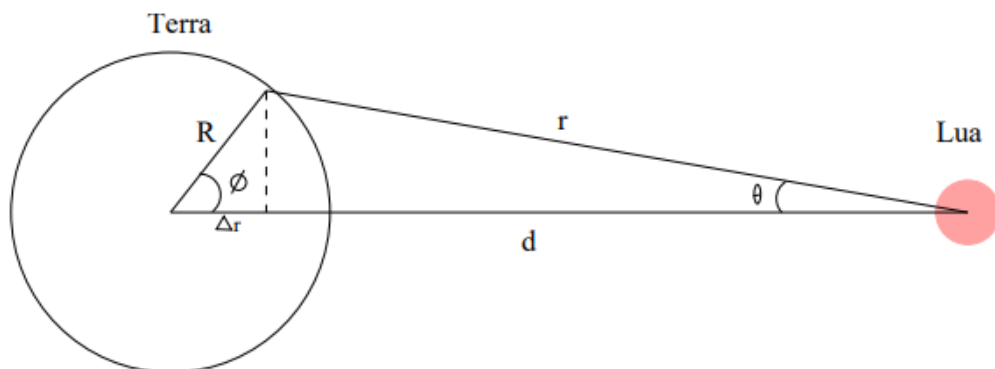


Fonte: S.O. KEPLER, 2014

2.4.1 - EXPRESSÃO DA FORÇA DE MARÉ

Calcularemos a força de maré de um corpo e, para isso precisamos definir os vetores de força do sistema \vec{F}_P e \vec{F}_C , que são as forças referentes a interação da Lua com um ponto P na superfície da Terra e a interação da Lua com o centro de massa da Terra, respectivamente. Podemos visualizar a ideia proposta na Figura 07.

Figura 07 – Representação da atuação das forças entre a Lua e diferentes pontos da Terra



Fonte: (S.O. KEPLER, 2014)

A força diferencial ΔF no ponto P em relação ao centro da Terra é dada por:

$$\Delta \vec{F} = \vec{F}_P - \vec{F}_C \quad (51)$$

Geometricamente, podemos perceber na Figura 07 que $r \gg R$, o que implica que um ângulo θ entre r e R muito pequeno, embora a figura esteja em escala desproporcional. Isso significa que em uma boa aproximação os vetores de força \vec{F}_P e \vec{F}_C são paralelos. Dessa forma, a equação (51) pode ser reescrita da seguinte maneira:

$$\Delta F = F_P - F_C \quad (52)$$

Por definição, a direção da força diferencial é dada pela expressão seguinte (S.O. KEPLER, 2014):

$$\Delta F = \frac{2GMm}{r^3} \Delta r \quad (53)$$

A partir da análise da Figura 07, podemos reescrever a equação (53), uma vez que $r = d$ e $\Delta r = R$, logo:

$$\frac{\Delta F}{m} = 2G \frac{M}{d^3} R \quad (54)$$

Dessa forma, a força de maré em um corpo de raio R , provocada por um corpo de massa M , localizado a uma distância d , é proporcional a:

$$\Delta F \propto \frac{M}{d^3} R \quad (55)$$

A força ΔF pode ser separada em duas partes: uma que atua verticalmente em relação à superfície da Terra e outra que atua horizontalmente. A componente

vertical causa apenas uma pequena alteração no peso das massas localizadas no ponto onde estamos medindo a força de maré; e a contribuição horizontal é o que, de fato, ocasiona o fenômeno da maré.

3. REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO

No decorrer do desenvolvimento desse trabalho, foi empregado, como referencial teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, TAS (AUSUBEL, 2003) na transcrição de Marcos Antônio Moreira (MOREIRA, 2011) tendo ainda, a proposta de elaboração de um Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), apresentada por Moreira (2011), numa sequência que aborda desde as considerações históricas dos principais personagens da mecânica celeste, passando pelas Leis de Kepler, enfatizando o Ensino de Gravitação e os Movimentos das Marés, tendo ainda, Atividades Baseadas em equipes, do inglês Team-Based Learning (TBL) como método avaliativo e comparativo, bem como a Estatística Descritiva que foi usada para análise e discussão de dados, também proposto por (MOREIRA, 2003) em Pesquisa de Em Ensino: Aspectos metodológicos.

3.1 A TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A princípio, temos como o principal referencial teórico utilizado no desenvolvimento e aplicação das atividades propostas neste trabalho foi o da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Paul Ausubel, transcrita por Marcos Antônio Moreira, que estuda os mecanismos internos de compreensão, armazenamento e transformação da informação envolvidos no processo de cognição e as regularidades nesse processo.

Segundo Ausubel, a aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específico a qual é definida como conceito subsunçor ou simplesmente subsunçor.

Segundo Ausubel (2003):

A essência do processo de aprendizagem significativa, tal como já se verificou, consiste no facto de que novas ideias expressas de forma simbólica (a tarefa de aprendizagem) se relacionam aquilo que o aprendiz já sabe (a estrutura cognitiva deste numa determinada área e matérias), de forma não arbitrária e não literal, e que o produto desta interacção activa e integradora é o surgimento de um novo significado, que reflecte a natureza substantiva e denotativa deste produto interactivo. Ou seja, o material de instrução relaciona-se quer algum aspecto ou conteúdo existente especificamente relevante da o estrutura cognitiva do aprendiz, i e., a uma imagem, um símbolo já significativo, um conceito ou uma proposição, quer a algumas ideias anteriores, de carácter menos específico, mas geralmente relevantes, existentes na estrutura de conhecimentos do mesmo (AUSUBEL, 2003, p. 71-72)

Para Ausubel, este tipo de aprendizagem é, por elevação, o mecanismo humano para adquirir e deter a grande quantidade de informações, de um conjunto de informações. Ausubel sobressai o processo de aprendizagem significativa como o mais importante na aprendizagem escolar.

“A razão mais importante para a superioridade da aprendizagem significativa sobre a por memorização reside, como é óbvio, no facto de, na aprendizagem significativa, a tarefa como um todo ser potencialmente significativa e, por conseguinte, poder relacionar-se, de forma não-arbitrária e não-literal, à estrutura cognitiva.” (AUSUBEL, 2003, p. 144).

A consideração mais importante da teoria de Ausubel e suas implicações para o ensino e a aprendizagem, segundo Moreira e Ostermann (1999), podem ser resumidas na seguinte proposição:

Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe (MOREIRA E OSTERMANN, 1999, p. 45)

Para Ausubel, o armazenamento de informações na mente humana é altamente organizado, onde elementos mais específicos do conhecimento se

conectam de maneira conceitualmente hierárquica aos elementos mais gerais e inclusivos.

Além da nova informação se relacionar substancialmente com o que o estudante já sabe, para que a aprendizagem significativa possa ocorrer, é necessário também que este se predisponha a aprender significativamente, caso contrário o que pode ocorrer é uma aprendizagem do tipo mecânica.

Em contrapartida à aprendizagem significativa, Ausubel define a aprendizagem por memorização, na qual a nova informação é armazenada de maneira arbitrária e literal, não interagindo com aquela já existente na estrutura cognitiva e pouco ou nada contribuindo para sua elaboração e diferenciação.

Temos que alguns estudantes acostumados a um ensino tradicional e a uma aprendizagem mecânica podem oferecer resistência inicialmente a uma nova abordagem que enfatize a aprendizagem significativa, por terem a impressão de que, com a aprendizagem mecânica, é possível apreender uma quantidade maior de conteúdos e de maneira mais rápida e eficiente. Esse tipo de aprendizagem serve simplesmente para alguns tipos de testes que medem pura e simplesmente o desempenho, muito provavelmente pouco tempo depois do teste o estudante não se lembre de mais nada daquele conteúdo, assim como Ausubel relata:

Aprendizagem automática, por sua vez, ocorre se a tarefa consistir de associações puramente arbitrárias, com na associação de pares, quebra-cabeça, labirinto, ou aprendizagem de séries e quando falta o aluno o conhecimento prévio relevante necessário para tornar a tarefa potencialmente significativa, e também (independente do potencial significativo contido na tarefa) se o aluno adota uma estratégia apenas para internalizada de uma forma arbitrária, literal (por exemplo, como uma série arbitrária de palavras). (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980, p.23).

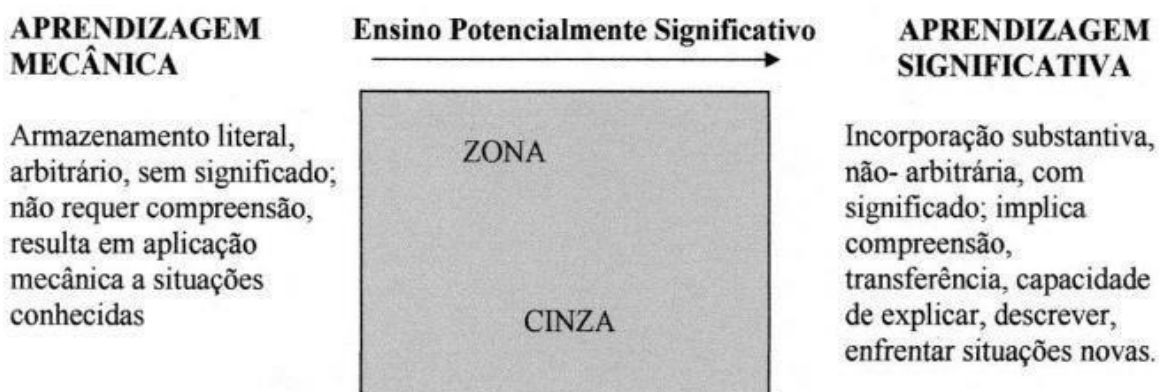
É importante ressaltar que não existe uma dicotomia entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa. Considere, por exemplo, o caso em que o estudante não possui, em sua estrutura cognitiva, os subsunçores necessários para se relacionar ao novo conhecimento. Neste caso, pode ser necessário recorrer temporariamente a uma aprendizagem mecânica, com uso de organizadores

prévios, para que seja possível, a partir destes conhecimentos, continuar aprendendo significativamente, assim como afirma Lemos:

Quando a estrutura cognitiva do indivíduo não possui subsunçores diferenciados e estáveis para ancorar, subsumir, a nova informação, o indivíduo a armazenará de forma literal e não substantiva, ou seja, realizará aprendizagem mecânica. O conhecimento aprendido mecanicamente pode ir paulatinamente sendo relacionado com novas ideias e reorganizado na estrutura cognitiva, caso o sujeito continue interagindo com o novo conhecimento. É essa interação dinâmica que caracteriza a não dicotomia entre duas formas de aprendizagem [...] (LEMOS, 2011, p 32).

Segundo Ausubel, os organizadores prévios são materiais introdutórios que servem de ponte entre o que o estudante sabe e o que deve saber, promovendo assim a elevação da aprendizagem significativa, pois funcionam como “pontes cognitivas”. O fato é que a aprendizagem não pode ser considerada totalmente mecânica ou totalmente significativa, embora desta última ser preferida, mas pode estar mais próxima de um desses extremos em diferentes momentos no decorrer do processo. É possível em alguns casos, partir da aprendizagem mecânica para chegar à aprendizagem significativa, principalmente quando não há subsunçores suficientes para ancorar o novo conhecimento, assim como propõe Moreira (2011c) por meio do esquema mostrado na Figura 8.

Figura 8 – Visão esquemática do contínuo entre aprendizagem mecânica e significativa.

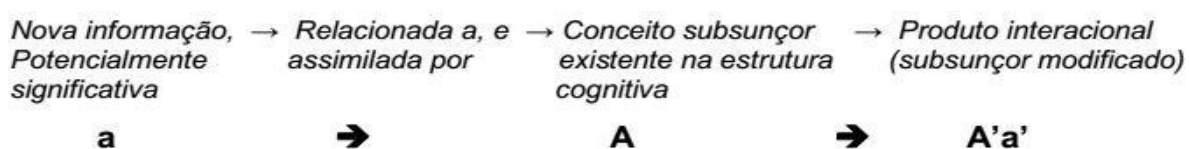


Fonte: Moreira, (2011 c, p.32)

Esse caminho da aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa ocorre de maneira correspondente, desde que o material, as metodologias, a predisposição do aluno em aprender significativamente sejam notados. O que não pode ocorrer é um estudante reprimido desde o início e durante todo o processo a uma aprendizagem mecânica atingir uma aprendizagem significativa.

Segundo Moreira (2011a), há duas condições indispensáveis para a ocorrência da Aprendizagem Significativa, a primeira se refere ao novo conteúdo que necessita ser apresentado por meio de um material instrucional potencialmente significativo, ou seja, esse material deve relacionar-se com a estrutura cognitiva do estudante de forma não-arbitrária e não-literal e a segunda, o aluno deve apresentar uma predisposição para aprender significativamente determinado conteúdo. Caso uma das duas condições para a ocorrência da Aprendizagem Significativa não seja exercida, a aprendizagem ocorrerá de forma mecânica. Por isso a absorção de um determinado conteúdo, mesmo que por aprendizagem mecânica, começa a promover significados e os subsunçores tomam-se cada vez mais preparados e inclusivos, capazes de alicerçar novos conceitos e informações. Os novos conceitos são embolsados e organizados sistematicamente na estrutura cognitiva do indivíduo. A teoria da assimilação proposta por Ausubel e representada por Moreira (2011 a) no esquema mostrado na figura 9.

Figura 9 – Representação esquemática da Teoria da Assimilação.



Fonte: Moreira (2011 a, p. 166)

Moreira (2011a) envolve pelo menos quatro tarefas fundamentais para o professor de física provocar a aprendizagem:

- 1) Identificar a estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino, isto é, identificar os conceitos e princípios unificadores, inclusivos, com maior poder explanatório e propriedades integradoras, e organizá-los hierarquicamente de modo que,

progressivamente, abranjam os menos inclusivos até chegar aos exemplos e dados específicos;

2) Identificar quais os subsunçores (conceitos, proposições, ideias claras, precisas, estáveis) relevantes à aprendizagem do conteúdo a ser ensinado, que o aluno deveria ter na sua estrutura cognitiva para aprender significativamente esse conteúdo;

3) Diagnosticar aquilo que o aluno já sabe; determinar, dentre os subsunçores especificamente relevantes (previamente identificados ao “mapear” e organizar a matéria de ensino), quais os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno;

4) Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de uma maneira significativa. A tarefa do professor aqui é de auxiliar o aluno a assimilar a estrutura da matéria de ensino e organizar sua própria estrutura de significados claros, estáveis e transferíveis. É óbvio que, para isso, deve levar em conta não só a estrutura conceitual da matéria de ensino, mas também a estrutura cognitiva do aluno no início da instrução e tomar providências adequadas (por exemplo usando organizadores, ou Instruções-remédio”), se a mesma não for adequada (Moreira, 2011a, p. 170, 171).

3.2 UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS)

Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa está fundamentada em algumas teorias de aprendizagem através de uma sequência didática considerando principalmente a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel e em espectros clássicos e atualizados de Moreira, Masini e Valadares e a teoria interacionista social de Vygotsky, a teoria dos campos conceituais de Vergnaud, na teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird, as teorias de educação de Novak e de Gowin, além da teoria da aprendizagem significativa crítica de M.A. Moreira, e também nas afirmações de que não há ensino sem aprendizagem, de que o ensino é um meio e a aprendizagem é o fim, como afirma Moreira (2011d). Esse mesmo autor, sugere alguns princípios que o ajudou a escolher essa sequência.

Segundo Moreira (2011 d), os princípios que o ajudou a escolher essa sequência, são:

- O conhecimento prévio é a varável que mais influencia a aprendizagem significativa (Ausubel);
- Pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa (Novak);
- É o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (Ausubel, Gowin);
- Organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos a conhecimentos e conhecimentos prévios;
- São as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (Vergnaud); elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- Situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
- As situações problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade (Vergnaud);
- Frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação (Johnson-Laird);
- A diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino (Ausubel);
- A avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;
- O papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador (da captação de significados de parte do aluno (Vergnaud; Gowin);
- A interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (Vygotsky, Gowin);
- Um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (Gowin);
- Essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo;

- A aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica (Moreira);
- A aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno (Moreira).

E por isso, Moreira (2011d) ainda sugere os passos a serem seguidos em sequência para a construção de uma UEPS, são eles:

1. definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto a matéria de ensino na qual se insere esse tópico;
2. criar propor situação (ções) - discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema, etc. — que leve (m) o aluno a externar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta;
3. propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar, estas situações problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo; tais situações-problema podem funcionar como organizador prévio são as situações que dão sentido aos novos conhecimentos, mas, para isso, o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente; modelos mentais são funcionais para o aprendiz e resultam da percepção e de conhecimentos prévios (invariantes operatórios); estas situações-problema iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, Vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, i.e, não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;

4. uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos; a estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo;

5. em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes o (i.e, aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da Unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um o texto, etc.), porém em níveis mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade; dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora; após esta segunda apresentação, propor alguma outra atividade colaborativa que leve os alunos interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador; esta atividade pode ser resolução de problemas, a construção de um mapa conceitual ou um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc., mas deve, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente;

6. concluindo a unidade, dar seguimento o processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa; isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um audiovisual, etc.; o importante não é a estratégia, em si mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade; após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores;

essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente;

7. a avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual, após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência; tais questões/situações deverão ser previamente validadas por professores experientes na matéria de ensino; a avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa;

8. a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações problemas). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

Desse modo, o professor deve se preocupar não somente com uma sequência lógica de conteúdos a serem abordados ao planejar e aplicar uma UEPS, mas com o procedimento de como desenvolvê-lo, propiciando aos estudantes atividades colaborativas capazes de promover uma maior influência mútua entre os estudantes e o professor, bem como diálogo entre os estudantes. Essas atividades podem promover momentos importantes de trocas de conhecimentos e de conteúdos, de modo a causar a negociação de significados, além de possibilitar a esses estudantes, a utilização desses conhecimentos em outras situações do seu cotidiano.

Lembrando que não é a UEPS que promove, por si só, uma aprendizagem significativa, é importante e necessário que o professor mude completamente de postura, pois de nada adianta um professor com postura tradicional, onde o foco

está na aprendizagem mecânica de conteúdos o objetivo final e melhorar o desempenho em provas. Para que isso não aconteça, é importante tentar aplicar uma UEPS a fim de promover uma aprendizagem significativa de modo que se possa seguir todos os passos, claro que, muito provavelmente, não obterá êxito em toda sequência de atividades que compõe a UEPS, bem como com relação ao processo de desenvolvimento e os objetivos a serem alcançados, mas é necessário que se faça valer cumprir todos os procedimentos planejados.

3.3 APRENDIZAGEM BASEADAS EM EQUIPES

Sabe-se que os métodos pedagógicos que envolvem metodologias ativas de ensino têm crescido no ambiente educacional em diferentes áreas do conhecimento rompendo com o método tradicional de ensino e estimulando uma pedagogia problematizadoras que coloca o aluno como protagonista na construção do conhecimento e desenvolve a autonomia e a aprendizagem significativa (PAIVA et al., 2016).

Segundo Pinto et al. (2012, p.78),

Promover a aprendizagem significativa, exige, em primeiro lugar, uma metodologia de ensino que seja capaz de envolver o aluno enquanto protagonista de sua aprendizagem, desenvolvendo ainda o senso crítico diante do que é aprendido, bem como competências para relacionar esses conhecimentos ao mundo real.

A Aprendizagem Baseada em Equipe, do inglês Team-Based Learning (TBL), é uma metodologia criada nos anos 70 pelo professor da área de negócios Larry K. Michaelsen na Universidade de Oklahoma (EUA) com o intuito de desenvolver o estudo colaborativo de forma contextualizada. O método TBL tem como foco melhorar a aprendizagem a partir de um conjunto de tarefas e atividades que coloca o aluno como responsável por adquirir conhecimentos, além de proporcionar o desenvolvimento de várias competências como tomada de decisão, trabalho colaborativo em equipe, raciocínio crítico, entre outras (KRUG et al., 2016).

A ampliação dessa aprendizagem, dá oportunidade ao estudante em adquirir o conhecimento através de uma sequência de atividades, estruturada em módulos

e cada módulo é desmembrado em atividades de preparação e aplicação dentro e fora da sala de aula (MICHAELSEN, 2004 apud OLIVEIRA et al., 2016).

Segundo Krug et al. (2016), o módulo requer três etapas de atividades: o preparo, a garantia do preparo e a aplicação dos conceitos. O preparo envolve o estudo prévio do aluno, fora da sala de aula, de acordo com as tarefas propostas pelo professor. A garantia do preparo consiste na aplicação, em sala de aula, de um teste individual que será posteriormente aplicado em equipe com feedback, possibilidade de questionamento, caso haja discordância da resposta, e breve apresentação do professor. Na aplicação dos conceitos executa-se atividades em equipe para tomada de decisões e resoluções dos problemas propostos pelo professor, com apresentação e feedback ao final.

As atividades de preparação e aplicação dos conceitos, no método TBL, são ilustradas por Oliveira (2016), conforme figura 3.3.1, em quatro etapas:

A primeira etapa destaca a fase de preparação da aprendizagem com a realização de estudo prévio pelos alunos a partir da leitura do conteúdo, vídeos, simulações, etc. que deverão ser disponibilizados antecipadamente aos alunos.

Já a segunda etapa aborda a verificação da aprendizagem da fase de preparação com a realização de um teste de preparação individual (TPi) e logo após, o teste de preparação em equipe (TPe), seguido por apelação e breve exposição do professor sobre os pontos de maior dificuldade.

Na terceira etapa, ocorre as tarefas de aplicação extraclasse com complexidade gradual. Já em sala de aula, as atividades do tipo resolução de problemas, com contextualização, são discutidas em equipe para solução, conforme demonstrado na quarta etapa da figura 10.

Figura 10 – Principais fases de cada módulo do TBL



Fonte: Oliveira (2016)

A aprendizagem baseada em equipe surge como uma metodologia ativa e alternativa a métodos tradicionais de ensino, colocando o professor como mediador na construção do conhecimento do aluno e considerando as experiências e conhecimentos prévios dos estudantes na busca de uma aprendizagem significativa. Para essa construção de significados Pinto et al. (2012) afirma que o aluno deve ser o protagonista de sua aprendizagem, desenvolvendo o senso crítico e a capacidade de relacionar os conteúdos teóricos a contextos reais.

3.4 ESTATÍSTICA DESCRITIVA

A Estatística é uma ciência cujo palco de aproveitamento estende-se a muitas áreas do conhecimento humano, consentindo ampliar cálculos avançados e aplicações de processos aprimorados com possível efeito e agilidade Kelingner (1980, p. 353):

“Estatística é a teoria e método de analisar dados obtidos de amostras de observações com o fim de descrever populações, estudar e comparar fontes de variância, para ajudar a tomar decisões sobre aceitar ou rejeitar relações entre fenômenos e para ajudar a fazer inferências fidedignas de observações empíricas.

Segundo (MOREIRA, 2003 p. 14) a Estatística pode distinguir-se entre dois tipos, a descritiva e inferencial, a descritiva, como o próprio nome diz, tem como desígnio descrever o conjunto de dados obtidos através de tabelas com representações numéricas ou gráficos, procurando reduzir, de modo a tornar-se visualmente apresentável e entendível as informações. Ele ainda afirma, enquanto que a Estatística Descritiva é uma ferramenta que procura preparar e facilitar a manipulação dos dados, a Estatística Inferencial procura definir outro grande problema, com que se enfrenta, quem está analisando dados quantitativos: inferir características de uma população a partir de uma amostra da mesma.

Em sua profundidade, a Estatística é a ciência que apresenta processos próprios para coletar, apresentar e interpretar adequadamente conjuntos de dados, sejam eles numéricos ou não. Pode-se dizer que seu objetivo é o de apresentar

informações sobre dados em análise para que se tenha maior compreensão dos fatos que os mesmos representam.

Por isso, apresento um relato embasado no uso da Estatística descritiva, onde é o ramo da matemática que relaciona fatos e números em que há um conjunto de métodos que nos possibilita coletar dados e analisá-los, assim sendo provável realizar alguma interpretação deles. A estatística é dividida em duas partes: descritiva e inferencial. Em geral a estatística está vinculada em interpretações equivocadas e muitas vezes errôneas. Em sua profundidade, a Estatística é a ciência que exhibe métodos próprios para recolher, proporcionar e explicar adequadamente conjuntos de dados, sejam eles numéricos ou não. Pode-se dizer que seu alvo é o de exibir informações sobre dados em julgamento para que se tenha maior abrangência dos fatos que os mesmos concebem. A Estatística subdivide-se em três áreas: descritiva, probabilística e inferencial. A estatística descritiva, como o próprio nome já diz, se atenta em expor os dados. A estatística inferencial, baseada na teoria das probabilidades, se atenta com a análise destes dados e sua explicação. A palavra estatística tem mais de um sentido, sendo que no individual se refere à teoria estatística e ao método pelo qual os dados são estudados enquanto que, no plural, se refere às estatísticas descritivas que são medidas obtidas de dados selecionados. A estatística descritiva, cujo objetivo básico é o de sintetizar uma variedade de valores de mesma natureza, admitindo dessa forma que se tenha uma visão geral da mudança desses valores, estabelece e apresenta os dados de três maneiras: por meio de tabelas, de gráficos e de medidas descritivas. A tabela é um quadro que abrevia um conjunto de restrições, enquanto os gráficos são formas de apresentação dos dados, cujo objetivo é o de produzir uma impressão mais rápida e viva do acontecimento em estudo. Para ressaltar as tendências características observadas nas tabelas, isoladamente, ou em comparação com outras, é necessário expressar tais tendências através de números ou estatísticas (GUEDES, et al.,2005).

A estatística descritiva fornece resumos simples sobre a amostra e sobre as observações que foram feitas. Tal resumo pode ser quantitativo ou visual. Esses resumos tanto podem formar a base da descrição inicial dos dados, como parte de uma análise estatística mais extensa, ou eles podem ser suficientes por si mesmos.

Segundo GUEDES, et al.(2005). A estatística cogita com dados, os quais podem ser adquiridos por meio de uma população ou de uma amostra, definida

como: População: conjunto de informações que tem pelo menos uma atributo em comum. Este atributo deve demarcar perfeitamente quais são as informações da população que podem ser animados ou inanimados. Amostra: subconjunto de subsídios de uma população. Este subconjunto deve ter menor tamanho que o da população e suas informações devem ser representativos da população. A escolha das informações que irão compor a amostra pode ser feita de várias jeitos e irá depender da informação que se tem da população e da contagem de soluções disponíveis. A estatística inferencial é a área que aborda e proporciona a procedimento de amostragem. Em se tratando de conjuntos-subconjuntos, estes podem ser: Finitos: possuem um número limitado de informações. Infinitos: possuem um número ilimitado de informações. Segundo Medronho (2003), elemento significa cada uma das unidades ressaltadas no esboço. Pode-se aferir, analisar, calcular surgindo um conjunto de respostas que receberá a designação de variável. Variável: é o atributo que vai ser notado, medida ou contada nos subsídios da população ou da amostra e que pode alterar, ou seja, assumir um valor diferente de componente para componente.

A autora ainda menciona que não adianta descobrir a variável a ser trabalhada, é indispensável fazer-se a diferença entre os tipos de variáveis: **Variável qualitativa:** é uma variável que admite como aceitáveis valores, características ou qualidades. Também são chamadas variáveis categóricas. **Variável quantitativa:** é uma variável que admite como aceitáveis valores, números.

Segundo (MOREIRA, 2003, p. 16), diz:

Resumindo, procedimentos estatísticos são praticamente indispensáveis à pesquisa quantitativa em ensino, na medida em que auxiliam o pesquisador a descrever dados, fazer inferências e investigar relações causais. Em outras palavras, tais procedimentos são recursos dos quais lança mão para transformar (i.e., traduzir, representar, comparar, inferir) registros de eventos. A partir dessas transformações o pesquisador chega, então, as asserções de conhecimento e de valor. As primeiras são respostas à(s) questão(ões) básica(s) que ele se propôs a investigar, enquanto as últimas têm a ver com o valor dessas respostas ou com o valor do experimento em si.

A pesquisa qualitativa, tem uma certa familiaridade com a pesquisa quantitativa, embora tentam fazer essa distinção, mas muitos autores não admitem FIRESTONE, 1987, diz que:

“O pesquisador quantitativo ideal é desprendido para evitar viés, enquanto o pesquisador qualitativo fica 'imerso' no fenômeno de interesse [...] A pesquisa quantitativa está baseada em uma filosofia positivista que supõe a existência de fatos sociais com uma realidade objetiva independente das crenças dos indivíduos, enquanto que a qualitativa tem raízes em um paradigma segundo o qual a realidade é socialmente construída [...] A pesquisa quantitativa procura explicar as causas de mudanças em fatos sociais, primordialmente através de medição objetiva e análise quantitativa, enquanto a qualitativa se preocupa mais com a compreensão do fenômeno social, segundo a perspectiva dos atores, através de participação na vida desses atores [...] A pesquisa quantitativa tipicamente emprega delineamentos experimentais ou correlacionais para reduzir erros, vieses e outros ruídos que impedem a clara percepção dos fatos sociais, enquanto o protótipo do estudo qualitativo é a etnografia.”

Pesquisa qualitativa é um termo que designa várias abordagens à pesquisa em ensino, tais como pesquisa etnográfica, participativa observacional, estudo de caso, fenomenológica construtivista, interpretativa, antropológica cognitiva. Cada um desses enfoques sólidos sobre natureza humana, sociedade, objeto de estudo e metodologia, compartilhando muitas afinidades, sendo que o pesquisador qualitativo, por uma eventualidades também faz uso de tabelas, mas sua preocupação explanatório ou preditivo, interpretando os dados cujo domínio referencial é observacional, enriquecendo sua narrativa com entrevistas, apresentando evidências observáveis através de sua interpretação.

A pesquisa quantitativa procura, geralmente, através de estudos correlacionais ou experimentais fazer medições objetivas, sendo que nos estudos correlacionais, o pesquisador não manipula variáveis, as vezes vê se há um correlação.

Segundo (MOREIRA,2003) diz:

o argumento que está sendo elaborado nesta seção e o de que as diferenças entre os modos qualitativo e quantitativo de pesquisa educacional está nos seus domínios conceituais e metodológicos. Em

ambos os casos esses domínios interagem e conduzem a diferentes questões-foco e diferentes asserções de conhecimento sobre os mesmos fenômenos de interesse, envolvendo os cinco lugares comuns da educação professor (ensino), aluno (aprendizagem), currículo, contexto e avaliação. Além disso, levam também a enfatizar diferentes tipos de asserções de valor. Por exemplo, a pesquisa qualitativa tende a destacar valores sociais das asserções de conhecimento, enquanto que a quantitativa provavelmente está mais preocupada com valores instrumentais dos resultados.

Na Estatística descritiva podemos analisar os dados de várias forma utilizando alguns artifícios, tais como:

3.4.1 TABELA

É muito comum nos dias de hoje, devido ao uso de computadores, realizarem pesquisas em que a coleta de dados resulta em grandes coleções (quantidades) de dados para análise e torna-se quase impossível entendê-los, quanto ao(s) particular(es) objetivo(s) de estudo, se estes dados não estiverem resumidos. Em outras palavras, os dados na forma em que foram coletados não permitem, de maneira fácil e rápida, que se extraia informações. Torna-se difícil detectar a existência de algum padrão, afirma que “sumários e apresentações de dados bem constituídos são essenciais ao bom julgamento estatístico, porque permitem focar as características importantes dos dados ou ter discernimento acerca do tipo de modelo que deveria ser usado na solução do problema em questão” (GUEDES, et al.,2005).

Muitas das vezes, a quantidade de informações são perdidas quando resumidas, mas podemos ganhar em outro sentido. Por isso, uma tabela pode ser um meio mais objetivo de se resumir um conjunto de dados. (Pagano, 2004, p.10). Segundo MEDRONHO (2003) a tabela deve ser usada quando é importante a apresentação dos valores e a leitura depende de quem a lê. Então podemos resumir todas as variáveis através de uma tabela.

Segundo Milone (2004, p.25), toda tabela deve ser simples, clara, objetiva e auto-explicativa.

Os elementos fundamentais da tabela são: título, cabeçalho, coluna indicadora e corpo. O título aponta o fenômeno, época e local de ocorrência; o cabeçalho explica o conteúdo das colunas; a coluna indicadora detalha as linhas; o corpo mostra os dados. Complementarmente, tem-se: fonte, notas e chamadas. A fonte cita o informante (caracterizando a confiabilidade dos dados); as notas esclarecem o conteúdo e indicam a metodologia adotada na obtenção ou elaboração da informação; as chamadas clarificam pontos específicos da tabela.

3.4.2 GRÁFICOS

Gráfico é um recurso visual da Estatística utilizado para representar um fenômeno. Sua utilização em larga escala nos meios de comunicação social, técnica e científica, devem-se tanto à sua capacidade de refletir padrões gerais e particulares do conjunto de dados em observação, como à facilidade de interpretação e a eficiência com que resume informações dos mesmos (GUEDES, et al.,2005).

Os gráficos geralmente forneçam menos detalhes que as tabelas, estes por sua vez, apresentam condições melhores para entendimento por trazerem mais informações da sua forma geral sem deixar de demonstrar alguns aspectos particulares que sejam de interesse do pesquisador. Uma reprodução gráfica coloca em destaque as disposições, os acontecimentos aleatórios, os valores mínimos e máximos e também as ordens de grandezas dos acontecimentos que estão sendo observados.

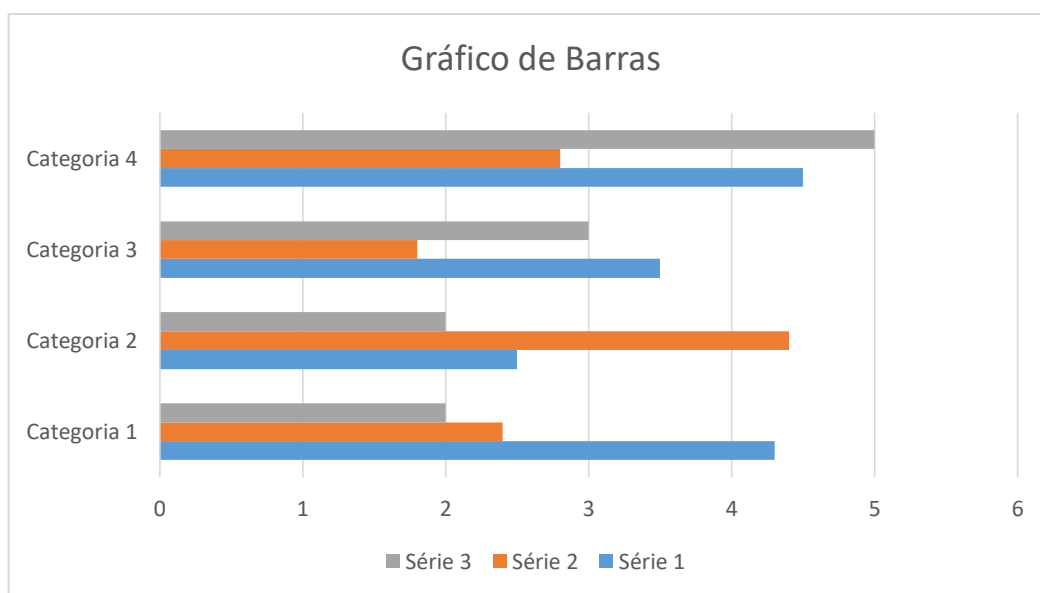
Em sua versão final, todo gráfico deve priorizar pela sua simplicidade, nitidez e veracidade nas informações.

Segundo Silva (apud WALLGREN, 1996), a opção da representação gráfica e, por conseguinte, a escolha do tipo de gráfico mais apropriado para representar um conjunto de dados deve ser feita com base nas respostas de algumas perguntas, tais como: - Um gráfico verdadeiramente é a melhor alternativa? - Qual é o destinatário? - Que tipo de gráfico deve ser empregado? - Como o gráfico deve ser exibido?- Quantos gráficos deverá ser usado?

3.4.2.1 GRÁFICO DE BARRAS

O gráfico de barra é formado por retângulos horizontais de larguras iguais, onde cada um deles representa uma grandeza ou propriedade. O objetivo deste gráfico é de comparar essas grandezas sendo estimável para variáveis que tenham design e ações variadas, conforme a figura 11.

Figura 11 – Gráfico de Barras

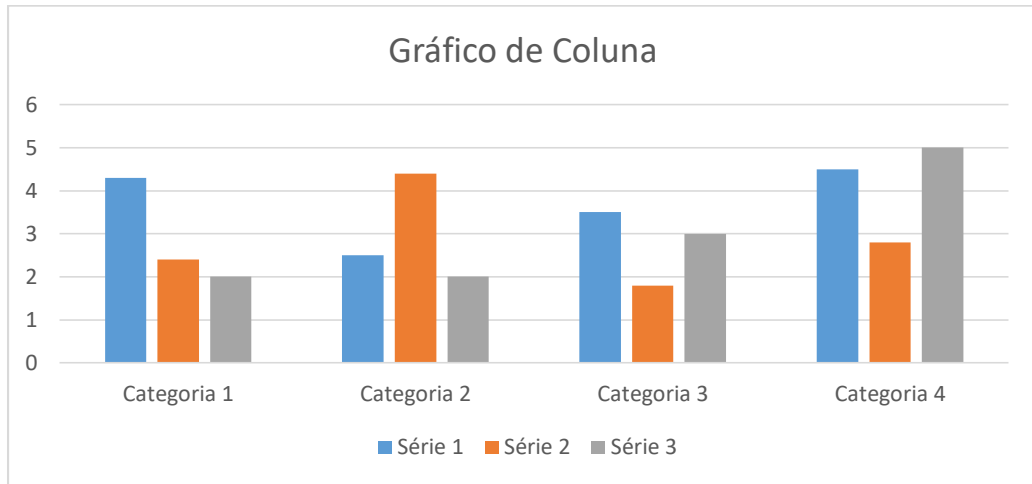


Fonte: Próprio autor

3.4.2.2 GRÁFICO DE COLUNAS

O gráfico de colunas é o mais utilizado para conceber variáveis qualitativas. Procrastina do gráfico de barras por serem seus retângulos preparados verticalmente ao eixo das abscissas, sendo mais usado quando as grandezas são breves. O número de colunas ou barras do gráfico não deve ser superior a 12 (doze), conforme a figura 12.

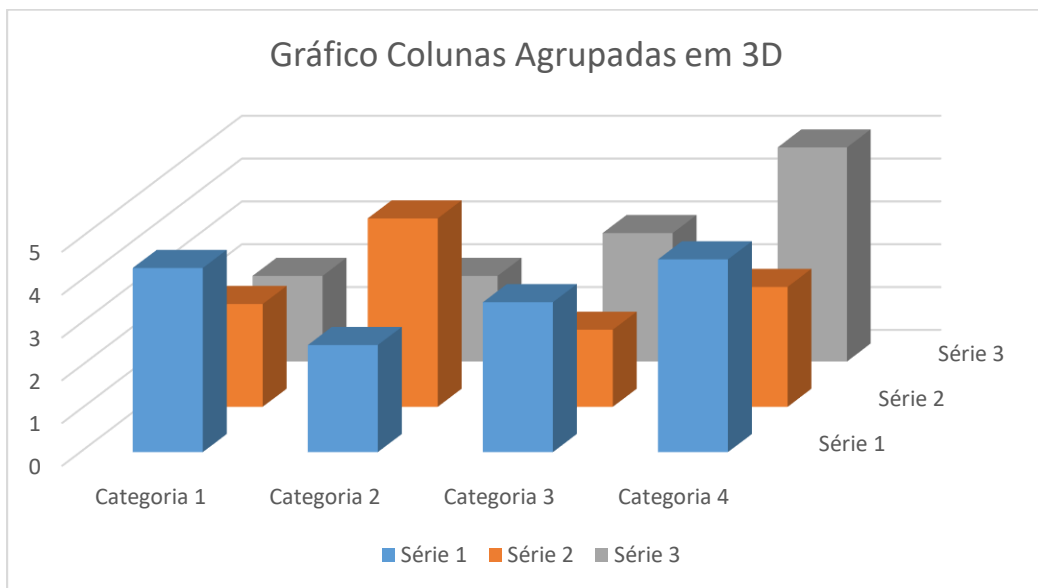
Figura 12 – Gráfico de Coluna



Fonte: Próprio autor

Se forem apresentar, ao mesmo tempo, dois ou mais grupos para uma variável, é adequado fazer uso dos gráficos de barras ou colunas justapostas (ou sobrepostas), chamados de gráficos comparativos. Isso podemos ver através das normas contidas em Gráficos (UFPR, 2001), este tipo de gráfico só deve ser utilizado quando apresentar até três dados para uma série de no máximo quatro valores, conforme a figura 13.

Figura 13 – Gráfico de colunas agrupadas

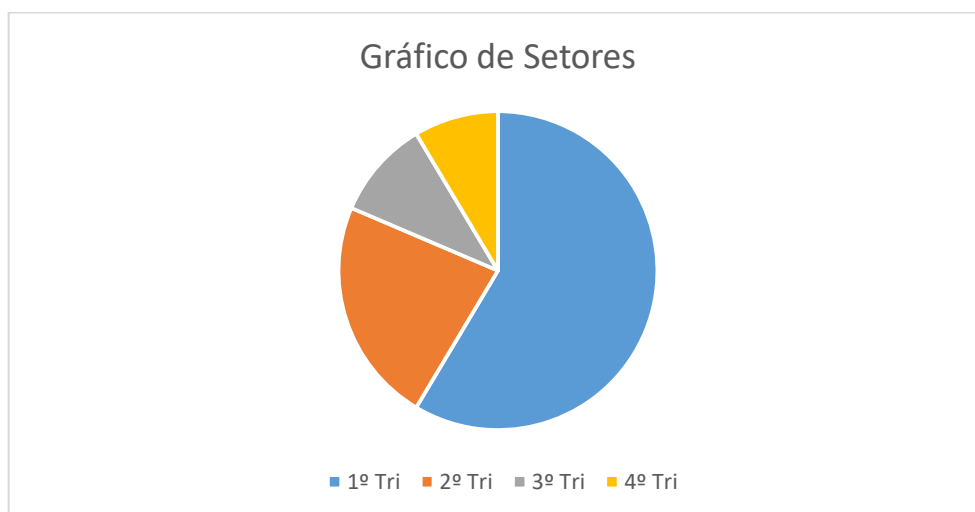


Fonte: Próprio autor

3.4.2.3 GRÁFICO DE SETORES

O gráfico de setores onde a grandeza é cogitada num círculo, de raio arbitrário, dividido em setores. São mostrados quando se deseja confrontar cada valor com o total. Sugere que quando o número de categorias não é grande, não obedece a uma regra específica, conforme a figura 14.

Figura 14 – Gráfico de setores

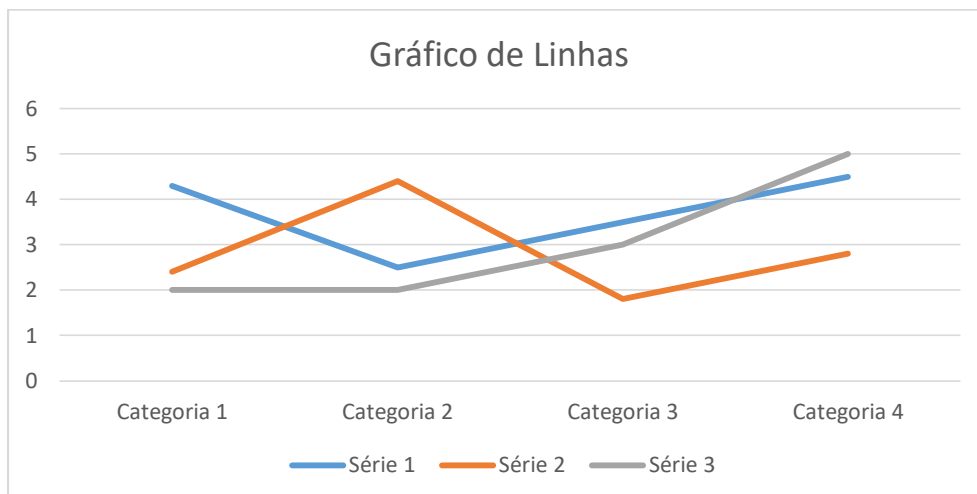


Fonte: Próprio autor

3.4.2.4 GRÁFICO DE LINHAS

O gráfico de linhas é mais indicado para reproduções temporais sendo assim conhecido como gráficos cronológicos. Sua construção é feita numa ordem crescente, colocando-se no eixo vertical (y) o e na abscissa (x). Este tipo de gráfico admite representar o maior número de grandezas, auxiliando a detecção e análise das tendências, podendo ser representado várias grandezas ao mesmo tempo no gráfico, conforme a figura 15.

Figura 15 – Gráfico de linha



Fonte: Próprio autor

3.5 MEDIDAS DESCRITIVAS

Uma outra forma de se abreviar os dados de uma variável qualitativa, além dos gráficos e tabelas, é exibi-los na forma de valores numéricos, denominados medidas descritivas. Estas medidas descritivas socorrem o diagnóstico do desempenho dos dados. Tais dados são originários de uma população ou de uma amostra, o que ordena uma descrição específica para cada caso.

3.5.1 MÉDIA ARITMÉTICA

A média aritmética M_a dos valores é o quociente entre a soma de todos os valores analisados, pelo número total de observações. Ela é utilizada em casos nos quais o rol numérico não apresenta nenhuma repetição. A média é dada por:

$$M_a = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + \dots + X_n}{n}$$

Segundo GUEDES, et al.(2005) cita a seguir, algumas propriedades da média aritmética: 1. a média é um valor calculado facilmente e depende de todas as observações; 2. é única em um conjunto de dados e nem sempre tem existência

real, ou seja, nem sempre é igual a um determinado valor observado;3. a média é afetada por valores extremos observados; 4. por depender de todos os valores observados, qualquer modificação nos dados fará com que a média fique alterada. Isto quer dizer que somando-se, subtraindo-se, multiplicando-se ou dividindo-se uma constante a cada valor observado, a média ficará acrescida, diminuída, multiplicada ou dividida desse valor.

3.5.2 MODA

A moda (M_o) é o valor que proporciona a maior frequência da variável entre os valores observados. Para o caso de valores individuais, a moda pode ser determinada imediatamente observando-se o rol ou a frequência absoluta dos dados.

O uso da moda é mais aconselhado quando se deseja alcançar, rapidamente, uma medida de tendência central. Um outro aspecto que favorece a utilização da moda é que seu valor não é afetado pelos valores extremos do conjunto de dados analisado.

3.5.3 MEDIANA

A mediana (M_d) é o valor que ocupa a posição central da série de observações de uma variável, em rol, dividindo o conjunto em duas partes iguais, ou seja, a quantidade de valores inferiores à mediana é igual à quantidade de valores superiores a mesma. Este procedimento pode tornar-se inadequado quando o conjunto de dados for composto por muitos elementos (GUEDES, et al.,2005).

Quando o número de dados é ímpar, o dado ocupa a posição central, caso o número de dados for par, a mediana será a média aritmética dos dois valores centrais que ocupam na ordem crescente ou decrescente.

4. METODOLOGIA

É importante descrever a realidade como é observada, e para isso, é fundamental o uso de uma ferramenta de registro de todas as atividades

desenvolvidas ao longo do trabalho, bem como as ações e emoções dos estudantes no cotidiano do processo de formação.

Neste capítulo apresento os procedimentos metodológicos que foram seguidos nesta pesquisa. Por isso, podemos entender as anotações observadas na sala de aula, por um lado, como todas as observações e reflexões que realizamos sobre expressões verbais e ações dos sujeitos, descrevendo-as, primeiro, e fazendo comentários críticos, em seguida, sobre as mesmas (TRIVINOS, 1987, p. 154).

A seguir, irei mostrar um relato embasado no uso da estatística descritiva cujo conceito diz que a Estatística é uma ciência cujo campo de aplicação estende-se a muitas áreas do conhecimento humano.

4.1 SUJEITO DA PESQUISA

Realizamos essa pesquisa na Escola Família Agrícola de Ibitirama- MEPES, com alunos da Segunda Série do Ensino Médio integrado ao Técnico em Agropecuária, onde é estabelecido a pedagogia da alternância, apesar de termos somente uma turma, foi muito satisfatório aplicar a mesma.

A escola possui laboratório de informática, onde algumas aulas foram dadas, utilizando tanto o espaço físico, como os materiais existentes na mesma.

Todas as aulas foram realizadas durante os meses agosto, setembro e outubro do ano de 2022, sendo efetivadas durante o processo de implementação da UEPS e atividades baseadas em equipes em sala de aula, acompanhados de reflexões sobre o método, especulações e possíveis explicações de situações confusas. Saliento que cada aula teve duração de 55 minutos com participação de em média 17 alunos.

4.2 TIPO DA PESQUISA

Em uma pesquisa tanto quantitativa, quanto qualitativa é importante analisar dados de uma determinada amostra, onde as informações serão expressas em termos numéricos ou não e serão tratadas e entendidas por meio do uso de estatística. A pesquisa quantitativa é, normalmente, derivada de uma hipótese que será testada, ela procura estudar os fenômenos de interesse da pesquisa em

educação tanto por estudos experimentais ou por medições objetivas e análise quantitativa.

De certa forma, apresento um relato embasado no uso da Estatística descritiva, cujo conceito diz que é a ciência que exhibe métodos próprios para recolher, proporcionar e explicar adequadamente conjuntos de dados, sejam eles numéricos ou não, assim sendo, a Estatística é o ramo da matemática que relaciona fatos e números em que há um conjunto de métodos que nos possibilita coletar dados e analisá-los, assim sendo provável realizar alguma interpretação deles. A estatística é dividida em duas partes: descritiva e inferencial.

A Estatística é uma ciência cujo palco de aproveitamento estende-se a muitas áreas do conhecimento humano, consentindo ampliar cálculos avançados e aplicações de processos aprimorados com possível efeito e agilidade Kelinger (1980, p. 353):

“Estatística é a teoria e método de analisar dados obtidos de amostras de observações com o fim de descrever populações, estudar e comparar fontes de variância, para ajudar a tomar decisões sobre aceitar ou rejeitar relações entre fenômenos e para ajudar a fazer inferências fidedignas de observações empíricas.

Segundo (MOREIRA, 2003 p. 14) a Estatística pode distinguir-se entre dois tipos, a descritiva e inferencial, a descritiva, como o próprio nome diz, tem como desígnio descrever o conjunto de dados obtidos através de tabelas com representações numéricas ou gráficos, procurando reduzir, de modo a tornar-se visualmente apresentável e entendível as informações. Ele ainda afirma, enquanto que a Estatística Descritiva é uma ferramenta que procura preparar e facilitar a manipulação dos dados, a Estatística Inferencial procura definir outro grande problema, com que se enfrenta, quem está analisando dados quantitativos: inferir características de uma população a partir de uma amostra da mesma.

4.3 ETAPAS E DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS, APLICAÇÃO DA UEPES E ATIVIDADES BASEADAS EM EQUIPES.

O desenvolvimento e aplicação da sequência, foram fundamentados na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, transcrita por Marco Antônio Moreira, nas orientações para elaboração de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), propostas por Marco Antônio Moreira (2011d), e Aprendizagem Significativa Baseada em Equipe, do inglês Team-Based Learning (TBL) e em resultados de pesquisas na área da Educação em Astronomia.

Tanto no desenvolvimento quanto na aplicação da UEPS, a intenção foi facilitar a aprendizagem significativa acerca das Considerações Históricas da Astronomia (Copérnico a Newton), Gravitação e Movimentos das Marés, ou seja, um entendimento do que é este fenômeno e uma aprendizagem dos conceitos físicos e astronômicos básicos envolvidos na sua descrição e explicação, de acordo com a visão científica.

Bem como, com o desígnio de natureza atitudinal, geramos momentos e ambientes que proporcionaram aos estudantes da segunda série do Ensino Médio uma experiência de aprendizagem não passiva, em que os mesmos puderam expressar livremente suas concepções iniciais e construíram seus conhecimentos a partir de uma reflexão e crítica destas concepções, efetuando eventuais revisões e mudanças nas mesmas, mediante a diferenciação progressiva e reconciliação integradora, no sentido de torná-las mais próximas das concepções científicas, levantando sempre o conhecimento prévio dos estudantes a principalmente a respeito das Considerações Históricas da Astronomia e seus principais personagens, Gravitação e o Movimento das Marés, suas possíveis causas e relações com fenômenos astronômicos.

Proporcionando aos estudantes momentos, interações, materiais, abordagens e as estratégias que possibilitem uma aprendizagem significativa, verificando possíveis indícios dessa aprendizagem de conteúdos e conceitos, tais como: configuração e movimentos no sistema Sol-Terra-Lua, força gravitacional e se houve aprendizagem nas atividades planejadas na Aprendizagem Baseadas em Equipes.

Podendo ainda, observar e avaliar as atitudes dos estudantes frente a uma abordagem não tradicional, interpretando sentimentos, atitudes, falas, intenções e seus significados no processo de ensino-aprendizagem, buscando indícios de ocorrência, ou não, de uma aprendizagem significativa e elementos que sirvam para um aprimoramento da UEPS.

4.3.1 A INTERVENÇÃO EM SALA DE AULA

Nessa parte, delibero uma noção do processo prático como um todo, apresentando de forma geral as atividades desenvolvidas em sala de aula e as etapas da UEPS.

Antes da intervenção em sala de aula, foi realizada a idealização da pesquisa em campo onde foi estabelecido as estratégias e os recursos que seriam utilizados no desenvolvimento deste estudo.

Toda intervenção realizada em sala de aula, ocorre em torno da UEPS onde aborda os conteúdos De Copérnico a Newton: O ensino de Gravitação e o Movimento das Marés para o Ensino Médio, que é composta de oito etapas, na seguinte sequência:

- 1- Apresentação da proposta de trabalho aos estudantes.
- 2- Levantamento através de uma pesquisa sobre os principais personagens da Astronomia e Mecânica Celeste e aplicação das atividades baseadas em equipes.
- 3- Situação problema, utilizada como Organizador Prévio;
- 4- Introdução aos conceitos e conteúdos formais sobre a Teoria Heliocêntrica e o Conceito das órbitas Elíptica.
- 5- Aprofundamentos dos Conceitos e Fenômenos Físicos relacionados às Leis de Kepler, Campo Gravitacional e Movimento Sol – Terra.
- 6- Abordagem dos conteúdos para apresentação de novos significados através de um formato integrador, com uso de ferramenta computacional, simuladores e aplicação da terceira atividade baseada em equipes.
- 7- Avaliação da Aprendizagem
- 8- Entrevista e Avaliação da Ueps.

Apresento o Quadro 03, resumo de todos os passos em cada etapa e a implementação das aulas através da UEPES.

ETAPAS	AULAS	CONTEÚDOS ABORDADOS	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS
		<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação da proposta de trabalho. • Apresentação da UEPS 	✓ A metodologia da UEPS e a Teoria da Aprendizagem significativa com atividades baseadas em equipes.

I	1	<ul style="list-style-type: none"> Entrega do Termo de Livre Consentimento e Esclarecimento. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pesquisa sobre personagens da Mecânica Celeste: Nicolau Copérnico, Johannes Kepler, Tycho Brahe e Isaac Newton.
II	2	<ul style="list-style-type: none"> Roda de prosa para discussão com Considerações Históricas no Ensino de Gravitação e os seus principais personagens da Mecânica Celeste. Externalização dos conhecimentos prévios. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Discussão do material apresentado pelos alunos. ✓ Disponibilização da Apostila sobre as Considerações Históricas da Astronomia, para leitura. ✓ Disponibilização da atividade individual, para casa, sobre Considerações Históricas da Astronomia no Ensino de Gravitação. (Questionário 1). ✓ Entrega do Termo de Autorização de Imagem.
III	3	<ul style="list-style-type: none"> Primeira aplicação do questionário Baseada em Equipes. Análise das resposta individuais e coletivas. Vídeo Órbitas dos Planetas e a Teoria Heliocêntrica https://drive.google.com/file/d/1sxlGSD_2Zlb2h4z8_H06NOq_YtZ9OXRa/view?usp=sharing 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entrega da atividade individual. ✓ Aplicação da Atividade Baseada em Equipes. ✓ Revisão de conteúdo analisando as respostas individuais e coletivas. ✓ Apresentação do vídeo como organizadores prévios
IV	4	<ul style="list-style-type: none"> Abordagem conceitual do conteúdo da 1ª Lei de Kepler, através do simulador planetário. A contextualização do conteúdo abordado da 1ª Lei de Kepler. Vídeo Órbitas dos Planetas https://drive.google.com/file/d/1s 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Simulação computacional sobre os planetas e suas orbitas. https://www.solarsystemscope.com/ ✓ Disponibilização de atividade para casa e ser entregue na próxima aula. (Questionário 2) ✓ Apresentação do vídeo como conclusão da

		xlGSD_2Z1b2h4z8_H06NOq_Yt_Z9OXRa/view?usp=sharing	contextualização das órbitas elípticas.
V	5	<ul style="list-style-type: none"> • Contextualização e aplicabilidades da 2ª e 3ª Leis de Kepler (Lei das Áreas E Lei dos Períodos) • Releitura em conjunto, das apostilas que foram entregues. • Apresentação de exemplos relacionados das Leis de Kepler. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entrega do Questionário 2. ✓ Disponibilização da apostila contendo da 2ª e 3ª Leis de Kepler (Lei das Áreas E Lei dos Períodos) para leitura ✓ Disponibilização da Atividade Individual sobre a 2ª e 3ª Leis de Kepler e realização da mesma. (Questionário 3). ✓ Entrega atividade individual.
VI	6	<ul style="list-style-type: none"> • Segunda aplicação do questionário de forma coletiva. • Análise das respostas individuais e coletivas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aplicação da Atividade Baseada em Equipes. ✓ Revisão de conteúdo analisando as respostas individuais e coletivas.
VI	7	<ul style="list-style-type: none"> • Externalização dos conhecimentos prévios sobre Gravitação. • Abordagem conceitual de Gravitação, logo apresentação em slides da Lei da Gravitação Universal, com oportunidade de intervenção durante a apresentação. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Disponibilização da Apostila sobre a Lei da Gravitação Universal para leitura e discussão na sala de aula. ✓ Disponibilização da Atividade individual sobre o tema, resolução e correção da mesma. ✓ Disponibilização da Apostila sobre Efeito das Marés para leitura em casa.
VI	8	<ul style="list-style-type: none"> • Fases da Lua • Efeito das Marés • Influência do Sol e da Lua 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Simulador computacional a Lua e o Sol e o comportamento da Terra. https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_pt_BR.html.

		<ul style="list-style-type: none"> • Período de Oscilação das Maré 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Vídeo A Influência da Lua nas das Marés https://drive.google.com/file/d/1u1A0oz-aTu8HtJAcliZ1IDoEIQgOH8nR/view?usp=sharing ✓ Questionário das perguntas motivadoras.
VI	9	<ul style="list-style-type: none"> • Análise das respostas Do Questionário das perguntas motivadoras. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entrega do Questionário das perguntas motivadoras ✓ Revisão de conteúdo analisando as respostas.
VII	10 E 11	<ul style="list-style-type: none"> • Revisão de todos conteúdos abordados: História da Astronomia, Leis de Kepler, Gravitação Universal e Efeito das Marés 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aplicação de 03 Testes conceituais envolvendo todos os assuntos abordados com grau de dificuldades do menor para o maior. ✓ Avaliação da aprendizagem de conteúdos por meio de anotações em um diário de implementação das observações realizadas em todas as atividades propostas pela UEPS e pela análise de conteúdo realizada nas aplicações de questionários.
VIII	12	Avaliação da UEPS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entrevista coletiva semiestruturada: Quais as questões básicas?

Etapa 1 - Apresentação da proposta de trabalho aos estudantes

Com a finalidade de estimular a participação dos estudantes, despertando o interesse dos mesmos pelo assunto foi feita uma apresentação em slides da proposta de trabalho e dos objetivos a serem alcançados. Com ênfase na importância de que os objetivos educacionais sejam notórios por todos os envolvidos no processo é dado por Zabala ao falar "sobre sequência didática:

[...] 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, 1998).

Na primeira aula, apresentei o tema e a proposta do trabalho de pesquisa aos estudantes com exposição em slide, num formato bem definido e com sequência bem específica, oportunizando sempre a participação dos estudantes, tanto com perguntas quanto com sugestões. Elucide um pouco sobre as atividades diversificadas propostas na UEPS, levando em consideração a Teoria de Aprendizagem significativa e atividades baseadas em equipes, mostrando-lhes a importância da participação e empenho deles nesse trabalho, para a melhoria da qualidade do ensino. Tomei o cuidado de não falar muito sobre os conteúdos que serão estudados, para não influenciar no levantamento das concepções iniciais.

Os estudantes receberam com entusiasmo e curiosidade, demonstrando uma boa predisposição em participar desse projeto, bem como, foi entregue aos mesmos o Termo de Autorização do Uso de Imagem e Depoimento, conforme figura 16 sendo orientados a levarem para casa, devolvendo na próxima aula, devidamente assinado pelos pais e/ou responsáveis. Após explanação da proposta e entrega do termo, propus uma pesquisa sobre os fatos históricos dos principais personagens da Mecânica Celeste tais como: Nicolau Copérnico, Johannes Kepler, Tycho Brahe e Isaac Newton. Enfatizei que a pesquisa deveria ser entregue por escrito na próxima aula.

Lembrando que durante toda explanação foi dada oportunidade de tirar dúvidas. Esta aula teve duração de 55 minutos.

Figura 16 -Foto da Autorização de Imagem e Depoimento

The image shows three identical authorization forms from the Universidade Federal do Espírito Santo, Pro-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Centro Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Each form is titled 'AUTORIZAÇÃO DO USO DE IMAGEM E DEPOIMENTO' and contains the following text:

Eu, Luciana Lima de Moraes, RG MG-24.366.860, CPF 156.933.952-91, residente em Av/Rua Paulista, nº 100, Bairro Ititirama, no município de Ititirama, autorizo a professora da Escola Família Agrícola de Ititirama-ES, ALLINNE VEZULA MATEVELI GONZAGA, a utilizar minha imagem no, projeto de pesquisa, publicação de trabalhos e dissertação de mestrado. Declaro que estou de acordo com os termos, sem que isto acarrete qualquer ônus a escola citada e ao referido professor, desde que as fotografias não sejam utilizadas em outros materiais que não sejam os discriminados acima. Pelo presente, firmo o acima descrito.

Assinatura do responsável: Luciana Lima de Moraes

The second form is signed by Luciana Lima de Moraes, RG MG-25.094.599, CPF 196.929.197-28, residente em Av/Rua Paulista, nº 100, Bairro Ititirama, no município de Ititirama, autorizo a professora da Escola Família Agrícola de Ititirama-ES, ALLINNE VEZULA MATEVELI GONZAGA, a utilizar minha imagem no, projeto de pesquisa, publicação de trabalhos e dissertação de mestrado. Declaro que estou de acordo com os termos, sem que isto acarrete qualquer ônus a escola citada e ao referido professor, desde que as fotografias não sejam utilizadas em outros materiais que não sejam os discriminados acima. Pelo presente, firmo o acima descrito.

Assinatura do responsável: Luciana Lima de Moraes

The third form is signed by Luciana Lima de Moraes, RG MG-25.971.708, CPF 195.491.917-28, residente em Av/Rua Paulista, nº 100, Bairro Ititirama, no município de Ititirama, autorizo a professora da Escola Família Agrícola de Ititirama-ES, ALLINNE VEZULA MATEVELI GONZAGA, a utilizar minha imagem no, projeto de pesquisa, publicação de trabalhos e dissertação de mestrado. Declaro que estou de acordo com os termos, sem que isto acarrete qualquer ônus a escola citada e ao referido professor, desde que as fotografias não sejam utilizadas em outros materiais que não sejam os discriminados acima. Pelo presente, firmo o acima descrito.

Assinatura do responsável: Luciana Lima de Moraes

Fonte: Próprio Autor

Etapa 2 - Levantamento através de uma pesquisa sobre os principais personagens da Astronomia e Mecânica Celeste e aplicação das atividades baseadas em equipes.

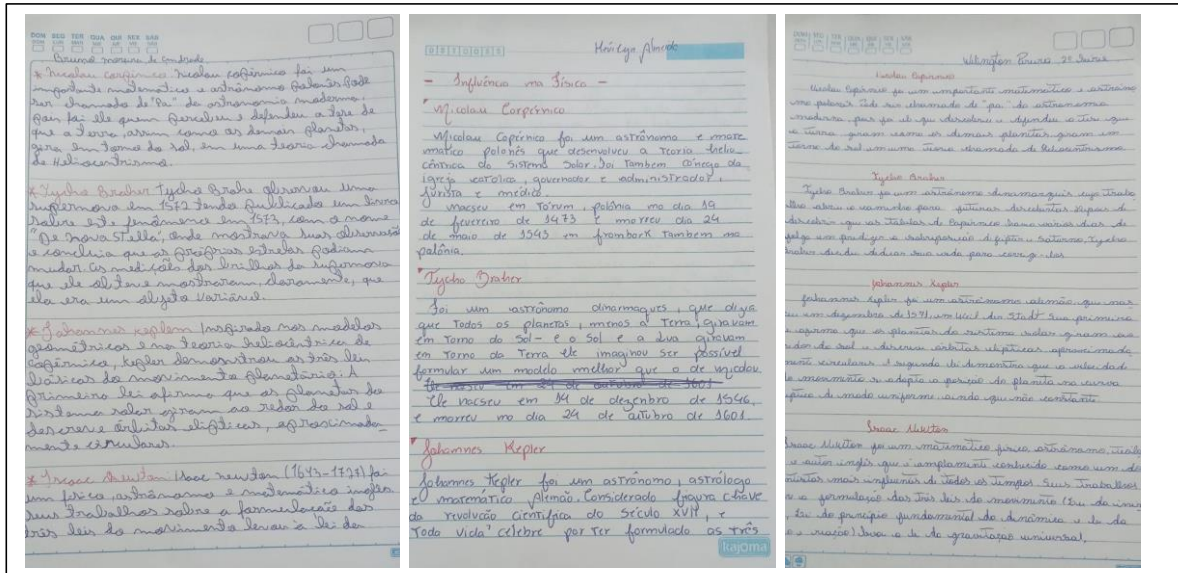
No início desta aula 02, foi recolhido o termo de Consentimento de Participação e Imagem, logo os alunos foram colocados em círculo para “Roda de Prosa”, com a finalidade de conhecer as concepções espontâneas ou conhecimentos prévios dos estudantes acerca de dos principais personagens da Astronomia e Mecânica Celeste, pois na aula anterior pedimos aos estudantes que trouxessem uma pesquisa sobre os personagens: Nicolau Copérnico, Tycho Brahe, Johannes Kepler e Issac Newton e seus principais feitos, onde foi feito análise da pesquisa feita, externalizando os conhecimentos prévios.

Houve um bato papo muito produtivo, pois muitos nunca tinham ouvido falar nos personagens da mecânica celeste e qual a sua importância para ciências e principalmente no ensino de gravitação.

Após a discussão, foi disponibilizado o material para leitura das Considerações Históricas da Astronomia e no Ensino de gravitação com ênfase nos

principais personagens da Mecânica Celeste. Antes do término da aula, foi entregue aos alunos, o Questionário 01 (Considerações Históricas da Astronomia no Ensino de Gravitação) que será respondido individualmente em casa para trazer na próxima aula. Essa aula teve duração de 55 min.

Figura 17 - Foto da Pesquisa sobre os principais personagens da Mecânica Celeste



Fonte: Próprio autor

Etapas 3 - Situação problema, utilizada como Organizador Prévio;

Para produzirmos um levantamento formal das concepções iniciais dos estudantes, antes de iniciarmos aplicação dos organizadores prévios, realizamos assim um momento de análise e reflexão sobre os resultados da primeira aplicação do Questionário 01 tanto na forma individual, quanto na forma coletiva.

Logo nos primeiros minutos da aula 03, foi recolhido o Questionário 01 que foi entregue na aula anterior, em seguida os alunos foram separados em grupos 04 pessoas conforme figura 18, onde receberam o mesmo questionário que tinha levado para casa, sendo ele com 04 questões e 04 alternativas de resposta, junto com o questionário receberam, também, um gabarito plastificado, onde irão raspar a alternativa que escolherem.

Foi explicado que o processo de marcação de resposta é similar ao uso de bilhetes de premiação instantânea, conhecida como “raspadinha” e a resposta considerada correta pela equipe é marcada na grade raspando o material que cobre a alternativa escolhida, se a resposta escolhida for a correta, aparecerá uma marca

vermelha, mas se estiver errada, o grupo deverá discutir uma nova alternativa até encontrar a resposta certa. Dada todas as instruções, os alunos tiveram 30 minutos para efetuarem a primeira atividade baseada em equipes e devolver cada grupo sua atividade.

Após a finalização desta atividade, os alunos receberam a atividade individual devidamente corrigida e logo começamos as análises das respostas e comparação das mesmas. Essa análise e discussão foi feita no quadro, foi analisado e discutido cada questão, comparando as respostas do questionário individual juntamente com as respostas do questionário coletivo.

Após a análise desses dados e com a finalidade de funcionar como organizador prévio, propõe-se um vídeo sobre as Órbitas dos Planetas a para levantamos uma discussão no grande grupo, com a finalidade de conhecer as concepções dos estudantes sobre o tema e provocar algumas dúvidas, nesse momento, não apresentamos ainda respostas prontas.

Os organizadores prévios, conforme recomenda Ausubel, são materiais introdutórios que devem ser apresentados antes do assunto a ser aprendido, funcionando como ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que deve saber. Essa aula teve duração de 1 hora e 50 minutos.

Figura 18 - Foto dos alunos realizando atividades em equipes



Fonte: Próprio autor

Etapa 4 - Introdução aos conceitos e conteúdos formais sobre a Teoria Heliocêntrica e o Conceito das órbitas Elípticas.

Nesta etapa apresentamos alguns conteúdos introdutórios e para ajudar na introdução desses conteúdos, usamos vídeos e simuladores conforme Figura 19, são eles:

- Teoria heliocêntrica, conceitos fundamentais, menção dos principais autores.

- 1ª Lei de Kepler.

- Simulação computacional sobre os planetas e suas orbitas.
<https://www.solarsystemscope.com/>

- Vídeo Órbitas dos Planetas
https://drive.google.com/file/d/1sxIGSD_2Zlb2h4z8_H06NOq_YtZ9OXR_a/view?usp=sharing

Nesta aula 04, foi o dia de levar os alunos ao laboratório de informática. Logo cada um escolheu seu computador e com as orientações do professor, após receberem o link de acesso, foram conectando com o Simulador Planetário e assim, foi sendo instruídos como usarem, sem interferir em suas capacidades de manejá-lo, mesmo que nunca tenham visto.

No decorrer de 20 e 30 minutos, os alunos foram passeando pelo site, descobrindo as órbitas de cada planeta, observando que elas são elípticas e não redondas, conseguiram descobrir a distância que cada um tem do Sol, bem como o tamanho que cada um tinha.

Após essa intervenção, foi abordado o conceito da 1ª Lei de Kepler, através de um vídeo “Órbitas Elípticas dos Planetas”, que teve duração de 07 minutos, bem como alguns informações acrescentadas ao vídeo durante a apresentação.

Depois do término do vídeo, houve alguns questionamentos e observações feitas pelos próprios alunos e já no finalzinho da aula, foi entregue aos mesmos o Questionário 02 (Atividades sobre a 1ª Lei de Kepler), onde foi instruído a responder em casa e trazer na aula seguinte. Essa aula teve duração de 55 minutos.

Figura 19 - Fotos dos alunos usando o Simulador e assistindo o Vídeo das órbitas dos Planetas



Fonte: Próprio Autor

Etapa 5 - Aprofundamentos dos Conceitos e Fenômenos Físicos relacionados às Leis de Kepler, Campo Gravitacional e Movimento Sol – Terra.

Nesta etapa apresentamos os seguintes conteúdos:

- 2ª Lei de Kepler (Lei das Áreas)
- 3ª Lei de Kepler (Lei dos Períodos)

Após a devolução do questionário 02 que os alunos levaram para casa, foi entregue aos mesmos, um material que continha os conceitos da 2ª e 3ª Leis de

Kepler. Depois da entrega desse material, fiz um levantamento prévio sobre essas leis, de forma rápida, fazendo algumas perguntas relacionadas ao tema, sem muitos questionamentos e afirmações, os mesmos foram instruídos a fazerem a leitura individual desse material conforme a Figura 20, dando um tempo de 20 minutos, passando esse tempo, distribui aos alunos o Questionário 03 (Atividades sobre a 2ª e 3ª Leis de Kepler) que foi respondido de forma individual e entregue antes do término da aula, faltando ainda uns minutos para a finalização da aula, foi feita uma pequena explanação do assunto com a releitura do material de forma conjunta e logo fiz apresentação de alguns exemplos. Essa aula teve duração de 1 hora e 50 minutos.

Figura 20 - Fotos dos Alunos realizando atividade individual



Fonte: Próprio Autor

Etapa 6 - Abordagem dos conteúdos para apresentação de novos significados através de um formato integrador, com uso de ferramenta computacional, simuladores e aplicação da segunda atividades baseada em equipes.

Neta etapa foi constituída por quatro momentos de aulas que abordaram conteúdos externalizarem os objetivos, apresentando novos significados, através de um formato que integrou o aluno com uma ferramenta de muita importância para novos conhecimentos, quais são:

- Segunda aplicação das Atividades Baseadas em Equipes.

- Gravitação
- Lei de Gravitação
- Fases da Lua
- Efeito das Marés
- Influência do Sol e da Lua
- Período de Oscilação das Maré

- Simulador computacional a Lua e o Sol e o comportamento da Terra.
https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_pt_BR.html.

- Vídeo A Influência da Lua nas das Marés
<https://drive.google.com/file/d/1u1A0oz-aTu8HtJAcliZ1IDoEIQgOH8nR/view?usp=sharing>

Na aula 06, foi recolhido o questionário 03 que foi entregue na aula anterior, em seguida os alunos foram separados em grupos 05 pessoas conforme Figura 21, onde receberam o mesmo questionário que tinha levado para casa, sendo ele com 03 questões e 04 ou 05 alternativas de resposta, junto com o questionário receberam, também, um gabarito plastificado, onde irão raspar a alternativa que escolherem.

Foi explicado que o processo de marcação de resposta é similar ao uso de bilhetes de premiação instantânea, conhecida como “raspadinha” e a resposta considerada correta pela equipe é marcada na grade raspando o material que cobre a alternativa escolhida, se a resposta escolhida for a correta, aparecerá uma marca verde, mas se estiver errada, o grupo deverá discutir uma nova alternativa até encontrar a resposta certa.

Dada todas as instruções, os alunos tiveram 30 minutos para efetuarem a segunda atividade baseada em equipes e devolver cada grupo sua atividade. Após a finalização desta atividade, os alunos receberam a atividade individual devidamente corrigida e logo começamos as análises das respostas e comparação das mesmas. Essa análise e discussão foi feita no quadro, foi analisado e discutido cada questão, comparando as respostas do questionário individual juntamente com as respostas do questionário coletivo. Essa aula teve duração de 55 minutos.

Figura 21 - Fotos dos alunos fazendo atividades em Equipes



Fonte: Próprio autor

Na aula 07, começamos a conversa com levantamento prévio sobre gravitação, fiz algumas perguntas relacionadas ao tema com duração de aproximadamente de 10 minutos, após esse levantamento prévio, entregamos aos alunos um material sobre Gravitação que define de forma conceitual do tema que foi discutido e explanado em slides, bem como fiz resolução de exemplos no quadro.

Apresentamos aos alunos a Lei da Gravitação Universal, trazendo em memória algumas colocações. Após essa explanação e explicação dos exemplos no quadro, distribui aos menos uma Atividade de Gravitação, com somente 01 questão, onde responderam na sala de aula e daí fizemos a correção desta atividade no quadro. Antes do término da aula, disponibilizei aos alunos um material relacionado ao Efeito das Marés para leitura. Essa aula teve duração de 55 minutos.

Na aula 08, começamos com levantamento prévio sobre Efeito da Marés, conforme Figura 23, onde os alunos haviam levado para casa, um material relacionado com o tema para leitura individual, para isso pedi aos mesmos que fizessem um desenho que mostrasse como acontecia o efeito das marés na Terra.

Depois de 30 minutos, os alunos entregaram esse desenho com base naquilo que haviam lido anteriormente e começamos a discussão sobre as fases da Lua, a influência do sol e da Lua e o período de oscilação das marés através de um Simulador computacional a Lua e o Sol e o comportamento da Terra. <https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and->

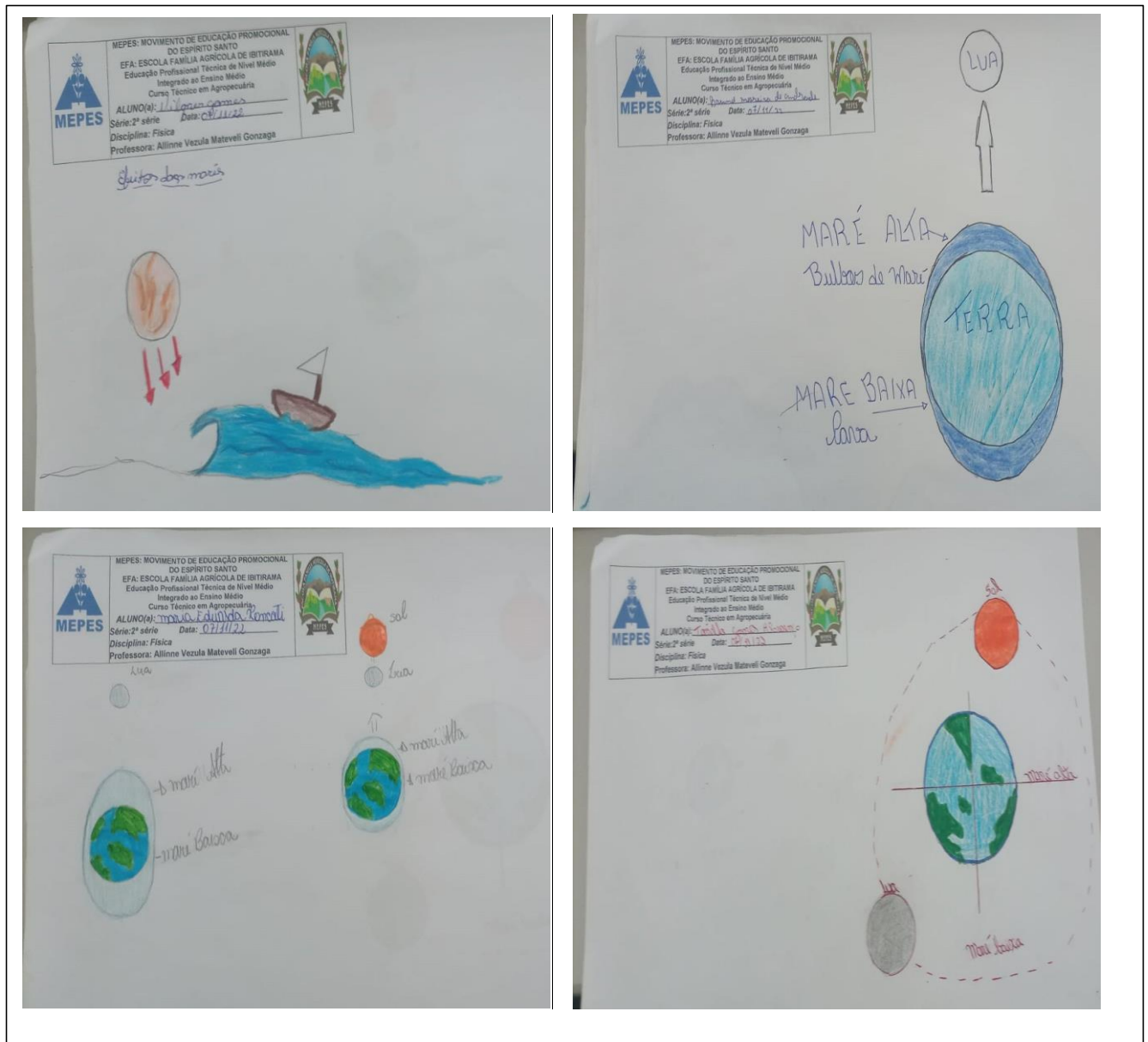
orbits_pt_BR.html. Bem como, passamos um Vídeo A Influência da Lua nas das Marés <https://drive.google.com/file/d/1u1A0oz-aTu8HtJAcliZ1IDoEIQgOH8nR/view?usp=sharing>. Conforme Figura 22.

Após apresentação dos simuladores e do vídeo, foi entregue aos alunos as perguntas que motivaram a efetivação desse trabalho para que respondam de forma individual, que são: Por que a água no mar não entorna? O por quê das marés altas e baixas?. Esta aula teve duração de 1 hora e 50 minutos.

Figura 22 - Foto dos alunos usando o simulador e vendo o vídeo



Figura 23 - Foto do levantamento prévio sobre Efeito da Marés



Efeito das Marés que foi entregue na aula anterior, em seguida os alunos foram separados em grupos, onde receberam o mesmo questionário que tinha levado para casa, onde tiveram 30 minutos para responderem de forma coletiva, após esse tempo, foi recolhido os mesmos e feito a análise das resposta individuais e coletivas, essa análise não foi feita de forma como no TBL, esta aula teve duração de 55 minutos.

Etapa 07 - Avaliação da Aprendizagem

Para avaliar a aprendizagem, primeiramente foi feito uma revisão de todos os conteúdos relacionados a esse trabalho, tais como:

- Considerações Históricas de Copérnico a Newton.
- 1ª Lei de Kepler.
- 2ª Lei de Kepler.
- 3ª Lei de Kepler.
- Gravitação Universal.
- Fases da Lua.
- Efeito das Marés.
- Período de Oscilação das Marés.

Essa revisão aconteceu na aula 10 com duração de 55 minutos, com debates, discussão dos temas, resolução de atividades e ao final foram tiradas as dúvidas dos alunos.

Na aula 11 foi entregue aos alunos, de forma gradativa, os 03 testes conceituais que foram respondidos pelos mesmos. De maneira que iam acabando um teste, era entregue o outro, lembrando que o grau de dificuldade iam aumentando de teste para teste. Essa aula teve duração de 55 minutos.

Etapa 08 - Entrevista e Avaliação da Ueps.

Para uma avaliação geral da UEPS, optamos por uma entrevista coletiva, seguindo um roteiro de perguntas conforme as figuras 24 – 28, com características de uma entrevista focalizada e parcialmente estruturada. Esse tipo de entrevista, entre outras, possuem as seguintes características:

Pode caracterizar-se como informal quando se distingue da simples conversação apenas por ter como objetivo básico a coleta de dados. Pode ser focalizada quando, embora livre, enfoca tema bem específico, cabendo ao entrevistador esforçar-se para que o entrevistado retome ao assunto após alguma digressão. Pode ser parcialmente estruturada, quando é guiada por relação de pontos de interesse que o entrevistador vai explorando ao longo de seu curso. Pode ser, enfim, totalmente estruturada quando se desenvolve a partir de relação fixa de perguntas. (GIL, 202, p. 117, grifo do autor).

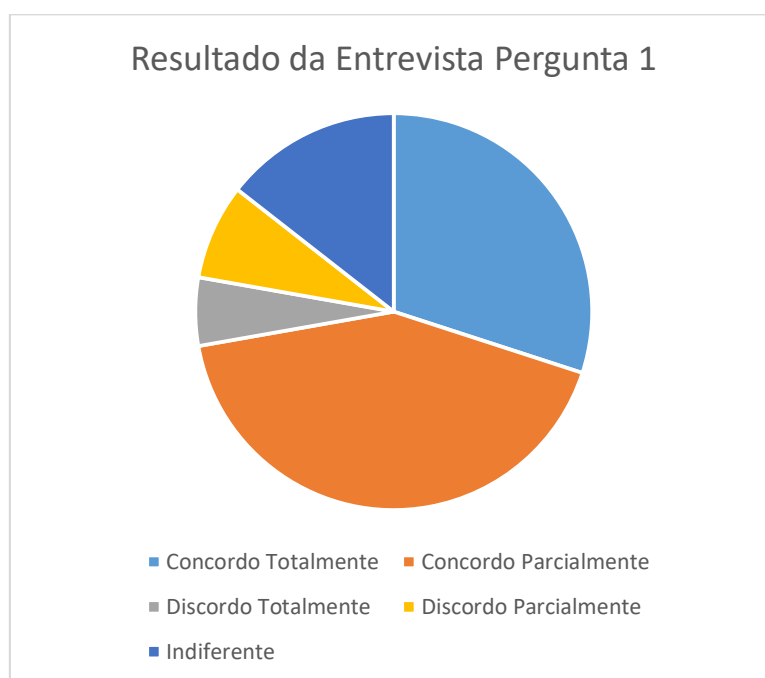
A entrevista aconteceu na sala de aula, onde haviam um roteiro com perguntas, que foram apresentadas em slides e receberam um gabarito para assinalarem 05 respostas, a medida do possível, buscamos um ambiente sem muitas formalidades, em que os estudantes pudessem sentir-se confortáveis e à vontade para expressarem seus sentimentos, impressões e opiniões acerca dos conteúdos, da forma com que esses foram abordados e do que aprenderam no processo. A transcrição de algumas falas dos estudantes durante as duas entrevistas coletivas podem ser informadas nos resultados.

Nesta entrevista coletiva os alunos deveriam assinalar as seguintes respostas:

- 1 – Concordo totalmente
- 2 – Concordo parcialmente
- 3 – Discordo totalmente
- 4 – Discordo parcialmente
- 5 - Indiferente

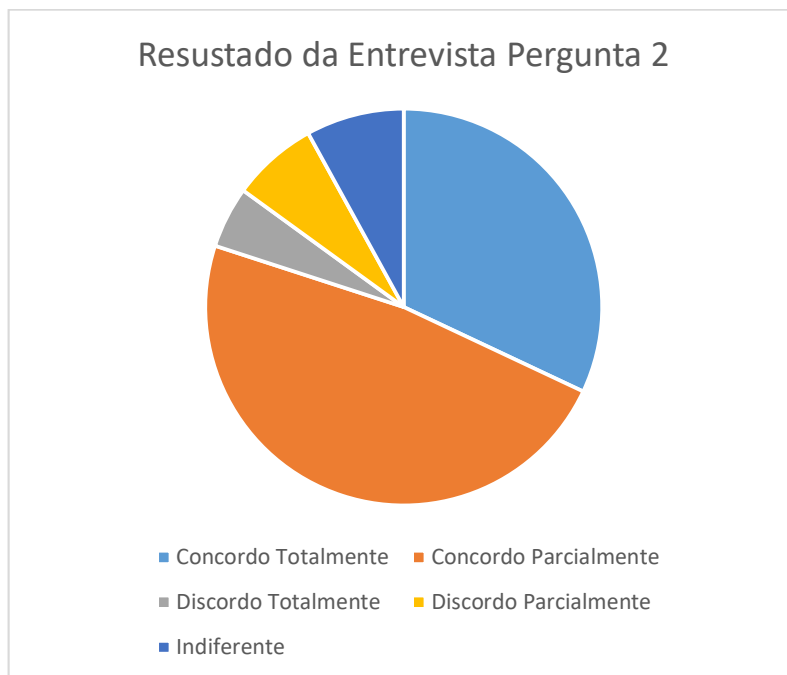
A seguir o demonstrativo através dos gráficos das perguntas feitas e respostas dadas aos alunos.

Figura 24 – Pergunta 1 -O que vocês acharam da sequência das aulas?



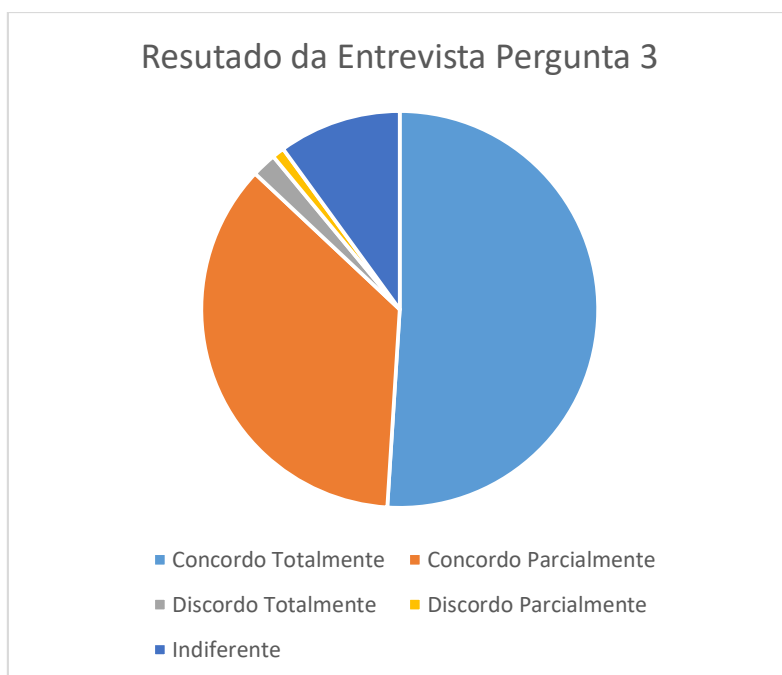
Fonte: Próprio autor

Figura 25 – Pergunta 2 - O produto utilizado contribuiu para o seu aprendizado?



Fonte: Próprio Autor

Figura 26 – Pergunta 3 - Os conteúdos abordados, o grau de dificuldade e a linguagem utilizada foi adequada para uma compreensão satisfatória?



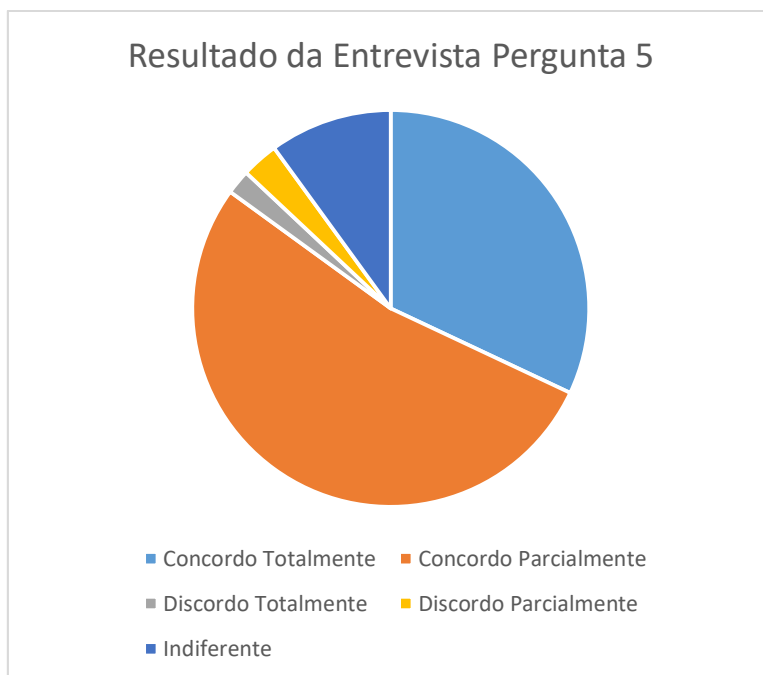
Fonte: Próprio autor

Figura 27 – Pergunta 4 - O conteúdo sobre o Fenômeno das Marés foi importante para sua aprendizagem?



Fonte: Próprio Autor

Figura 28 – Pergunta 5 - O processo de avaliação que foi utilizado, permitiu superar suas dificuldades?



Fonte: Próprio Autor

5. ANÁLISE E DISCUÇÃO DE DADOS

Neste capítulo, apresento um relato embasado no uso da Estatística descritiva, onde é o ramo da matemática que relaciona fatos e números em que há um conjunto de métodos que nos possibilita coletar dados e analisá-los, assim sendo provável realizar alguma interpretação deles. A estatística é dividida em duas partes: descritiva e inferencial. Em geral a estatística está vinculada em interpretações equivocadas e muitas vezes errôneas. Em sua profundidade, a Estatística é a ciência que exhibe métodos próprios para recolher, proporcionar e explicar adequadamente conjuntos de dados, sejam eles numéricos ou não. Pode-se dizer que seu alvo é o de exibir informações sobre dados em julgamento para que se tenha maior abrangência dos fatos que os mesmos concebem. A Estatística subdivide-se em três áreas: descritiva, probabilística e inferencial. A estatística descritiva, como o próprio nome já diz, se atenta em expor os dados. A estatística inferencial, baseada na teoria das probabilidades, se atenta com a análise destes dados e sua explicação. A palavra estatística tem mais de um sentido, sendo que no individual se refere à teoria estatística e ao método pelo qual os dados são estudados enquanto que, no plural, se refere às estatísticas descritivas que são medidas obtidas de dados selecionados. A estatística descritiva, cujo objetivo básico é o de sintetizar uma variedade de valores de mesma natureza, admitindo dessa forma que se tenha uma visão geral da mudança desses valores, estabelece e apresenta os dados de três maneiras: por meio de tabelas, de gráficos e de medidas descritivas. A tabela é um quadro que abrevia um conjunto de restrições, enquanto os gráficos são formas de apresentação dos dados, cujo objetivo é o de produzir uma impressão mais rápida e viva do acontecimento em estudo. Para ressaltar as tendências características observadas nas tabelas, isoladamente, ou em comparação com outras, é necessário expressar tais tendências através de números ou estatísticas (GUEDES et al.,2005).

Saliento que os dados analisados referem-se as Atividades Baseadas em Equipes e os Testes conceituais realizados no final da aplicação da UEPS, após revisão de conteúdos.

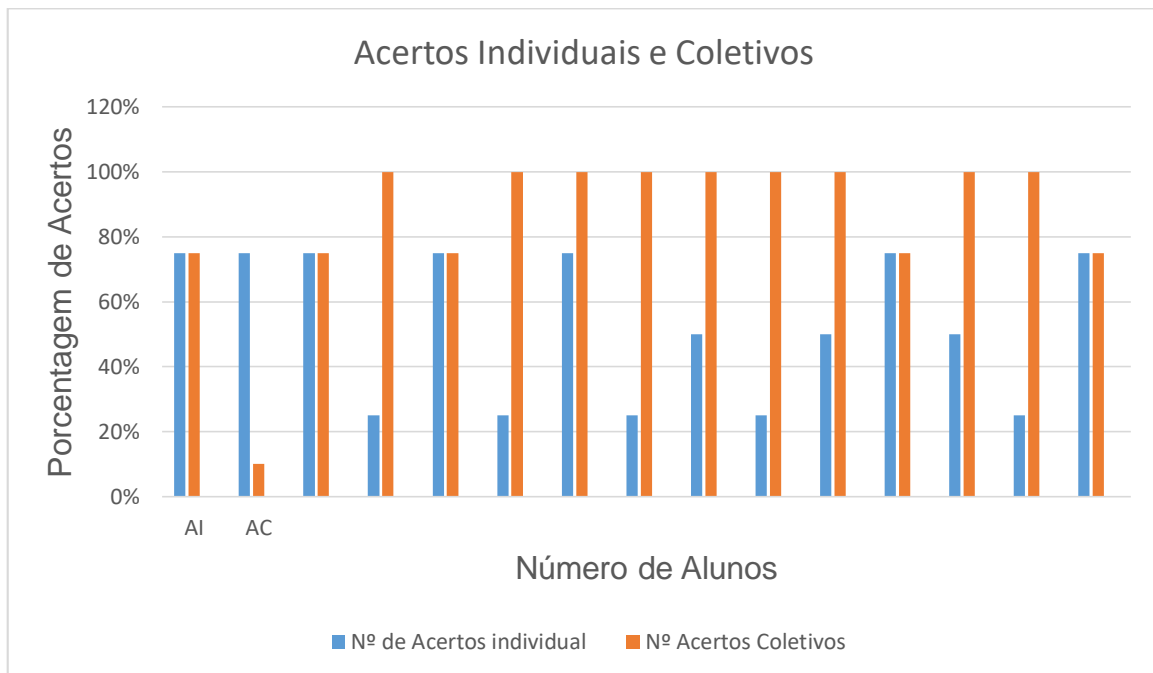
5.1 ATIVIDADE BASEADAS EM EQUIPES

No decorrer das aulas foram aplicados três questionários com atividades baseada em equipes, onde primeiramente os alunos realizavam a atividade de forma individual, e na aula seguinte a mesma atividade foi realizada em equipes, saliento que as equipes foram as mesma desde a primeira aplicação.

1º Teste – Este primeiro teste, dado como Questionário 01, foi composto de 04 questões de múltipla escolha, onde 15 alunos realizaram de forma individual, onde a média de acertos foi 53,33%, sendo que esta mesma atividade realizada de forma coletiva a média de acerto foi de 91,66%. Tivemos uma mediana individual de 50% e coletiva de 100% e a Moda individual de 75% e coletiva de 100% conforme Figura 29 abaixo.

Lembramos que no teste coletivo o aluno raspa a alternativa no cartão de correção instantânea após consenso entre o grupo, caso a resposta esteja certa aparecerá a letra em vermelho, caso esteja errada o grupo debate para marcar outra alternativa, sendo que cada alternativa errada o grupo perde 25% da pontuação.

Figura 29 – Gráfico dos Acertos Individuais e Coletivos do Teste 1



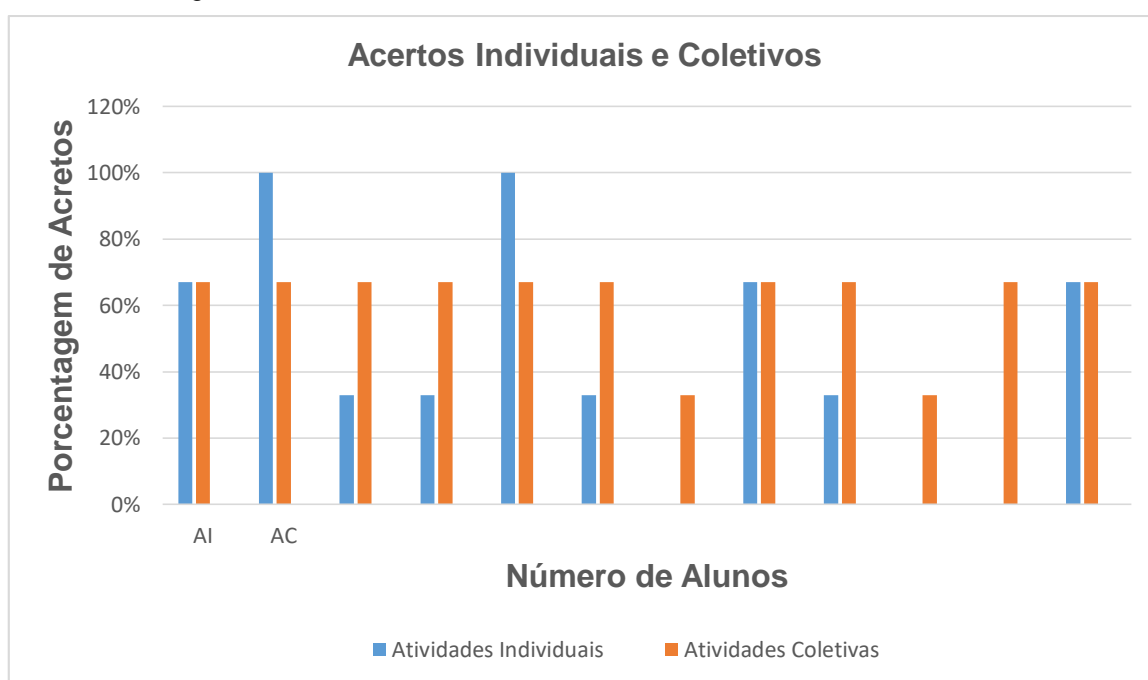
Fonte: Próprio Autor

Observamos que durante a discussão em grupo, houve participação dos alunos, onde os mesmos deram suas opiniões que a princípio foi de grande valia, pois os resultados foram satisfatório. Com base nos dados houve um grande aumento no número de acertos quando comparados ao teste individual.

2º Teste - Este segundo teste, dado como Questionário 03, foi composto de 03 questões de múltipla escolha, onde 12 alunos realizaram de forma individual, onde a média de acertos foi 44,41%, sendo que esta mesma atividade realizada de forma coletiva a média de acerto foi de 61,33%. Tivemos uma mediana individual de 33% e coletiva de 67% e a Moda individual de 33% e coletiva de 67% conforme Figura 30 abaixo.

Vale lembrar, que no teste coletivo o aluno raspa a alternativa no cartão de correção instantânea após consenso entre o grupo, caso a resposta esteja certa aparecerá a letra em vermelho, caso esteja errada o grupo debate para marcar outra alternativa, sendo que cada alternativa errada o grupo perde 33,33% da pontuação.

Figura 30 – Gráficos dos Acertos Individuais e Coletivos do Teste 2



Fonte: Próprio Autor

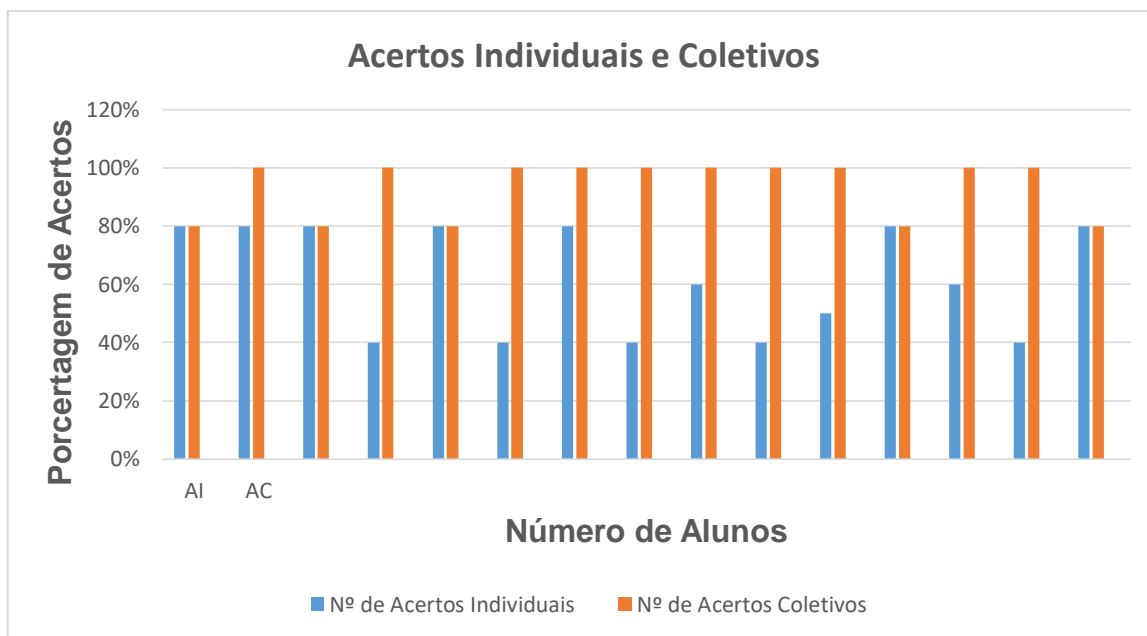
Notamos uma certa dificuldade na realização deste teste, onde tivemos 03 alunos obtiveram 0% de acertos, observamos que durante a discussão em grupo, houve participação dos alunos, onde os mesmos deram suas opiniões que a princípio foi de grande valia, pois os resultados foram suficientes, pois passaram da média necessária. Com base nos dados, houve um pequeno aumento no número de acertos quando comparados ao teste individual.

5.2 QUESTIONÁRIO EFEITO DAS MARÉS

3º Teste – Este terceiro teste, dado como Efeito da Marés, foi composto de 05 questões discursiva, onde 15 alunos realizaram de forma individual, onde a média de acertos foi 62,66%, sendo que esta mesma atividade realizada de forma coletiva a média de acerto foi de 93,33%. Tivemos uma mediana individual de 60% e coletiva de 100% e a Moda individual de 80% e coletiva de 100% conforme Figura 31 abaixo.

Lembramos que este teste não é o TBL, mas analisamos as respostas individuais e coletivas, sendo que cada alternativa errada o grupo perde 20% da pontuação.

Figura 31 – Gráfico dos Acertos Individuais e Coletivos do Efeito das Marés



Fonte: Próprio Autor

5.3 TESTES CONCEITUAIS

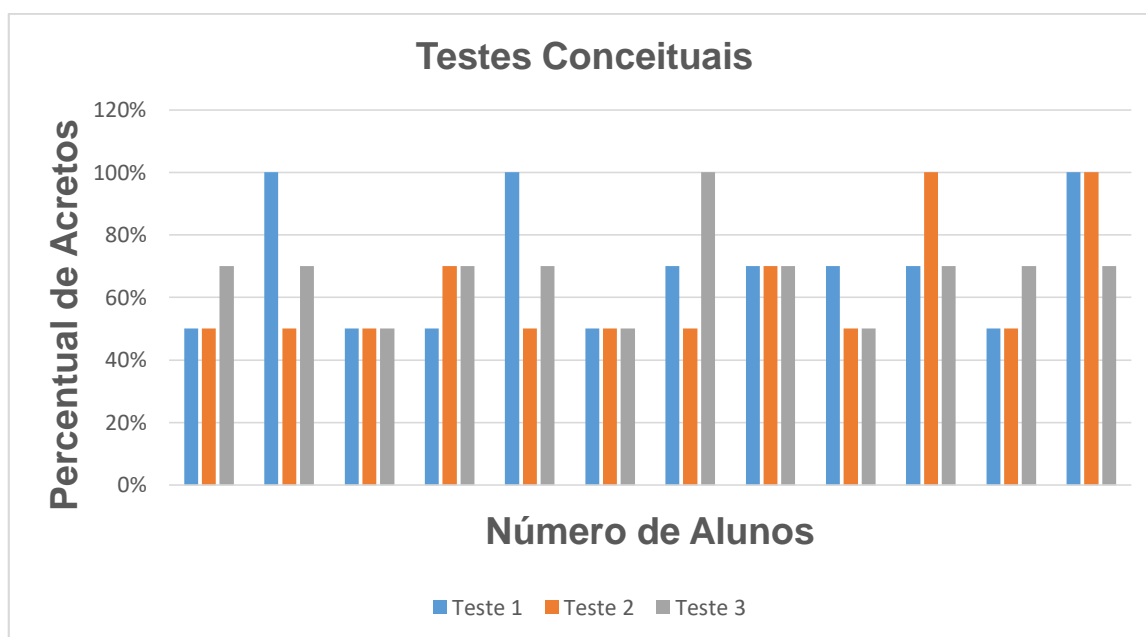
Na fase final da aplicação da UEPS, foi realizada uma revisão de todos os conteúdos abordados na sequência e para analisar se houve aprendizagem significativa foi realizado 03 testes conceituais onde os mesmos, de forma gradativa, Obtinham grau de dificuldades diferentes um do outro.

Teste 1 - O primeiro teste conceitual, foi composto de 03 questões de múltipla escolha, onde 12 alunos realizaram de forma individual, onde a média de acertos foi 69,16%. Tivemos uma mediana individual de 75% e a Moda individual de 50%.

Teste 2 - Este segundo teste conceitual, foi composto de 03 questões de múltipla escolha, onde 12 alunos realizaram de forma individual, onde a média de acertos foi 61,66%. Tivemos uma mediana individual de 60% e a Moda individual de 50%.

Teste 3 - Este terceiro teste conceitual, foi composto de 03 questões de múltipla escolha, onde 12 alunos realizaram de forma individual, onde a média de acertos foi 67,5%. Tivemos uma mediana individual de 75% e a Moda individual de 70%, conforme Figura 32 abaixo.

32 – Gráfico dos Testes Conceituais



Fonte: Próprio Autor

Podemos observar, através da análise de dados o percentual maior de acertos foi no teste 03 com maior grau de dificuldade, onde mais de 60% dos alunos acertaram mais de 60% das questões, dando a entender que tivemos uma aprendizagem satisfatória.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta sequência didática apresentou de maneira aprazível os conteúdos, incitando, assim, o intelecto do aluno, pois temos os que buscam cumprir os desafios sugeridos. Nessa competição para cumprir as fases acontece o intercâmbio entre os partícipes porque pode ser feito em grupos, possibilitando a participação de todos. Através desta metodologia o presente trabalho buscou desfrutar de maneira simples no estudo da gravitação, partindo desde as ideias de Copérnico, passando por Kepler e culminando em Newton, buscando assim motivar os alunos em busca da aprendizagem. Por meio deste trabalho construído foi-nos possível entender que embora o desenvolvimento tecnológico tenha ganhado espaço, ainda existem possibilidades de prover melhorias para as aulas de Física utilizando soluções singelas, comprovadas pelo abarcamento dos objetivos propostos, a saber, averiguar as vantagens do uso de simuladores na educação, bem como, apresentar atividades individuais e coletivas, visando a interação e a colaboração dos próprios alunos para os conteúdos da disciplina de Física.

A instrução significativa de física atribui um papel fundamental à interação social, cooperação, discurso e comunicação, além da interação do sujeito com situações-problema. O sujeito aprende por meio de sua interação com um meio instrucional, apoiado no uso de recursos simbólicos, materiais e tecnológicos disponíveis no ambiente.

Por isso, de acordo com, Moreira (2011d), que sugere os passos a serem seguidos em sequência para a construção de uma UEPS, observamos os dois últimos passos, são eles:

7. a avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo

trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual, após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência; tais questões/situações deverão ser previamente validadas por professores experientes na matéria de ensino; a avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa;

8. a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações problemas). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

Conforme Moreira, as avaliações devem ser realizadas ao longo da sequência e não somente no final dela, o que pode ser observado nas análises acima, onde as atividades foram realizadas e executadas dando um resultado exitoso.

O trabalho de preparação da UEPS estabeleceu muito estudo e pesquisa, principalmente com relação à fundamentação teórica e ao planejamento de seu desenvolvimento. Não é plausível aplicar um trabalho como este sem um bom tempo de planejamento estratégico com relação à aplicação das atividades em sala de aula. Essas atividades por sua vez, requerem tempo para serem desenvolvidas e/ou para pesquisa por atividades já existentes, por isso, utilizamos algumas atividades prontas, como o simulador das Órbitas, mas desenvolvemos algumas outras, como os vídeos do movimento e as fases da Lua, entre outras

Os alunos, por sua vez, receberam bem a proposta, e o índice de participação e frequência nas atividades desenvolvidas ao longo da aplicação da UEPS pode ser considerado alto, já que a turma no início da aplicação começou com 17 alunos e no final dela terminamos com 13 alunos, tivemos poucas faltas verificadas nessas atividades, sendo que a maior parte dos estudantes realizaram as atividades com bastante empenho e dedicação.

A UEPS praticada, possibilitou a avaliação do desempenho dos alunos não somente com os testes conceituais, mas ao longo de todas as atividades propostas, possibilitando a troca de informações e questionamentos ao professor, além da busca por informações em outras fontes. O papel desempenhado pelo professor em todo esse processo foi, fundamentalmente, o de mediador, facilitando a ligação, feita pelo próprio estudante, entre os conteúdos a serem aprendidos e o que ele já sabia.

O levantamento das concepções iniciais dos estudantes foi duplamente importante, tanto para adequar o trabalho desenvolvido a elas, como preconiza a Teoria da Aprendizagem Significativa, como para avaliar, por meio de análise dos dados através da atividade baseadas em equipes, se sua participação na UEPS contribuiu para uma mudança e evolução destas concepções iniciais no sentido de uma maior aproximação do que é ensinado pela Ciência.

Constatamos assim, que os estudantes da segunda série do Ensino Médio possuem um conhecimento inicial muito ingênuo e escasso sobre o fenômeno das marés, sua relação com a gravitação e conceitos básicos de Astronomia, não sabiam as quatro principais fases da Lua, com também não sabiam que havia uma relação entre as marés e a Lua, sem saber ainda o que é a força gravitacional, poucos sabiam explicar o que é o fenômeno das marés. Mesmo assim a UEPS proposta buscou uma forma de transpor essa dificuldade através dos simuladores, pesquisas realizadas, vídeos e a problematização através das atividades respondidas individualmente e as mesmas respondidas de forma coletiva, proporcionando interação entres os estudantes e discussão dos temas relacionados.

Mediante a análise de dados onde utilizamos a estatística descritiva e percentual de acertos individuais e coletivos, observamos um avanço e uma participação com muita motivação dos alunos, pois até eles chegaram a conclusão que atividades em grupos são mais interessantes e satisfatórias, pois têm a oportunidade de expressar sua opinião mesmo sendo “errada”.

Com base nessas informações foi possível deduzir que havia uma ausência quase que total de pré-requisitos mínimos para entender os conteúdos e conceitos que seriam abordados, ou seja, os estudantes não possuíam os subsunçores necessários a uma aprendizagem significativa do tema, uma possível causa de não atingirmos totalmente nosso objetivo principal, o de promover a aprendizagem

significativa de gravitação e fenômeno das marés, visto que boa parte dos estudantes ainda apresentaram, ao final da UEPS, conceitos distantes do cientificamente aceito. Mesmo assim, acreditamos que com alguns ajustes e aperfeiçoamentos, principalmente com relação a reforçar os organizadores prévios, seja possível promover uma aprendizagem significativa desse tema, utilizando uma versão aperfeiçoada dessa proposta de UEPS no contexto em que foi aplicada, ou em contextos próximos. Tendo em vista que observamos uma boa evolução no conhecimento de alguns estudantes, quando analisamos e comparamos os questionários aplicados individualmente e coletivo, principalmente no teste conceitual 03, onde tivemos um percentual de acertos maiores que os outros dois testes.

Com tudo do que já vimos, o nosso trabalho parece assinalar para a possibilidade de replicá-lo em um contexto próximo ao que foi desenvolvido, com alguns aprimoramentos e dando continuidade ao trabalho de pesquisa, apesar de, em geral, o número de estudantes que conseguiram compreender os principais conceitos, apesar de não ser um assunto fácil de entender, muito menos de abordar, necessitando ainda de muita pesquisa de campo. Além disso, pelo que foi pesquisado, este trabalho foi um dos primeiros em abordar uma UEPS e atividades baseadas em equipes, juntamente com aprendizagem significativa.

O que podemos concluir de tudo isso que este trabalho ampliou tanto a nossa experiência como educando principalmente com ensino das Considerações Históricas sobre os principais personagens da mecânica celeste e o ensino de gravitação e movimento das marés, como aos estudantes onde muitos não entendiam como aconteciam as marés baixa e altas e qual a sua relação com a Astronomia. E de total importância o investimento em estudos e trabalhos realizados onde podemos observar a aquisição de conhecimento.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

____Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares. 1. ed., São Paulo:, LF Editorial, 2011c.

____Metodologias de Pesquisa em Ensino. 1 ed. São Paulo. Editora Livraria da Física, 243 p. 1999

____Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas — UEPS. Aprendizagem Significativa em Revista / Meaningful Learning Review, Porto — Alegre, v 1, n 2, p 43-638. 2011b. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo ID10/ vi n2 a2011.pdf>>. Acesso: 15 de jun. 2022.

____Unidades de Ensino Potencialmente Significativas. 2011d. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/-moreira/UEP Sport.pdf>>. Acesso em: 16 de jun 2022.

A HISTÓRIA DA ASTRONOMIA. **Brasil Escola**, 2020. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/astronomia.htm>>. Acesso em: 19 Agost. 2021. Acesso em: 30 junho 2022.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003. 227 p.

AUSUBEL; NOVAK, J. D. & HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Interamericana Ltda, Rio de Janeiro, 1980. 625 p.

BARBETTA, P. A. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1998.

BARBETTA, Pedro A.; REIS, Marcelo M. e BORNIA, Antonio C. **Estatística para cursos de Engenharia e informática**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2004.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**, Portugal: Edições 70, 2000, 225p.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto.

BORRAGINI, E. F., PAVANI, D. B. e JUNIOR, P. L. **Gravitação Universal em Atividades Práticas: Uma Abordagem Histórica e Cultural das Órbitas dos Planetas à Fixação Científica**. 2017. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS.

BRASIL ESCOLA: Educação, 2022. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/deducao-terceira-lei-kepler.htm> , Acesso em novembro de 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 05 de março de 2022.

BRETONES, P. S.; COMPIANI, M. **A observação do céu como ponto de partida e eixo central em um curso de formação continuada de professores**. Revista Ensaio, v 12, n. 2: p. 173-188. Belo Horizonte. mai-ago de 2010.

BUSSAB, W. O. e MORETTIN, P. A. **Estatística Básica**. São Paulo: Editora Saraiva, 2003.

CANIATO, R. **Um Projeto Brasileiro para o Ensino de Física**. 1974. v. 4, 586f.

CAUDURO, P. J. **O Método Cognitivo-Histórico e o Ensino de Física Mediado por Epistemologias**. 2017. 232 f. Tese. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS.

COSTA, BÁRBARA SILVA. **A (in)suficiência do paradigma dogmático no modo de observar e ensinar o direito**. 232 f. : il30cm. dissertação (mestrado) -- universidade do vale do rio dos sinos, programa de pós-graduação em direito, 2007;

CURTY, Marlene G.; CRUZ, Anamaria da C.; MENDES, Maria Tereza R. **Apresentação de trabalhos acadêmicos, dissertações e teses** (NBR 14724/2002). Maringá: Dental Press, 2002. <http://alea-estp.ine.pt/html/statofic/SILVA>, Ana Alexandrino da. Acesso em: 28 abr. 2005; às 21:03.

CURY, F. **Copérnico e a Revolução da Astronomia**. Editora Miniano, São Paulo-SP, 2003.

DOCA, R. H; BISCUOLA, G. J; BÔAS, N. V; **Física 1 Mecânica**. Editora Saraiva, 3ª ed. São Paulo-SP, 2016.

DUARTE, R. **Entrevistas em pesquisas qualitativas**. Educar, Curitiba, n. 24, p. 213-225,2004.

FIRESTONE, W. A. Meaning in Method: **The Rhetoric of Quantitative and Qualitative Research. Educational Researcher**, Washington, v. 16, n. 7, pp. 2 16-21, Oct/1987.

GILDER, JOSHUA and GILDER, ANNE- LEE. **Heavenly Intrigue: Johannes Kepler, Tycho Brahe, and the Murder Behind One of History's Greatest Scientific Discoveries**. [S.I.]: Anchor; 2005;

GOMES, F. R., **Astronomia Grega na Aula de Geometria**, Dissertação de Mestrado, PROFMAT, UNIRIO, 2017.

H MOYSÉS NUSSENZVEIG. **Curso de Física Básica, 1 : Mecânica**. São Paulo: E. Blucher, 2013;

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. Porto Alegre: Bookman, 2011;

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. – 12. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2015.

HORVATH, J.E.O **ABC da Astronomia e Astrofísica**, 2ª Ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008.

INSTITUTO CLARO: Educação, 2020. Disponível em: <https://www.institutoclaro.org.br/educacao/para-aprender/roteiros-de-estudo/estudar-em-casa-as-tres-leis-de-kepler/>. Acesso em novembro de 2022.

JORNAL DA USP: Educação, 2020. Disponível em: <https://jornal.usp.br/tag/educacao/> , Acesso em novembro de 2022.

KERLINGER, F.N. (1980). **Metodologia da pesquisa em ciências sociais**. Tradução de H.M. Rotundo. São Paulo e Brasília: EPU-EDUSP e INEP.

KNIGHT, Radall. Física 1: **Uma Abordagem Estratégica** – 2. ed. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre. Bookman, 2009.

KRUG, Rodrigo de Rosso et al. **O “bê-á-bá” da aprendizagem baseada em equipe**. Revista Brasileira de Educação Médica, v. 40, n. 4, p. 602-610, 2016.

LANGHI, R.; NARDI, R. **Educação em astronomia: Repensando a formação de professores**. São Paulo: Escrituras Editora, 2015 p. 2012.

LANGHI, R.; NARDI, R. **Justificativas para o ensino de Astronomia: o que dizem os pesquisadores brasileiros?** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. v.14, n.3, p. 41-59, set/2014.

LEITE, C. **Formação do Professor de Ciências em Astronomia: Uma Proposta com Enfoque na Espacialidade.** São Paulo: USP, 2006, 274 p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-05062007-110016/ptbr.php>>. Acesso em 20 mar. 2022.

LEMONS, L. S. **Aprendizagem Significativa: Estratégias Facilitadoras e a Avaliação.** Aprendizagem Significativa em Revista, v.1, nº 1, abril. 2011.

LOPES, W. **Efeitos das Marés sobre o Sistema Terra –Lua.** Revista Brasileira do Ensino de Física, v.18, nº 4, dezembro,1996.

MAGALHÃES, M. N. e LIMA, A. C. P.de. **Noções de Probabilidade e Estatística.** São Paulo: IME-USP, 2000.

MEDRONHO, R. A., CARVALHO, D.M.de, BLOCH K.V., LUIZ, R.R. E WERNECK, G.L. **Epidemiologia.** São Paulo: Editora Atheneu, 2003.

MICHAEL J. CROWE. *Theories of the World from Antiquity to the Copernican Revolution* (em inglês). Mineola, NY: Dover Publications, Inc. 1990;

MILONE, Giuseppe. **Estatística Geral e Aplicada.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

MONTGOMERY, D.C. e RUNGER, G.C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2003.

MORAES, R. **Análise de conteúdo.** Revista Educação, Porto Alegre, v. 22, n. 2

MOREIRA, M. A. **Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa.** Revista Chilena de Educación Científica, Santiago, Chile: v. 7, n. 2, p. 23-30, 2008. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/ORGANIZADORESport.pdf>>. Acesso em 03 mar. 2022.

MOREIRA, M. A. Teorias de aprendizagem. 2. ed. Ampl. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária (EPU), 242 p. 2011a.

MOREIRA, M; OSTERMANN, F. **Teorias construtivistas**. Porto Alegre: UFRGS, (Textos de apoio ao professor de Física) 1999.

MOREIRA, Marco A. (2006). **A Teoria da aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

MOREIRA, marco a. (2006). **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS*** Potentially Meaningful Teaching Units – PMTU. Instituto de Física – UFRGS -Porto Alegre-RS.

MOREIRA, Marco A. **O que é afinal Aprendizagem Significativa?** Instituto de Física – UFRGS Porto Alegre –RS.

MOREIRA, Marco A. **Pesquisa em Ensino: Aspectos Metodológicos**. Universidad de Burgos Departamento de Didácticas Específicas Burgos, España - Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias.

MOURÃO, R.R. de Freitas. **Copérnico Pioneiro da Revolução Astronômica**. Odysseus Editora, São Paulo -SP, 2003;

MOURÃO, R.R. de Freitas. **Kepler: A descoberta das Leis do Movimento Planetário**.Odysseus Editora, São Paulo -SP, 2003;

MOURÃO, R.R.de Freitas. **Copérnico Pioneiro da Revolução Astronômica**. Odysseus Editora, São Paulo-SP, 2003.

MOURÃO, R.R.de Freitas. **Kepler: A descoberta das Leis do Movimento Planetário**. Odysseus Editora, São Paulo-SP, 2003.

MÜLLER, Mary S.; CORNELSEN, Julce M. **Normas e padrões para teses, dissertações e monografias**. Londrina: Eduel, 2003.

NOGUEIRA, S. **Astronomia: ensino fundamental e médio / Salvador Nogueira, João Batista Garcia Canalle**. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 232 p.: (Coleção Explorando o Ensino; v. 11). 2009.

Normas para apresentação de documentos científicos. Vol. 10, Gráficos. Curitiba: Editora da UFPR, 2001.

OLIVEIRA, T. E.; ARAUJO, I. S.; VIET, E. A. **Aprendizagem Baseada em Equipes (Team-Based Learning): Um Método Ativo para o Ensino de Física**. Instituto de Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul Porto Alegre – RS.

OLIVEIRA, Tobias Espinosa de; et al. Aprendizagem Baseada em Equipes (Team-Based Learning): um método ativo para o ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de física**, v. 33, n. 3, p. 962-986, 2016.

PAGANO, Marcello ; GAUVREAU, Kimberlee. **Princípios de Bioestatística**. Tradução da 2ª edição norte-americana. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

REIS, Elizabeth. **Estatística descritiva**. Lisboa: Silabo, ed. 4, 1998.

S.O. KEPLER **Astronomia e Astrofísica**. Departamento de Astronomia - Instituto de Física Universidade Federal do Rio Grande do Sul Porto Alegre, 11 de fevereiro de 2014.

SILVEIRA, F. L. da, **Marés, Fases Principais da Lua e Bebês**, Cad. Bras. Ens. Fis, V.20, n. 1, p 10-29, abr-2003.

SOARES, José F.; Alfredo A. FARIAS e CESAR, Cibele C. **Introdução à Estatística**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1991.

TOSSATO, C. R.; MARICONDA, P. R, **O método da Astronomia Segundo Kepler**. São Paulo, v. 8, n. 3, p. 339-66, 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINAS: **Educação, 2021**. Disponível em: <https://www.tycho.iel.unicamp.br/home> , Acesso em dezembro de 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINAS: **Educação, 2021**. Disponível em: <https://oceanhub.com.br/2020/04/11/o-que-sao-as-mares/> Acesso em dezembro de 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL: **Astronomia Antiga, 2020**. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/tex/fis02001/aulas/aula1_files/antiga. Acesso em 19 Agost. 2021.

VALADARES, E de Campos. **Newton: A Órbita da Terra em um Copo d'água**. Odysseus Editora, São Paulo-SP, 2009.

WATANABE, M.H. **Relatório Pré-final F609** – Tópicos de Ensino de Física I. Unicamp. 2019;

YOUNG e FREEDMAN. Física II: **Termodinâmica e Ondas**. São Paulo. Editora Pearson. 2008;

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Editora Artmed, 224P, 1998.

APÊNDICE 1 – SLIDES DA APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO PRODUTO



DE COPÉRNICO A NEWTON: O ENSINO DE GRAVITAÇÃO E O MOVIMENTO DAS MARÉS

Aluna: Allinne Vezula Mateveli Gonzaga
Orientador: Flávio Gimenes Alvarenga
Coorientador: Giusepp Gava Camiletti



1. INTRODUÇÃO

Este produto educacional aborda a **Considerações Históricas da Astronomia no Ensino da Gravitação** com ênfase nos **personagens e fatos históricos** da Astronomia e Mecânica Celeste, como **Nicolau Copérnico, Johannes Kepler, Tycho Brahe e Isaac Newton**. Como tópico motivador será trabalhado o **comportamento das marés**, uma vez que muitos alunos têm a curiosidade de entendê-lo e questionam “Como a água do mar não entorna e porquê da ocorrência das marés altas e baixas?”



2. OBJETIVOS


2.1 Objetivo Geral

Construir, aplicar, observar e avaliar de maneira participativa, o desenvolvimento das atividades propostas em uma **UEPS** que relaciona o **Movimento das Marés com a Gravitação e a Astronomia**.



2.2 Objetivos Específicos

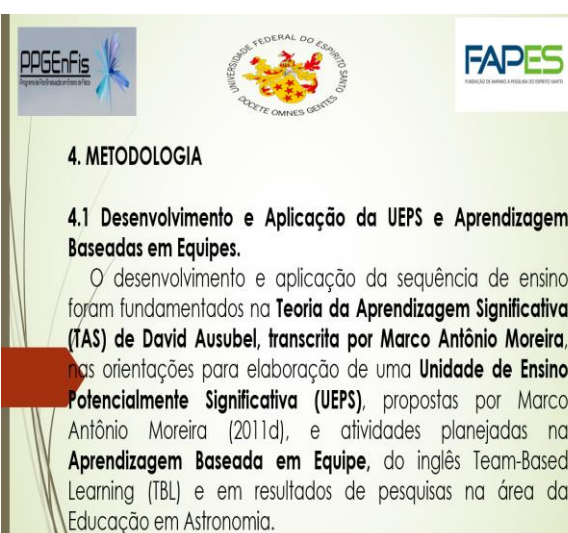
- I. **Avaliar se a UEPS** exposta De Copérnico a Newton: O Ensino de Gravitação e o Movimento das Marés pode ser considerada exitosa;
- II. Verificar a aplicabilidade dessa UEPS no mesmo contexto e em contextos próximos;



3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A Teoria de Aprendizagem Significativa


A princípio, temos como o principal referencial teórico utilizado no desenvolvimento e aplicação das atividades propostas neste trabalho foi o da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de **David Paul Ausubel, transcrito por M. A. Moreira**.



4. METODOLOGIA

4.1 Desenvolvimento e Aplicação da UEPS e Aprendizagem Baseadas em Equipes.

O desenvolvimento e aplicação da sequência de ensino foram fundamentados na **Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS)** de **David Ausubel, transcrita por Marco Antônio Moreira**, nas orientações para elaboração de uma **Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)**, propostas por Marco Antônio Moreira (2011d), e atividades planejadas na **Aprendizagem Baseada em Equipe**, do inglês Team-Based Learning (TBL) e em resultados de pesquisas na área da Educação em Astronomia.



CRONOGRAMA DE AULA

AULA	CONTEÚDOS ABORDADOS	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS
1	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação da proposta de trabalho. • Apresentação da UEFS • Entrega do Termo de Livre Consentimento e Esclarecimento. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Apresentação em Slides: A metodologia da UEFS e a Teoria da Aprendizagem Significativa com Atividades Baseadas em Equipes. ✓ Pesquisa sobre personagens da Mecânica Celeste: Nicolau Copérnico, Johannes Kepler, Tycho Brahe e Isaac Newton.
2	<ul style="list-style-type: none"> • Roda de prosa para discussão com Considerações Históricas no Ensino de Gravitação e os seus principais personagens da Mecânica Celeste. • Externalização dos conhecimentos prévios. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Discussão do material apresentado pelos alunos. ✓ Disponibilização da Apostila sobre a História da Astronomia, para leitura. ✓ Disponibilização da atividade individual, para casa, sobre Considerações Históricas da Astronomia no Ensino de Gravitação. (Questionário 1)



AULAS	CONTEÚDOS ABORDADOS	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS
3	<ul style="list-style-type: none"> • Primeira aplicação do questionário baseado em equipes. • Análise das respostas individuais e coletivas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entrega da atividade individual. ✓ Aplicação da Atividade baseada em Equipes. ✓ Revisão de conteúdo analisando as respostas individuais e coletivas.
4	<ul style="list-style-type: none"> • Abordagem conceitual do conteúdo da 1ª Lei de Kepler, através do simulador planetário. • A contextualização do conteúdo abordado da 1ª Lei de Kepler. • Vídeo Órbitas dos Planetas https://drive.google.com/file/d/1stGSD_21b2n48t_H6ANQg_11750XRa/view?usp=sharing 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Simulação computacional sobre os planetas e suas órbitas. https://www.solarsystemscope.com/ ✓ Disponibilização de atividade para casa e ser entregue na próxima aula. (Questionário 2)




AULAS	CONTEÚDOS ABORDADOS	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS
5	<ul style="list-style-type: none"> • Contextualização e aplicabilidades da 2ª e 3ª Leis de Kepler (Lei das Áreas e Lei dos Períodos) • Releitura em conjunto, das apostilas que foram entregues. • Apresentação de exemplos relacionados das Leis de Kepler. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entrega do Questionário 2. ✓ Disponibilização da apostila contendo da 2ª e 3ª Leis de Kepler (Lei das Áreas e Lei dos Períodos) para leitura ✓ Disponibilização da Atividade Individual sobre a 2ª e 3ª Leis de Kepler e realização da mesma. (Questionário 3). ✓ Entrega atividade Individual.
6	<ul style="list-style-type: none"> • Segunda aplicação do questionário de forma coletiva. • Análise das respostas individuais e coletivas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aplicação da Atividade baseada em Equipes. ✓ Revisão de conteúdo analisando as respostas individuais e coletivas.



AULAS	CONTEÚDOS ABORDADOS	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS
7	<ul style="list-style-type: none"> • Externalização dos conhecimentos prévios sobre Gravitação. • Abordagem conceitual de Gravitação, logo apresentação em slides da Lei da Gravitação Universal, com oportunidade de intervenção durante a apresentação. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Disponibilização da Apostila sobre a Lei da Gravitação Universal para leitura e discussão na sala de aula. ✓ Disponibilização da Atividade individual sobre o tema, resolução e correção da mesma. ✓ Disponibilização da Apostila sobre Efeito das Marés para leitura em casa. ✓ Disponibilização questionário individual sobre Efeito das Marés
8	<ul style="list-style-type: none"> • Fases da Lua • Efeito das Marés • Influência da Sol e da Lua • Período de Oscilação das Maré 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Simulador computacional a Lua e o Sol e o comportamento do Tema. https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_pt_BR.html. ✓ Vídeo A Influência da Lua nas das Marés https://drive.google.com/file/d/1u1A0ac_glu6H1Ac1z11DCa5GqCH8n6/view?usp=sharing



AULAS	CONTEÚDOS ABORDADOS	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS
9	<ul style="list-style-type: none"> • Terceira aplicação do questionário de forma coletiva. • Análise das respostas individuais e coletivas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entrega da atividade Individual ✓ Aplicação da Atividade baseada em Equipes. ✓ Revisão de conteúdo analisando as respostas individuais e coletivas.
10 E 11	<ul style="list-style-type: none"> • Revisão de todos conteúdos abordados: História da Astronomia, Leis de Kepler, Gravitação Universal e Efeito das Marés 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aplicação de até 03 Testes conceituais envolvendo todos os assuntos abordados com grau de dificuldades do menor para o maior. ✓ Avaliação da aprendizagem de conteúdos por meio de analogias em um diário de implementação das observações realizadas em todas as atividades propostas pela UEFS e pelo análise de conteúdo realizada nas aplicações de questionários.





AULAS	CONTEÚDOS ABORDADOS	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS
12	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação da UEFS 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entrevista coletiva semiestruturada: Quais as questões básicas?

APÊNDICE 2 – AUTORIZAÇÃO DO USO DE IMAGEM E DEPOIMENTO**AUTORIZAÇÃO DO USO DE IMAGEM E DEPOIMENTO**

Eu, _____,
RG _____, CPF _____ residente em
Av/Rua. _____, nº _____ Bairro
_____ no município de _____ autorizo a professora da
***Escola Família Agrícola de Ibitirama-ES, ALLINNE VEZULA MATEVELI
GONZAGA***, a utilizar minha imagem no, projeto de pesquisa, publicação de
trabalhos e dissertação de mestrado. Declaro que estou de acordo com os termos,
sem que isto acarrete qualquer ônus a escola citada e ao referido professor, desde
que as fotografias não sejam utilizadas em outros materiais que não sejam os
discriminados acima. Pelo presente, firmo o acima descrito.

Assinatura do responsável: _____

APÊNDICE 3 – MATERIAL DE LEITURA DAS CONSIDERAÇÕES HISTÓRICAS DA ASTRONOMIA E NO ENSINO DE GRAVITAÇÃO COM ÊNFASE NOS PRINCIPAIS PERSONAGENS DA MECÂNICA CELESTE

	<p>MEPES: MOVIMENTO DE EDUCAÇÃO PROMOCIONAL DO ESPÍRITO SANTO EFA: ESCOLA FAMÍLIA AGRÍCOLA DE IBITIRAMA Educação Profissional Técnica de Nível Médio Integrado ao Ensino Médio Curso Técnico em Agropecuária</p> <p>ALUNO(a): _____ Série: 2ª série Data: _____ Disciplina: Física Professora: Allinne Vezula Mateveli Gonzaga</p>	
---	--	---

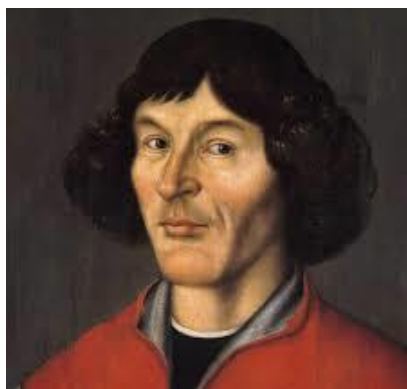
CONSIDERAÇÕES HISTÓRICAS DA ASTRONOMIA E SEUS PRINCIPAIS PERSONAGENS

As origens da astronomia Ocidental podem ser encontradas na Mesopotâmia, a "terra entre dois rios", Tigre e Eufrates, eram onde os reinos dos Sumérios, Assírios, e Babilônios eram localizados.

Os Gregos desenvolveram a astronomia, a qual eles relacionavam como um ramo da matemática, a um nível bem sofisticado. No sec. IV a.C, o astrônomo Eudoxo de Cnido mediu o ano solar como sendo composto por 365 dias e 6 horas. Aristóteles (384-322 a.C) desenvolveu uma ideia de Universo, com a Terra no seu centro e com todo o resto rodando ao seu redor em órbitas que eram círculos perfeitos.

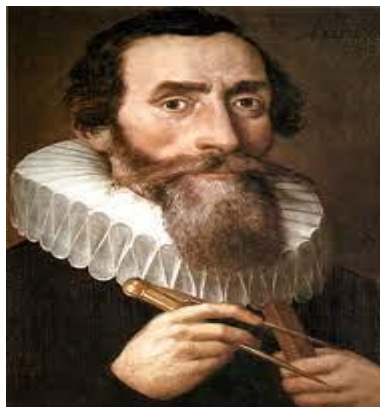
A astronomia na China tem uma longa história. Casas em Banpo (4000 a.C.) eram orientadas a uma posição coincidente com a culminação da constelação Yingshi (Parte do que chamamos de Pegasus).

O cônego e matemático **Nicolau Copérnico** revolucionou a astronomia com a Teoria Heliocêntrica. Ele explicava a órbita dos planetas em torno de uma estrela, o Sol, e influenciou os estudos de Joahnes Kepler, que formulou as leis do movimento planetário, e de Galileu Galilei. O italiano mostraria que Copérnico estava certo, graças a instrumentos telescópicos.



Nicolau Copérnico

Kepler foi o primeiro a tentar derivar movimentos celestiais de causas físicas assumidas. Isaac Newton apertou ainda mais os laços entre a física e a astronomia através de sua Lei da Gravitação Universal.



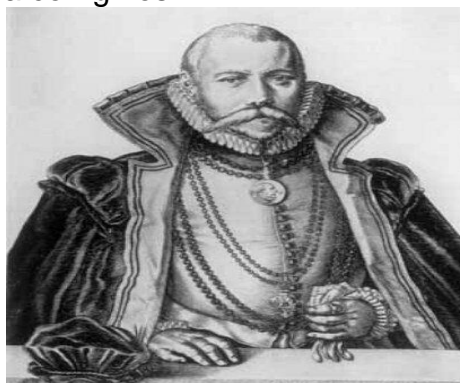
Johannes Kepler

O papel de **Johannes Kepler** (1571-1630) para o desenvolvimento da história da astronomia e da cosmologia modernas revela-se em dois aspectos: primeiro, na elaboração das três leis dos movimentos dos planetas, a saber, a lei da forma elíptica, a lei das áreas e a lei harmônica; segundo, em sua defesa contundente do copernicanismo, o que o coloca, juntamente com Galileu, como um dos principais defensores das hipóteses copernicanas de centralidade do Sol e de movimento da Terra.

A astronomia de Kepler insere-se no âmbito do copernicanismo de Nicolau Copérnico, não somente pela admissão das hipóteses centrais da proposta copernicana, a saber, a de centralidade do Sol e a de mobilidade da Terra, mas, sobretudo, pelos desenvolvimentos internos que ele forneceu para a proposta original de Copérnico. Desses desenvolvimentos, Kepler estipulou uma nova maneira de fazer a astronomia.

Excetuando-se a obra *Apologia de Tycho Brahe*, que versa sobre o estatuto epistemológico do uso de hipóteses na astronomia, e algumas passagens isoladas de suas obras, nas quais Kepler apresenta algumas etapas de seu procedimento, Kepler pouco escreveu diretamente acerca das questões metodológicas.

Tycho Brahe foi um astrônomo dinamarquês, cujo trabalho abriu o caminho para futuras descobertas. Depois de descobrir que as tabelas de Copérnico havia vários dias de folga em prever a sobreposição de Júpiter e Saturno, Tycho Brahe decidiu dedicar sua vida para corrigi-los.



Tycho Brahe

O que ele apresenta ao leitor de suas obras é todo o processo, todas as etapas que percorreu para obter os seus resultados, mas sem refletir sobre o procedimento (o método) que o guiava. Por exemplo, em sua principal obra

astronômica, *Astronomia nova*, onde são formuladas as duas primeiras leis dos movimentos planetários, Kepler apresenta seu percurso por meio de um relato mostrando erros e acertos, sem derivar qualquer regra metodológica.

Kepler, diferentemente, apresenta um extenso relato de todas as etapas que o conduziram à descoberta das duas primeiras leis dos movimentos planetários e é nessa extensa descrição que se deve encontrar o que serviu de guia a Kepler.

A obra *Astronomia nova*, de Kepler, é escrita com o propósito de mostrar que não há equivalência entre as hipóteses, na medida em que as hipóteses copernicanas da centralidade do Sol e do movimento da Terra estão melhor adequadas às aparências, pois explicam por que essas aparências se dão, e não são meramente representativas dos fenômenos tomados em si.



Issac Newton concluiu a existência de uma força de atração mútua entre todos os corpos, a qual dependeria de suas massas. Em 1666, Newton foi o primeiro a perceber a lei fundamental que seria básica para a compreensão de vários fenômenos, antes inexplicáveis, que ocorrem no universo - a gravitação universal.



Issac Newton

Newton concluiu ainda que o que mantém os planetas em órbita são as forças gravitacionais, e partindo das leis de Kepler ele descobriu que essa força tem intensidade que depende da massa do Sol e do planeta e é inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles.

APÊNDICE 4 – QUESTIONÁRIO 1 – ATIVIDADES DAS CONSIDERAÇÕES HISTÓRICAS DA ASTRONOMIA NO ENSINO DE GRAVITAÇÃO

	<p>MEPES: MOVIMENTO DE EDUCAÇÃO PROMOCIONAL DO ESPÍRITO SANTO EFA: ESCOLA FAMÍLIA AGRÍCOLA DE IBITIRAMA Educação Profissional Técnica de Nível Médio Integrado ao Ensino Médio Curso Técnico em Agropecuária</p> <p>ALUNO(a): _____ Série: 2ª série Data: _____ Disciplina: Física Professora: Allinne Vezula Mateveli Gonzaga</p>	
---	--	---

ATIVIDADES DAS CONSIDERAÇÕES HISTÓRICAS DA ASTRONOMIA NO ENSINO DE GRAVITAÇÃO

Questionário 1

1) Qual o propósito da nova obra da Astronomia de Kepler? Assinale a CORRETA:

- a) () O propósito da nova obra é mostrar que não há equivalência entre as hipóteses, onde os planetas estão de forma elíptica.
- b) () O propósito da nova obra é mostrar que há equivalência entre as hipóteses, onde os planetas estão de forma elíptica
- c) () A astronomia de Kepler insere-se no âmbito do Copernicanismo de Nicolau Copérnico, somente pela admissão das hipóteses centrais da proposta copernicana.
- d) () Kepler, diferentemente, não apresenta um relato de todas as etapas que o conduziram à descoberta das duas primeiras leis dos movimentos planetários.

2) O Matemático Nicolau Copérnico revolucionou a astronomia com a Teoria Heliocêntrica, como se pode explicar essa teoria?

- a) () A órbita dos planetas é de forma circular entorno do Sol.
- b) () Ele explicava a órbita dos planetas em torno de uma estrela, o Sol de forma elíptica.
- c) () A órbita dos planetas é de forma circular entorno das estrelas
- d) () Ele explicava a órbita dos planetas em torno de uma estrela, o Sol de forma circular.

3) Quem foi Tycho Brahe e qual foi sua contribuição para a astronomia?



- a) () Tycho Brahe foi um grande astrônomo que descobriu as órbitas elípticas dos planetas.
- b) () Tycho Brahe descobriu que as tabelas de Copérnico havia vários

- c) dias de folga em predizer a sobreposição de Júpiter e Saturno.
- d) () Tyco Brahe desenvolveu a astronomia, a qual eles relacionavam como um ramo da matemática.
- e) () Tyco Brahe foi o primeiro a tentar derivar movimentos celestiais de causas físicas assumidas.

4) O que concluiu Newton sobre as órbitas dos planetas:

- a) () **Newton** concluiu a existência de uma força de atração mútua entre todos os corpos, a qual não dependeria de suas massas.
- b) () Ele descobriu que essa força tem intensidade que não depende da massa do Sol e do planeta e é diretamente proporcional ao quadrado da distância entre eles.
- c) () Que partindo das leis de Kepler, concluiu ainda que o que mantém os planetas em órbita são as forças gravitacionais.
- d) () Concluiu diferentemente, apresenta um extenso relato de todas as etapas que o conduziram à descoberta das duas primeiras leis dos movimentos planetários.

APÊNDICE 5 – QUESTIONÁRIO 2 - ATIVIDADES SOBRE A 1ª LEI DE KEPLER

	<p style="text-align: center;">MEPES: MOVIMENTO DE EDUCAÇÃO PROMOCIONAL DO ESPÍRITO SANTO EFA: ESCOLA FAMÍLIA AGRÍCOLA DE IBITIRAMA Educação Profissional Técnica de Nível Médio Integrado ao Ensino Médio Curso Técnico em Agropecuária</p> <p>ALUNO(a): _____ Série: 2ª série Data: _____ Disciplina: Física Professora: Allinne Vezula Mateveli Gonzaga</p>	
---	---	---

ATIVIDADES SOBRE A 1ª LEI DE KEPLER**Questionário 2**

Questão 1) (UNICAMP 2015) A primeira lei de Kepler demonstrou que os planetas se movem em órbitas elípticas e não circulares. A segunda lei mostrou que os planetas não se movem a uma velocidade constante. PERRY, Marvin. *Civilização Ocidental: uma história concisa*. São Paulo: Martins Fontes, 1999, p. 289. (Adaptado)

É correto afirmar que as leis de Kepler:

- Confirmaram as teorias definidas por Copérnico e são exemplos do modelo científico que passou a vigorar a partir da Alta Idade Média.
- Confirmaram as teorias defendidas por Ptolomeu e permitiram a produção das cartas náuticas usadas no período do descobrimento da América.
- São a base do modelo planetário geocêntrico e se tornaram as premissas científicas que vigoram até hoje.
- Forneceram subsídios para demonstrar o modelo planetário heliocêntrico e criticar as posições defendidas pela Igreja naquela época.

Questão 2) (UFES 2018) A figura representa a trajetória elíptica de um planeta em movimento de translação ao redor do Sol e quatro pontos sobre essa trajetória: M, P (periélio da órbita), N e A (afélio da órbita).

O módulo da velocidade escalar desse planeta:



- Sempre aumenta no trecho MPN.
- Sempre diminui no trecho NAM.
- Tem o mesmo valor no ponto A e no ponto P.

- d) Está aumentando no ponto M e diminuindo no ponto N.
- e) É mínimo no ponto P e máximo no ponto A.

Questão 3) (FGV-SP 2017) Johannes Kepler (1571-1630) foi um cientista dedicado ao estudo do sistema solar. Uma das suas leis enuncia que as órbitas dos planetas, em torno do Sol, são elípticas, com o Sol situado em um dos focos dessas elipses. Uma das consequências dessa lei resulta na variação:

- a) Do módulo da aceleração da gravidade na superfície dos planetas.
- b) Da quantidade de matéria gasosa presente na atmosfera dos planetas.
- c) Da duração do dia e da noite em cada planeta.
- d) Da duração do ano de cada planeta.
- e) Da velocidade orbital de cada planeta em torno do Sol.

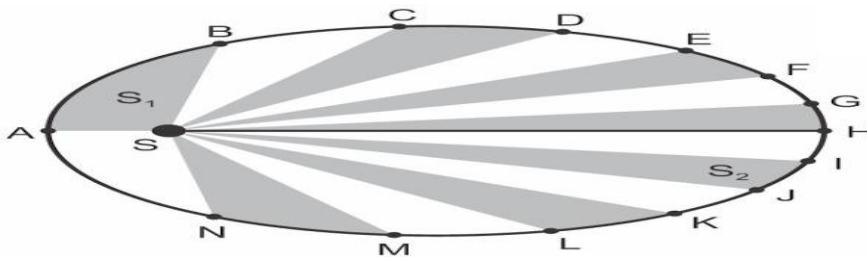
APÊNDICE 6 – QUESTIONÁRIO 3: ATIVIDADES SOBRE A 2ª E 3ª LEIS DE KEPLER

	<p>MEPES: MOVIMENTO DE EDUCAÇÃO PROMOCIONAL DO ESPÍRITO SANTO EFA: ESCOLA FAMÍLIA AGRÍCOLA DE IBITIRAMA Educação Profissional Técnica de Nível Médio Integrado ao Ensino Médio Curso Técnico em Agropecuária</p> <p>ALUNO(a): _____ Série: 2ª série Data: _____ Disciplina: Física Professora: Allinne Vezula Mateveli Gonzaga</p>	
---	---	---

ATIVIDADE SOBRE A 2ª E 3ª LEIS DE KEPLER

Questionário 3

Questão 1) (UFRGS 2015) A elipse, na figura abaixo, representa a órbita de um planeta em torno de uma estrela S. Os pontos ao longo da elipse representam posições sucessivas do planeta, separadas por intervalos de tempos iguais. As regiões alternadamente coloridas representam as áreas varridas pelo raio da trajetória nesses intervalos de tempo. Na figura, em que as dimensões dos astros e o tamanho da órbita não estão em escala, o segmento de reta SH representa o raio focal do ponto H de comprimento p.



Considerando que a única força atuante no sistema estrela-planeta seja a força gravitacional, são feitas as seguintes afirmações:

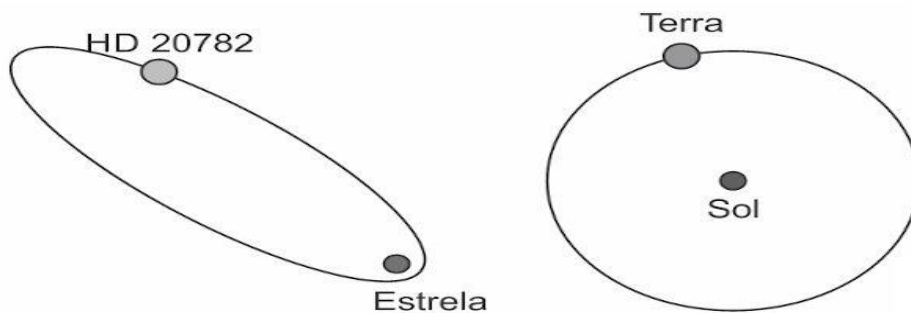
- I. As áreas S_1 e S_2 , varridas pelo raio da trajetória, são iguais.
- II. O período da órbita é proporcional a p^3 .
- III. As velocidades tangenciais do planeta nos pontos A e H, V_A e V_H são tais que $V_A > V_H$.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I
- b) Apenas I e II
- c) Apenas I e III
- d) Apenas II e III
- e) I, II e III

Questão 2) (ACAFE 2016) Foi encontrado pelos astrônomos um exoplaneta (planeta que orbita uma estrela que não o Sol) com uma excentricidade muito maior que o normal. A excentricidade revela quão alongada é sua órbita em torno de sua estrela. No caso da Terra, a excentricidade é 0,017, muito menor que o valor 0,96 desse planeta, que foi chamado HD 20782.

Nas figuras a seguir, pode-se comparar as órbitas da Terra e do HD 20782.

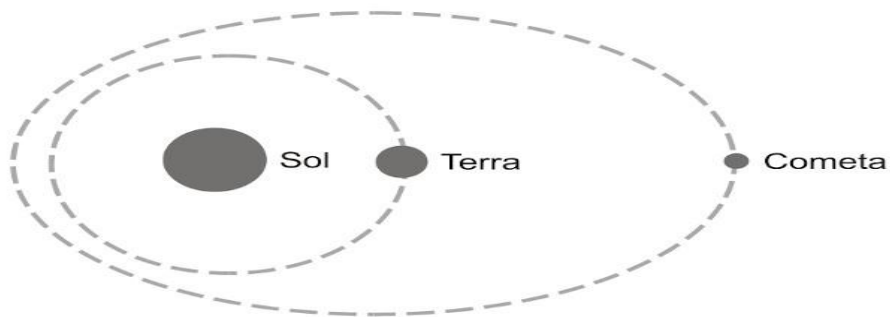


Nesse sentido, assinale a alternativa **correta**:

- a) As leis de Kepler não se aplicam ao HD 20782 porque sua órbita não é circular como a da Terra.
- b) As leis de Newton para a gravitação não se aplicam ao HD 20782 porque sua órbita é muito excêntrica.
- c) A força gravitacional entre o planeta HD 20782 e sua estrela é máxima quando ele está passando no afélio.

d) O planeta HD 20782 possui um movimento acelerado quando se movimenta do afélio para o periélio.

Questão 3) (UFMS 2014) Os avanços nas técnicas observacionais têm permitido aos astrônomos rastrear um número crescente de objetos celestes que orbitam o Sol. A figura mostra, em escala arbitrária, as órbitas da Terra e de um cometa (os tamanhos dos corpos não estão em escala). Com base na figura, analise as afirmações:



I. Dada a grande diferença entre as massas do Sol e do cometa, a atração gravitacional exercida pelo cometa sobre o Sol é muito menor que a atração exercida pelo Sol sobre o cometa.

II. O módulo da velocidade do cometa é constante em todos os pontos da órbita.

III. O período de translação do cometa é maior que um ano terrestre.

Está(ão) correta(s):

a) apenas I



b) apenas III

c) apenas I e II

d) apenas II e III

e) I, II e III

APÊNDICE 7 – MATERIAL SOBRE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

	<p style="text-align: center;">MEPES: MOVIMENTO DE EDUCAÇÃO PROMOCIONAL DO ESPÍRITO SANTO EFA: ESCOLA FAMÍLIA AGRÍCOLA DE IBITIRAMA Educação Profissional Técnica de Nível Médio Integrado ao Ensino Médio Curso Técnico em Agropecuária</p> <p>ALUNO(a): _____ Série: 2ª série Data: _____ Disciplina: Física Professora: Allinne Vezula Mateveli Gonzaga</p>	
---	---	---

LEI DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

Desde a época de Aristóteles, o movimento circular dos corpos celestes foi encarado como natural. Os antigos acreditavam que as estrelas, os planetas e a Lua moviam-se em círculos divinos. No que diz respeito aos antigos, esse movimento circular não precisava de explicação. Isaac Newton, entretanto, reconheceu que uma força de algum tipo devia atuar sobre os planetas, cujas órbitas, ele sabia, eram elipses; de outra maneira, suas trajetórias seriam linhas retas. Outras pessoas daquela época, influenciadas por Aristóteles, supunham que qualquer força que agisse sobre um planeta deveria atuar na direção de sua trajetória. Newton, no entanto, raciocinava que a força sobre cada planeta estaria dirigida para um ponto fixo central – apontando para o Sol. Esta, a força da gravidade, era a mesma força que puxa uma maçã do alto de uma árvore.

A proeza de intuição de Newton, que a força entre a Terra e a maçã é a mesma força que puxa luas e planetas e tudo mais em nosso universo, era um rompimento revolucionário com a noção prevalecente de que havia dois conjuntos de leis naturais: um para os acontecimentos terrestres e outro, totalmente diferente, para os movimentos celestes. Essa união das leis terrestres e cósmicas foi chamada de síntese Newtoniana.

Para testar sua hipótese de que a gravidade da Terra alcança a Lua, Newton comparou a queda de uma maçã com a “queda” da Lua. Ele percebeu que a Lua cai, no sentido de que ela sai da linha reta que deveria seguir se não houvesse a gravidade atuando nela. Devido a sua velocidade tangencial, ela “cai em volta” da Terra (veja mais sobre isso no próximo capítulo). Por simples geometria, a distância de queda da Lua por segundo podia ser comparada à distância que uma maçã ou qualquer outra coisa cairia durante 1 segundo. Os cálculos não conferiam.

Desapontado, mas acreditando que os fatos concretos devessem sempre prevalecer sobre uma hipótese bonita, ele guardou seus papéis numa gaveta onde, como mencionado anteriormente, permaneceriam por cerca de 20 anos. Durante esse tempo, Newton descobriu e desenvolveu o campo da óptica geométrica pelo qual tornou-se inicialmente famoso.

O interesse de Newton pela mecânica reacendeu com o aparecimento de um cometa espetacular, em 1680, e de outro, dois anos mais tarde. Ele voltou ao problema da Lua com o incentivo de seu amigo astrônomo Edmund Halley, em homenagem ao qual o segundo cometa foi denominado. Newton, então, realizou correções nos dados experimentais usados em seu método inicial e obteve resultados excelentes. Somente então ele publicou o que é uma das mais abrangentes generalizações da mente humana: a lei da gravitação universal.

A Lei da Gravitação Universal é uma lei física que foi descoberta pelo físico inglês Isaac Newton. Ela é utilizada para calcular o módulo da atração gravitacional existente entre dois corpos dotados de massa. A força gravitacional é sempre atrativa e age na direção de uma linha imaginária que liga dois corpos. Além disso, em respeito à Terceira Lei de Newton, conhecida como Lei da Ação e Reação, a força de atração é igual para os dois corpos interagentes, independentes de suas massas. De acordo com Isaac Newton:

“Dois corpos atraem-se por uma força que é diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que os separa.”

Por meio da proposição da Lei da Gravitação Universal, foi possível prever o raio das órbitas planetárias, o período de asteroides, eventos astronômicos como eclipses, determinação da massa e raio de planetas e estrelas etc.

Fórmula da Gravitação Universal

A principal fórmula utilizada na gravitação universal estabelece que o módulo da força gravitacional entre duas massas é proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas. A expressão utilizada para o cálculo da força gravitacional é esta:

$$|F| = G \cdot \frac{M_1.M_2}{D^2}$$

Legenda:

|F| – módulo da força de atração gravitacional (N – Newton)

G – constante de gravitação universal (6,67408.10⁻¹¹ N.kg²/m²)

M₁ – massa gravitacional ativa (kg – quilogramas)

M₂ – massa gravitacional passiva (kg – quilogramas)

D² – distância entre as massas ao quadrado (m²)

Chamamos de peso a força de atração gravitacional que uma massa exerce sobre outra. Além disso, são denominadas de massa gravitacional ativa e passiva a massa que produz um campo gravitacional ao seu redor e a massa que é atraída por tal campo gravitacional, respectivamente.

A força peso, ou simplesmente o peso de um corpo sujeito a uma gravidade de módulo g, é dada por:

$$P = m \cdot g$$

Legenda:

P – módulo da força peso (N – Newton)

m – massa gravitacional passiva (kg – quilogramas)

g – módulo da gravidade local (m/s² – metro por segundo ao quadrado)

Comparando as duas equações acima, podemos perceber que a gravidade de um corpo pode ser calculada pela fórmula a seguir:

$$F = G \cdot \frac{M_1.M_2}{D^2}$$

$$P = m.g$$

$$g = G \cdot \frac{M_1}{D^2}$$

A equação acima mostra que a gravidade de um planeta, estrela ou qualquer que seja o corpo depende de sua massa (M), da constante de gravitação universal (G) e do inverso do quadrado da distância em que nos encontramos até o centro desse corpo (d), que, no caso de corpos esféricos, é o seu próprio raio.

A Terra, por exemplo, possui massa de 5,972.10²⁴ kg e raio médio de 6371 km (6,371.10⁶ m), logo, podemos calcular o valor médio da gravidade na sua superfície:

$$g = G \cdot \frac{M_1}{D^2}$$

$$g = \frac{(6,67408 \cdot 10^{-11}) \cdot (5,972 \cdot 10^{24})}{(6,371 \cdot 10^6)^2}$$



$$g = 9,82 \text{ m/s}$$

Constante de gravitação universal

A constante de gravitação universal é uma constante de proporcionalidade de módulo igual a 6,67408.10⁻¹¹ N.m²/kg²., presente na Lei da Gravitação Universal e usada para igualar a razão do produto da massa de dois corpos pelo quadrado de sua distância com o módulo da força de atração entre eles. A constante de gravitação universal é dada, em unidades do Sistema Internacional de Unidades, em N.m²/kg².

A constante da gravitação universal foi determinada entre 1797 e 1798 pelo experimento da balança de torção, realizado pelo físico e químico britânico Henry Cavendish. O experimento tinha como objetivo inicial a determinação da densidade da Terra, mas na época também pôde determinar a constante da gravitação universal com menos de 1% de erro em relação ao valor conhecido atualmente.

APÊNDICE 8 – ATIVIDADE DE GRAVITAÇÃO

	<p>MEPES: MOVIMENTO DE EDUCAÇÃO PROMOCIONAL DO ESPÍRITO SANTO EFA: ESCOLA FAMÍLIA AGRÍCOLA DE IBITIRAMA Educação Profissional Técnica de Nível Médio Integrado ao Ensino Médio Curso Técnico em Agropecuária</p> <p>ALUNO(a): _____ Série: 2ª série Data: _____ Disciplina: Física Professora: Allinne Vezula Mateveli Gonzaga</p>	
---	---	---



Exercícios sobre Gravitação Universal**Questão 1**

A lua é um satélite natural que orbita o planeta Terra pela ação da grande força gravitacional exercida pela gravidade terrestre. Sendo a massa da Terra igual a $5,972 \times 10^{24}$ kg, a massa da lua $7,36 \times 10^{22}$ kg e a distância média entre a Terra e a Lua igual a 384.400 km ($3,84 \times 10^5$ km), determine:

Dados: $G = 6,67408 \times 10^{-11}$ N.m²/kg²

- a) a força gravitacional que a Terra exerce sobre a Lua
- b) a força gravitacional que a Lua exerce sobre a Terra
- c) o módulo da aceleração adquirida pela Lua e pela Terra.

APÊNDICE 9 – MATERIAL DE LEITURA SOBRE EFEITO DAS MARÉS

	<p>MEPES: MOVIMENTO DE EDUCAÇÃO PROMOCIONAL DO ESPÍRITO SANTO EFA: ESCOLA FAMÍLIA AGRÍCOLA DE IBITIRAMA Educação Profissional Técnica de Nível Médio Integrado ao Ensino Médio Curso Técnico em Agropecuária</p> <p>ALUNO(a): _____ Série: 2ª série Data: _____ Disciplina: Física Professora: Allinne Vezula Mateveli Gonzaga</p>	
---	---	---

EFEITO DAS MARÉS

Maré é o fenômeno da subida e da descida do nível das águas de uma região por causa dos efeitos gravitacionais criados pela Lua e pelo Sol. A lei da atração gravitacional mostra que entre dois pontos materiais, separados pela distância D , e com massas M e m , ocorre uma força de atração dada pela fórmula $F = GMm/D^2$, onde G é a chamada constante gravitacional. É graças à força gravitacional que os astros podem orbitar uns em torno de outros.

Quando dois corpos estão muito afastados um do outro, o tamanho de cada um pode ser considerado como um ponto quando comparado com a distância entre eles. Nesse caso, pode-se aplicar a lei da gravitação universal como se os corpos fossem dois pontos materiais, com a massa suposta concentrada no centro de massa de cada um deles. Mas, se dois corpos estão suficientemente próximos para que seus tamanhos sejam uma fração considerável da distância entre eles, então não mais se pode supor forças agentes no centro de massa de cada um.

É isso que acontece com a força gravitacional que a Lua e o Sol aplicam sobre a Terra. A região da Terra que estiver voltada para um desses astros sofre uma atração gravitacional maior do que aquela sofrida pela região mais distante. Essas forças desiguais causam acelerações desiguais que acabam deformando, temporariamente, a distribuição de massas na Terra. Nas regiões que estão na direção da linha que une os centros dos corpos, teremos as marés altas enquanto que nas regiões que estão a 90º dessa linha, teremos marés baixas.

Devido ao movimento de rotação da Terra, a cada instante regiões diferentes da Terra estarão submetidas às marés baixas e altas, fazendo com que o fenômeno seja cíclico em cada local.

Maré Lunar

As maiores marés sobre a Terra são causadas pela Lua. Em regra geral, quando a Lua se encontra o mais próximo possível do zênite de um local, ou diametralmente oposta, temos a maré alta. Quando a Lua se encontra a cerca de 90º dessa região, temos as marés baixas. O intervalo de tempo entre duas marés

altas causadas pela Lua é de cerca de 12h25m. No mar, em locais afastados das costas, o desnível entre a maré alta e a maré baixa é de cerca de 1 m. Mas em baías fechadas esse desnível pode chegar a cerca de 20m

Maré Solar

Apesar de ter uma massa muito maior que a da Lua, o Sol exerce uma maré sobre a Terra, de cerca de 2,5 vezes menor do que aquela causada pela Lua. Isso se explica devido à grande distância entre o Sol e a Terra. Por causa do Sol, as marés altas de um local ocorrem por volta do meio-dia e da meia noite.

Maré Luni-solar

Devido à rotação da Terra e dos movimentos orbitais desta e da Lua, as marés vão ocorrendo cada dia em horários ligeiramente diferentes. O efeito combinado das marés causadas pela Lua e pelo Sol é chamado de maré luni-solar. Quando os três astros estão alinhados, ocorrem as marés de maior desnível (as mais altas e as mais baixas também) e essas marés são chamadas de marés de Sízígea. Elas ocorrem por volta das épocas de Lua Nova e Lua Cheia.

Quando o Sol e Lua são vistos a 90º um do outro, ocorrem marés com menor desnível (marés não muito altas nem muito baixas) e são denominadas de marés de Quadratura. Elas ocorrem por volta da Lua Quarto Crescente e por volta da Lua Quarto Minguante. Pelo fato de as marés lunares serem mais intensas, o período principal entre duas marés altas (ou baixas) é muito próximo do período das marés lunares: 12h25m.

Marés terrestres

Apesar do nome parecer paradoxal, ocorrem, de fato, marés terrestres, ou seja, o solo da Terra 'sobe' e 'desce' dependendo das posições do Sol e da Lua. Mas, sobe e desce em relação a quê? E como se explica isso? Não podemos esquecer que boa parte do interior da Terra está na forma pastosa, e que os continentes 'bóiam' sobre essa pasta como se cada continente fosse um pequeno barco. Da mesma forma que as marés 'marítimas' deformam a distribuição das águas, elas redistribuem também a parte pastosa da Terra. Com isso, os continentes parecem subir e descer com relação ao centro da Terra. É a esse movimento que chamamos de marés terrestres.



É um fenômeno difícil de ser medido, já que não temos um ponto fixo na superfície da Terra para poder ver o quanto o chão 'subiu' ou 'desceu' devido à maré terrestre. Cálculos mostram que o desnível chega a ser de cerca de 30 cm, ou seja, cerca de um terço da valor do desnível criado pela maré marítima longe das costas.

As marés, por representarem forças que causam atritos sobre a matéria que compõe os corpos envolvidos, fazem com que parte da energia de rotação desses

corpos seja perdida na forma de calor. Com isso, os corpos envolvidos vão 'parando' de girar. A Lua, por exemplo, mostra sempre a mesma face para a Terra, pois perdeu muita energia de rotação devido às marés que a Terra causa sobre ela. Costuma-se dizer que a Lua tem um movimento de rotação sincronizado com seu movimento orbital em torno da Terra.

Num futuro muito distante, a Terra terá um movimento de rotação sincronizado com seu movimento de translação em torno do Sol. Quando isso acontecer, uma dada região da Terra estará sempre voltada para o Sol e na outra será uma noite eterna.

APÊNDICE 10 – TESTES CONCEITUAIS 01, 02 E 03

	<p>MEPES: MOVIMENTO DE EDUCAÇÃO PROMOCIONAL DO ESPÍRITO SANTO EFA: ESCOLA FAMÍLIA AGRÍCOLA DE IBITIRAMA Educação Profissional Técnica de Nível Médio Integrado ao Ensino Médio Curso Técnico em Agropecuária</p> <p>ALUNO(a): _____ Série: 2ª série Data: _____ Disciplina: Física Professora: Allinne Vezula Mateveli Gonzaga</p>	
---	---	---

TESTE CONCEITUAL 1

Questão 1 (ENEM 2020) O modelo Ticônico híbrido propõe que o Sol gira em torno da Terra ao longo de um período de 365 dias. Enquanto isso, os demais planetas giram ao redor do Sol. Essa tese, que tenta alicerçar o modelo geocêntrico, foi proposta por:

- a) Isaac Newton
- b) Cláudio Ptolomeu
- c) Johannes Kepler
- d) Tycho Brahe
- e) Galileu Galilei

Questão 2 (FACERES 2012) Durante uma aula, um professor de física profere: “O principal discípulo de Tycho Brahe, que havia catalogado, durante décadas, as posições de planetas no firmamento, nos revelou que o quadrado do período de translação de um planeta é diretamente proporcional ao cubo do raio médio de sua órbita.” Um estudante atento pode concluir corretamente que o professor se referia a:

- A. Isaac Newton e sua lei de Ação e Reação.
- B. Coulomb e sua Lei sobre forças de interação elétrica.
- C. Johannes Kepler e sua Lei das órbitas que afirmava estar o Sol no centro de uma elipse.
- D. Johannes Kepler e sua terceira Lei chamada de Lei dos Períodos.
- E. Albert Einstein e sua Teoria da Relatividade.

Questão 3 (UEPB 2019) O astrônomo alemão J. Kepler (1571-1630), adepto do sistema heliocêntrico, desenvolveu um trabalho de grande vulto, aperfeiçoando as ideias de Copérnico. Em consequência, ele conseguiu estabelecer três leis sobre o movimento dos planetas, que permitiram um grande avanço no estudo da

astronomia. Um estudante ao ter tomado conhecimento das leis de Kepler concluiu, segundo as proposições a seguir, que:

I. Para a primeira lei de Kepler (lei das órbitas), o verão ocorre quando a Terra está mais próxima do Sol, e o inverno, quando ela está mais afastada.

II. Para a segunda lei de Kepler (lei das áreas), a velocidade de um planeta X, em sua órbita, diminui à medida que ele se afasta do Sol.

III. Para a terceira lei de Kepler (lei dos períodos), o período de rotação de um planeta em torno de seu eixo, é tanto maior quanto maior for seu período de revolução.

Com base na análise feita, assinale a alternativa correta:

- A. Apenas as proposições II e III são verdadeiras
- B. Apenas as proposições I e II são verdadeiras
- C. Apenas a proposição II é verdadeira
- D. Apenas a proposição I é verdadeira
- E. Todas as proposições são verdadeiras

TESTE CONCEITUAL 2

Questão 1 (UDESC 2011) Analise as proposições a seguir sobre as principais características dos modelos de sistemas astronômicos.

I. Sistema dos gregos: a Terra, os planetas, o Sol e as estrelas estavam incrustados em esferas que giravam em torno da Lua.

II. Ptolomeu supunha que a Terra encontrava-se no centro do Universo e os planetas moviam-se em círculos, cujos centros giravam em torno da Terra.

III. Copérnico defendia a ideia de que o Sol estava em repouso no centro do sistema e que os planetas (inclusive a Terra) giravam em torno dele em órbitas circulares.

IV. Kepler defendia a ideia de que os planetas giravam em torno do Sol, descrevendo trajetórias elípticas, e o Sol estava situado em um dos focos dessas elipses.

Assinale a alternativa **correta**.

- a) Somente as afirmativas I e IV são verdadeiras.
- b) Somente a afirmativa II é verdadeira.
- c) Somente as afirmativas II, III e IV são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas III e IV são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.

Questão 2 (UNICENTRO 2014) A Terceira Lei de Kepler diz que, para os planetas que orbitam o sol,

- A. O cubo do período de revolução é diretamente proporcional à metade da distância da órbita.
- B. O quadrado do período de revolução é diretamente proporcional ao cubo da distância da órbita.
- C. O triplo do período de revolução é diretamente proporcional ao cubo da distância da órbita.
- D. O dobro do período de revolução é diretamente proporcional ao quadrado da distância da órbita.
- E. A metade do período de revolução é diretamente proporcional ao cubo da distância da órbita.

Questão 3 (UFU-MG 2016) Um dos avanços na compreensão de como a Terra é constituída deu-se com a obtenção do valor de sua densidade, e o primeiro valor foi obtido por Henry Cavendish no século XIV. Considerando a Terra como uma esfera de raio médio de 6.300 km, qual é o valor aproximado da densidade de nosso planeta?

Dados: $g = 10 \text{ m/s}^2$, $G = 6,6 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{Kg}^2$ e $\pi = 3$

- a) $5,9 \times 10^6 \text{ kg/m}^3$
- b) $5,9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
- c) $5,9 \times 10^{24} \text{ kg/m}^3$
- d) $5,9 \times 10^0 \text{ kg/m}^3$

TESTE CONCEITUAL 03

Questão 1 (UNIR-RO 2021) Em 1609, Galileu Galilei, pela primeira vez na história, apontou um telescópio para o céu. Em comemoração aos quatrocentos anos desse feito, o ano de 2009 foi considerado pela ONU o Ano Internacional da Astronomia. Entre suas importantes observações astronômicas, Galileu descobriu que o planeta Júpiter tem satélites. Qual a importância histórica dessa descoberta?

- a) Existem corpos celestes que não orbitam a Terra, o que implica que a Terra poderia não ser o centro do Universo.
- b) Comprovou a veracidade da Lei da Gravitação Universal de Isaac Newton.
- c) Permitiu a Johannes Kepler formular suas leis da mecânica celeste.
- d) Existem corpos esféricos maiores que o Planeta Terra, o que implica que a Terra não é o único corpo sólido do Universo.

e) Mostrou que as Leis de Newton são válidas também para a interação gravitacional.

Questão 2 (MACKENZIE-SP 2022) De acordo com uma das leis de Kepler, cada planeta completa (varre) áreas iguais em tempos iguais em torno do Sol.

Como as órbitas são elípticas e o Sol ocupa um dos focos, conclui-se que:

I- Quando o planeta está mais próximo do Sol, sua velocidade aumenta

II- Quando o planeta está mais distante do Sol, sua velocidade aumenta

III- A velocidade do planeta em sua órbita elíptica independe de sua posição relativa ao Sol.

Responda de acordo com o código a seguir:

- A. Somente I é correta
- B. Somente II é correta
- C. Somente II e III são corretas
- D. Todas são corretas
- E. Nenhuma é correta

Questão 3 (MUNDO DA EDUCAÇÃO 2019) Determine a força de atração entre o Sol e a Terra em termos de 10^{22} N sabendo que a massa da Terra é $6 \cdot 10^{24}$ kg, a massa do Sol é $2 \cdot 10^{30}$ kg e a distância entre os dois astros é de $1,5 \cdot 10^8$ km.

Dado: $1 \text{ km} = 10^3 \text{ m}$

- a) 3,52
- b) 4,58
- c) 1,51
- d) 2,52
- e) 2,10

APÊNDICE 11 – PRODUTO EDUCACIONAL

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

ALLINNE VEZULA MATEVELI GONZAGA

**CONSIDERAÇÕES HISTÓRICAS NO ENSINO DE GRAVITAÇÃO E
O MOVIMENTO DAS MARÉS**

**Vitória/ES
Setembro/2022**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

ALLINNE VEZULA MATEVELI GONZAGA

**CONSIDERAÇÕES HISTÓRICAS NO ENSINO DE GRAVITAÇÃO E
O MOVIMENTO DAS MARÉS**

Trabalho apresentado como requisito para obtenção da qualificação no mestrado em Física, no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física na Instituição Universidade Federal do Espírito Santo.

Orientador: Flávio Gimenes Alvarenga

Coorientador: Giuseppi Gava Camiletti

**Vitória/ES
Setembro/2022**

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. OBJETIVOS	6
2.1 Objetivo Geral.....	6
2.2 Objetivo Específico.....	7
3. REFERENCIAL TEÓRICO / METODOLÓGICO	7
3.1 A Teoria de Aprendizagem Significativa	7
3.2 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS).....	10
3.3 Aprendizagem Baseadas em Equipes	14
4. A FÍSICA DE COPÉRNICO A NEWTON	17
4.1 Considerações Históricas da Astronomia	17
4.2 As Leis de Kepler	22
4.2.1 Primeira Lei de Kepler: As Órbitas Elípticas	23
4.2.2 Segunda Lei de Kepler: A Lei das Áreas	24
4.2.3 Terceira Lei de Kepler: Lei dos Períodos	25
4.3 Gravitação	27
4.3.1 Constante de gravitação universal	30
4.4 Movimento das Marés	30
4.4.1 Maré Lunar	33
4.4.2 Maré Solar	34
4.4.3 Maré Luni-solar	34
5. METODOLOGIA	34
5.1 Desenvolvimento e Aplicação da UEPS e Aprendizagem Baseadas em Equipes.....	34
5.1.2 A intervenção em sala de aula	35
6.2 Descrição das Aulas	39
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

1. INTRODUÇÃO

Este Produto Educacional aborda as considerações históricas da Astronomia no Ensino da Gravitação com ênfase nos personagens e fatos históricos da Astronomia e Mecânica Celeste, como Nicolau Copérnico, Johannes Kepler, Tycho Brahe e Isaac Newton. Como tópico motivador será trabalhado o comportamento das marés, uma vez que muitos alunos têm a curiosidade de entendê-lo e questionam “Como a água do mar não entorna e porquê da ocorrência das marés altas e baixas?”

A escolha dessa temática “efeito das marés” aconteceu, tanto pela curiosidade dos alunos, por não conhecerem o mar, uma vez que pertencem a uma Escola localizada no município de Ibitirama – ES, na Serra do Caparaó, bem como pelo fascínio que a Astronomia exerce até mesmo em leigos, o que a torna um cenário adequado para o Ensino da Gravitação (LANGHI; RODRIGUES, 2022), entre outros muitos exemplos de fenômenos astronômicos. Temos ainda conceitos e conteúdos que têm uma abrangente potencialidade de interdisciplinaridade com as várias disciplinas como a História, Geografia, Biologia, Matemática, Química, Física entre outras. Elas têm a competência de incitar o interesse pela ciência de maneira geral a todos os públicos. Tendo como seu principal laboratório, o céu. É encantador e está à disposição da grande maioria, e seu objeto de estudo, o Universo, é grandioso.

As fundamentais razões para Caniato (1974), que relevam a introdução da Astronomia como um dos principais elementos para inicialização à ciência são:

1. À astronomia, pela diversidade dos problemas que propõe e dos meios que utiliza, oferece o ensejo de contato com atividades e desenvolvimento de habilidades úteis em todos os ramos do saber o cotidiano da ciência;
2. A astronomia oferece o educando, como nenhum outro ramo da ciência, a oportunidade de uma visão global do desenvolvimento do conhecimento humano em relação ao Universo que o cerca;
3. A astronomia oferece ao educando a oportunidade de observar o surgimento de um modelo sobre funcionamento do Universo, bem como a crise do modelo e sua substituição por outro;

4. A astronomia oferece oportunidade para atividades que envolvam também trabalho ao ar livre e que não exigem material ou laboratórios custosos;

5. A astronomia oferece grande ensejo para que o homem perceba sua pequenez diante do Universo e ao mesmo tempo perceba como pode penetrá-lo com sua inteligência;

6. O estudo do céu sempre se tem mostrado de grande efeito motivador, como também dá o educando a ocasião de sentir um grande prazer estético ligado à ciência: o prazer de entender um pouco do Universo em que vivemos (CANIATO, 1974, p. 39-40).

Por isso, propõe-se a construção de uma sequência didática, voltada para turmas do segundo ano do ensino médio no formato de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) com atividades planejadas na Aprendizagem Baseada em Equipes, e referencial teórico fundamentado na aprendizagem significativa de David Ausubel, na transcrição de Marcos Antônio Moreira. Portanto, é proposto como objeto de estudo o ensino de conceitos básicos da Astronomia e as relações com a Gravitação e o movimento das marés abordando os seguintes temas: Considerações Históricas da Astronomia de Copérnico a Newton, Leis de Kepler, Gravitação Universal e o Movimento das Marés. De tal modo, a questão básica da pesquisa: É possível promover com atividades baseadas em equipes, uma aprendizagem significativa sobre os Movimentos das Marés sua relação com a Gravitação e a Astronomia?

Assim, o trabalho procura responder por meio da aplicação e desenvolvimento da UEPS as seguintes questões:

- 3) Quais são as concepções iniciais dos estudantes da segunda série do Ensino Médio sobre o Movimento das Marés? Qual é a relação do Movimento das Marés com a Gravitação e alguns conceitos básicos de Astronomia?
- 4) É possível promover uma Aprendizagem Significativa desse tema, utilizando essa proposta de UEPS e Atividades Baseadas em Equipes no contexto em que foi aplicada?

As respostas a essas questões, tendem-se a uma apreciação dos métodos que o professor utilizou para promover a Aprendizagem Significativa do Movimento das Marés, relacionando-o com a Gravitação e os fundamentos básicos e considerações históricas da Astronomia na segunda série do Ensino Médio, o que proverá elementos para a elaboração de novos materiais, considerando aplicação da UEPS (Unidades de Ensino Potencialmente Significativas) e aperfeiçoamentos a uma nova visão cognitivista do processo de ensino e aprendizagem relacionados ao tema.

O produto educacional poderá ser aplicado tanto nas Escolas tendo como metodologia a pedagogia da alternância integrado ao Técnico em Agropecuária, bem como nas Escolas de Ensino Médio regular, pois abordam temas que estão relacionados a BNCC (Base Nacional Comum Curricular). No Currículo Básico Comum para o Ensino Médio (CBC) da Secretaria de Educação do Estado do Espírito Santo (SEDU-ES), área de ciências (SEDU, 2009), também há recomendação de abordagem de temas de Astronomia em associação ao tópico Gravitação Universal, na disciplina de Física, tais como: Sistema Geocêntrico, Sistema Heliocêntrico, Leis de Kepler, Lei da Gravitação Universal, Buraco Negro, Fenômeno das marés, Movimento dos astros, como planetas, estrelas, cometas e outros.

A cognição presente no método refere-se às práticas que exigem raciocínio científico-interpretativo e metodológico para obtenção de informações sobre um fenômeno natural, residindo na capacidade humana de simular e construir modelos mentais, onde a imaginação tem papel principal. Já a dimensão histórica proposta por esse método investiga registros sobre as práticas científicas, identificando e localizando os indivíduos criativos em seus contextos culturais.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objeto desse estudo consiste em avaliar de maneira participativa o desenvolvimento das atividades baseadas em equipes, propostas em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), levando em consideração o ensino de conceitos básicos da Astronomia e as relações com a Gravitação abordando os seguintes tópicos: Considerações históricas da Astronomia de Copérnico a Newton

(MOURÃO, 2003; VALADARES, 2009), Leis de Kepler, Gravitação Universal e o Movimento das Marés (LOPES, 1996). Assim, a questão básica da pesquisa é: É possível promover uma aprendizagem significativa sobre os Movimentos das Marés e sua relação com a Gravitação e a Astronomia?

2.2 Objetivos Específicos

I. Avaliar se a UEPS exposta De Copérnico a Newton: O Ensino de Gravitação e o Movimento das Marés pode ser considerada exitosa;

II. Verificar a aplicabilidade dessa UEPS com atividades baseadas em equipes no mesmo contexto;

Abrolhar um produto educacional como sequência didática relativa as Considerações Históricas da Astronomia com ênfase nos principais personagens, bem com o Ensino conceitual das Leis de Kepler, Gravitação Universal e o Movimento das Marés, com objetivo de levar o Ensino de Física a lugares (escolas) mais remotos, onde alunos da zona rural possam ter acesso a ciências de maneira científica e conceitual, apreciando os grandes personagens que fizeram parte desta história.

3. REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO

No decorrer do desenvolvimento desse trabalho, foi empregado, como referencial teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, TAS (AUSUBEL, 2003) na transcrição de Marcos Antônio Moreira (MOREIRA, 2011) tendo ainda, a proposta de elaboração de um Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), apresentada por Moreira (2011), e Atividades Baseadas em equipes, do inglês Team-Based Learning (TBL).

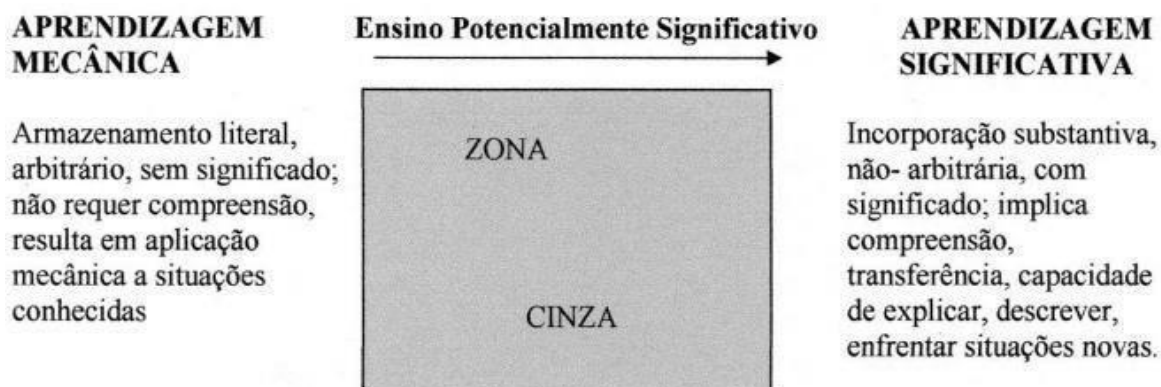
3.1 A Teoria de Aprendizagem Significativa

A princípio, temos como o principal referencial teórico utilizado no desenvolvimento e aplicação das atividades propostas neste trabalho foi o da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Paul Ausubel, transcrita por Marcos Antônio Moreira, que estuda os mecanismos internos de compreensão,

armazenamento e transformação da informação envolvidos no processo de cognição e as regularidades nesse processo.

Segundo Ausubel, os organizadores prévios são materiais introdutórios que servem de ponte entre o que o estudante sabe e o que deve saber, promovendo assim a elevação da aprendizagem significativa, pois funcionam como “pontes cognitivas”. O fato é que a aprendizagem não pode ser considerada totalmente mecânica ou totalmente significativa, embora desta última ser preferida, mas pode estar mais próxima de um desses extremos em diferentes momentos no decorrer do processo. É possível em alguns casos, partir da aprendizagem mecânica para chegar à aprendizagem significativa, principalmente quando não há subsunçores suficientes para ancorar o novo conhecimento, assim como propõe Moreira (2011c) por meio do esquema mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Visão esquemática do contínuo entre aprendizagem mecânica e significativa.



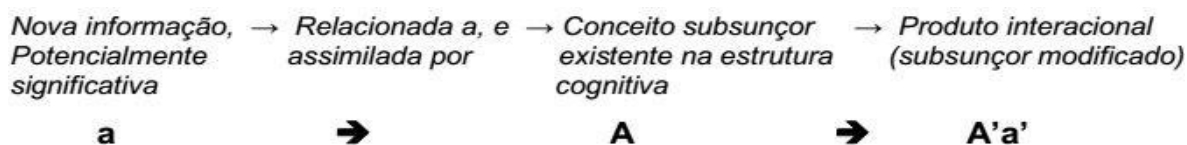
Fonte: Moreira, (2011 c, p.32)

Esse caminho da aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa ocorre de maneira correspondente, desde que o material, as metodologias, a predisposição do aluno em aprender significativamente sejam notados. O que não pode ocorrer é um estudante reprimido desde o início e durante todo o processo a uma aprendizagem mecânica atingir uma aprendizagem significativa.

Segundo Moreira (2011a), há duas condições indispensáveis para a ocorrência da Aprendizagem Significativa, a primeira se refere ao novo conteúdo que necessita ser apresentado por meio de um material instrucional potencialmente significativo, ou seja, esse material deve relacionar-se com a estrutura cognitiva do estudante de forma não-arbitrária e não-literal e a segunda, o aluno deve

apresentar uma predisposição para aprender significativamente determinado conteúdo. Caso uma das duas condições para a ocorrência da Aprendizagem Significativa não seja exercida, a aprendizagem ocorrerá de forma mecânica. Por isso a absorção de um determinado conteúdo, mesmo que por aprendizagem mecânica, começa a promover significados e os subsunçores tomam-se cada vez mais preparados e inclusivos, capazes de alicerçar novos conceitos e informações. Os novos conceitos são embolsados e organizados sistematicamente na estrutura cognitiva do indivíduo. A teoria da assimilação proposta por Ausubel e representada por Moreira (2011 a) no esquema mostrado na figura 2.

Figura 2 – Representação esquemática da Teoria da Assimilação.



Fonte: Moreira (2011 a, p. 166)

Moreira (2011a) envolve pelo menos quatro tarefas fundamentais para o professor de física provocar a aprendizagem:

- 1) Identificar a estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino, isto é, identificar os conceitos e princípios unificadores, inclusivos, com maior poder explanatório e propriedades integradoras, e organizá-los hierarquicamente de modo que, progressivamente, abranjam os menos inclusivos até chegar aos exemplos e dados específicos;
- 2) Identificar quais os subsunçores (conceitos, proposições, ideias claras, precisas, estáveis) relevantes à aprendizagem do conteúdo a ser ensinado, que o aluno deveria ter na sua estrutura cognitiva para aprender significativamente esse conteúdo;
- 3) Diagnosticar aquilo que o aluno já sabe; determinar, dentre os subsunçores especificamente relevantes (previamente identificados ao “mapear” e organizar a matéria de ensino), quais os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno;

4) Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de uma maneira significativa. A tarefa do professor aqui é de auxiliar o aluno a assimilar a estrutura da matéria de ensino e organizar sua própria estrutura de significados claros, estáveis e transferíveis. É óbvio que, para isso, deve levar em conta não só a estrutura conceitual da matéria de ensino, mas também a estrutura cognitiva do aluno no início da instrução e tomar providências adequadas (por exemplo usando organizadores, ou Instruções-remédio”), se a mesma não for adequada (Moreira, 2011a, p. 170, 171).

3.2 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)

Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa está fundamentada em algumas teorias de aprendizagem através de uma sequência didática considerando principalmente a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel e em espectros clássicos e atualizados de Moreira, Masini e Valadares e a teoria interacionista social de Vygotsky, a teoria dos campos conceituais de Vergnaud, na teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird, as teorias de educação de Novak e de Gowin, além da teoria da aprendizagem significativa crítica de M.A. Moreira, e também nas afirmações de que não há ensino sem aprendizagem, de que o ensino é um meio e a aprendizagem é o fim, como afirma Moreira (2011d). Esse mesmo autor, sugere alguns princípios que o ajudou a escolher essa sequência.

Segundo Moreira (2011 d), os princípios que o ajudou a escolher essa sequência, são:

- O conhecimento prévio é a varável que mais influencia a aprendizagem significativa (Ausubel);
- Pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa (Novak);
- É o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (Ausubel, Gowin);
- Organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos a conhecimentos e conhecimentos prévios;

- São as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (Vergnaud); elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- Situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
- As situações problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade (Vergnaud);
- Frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação (Johnson-Laird);
- A diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino (Ausubel);
- A avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;
- O papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador (da captação de significados de parte do aluno (Vergnaud; Gowin);
- A interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (Vygotsky, Gowin);
- Um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (Gowin);
- Essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo;
- A aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica (Moreira);
- A aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno (Moreira).

E por isso, Moreira (2011d) ainda sugere os passos a serem seguidos em sequência para a construção de uma UEPS, são eles:

1. definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto a matéria de ensino na qual se insere esse tópico;
2. criar propor situação (ções) - discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema, etc. — que leve (m) o aluno a extematizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta;
3. propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar, estas situações problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo; tais situações-problema podem funcionar como organizador prévio são as situações que dão sentido aos novos conhecimentos, mas, para isso, o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente; modelos mentais são funcionais para o aprendiz e resultam da percepção e de conhecimentos prévios (invariantes operatórios); estas situações-problema iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, Vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, i.e, não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;
4. uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas jogo exemplificando, abordando aspectos específicos; a estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo;

5. em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes o (i.e, aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da Unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um o texto, etc.), porém em níveis mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas. em níveis crescentes de complexidade; dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora; após esta segunda apresentação, propor alguma outra atividade colaborativa que leve os alunos interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador; esta atividade pode ser resolução de problemas, a construção de um mapa conceitual ou um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc., mas deve, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente;

6. concluindo a unidade, dar seguimento o processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa; isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um audiovisual, etc.; o importante não é a estratégia, em si mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade; após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores; essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas elou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente;

7. a avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual, após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de

transferência; tais questões/situações deverão ser previamente validadas por professores experientes na matéria de ensino; a avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa;

8. a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações problemas). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

Desse modo, o professor deve se preocupar não somente com uma sequência lógica de conteúdos a serem abordados ao planejar e aplicar uma UEPS, mas com o procedimento de como desenvolvê-lo, propiciando aos estudantes atividades colaborativas capazes de promover uma maior influência mútua ente os estudantes e o professor, bem como diálogo entre os estudantes. Essas atividades podem promover momentos importantes de trocas de conhecimentos e de conteúdos, de modo a causar a negociação de significados, além de possibilitar a esses estudantes, a utilização desses conhecimentos em outras situações do seu cotidiano.

Lembrando que não é a UEPS que promove, por si só, uma aprendizagem significativa, é importante e necessário que o professor mude completamente de postura, pois de nada adianta um professor com postura tradicional, onde o foco está na aprendizagem mecânica de conteúdos o objetivo final e melhorar o desempenho em provas. Para que isso não aconteça, é importante tentar aplicar uma UEPS a fim de promover uma aprendizagem significativa de modo que se possa seguir todos os passos, claro que, muito provavelmente, não obterá êxito em toda sequência de atividades que compõe a UEPS, bem como com relação ao processo de desenvolvimento e os objetivos a serem alcançados, mas é necessário que se faça valer cumprir todos os procedimentos planejados

3.3 Aprendizagem Baseadas em Equipes

Sabe-se que os métodos pedagógicos que envolvem metodologias ativas de ensino têm crescido no ambiente educacional em diferentes áreas do conhecimento rompendo com o método tradicional de ensino e estimulando uma pedagogia problematizadoras que coloca o aluno como protagonista na construção do conhecimento e desenvolve a autonomia e a aprendizagem significativa (PAIVA et al., 2016).

Segundo Pinto et al. (2012, p.78),

Promover a aprendizagem significativa, exige, em primeiro lugar, uma metodologia de ensino que seja capaz de envolver o aluno enquanto protagonista de sua aprendizagem, desenvolvendo ainda o senso crítico diante do que é aprendido, bem como competências para relacionar esses conhecimentos ao mundo real.

A Aprendizagem Baseada em Equipe, do inglês Team-Based Learning (TBL), é uma metodologia criada nos anos 70 pelo professor da área de negócios Larry K. Michaelsen na Universidade de Oklahoma (EUA) com o intuito de desenvolver o estudo colaborativo de forma contextualizada. O método TBL tem como foco melhorar a aprendizagem a partir de um conjunto de tarefas e atividades que coloca o aluno como responsável por adquirir conhecimentos, além de proporcionar o desenvolvimento de várias competências como tomada de decisão, trabalho colaborativo em equipe, raciocínio crítico, entre outras (KRUG et al., 2016).

O ampliação dessa aprendizagem, dá oportunidade ao estudante em adquirir o conhecimento através de uma sequência de atividades, estruturada em módulos e cada módulo é desmembrado em atividades de preparação e aplicação dentro e fora da sala de aula (MICHAELSEN, 2004 apud OLIVEIRA et al., 2016).

Segundo Krug et al. (2016), o módulo requer três etapas de atividades: o preparo, a garantia do preparo e a aplicação dos conceitos. O preparo envolve o estudo prévio do aluno, fora da sala de aula, de acordo com as tarefas propostas pelo professor. A garantia do preparo consiste na aplicação, em sala de aula, de um teste individual que será posteriormente aplicado em equipe com feedback, possibilidade de questionamento, caso haja discordância da resposta, e breve apresentação do professor. Na aplicação dos conceitos executa-se atividades em

equipe para tomada de decisões e resoluções dos problemas propostos pelo professor, com apresentação e feedback ao final.

As atividades de preparação e aplicação dos conceitos, no método TBL, são ilustradas por Oliveira (2016), conforme figura 3, em quatro etapas:

A primeira etapa destaca a fase de preparação da aprendizagem com a realização de estudo prévio pelos alunos a partir da leitura do conteúdo, vídeos, simulações, etc. que deverão ser disponibilizados antecipadamente aos alunos.

Já a segunda etapa aborda a verificação da aprendizagem da fase de preparação com a realização de um teste de preparação individual (TPi) e logo após, o teste de preparação em equipe (TPe), seguido por apelação e breve exposição do professor sobre os pontos de maior dificuldade.

Na terceira etapa, ocorre as tarefas de aplicação extraclasse com complexidade gradual. Já em sala de aula, as atividades do tipo resolução de problemas, com contextualização, são discutidas em equipe para solução, conforme demonstrado na quarta etapa da figura 3.

Figura 3 – Principais fases de cada módulo do TBL



Fonte: Oliveira (2016)

A aprendizagem baseada em equipe surge como uma metodologia ativa e alternativa a métodos tradicionais de ensino, colocando o professor como mediador na construção do conhecimento do aluno e considerando as experiências e conhecimentos prévios dos estudantes na busca de uma aprendizagem significativa. Para essa construção de significados Pinto et al. (2012) afirma que o

aluno deve ser o protagonista de sua aprendizagem, desenvolvendo o senso crítico e a capacidade de relacionar os conteúdos teóricos a contextos reais.

4. A FÍSICA DE COPÉRNICO A NEWTON

4.1 Considerações Históricas da Astronomia.

A Astronomia Ocidental originou-se na Mesopotâmia, a "terra entre dois rios", Tigre e Eufrates, eram onde os reinos antigos dos Sumérios, Assírios, e Babilônios eram localizados.

Foram os Gregos que ampliaram a astronomia, a qual eles pautavam como uma parte da matemática, a um nível bem sofisticado. No sec. IV a.C, o astrônomo Eudoxo de Cnido mediu o ano solar como sendo composto por 365 dias e 6 horas.

Aristóteles (384-322 a.C) desenvolveu uma ideia de Universo, com a Terra no seu centro e com todo o resto rodando ao seu redor em órbitas que eram círculos perfeitos.

A astronomia na China tem uma longa história. Casas em Banpo (4000 a.C.) eram orientadas a uma posição coincidente com a culminação da constelação Yingshi (Parte do que chamamos de Pegasus).

Nicolau Copérnico

O Matemático que revolucionou a astronomia com a Teoria Heliocêntrica, ele está permanentemente associado “aquele que pôs o Sol no centro do cosmo”.

Segundo Mourão (2004), ele é lembrado como um herói, um revolucionário do saber, dotado de grande coragem intelectual, o primeiro dos cientistas que, durante a Renascença, desenvolveram hoje o que chamamos de Ciências Moderna, trazendo para o conhecimento científico europeu ideias gregas que há muito tinham sido esquecidas por quase todos. Antes de Copérnico aparecer no mapa, o grande nome da Astronomia era Ptolomeu, que viveu por volta de 150 d.C

Copérnico foi educado na Itália e na Polônia, onde conheceu as ideias dos grandes filósofos gregos, Aristóteles e Platão, bem como Aristarco de Samos, Arquimedes e Eratóstenes.

Saliento que Aristarco foi o primeiro a mencionar que o Sol era o centro do universo, afirmando em seu livro “O contador de Areia” esse modelo, levando-o a

uma amostra revolucionária, após calcular os diâmetros do Sol e da Lua, sabendo-se que naquela época, o modelo “geocêntrico”, era o que dominava completamente a filosofia, onde a Terra era o centro do universo.

Então, podemos afirmar, que não foi Copérnico o pioneiro da teoria heliocêntrica e sim Aristarco sendo o primeiro a surgir com esse arranjo planetário em 300 a.C, mas infelizmente ninguém ouviu falar em Aristarco, por vários motivos que na época era impossível de provar, principalmente a olho nu, lembrando que o primeiro telescópio foi usado na Astronomia em 1610 e o efeito que demonstrou efetivamente que o Sol era o centro e a Terra girava em torno dele, onde só foi mostrado e provado em 1838.

Segundo Morão (2004), o objetivo de Copérnico não era virar a Astronomia de pernas pro ar, mas retornar aos preceitos da antiga filosofia platônica e pitagórica, pois a revolução foi criada por ser um conservador, o que não deixa de ser fiel ao espírito de Renascença. Morão disse ainda que a revolução copernicana não foi criada por Copérnico, mas ele inspirou astrônomos a considerar seriamente a possibilidade de um cosmo heliocêntrico.

Copérnico, conforme na Figura 4, era um cara reservado, não gostava de publicidade, passou anos isolado em uma torre da catedral de Frauenburg, não gostava de se socializar não tinha amigos, exceto um aluno e mais uma pessoa que mantinham contato com ele, foram os quais motivaram a publicação de seu livro “A revolução das órbitas celestes”, só foi publicado no ano em que morreu em 1543, devido há várias críticas principalmente dos grandes religiosos da época.

Figura 4 – Foto de Nicolau Copérnico



Nicolau Copérnico

Fonte: Jornal da USP

Johannes Kepler

Segundo Mourão (2003), Johannes Kepler, foi um dos mais fascinantes personagens da Astronomia, não somente pelas suas contribuições, mas pelo sua coragem e honestidade.

Kepler, conforme Figura 5, foi o primeiro a tentar derivar movimentos celestiais de causas físicas assumidas através das suas leis que até nos dias de hoje estão sendo estudadas.

Figura 5 – Foto de Johannes Kepler



Johannes Kepler

Fonte: https://www.ebiografia.com/johannes_kepler/

As descobertas de **Johannes Kepler** (1571-1630) para o desenvolvimento da história da astronomia, tornou aparente em dois aspectos: primeiro, na elaboração das três leis dos movimentos dos planetas, são elas: a lei da forma elíptica, a lei das áreas e a lei harmônica; segundo, em sua defesa convicta do copernicanismo que juntamente com Galileu o coloca como um dos principais defensores das hipóteses copernicanas de centralidade do Sol e de movimento da Terra.

A astronomia de Kepler é implantada não somente pela aprovação das suposições centrais da proposta copernicana, de centralidade do Sol e a de mobilidade da Terra, mas, especialmente, pelos desenvolvimentos internos que ele forneceu para a proposta original de Copérnico, através desses desenvolvimentos, Kepler estipulou uma nova maneira de fazer a astronomia.

Tycho Brahe

Tycho Brahe, Figura 6, foi um astrônomo dinamarquês, seu trabalho abriu o caminho para futuras descobertas, pois depois de descobrir que as tabelas de Copérnico havia vários dias de folga em prenuunciar a sobreposição de Júpiter e Saturno, Tycho Brahe decidiu dedicar sua vida para corrigi-los.

Figura 6 – Foto de Tycho Brahe



Tycho Brahe

Fonte: <https://www.tycho.iel.unicamp.br/home>

Segundo Saraiva e Oliveira Filho (2014) logo após a morte de Nicolau Copérnico, nasce Tycho, um grande observador do sistema solar, fazendo grandes observações das posições dos planetas e das estrelas e por isso teve um grande aliado que o patrocinou, fazendo com que ele construísse um belo castelo, onde virou seu próprio observatório, na ilha báltica de Hveen. Eles afirmam ainda que de Tycho Brahe não acreditava na teoria heliocêntrica, mas as suas observações e relatos que levaram a Kepler elaborar as suas leis, nas quais Kepler apresenta algumas etapas de seu procedimento, Kepler pouco escreveu diretamente acerca das questões metodológicas.

O que ele exhibe ao leitor de suas obras é todo o procedimento, todas as etapas que percorreu para obter os seus resultados, mas sem refletir sobre o procedimento (o método) que o guiava. Por exemplo, em sua principal obra astronômica, *Astronomia nova*, onde são formuladas as duas primeiras leis dos

movimentos planetários, Kepler apresenta seu percurso por meio de um relato mostrando erros e acertos, sem derivar qualquer regra metodológica.

Issac Newton

Segundo Valadares (2009), de todos os grandes nomes da Astronomia, ninguém se iguala a Newton, ele está no topo, sozinho, como um dos maiores cientistas de todos os tempos, afirmando ainda que a Física de newtoniana é aquela do cotidiano, onde percebemos com os nossos sentidos.

Newton, Figura 7, concluiu a existência de uma força de atração recíproca entre todos os corpos, a qual dependeria de suas massas. Em 1666, Newton foi o primeiro a perceber a lei fundamental que seria básica para a compreensão de vários fenômenos, antes inexplicáveis, que ocorrem no universo - a gravitação universal.

Figura 7 – Foto de Isaac Newton



Issac Newton

Fonte <https://sites.ifi.unicamp.br/laboptica/curiosidades-2/biografias/biografia-de-isaac-newton/>

Segundo Valadares (2009), a nossa realidade sobre as descobertas de Newton está ligada a várias situações do nosso dia-a-dia, principalmente, são as leis de movimentos que explicam como um carro, avião ou qualquer objeto se movimentam em qualquer lugar, na água, no ar ou no vácuo; a gravitação que explica como uma maçã cai no chão ou como os planetas giram em torno do sol e as luas em torno dos planetas, como acontecem os fenômenos da marés, havendo duas por dia, as trajetórias dos cometas; as suas leis ópticas que explicam sobre a luz branca, que nada mais é, uma combinação de tons observados no arco-íris e

suas propriedades de reflexão e refração, fora a sua matemática diferencial e integral.

A grandeza intelectual de Newton, é inigualável, o que conta a maiorias dos historiadores, passando dias focado em um projeto, esquecendo muitas vezes de comer, dormir entre outras necessidades fisiológicas e o mais interessante, o contrário que muitos pensam, Newton dedicou mais tempo aos seus estudos alquímicos e bíblicos do que a ciências.

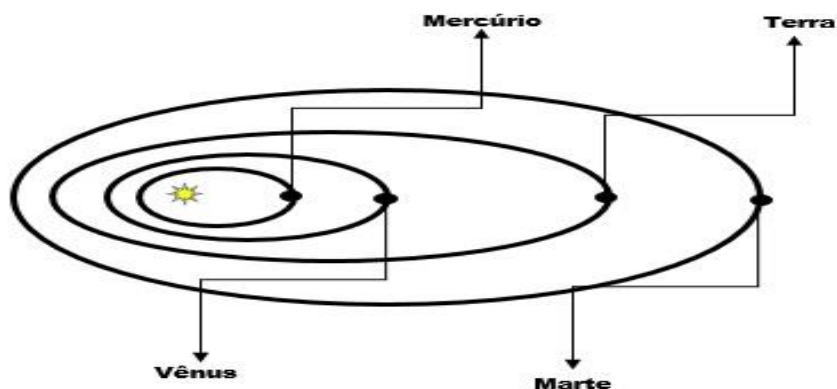
4.2 As Leis de Kepler

Desde muito tempo, os movimentos dos corpos celestes causam curiosidade aos estudiosos do céu e por isso, muitas civilizações desenvolveram as mais variadas explicações para os fenômenos observados nele. O movimento embolorado de Marte, era individualmente a incompreensível. No final do século XVI, o nosso Tycho Brahe avaliou o movimento dos astros e fez análises sem o uso de uma luneta, reuniu uma enorme quantidade de dados que eram consideravelmente mais sucintas do que as feitas até aquele momento. De posse dos dados de Tycho, Kepler conseguiu descobrir que os caminhos dos planetas em volta do sol eram elipses Figura 5.2.a. E também demonstrou que o movimento de cada planeta acelera na medida em que sua órbita o aproxima do sol e desacelera quando ocorre o afastamento do astro rei. Enfim, Kepler criou uma relação matemática precisa entre o tempo orbital de um planeta e o quanto dista do Sol.

Segundo (BONJORNIO, CASSEMIRO (2016), a teoria Heliocêntrica, conseguia dar explicações para os mesmo fenômenos celeste, como o movimento retrógrado dos planetas, mas não conseguia provar que a Terra estava em movimento.

Até então as órbitas dos planetas eram consideradas circulares e no modelo geocêntrico de Aristóteles e Ptolomeu, até a chegada de Copérnico que revolucionou a história com o modelo Heliocêntrico, conforme Figura 8.

Figura 8 – Representação das Órbitas Elípticas



Fonte: Adaptada de Waiandt 2021

4.2.1 Primeira Lei de Kepler: As Órbitas Elípticas

Todos os planetas se movem em órbitas elípticas como Sol em um dos focos.” (TIPLER e MOSCA 2006, p. 390).

Primeiramente, Kepler percebeu que cada planeta tem sua própria rota ao redor do Sol em um contorno chamado elipse, com o Sol em seu centro. Uma elipse não é somente um desenho em formato oval. Trata-se de uma curva muito exclusiva que pode ser percebida mediante a simulação com materiais simples; ou matematicamente falando: o traçado originado por todos os pontos resultantes da soma das extensões a dois pontos estáveis (os focos) é uma constante. Ou, popularmente falando, é uma circunferência encurtada.

A lei das órbitas diz que a trajetória de planetas ao redor do Sol ou a trajetória de satélites ao redor de planetas possui formato elíptico (oval) e o corpo que está sendo orbitado ocupa um dos focos da elipse.

A primeira lei de Kepler não exclui a possibilidade de trajetórias circulares, já que a circunferência é um caso particular de elipse.

No caso da trajetória dos planetas ao redor do Sol, o ponto em que eles estão mais próximos da estrela é chamado de periélio, e o ponto de maior afastamento é denominado de afélio.

4.2.2 Segunda Lei de Kepler: A Lei das Áreas

Descobri que uma linha que liga o Sol ao planeta varre áreas iguais em tempos iguais. Imaginem, portanto, um círculo e ponham o Sol ligeiramente deslocado do centro dele. Imaginem agora linhas conectando o Sol a pontos ao longo da órbita do planeta. De acordo com minha regra, quando um planeta se aproxima do Sol, anda mais rápido e, ao se afastar, anda mais devagar. (GLEISER, 2006, p.260).

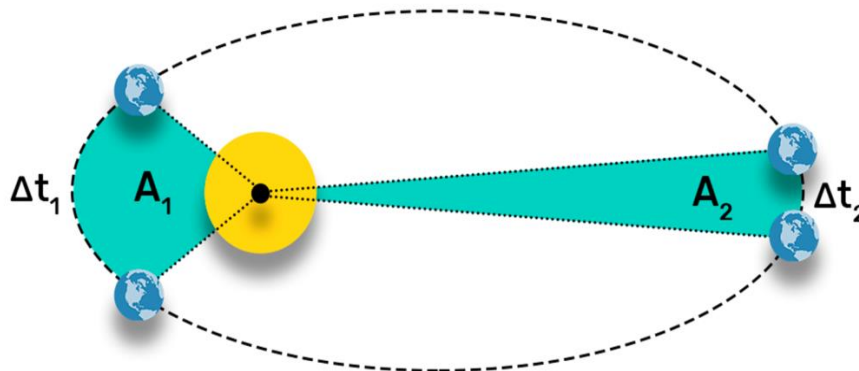
Segundo GLEISER (2006), Kepler tinha conhecimento de que os planetas, não tinham uniformidade, até mesmo a Terra, em seus movimentos e depositava em suas ressalvas a ponto de acreditar ter provado que cada planeta se movia em harmonia com sua distância do sol.

Segundo BONJORNO, Kepler continuou procurando por um Universo harmônico, por meio de cálculos infinitos, fazendo novas relações entre o movimento dos planetas e a forma de suas órbitas, anunciando assim a sua segunda lei.

Kepler em seus estudos, traçou uma reta que vai de um planeta até o Sol, ele averiguou que a área explanada por essa reta ao longo da órbita será sempre igual para intervalos de tempos iguais, independentemente de onde está esse planeta no sistema solar.

Kepler afirmou que se as áreas A_1 e A_2 , forem iguais, o tempo Δt_1 e Δt_2 que os planetas levam para percorrer os arcos, também será igual.

Figura 9 – Representação geométrica da igualdade entre áreas segundo a lei das áreas



Fonte: Adaptada de <https://aprovatotal.com.br/leis-de-kepler/>

A reta que liga um planeta até o Sol percorre áreas iguais em intervalos de tempos iguais. A razão com que a área é percorrida pelo raio vetor é conhecida como velocidade areolar

$$\Omega = \frac{A}{\Delta t}$$

Ω – velocidade areolar (m²/s)

A – área (m²)

Δt – intervalo de tempo (s)

É admirável lembrar que a velocidade areolar é diferente da velocidade orbital do planeta. Essa última muda de acordo com a distância entre o planeta e o Sol — nas proximidades do periélio, a velocidade orbital aumenta, e no afélio, diminui, graças às variações no módulo da atração gravitacional.

4.2.3 Terceira Lei de Kepler: Lei dos Períodos

O quadrado do período orbital é igual ao cubo da distância”. GLEISER 2006, p. 328.

Torna-se notório presentemente, que a lei da gravitação de Newton foi fundamental nos estudos de Kepler, posto como consequência na formulação da terceira lei para o caso peculiar de uma trajetória circular. Pondere um corpo celeste movimentando-se com velocidade v conforme uma trajetória circular de raio r contornando o Sol. A força de gravitação existente entre o Sol e o planeta favorece a aceleração que se dirige ao centro (centrípeta).

Em sua terceira lei, Kepler diz que o quadrado do período de revolução (T) dos planetas é diretamente proporcional ao cubo dos raios médios (R) de suas órbitas, valores referentes no quadro 1. Sendo assim, temos:

$$K = \frac{T^2}{R^3}$$

K = representa uma constante com valor médio igual a $2,98 \cdot 10^{-34}$ anos²/m³ para os planetas ou corpos que orbitam o Sol do nosso Sistema Solar

T = Período de revolução do planeta, medido em horas ou anos.

R = Raio médio da órbita do planeta, medido em quilômetros ou UA."

A constante em questão depende da constante da gravitação universal ($G = 6,7 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$) e da massa do corpo que está sendo orbitado. No caso do Sistema Solar, utilizando o período de revolução dos planetas em anos terrestres e o raio médio das órbitas em unidades astronômicas, o valor da constante para todos os planetas deve ser muito próximo de 1.

A terceira lei de Kepler, ainda estabelece que quanto mais distante estivermos do Sol, mais tempo levaremos para completar uma volta ao seu redor, conforme Figura 10.

Figura 10 – Representação da Lei dos Períodos



Fonte: Adaptada de <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/deducao-terceira-lei-kepler.htm>

Quadro 1 – Tabela dos Raios médios e Períodos dos Planetas

Planeta	Valores de Copérnico			Valores atuais		
	$T(\text{anos})$	$R(U.A)$	T^2/R^3	$T(\text{anos})$	$R(U.A)$	T^2/R^3
Mercúrio	0,241	0,38	1,06	0,241	0,387	1,00
Vênus	0,614	0,72	1,01	0,615	0,723	1,00
Marte	1,881	1,52	1,01	1,881	1,524	1,00
Júpiter	11,8	5,2	0,99	11,862	5,203	1,00
Saturno	29,5	9,2	1,12	29,457	9,539	1,00

Fonte: Adaptada de <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/leis-kepler.htm>

4.3 Gravitação

Segundo Isaac Newton, a atração gravitacional é a menos notória das quatro potências básicas. Ela é imperceptível nas influências mútuas entre os fragmentos simples e, assim sendo, não constitui qualquer preceito sobre o desempenho molecular dos átomos e seus núcleos.

A força de atração gravitacional existente entre os corpos com proporções comumente verificadas no universo, são díspares. Exemplificando: a força atração conhecida como força gravitacional desempenhada por um edifício sobre um carro, é de uma pequenez tamanha que não é sentida pelos seres humanos. Somente nas situações em que os corpos possuem massas de tamanhos astronômicos, como os satélites, as estrelas e os planetas, que estão na categoria de astros celestes.

A atração gravitacional se apresenta com essencial importância. A força de gravidade desempenhada pelo Planeta Terra sobre os seres humanos e os demais corpos que nos circundam, é um item essencial do experimento diário. É a força gravitacional que conserva os indivíduos sobre a Terra, a Terra e os demais corpos celestes em trajetória no sistema solar. A força de gravidade desempenha um papel fundamental na cronografia dos astros e estrelas e na conduta da nebulosa espiral. A evolução do universo é controlada, cientificamente falando, é controlada pela força gravitacional.

A teoria da gravitação foi publicada em 1686 por Isaac Newton e muito embora as leis de Kepler tenham sido um importantíssimo passo inicial na compreensão dos movimentos planetários, elas não passaram de simples regras alcançadas e se iniciaram das observâncias do movimento dos astros feitas por Brahe. O grande momento histórico foi protagonizado por Newton, quando este associou o movimento de um astro em sua trajetória a uma força especial e particular desempenhada pelo sol sobre cada um deles.

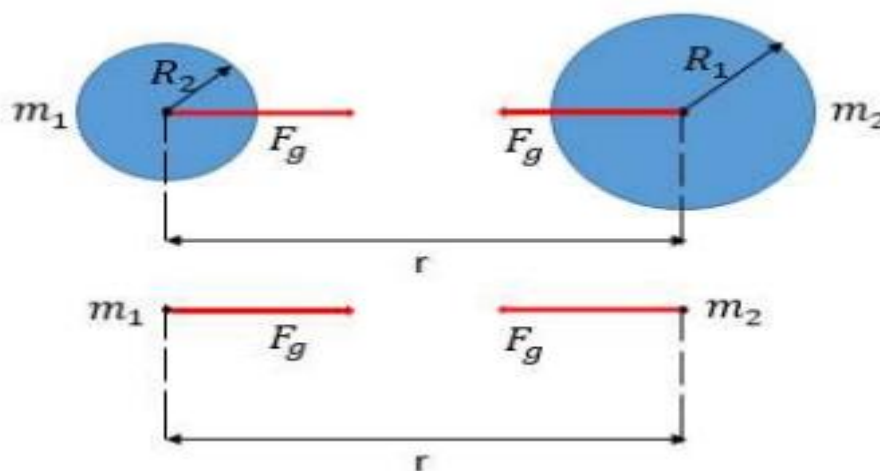
Newton comprovou que uma órbita elíptica é o resultado da força que varia opostamente com o cubo de sua distância média ao sol, cuja consequência é uma órbita elíptica, como foi anteriormente ressaltado por Kepler.

Newton então corajosamente constituiu a suposição de que, entre os corpos no universo existe uma batalha constante, num medir de forças contínuo. Antes dos

estudos desse astrônomo, a ideia de que as leis da Física notadas pelos habitantes da terra pudessem ser aplicadas aos astros em órbita na abóboda celeste.

De acordo com TIPLER e MOSCA 2006, a lei gravitacional postulada por Newton registra a existência de uma força atrativa entre cada binário de fragmentos precisos, ajustado ao produto das massas dos fragmentos e opostamente ajustado ao quadrado da distância que as afasta.

Figura 11– Interação Gravitacional.



Fonte: Livro Os Fundamentos da Física

TIPLER e MOSCA 2006, salientam ainda que a força \vec{F} desempenhada pelo fragmento 1 sobre a fração 2 é o negativo conforme a terceira lei de Newton, Figura 14. a intensidade e magnitude gravitacional desempenhada por um fragmento de massa m , sobre outro átomo m , separada de uma extensão r é, assim, demonstrado por:

$$|F| = G \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{D^2}$$

Legenda:

$|F|$ – módulo da força de atração gravitacional (N – Newton)

G – constante de gravitação universal ($6,67408 \cdot 10^{-11}$ N.kg²/m²)

M_1 – massa gravitacional ativa (kg – quilogramas)

M_2 – massa gravitacional passiva (kg – quilogramas)

D^2 – distância entre as massas ao quadrado (m²)

Chamamos de peso a força de atração gravitacional que uma massa exerce sobre outra. Além disso, são denominadas de massa gravitacional ativa e passiva a massa que produz um campo gravitacional ao seu redor e a massa que é atraída por tal campo gravitacional, respectivamente.

A força peso, ou simplesmente o peso de um corpo sujeito a uma gravidade de módulo g , é dada por:

$$P = m \cdot g$$

Legenda:

P – módulo da força peso (N – Newton)

m – massa gravitacional passiva (kg – quilogramas)

g – módulo da gravidade local (m/s^2 – metro por segundo ao quadrado)

Comparando as duas equações acima, podemos perceber que a gravidade de um corpo pode ser calculada pela fórmula a seguir:

$$F = G \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{D^2}$$

$$P = m \cdot g$$

$$g = G \cdot \frac{M_1}{D^2}$$

A equação acima mostra que a gravidade de um planeta, estrela ou qualquer que seja o corpo depende de sua massa (M), da constante de gravitação universal (G) e do inverso do quadrado da distância em que nos encontramos até o centro desse corpo (d), que, no caso de corpos esféricos, é o seu próprio raio.

A Terra, por exemplo, possui massa de $5,972.10^{24}$ kg e raio médio de 6371 km ($6,371.10^6$ m), logo, podemos calcular o valor médio da gravidade na sua superfície:

$$g = G \cdot \frac{M_1}{D^2}$$

$$g = \frac{(6,67408 \cdot 10^{-11}) \cdot (5,972 \cdot 10^{24})}{(6,371 \cdot 10^6)^2}$$

$$g = 9,82 \text{ m/s}$$

4.3.1 Constante de gravitação universal

A constante de gravitação universal é uma constante de proporcionalidade de módulo igual a $6,67408 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$., presente na Lei da Gravitação Universal e usada para igualar a razão do produto da massa de dois corpos pelo quadrado de sua distância com o módulo da força de atração entre eles. A constante de gravitação universal é dada, em unidades do Sistema Internacional de Unidades, em $\text{N.m}^2/\text{kg}^2$.

A constante da gravitação universal foi determinada entre 1797 e 1798 pelo experimento da balança de torção, realizado pelo físico e químico britânico Henry Cavendish. O experimento tinha como objetivo inicial a determinação da densidade da Terra, mas na época também pôde determinar a constante da gravitação universal com menos de 1% de erro em relação ao valor conhecido atualmente.

4.4 Movimento das Marés

Uma das atividades que marcam como um dos primeiros da nossa humanidade é a pesca. Os seres humanos se alimentavam com o que podiam recolher de alimentos naturalmente disponíveis na natureza, começam a aparecer atividades preparadas de caça e de pesca, com o desenvolvimento rápido de diferentes capacidades. Então, a preocupação com o comportamento do mar e a necessidade de entendê-lo tem relação com a pré-história, e isso leva à conclusão de que a importância da compreensão das marés também é mais antiga do que os registros escritos podem nos confirmar.

A seguir, teremos um breve resumo dos estudos, ou pelo menos dos registros sobre as observações acerca das marés, onde cito alguns dos responsáveis que observou o fenômeno desde os primórdios.

Um dos primeiros registros foram de Posidônio (135 a. C.), filósofo grego, que já fazia referência a à sua época que os Gaditanos (habitantes da cidade espanhola de Cádiz, banhada pelo oceano Atlântico) teriam observado as marés e suas regularidades diárias, mensais e anuais; e de Seleuco (150 a. C.), que era um

patrono da mobilidade terrestre e deu uma das primeiras explicações sobre o fenômeno das marés.

Quintus Curcius, historiador Romano do século I, escreveu em *De rebus gestis Alexandri Magni* (Dos feitos guerreiros de Alexandre Magno) um registro sobre o contato de uma embarcação de Alexandre, o Grande, com o fenômeno das marés. Curcius diz que:

“eles reconheceram no terceiro dia que a água do mar começou a se misturar com a do rio, e que a maré subiu novamente, o que os fez descer com maior dificuldade. (...) Ignorando os soldados, que este era o fluxo e refluxo do oceano, eles acreditavam, vendo-o de repente crescer e inundando os campos, o que era um sinal da indignação dos deuses, e da punição, que eles queriam dar a sua temeridade”. (De la vida y acciones de Alexandro el grande, tradução para o espanhol de Don Mateo Ibanez de Segovia, 1794, Madrid, Livro 9, 435).

Um dos mais famosos da época, sendo um dos maiores estudiosos da astronomia, o grego Cláudio Ptolomeu (século 2 d. C.) deu grande ajuda para a concepção do Cosmos quando escreveu o *Almagesto*, onde, inclusive, apresentou um modelo geocêntrico do sistema solar que valeu até o aparecimento do sistema heliocêntrico de Copérnico, já no século XV. Mas foi em sua obra conhecida pelo caráter astrológico, *O Tetrabiblos*, que registrou suas observações sobre as marés e a relação do fenômeno com a Lua.

“A Lua, por ser o astro mais próximo, distribui sobre a Terra o máximo de seu refluxo, pois a maioria das coisas animadas e inanimadas está em sintonia com a Lua e se modifica de acordo com ela. Os rios aumentam e reduzem seus fluxos devido à sua luminosidade; as marés são modificadas conforme seus nascimentos e ocasos; as plantas e os animais tornam-se maiores ou menores, totalmente ou em parte, em consonância com ela”. (Tradução comentada dos três primeiros capítulos do *Tetrabiblos* de Ptolomeu, Marcus Reis Pinheiro, Cristina de Amorim Machado, *Cad. Hist. Fil. Ci.*, Campinas, Série 4, v. 1, n. 2, p. 301-332, jul.-dez. 2015. P 312).

Por sua vez, Galileu é contra os destaques e nega a ação da Lua e do Sol sobre as marés. Sua teoria “desenvolvida originalmente para dar conta do período

diário no *Discurso del flusso e refluxo del mare*, (...) é refundida e expandida para os períodos mensal e anual na *Quarta Jornada do Diálogo*” (Ibid. P-846).

“Salviati - ... visto que nem com a luz da lua ou do sol, nem com calores temperados, nem com diferentes profundidades, jamais se fará artificialmente que a água contida num vaso imóvel flua e reflua, suba e desça, num lugar e não em outros. Mas se fazendo mover o vaso, sem qualquer artifício e até mesmo simplissimamente, eu vos posso representar exatamente todas aquelas mudanças que se observam nas águas marinhas, por que quereis recusar esta razão e recorrer ao milagre?” (Ibid. P-494)

A citação acima foi retirada da quarta jornada do diálogos sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano, onde Salviati é uma das três personagens do livro e representa o próprio Galileu.

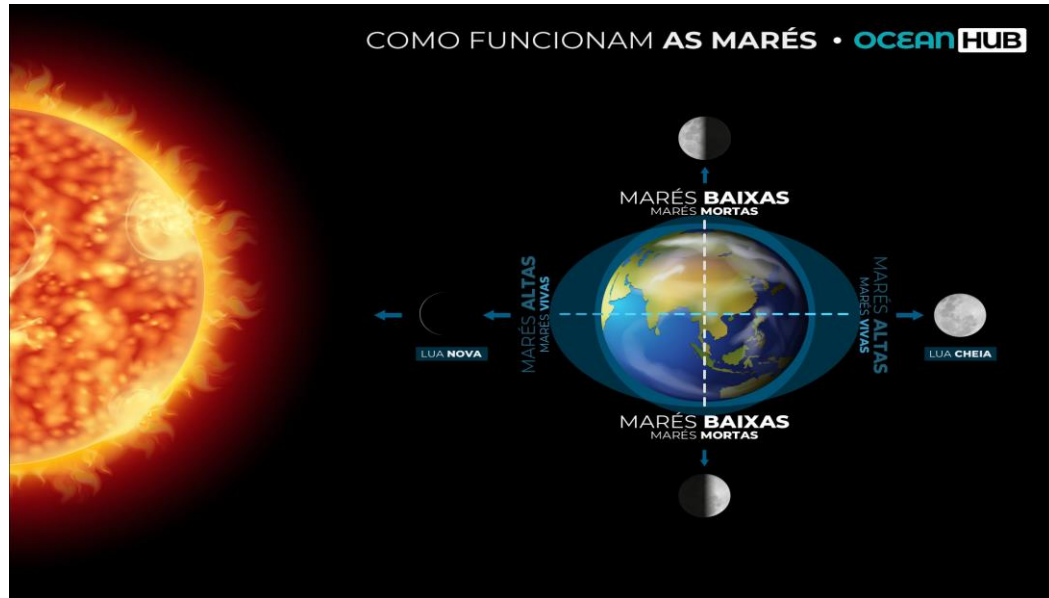
Maré é o fenômeno da subida e da descida do nível das águas de uma região por causa dos efeitos gravitacionais criados pela Lua e pelo Sol. A lei da atração gravitacional mostra que entre dois pontos materiais, separados pela distância D , e com massas M e m , ocorre uma força de atração dada pela fórmula $F=GMm/D^2$, onde G é a chamada constante gravitacional. É graças à força gravitacional que os astros podem orbitar uns em torno de outros.

Quando dois corpos estão muito afastados um do outro, o tamanho de cada um pode ser considerado como um ponto quando comparado com a distância entre eles. Nesse caso, pode-se aplicar a lei da gravitação universal como se os corpos fossem dois pontos materiais, com a massa suposta concentrada no centro de massa de cada um deles. Mas, se dois corpos estão suficientemente próximos para que seus tamanhos sejam uma fração considerável da distância entre eles, então não mais se pode supor forças agentes no centro de massa de cada um.

É isso que acontece com a força gravitacional que a Lua e o Sol aplicam sobre a Terra. A região da Terra que estiver voltada para um desses astros sofre uma atração gravitacional maior do que aquela sofrida pela região mais distante. Essas forças desiguais causam acelerações desiguais que acabam deformando, temporariamente, a distribuição de massas na Terra. Nas regiões que estão na direção da linha que une os centros dos corpos, teremos as marés altas enquanto que nas regiões que estão a 90º dessa linha, teremos marés baixas.

Devido ao movimento de rotação da Terra, a cada instante regiões diferentes da Terra estarão submetidas às marés baixas e altas, fazendo com que o fenômeno seja cíclico em cada local, conforme a figura 12.

Figura 12 – Movimento das Marés



Fonte: <https://oceanhub.com.br/2020/04/11/o-que-sao-as-mares/>

4.4.1 Maré Lunar

A Lua é uma das maiores responsáveis pela movimentação das marés, pois quando gira em torno da Terra, consegue atraí-la pra si. As maiores marés que acontecem no nosso planeta, são causadas pela Lua, pois quando ela se movimenta e a Terra também, a atração exercida não fica restrita em apenas um ponto, pois ao se mover, ela faz a água subir e descer em diferentes regiões do nosso globo terrestre, isso quer dizer que a maré pode estar alta em um lugar e baixa e outro.

Como a Terra realiza o movimento de rotação, gira em torno do seu próprio eixo, ficando sempre com metade de sua superfície voltada para a Lua. Nessas regiões, o poder de atração gravitacional é maior, e as marés são altas. Nas áreas opostas do globo, as marés estão baixas, ou seja, as marés dependem da localização da Lua em relação ao planeta Terra.

4.4.2 Maré Solar

O Sol também possui esse poder de atração tanto sobre a Terra, quanto sobre a Lua no entanto, a influência da Lua é sentida de maneira mais forte, pois, embora as dimensões do Sol sejam extremamente superiores às da Lua e, portanto, com um campo gravitacional muito mais potente, a sua distância em relação à Terra reduz esse impacto sobre as marés.

Maré Luni-solar

O resultado conjugado das forças gravitacionais causadas pela Lua e pelo Sol é chamado de maré luni-solar, pois conforme acontece à rotação da Terra e dos movimentos orbitais desta e da Lua, as marés vão acontecendo cada dia em horários levemente diferentes. Quando os três astros estão alinhados, ocorrem as marés de maior desnível (as mais altas e as mais baixas também) e essas marés são chamadas de marés de Sízígea. Elas ocorrem por volta das épocas de Lua Nova e Lua Cheia.

Quando o Sol e Lua são vistos perpendicularmente um do outro, ocorrem marés com menor desnível (marés não muito altas nem muito baixas) e são denominadas de marés de Quadratura. Elas ocorrem por volta da Lua Quarto Crescente e por volta da Lua Quarto Minguante. Pelo fato de as marés lunares serem mais intensas, o período principal entre duas marés altas (ou baixas) é muito próximo do período das marés lunares: 12h25m.

5. METODOLOGIA

5.1 Desenvolvimento e Aplicação da UEPS e Aprendizagem Baseadas em Equipes.

O desenvolvimento e aplicação da sequência, foram fundamentados na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, transcrita por Marco Antônio Moreira, nas orientações para elaboração de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), propostas por Marco Antônio Moreira (2011d), e Aprendizagem Significativa Baseada em Equipe, do inglês Team-Based Learning (TBL) e em resultados de pesquisas na área da Educação em Astronomia.

Tanto no desenvolvimento quanto na aplicação da UEPS, a intenção é facilitar uma aprendizagem significativa acerca das Considerações Históricas da

Astronomia (Copérnico a Newton), Gravitação e Movimentos das Marés, ou seja, um entendimento do que seria este fenômeno e uma aprendizagem dos conceitos físicos e astronômicos básicos envolvidos na sua descrição e explicação, de acordo com a visão científica.

Bem como, tem como desígnio de natureza atitudinal, promover momentos e ambientes que propiciassem aos estudantes da segunda série do Ensino Médio uma experiência de aprendizagem não passiva, em que os mesmos pudessem expressar livremente suas concepções iniciais e construíssem seus conhecimentos a partir de uma reflexão e crítica destas concepções, efetuando eventuais revisões e mudanças nas mesmas, mediante a diferenciação progressiva e reconciliação integradora, no sentido de torná-las mais próximas das concepções científicas, levantando sempre o conhecimento prévio dos estudantes a principalmente a respeito das Considerações Históricas da Astronomia e seus principais personagens, Gravitação e o Movimento das Marés, suas possíveis causas e relações com fenômenos astronômicos.

Proporcionando aos estudantes momentos, interações, materiais, abordagens e as estratégias que possibilitem uma aprendizagem significativa, verificando possíveis indícios dessa aprendizagem de conteúdos e conceitos, tais como: configuração e movimentos no sistema Sol-Terra-Lua, força gravitacional e se houve aprendizagem nas atividades planejadas na Aprendizagem Baseadas em Equipes.

Podendo ainda, observar e avaliar as atitudes dos estudantes frente a uma abordagem não tradicional, interpretando sentimentos, atitudes, falas, intenções e seus significados no processo de ensino-aprendizagem, buscando indícios de ocorrência, ou não, de uma aprendizagem significativa e elementos que sirvam para um aprimoramento da UEPS.

5.1.2 A intervenção em sala de aula

Nessa parte, delibero uma noção do processo prático como um todo, apresentando de forma geral as atividades desenvolvidas em sala de aula e as etapas da UEPS.

Antes da intervenção em sala de aula, foi realizada a idealização da pesquisa em campo onde foi estabelecido as estratégias e os recursos que seriam utilizados no desenvolvimento deste estudo.

Toda intervenção realizada em sala de aula, ocorre em torno da UEPS onde aborda os conteúdos De Copérnico a Newton: O ensino de Gravitação e o Movimento das Marés para o Ensino Médio, que é composta de oito etapas, na seguinte sequência:

- 1- Apresentação da proposta de trabalho aos estudantes.
- 2- Levantamento através de uma pesquisa sobre os principais personagens da Astronomia e Mecânica Celeste e aplicação das atividades baseadas em equipes.
- 3- Situação problema, utilizada como Organizador Prévio;
- 4- Introdução aos conceitos e conteúdos formais sobre a Teoria Heliocêntrica e o Conceito das órbitas Elípticas e aplicação das atividades baseadas em equipes.
- 5- Aprofundamentos dos Conceitos e Fenômenos Físicos relacionados às Leis de Kepler, Campo Gravitacional e Movimento Sol – Terra.
- 6- Abordagem dos conteúdos para apresentação de novos significados através de um formato integrador, com uso de ferramenta computacional, simuladores.
- 7- Avaliação da Aprendizagem
- 8- Entrevista e Avaliação da Ueps.

Apresentamos no Quadro 2, o cronograma das atividades desenvolvidas em cada etapa da UEPS, além dos objetivos e conteúdos.

Quadro 2 – Síntese da Intervenção da Sala de Aula UEPS

ETAPAS	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	OBJETIVOS	CONTEÚDOS ABORDADOS
I.	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação da proposta de trabalho em slides. • Apresentação da UEPS 	Apresentar os Objetivos a serem alcançados	✓ A metodologia da UEPS e a Teoria da Aprendizagem significativa com atividades baseadas em equipes.

	<ul style="list-style-type: none"> Entrega do Termo de Livre Consentimento e Esclarecimento 		
II.	<ul style="list-style-type: none"> Roda de prosa para discussão com História da Astronomia e os seus principais personagens Externalização dos conhecimentos prévios Primeira aplicação do questionário individual para ser respondido em casa. 	<p>Levantamento das questões iniciais dos estudantes</p> <p>Pesquisa sobre os personagens da Astronomia</p> <p>Aplicação Atividades Baseadas em Equipes</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ História da Astronomia e os personagens importantes: Nicolau Copérnico, Johannes Kepler, Tycho Brahe e Isaac Newton
III.	<ul style="list-style-type: none"> Primeira aplicação do questionário baseado em equipes, dividir a turma em grupos. Análise das resposta individuais e coletivas Apresentação do vídeo sobre a Teoria Heliocêntrica e a Órbita dos Planetas 	<p>Organizadores prévios do conhecimento e problematização do tema, exposição oral.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mecânica celeste ✓ Teoria Heliocêntrica ✓ Revisão de conteúdo
IV.	<ul style="list-style-type: none"> Simulação computacional sobre os planetas e suas orbitas. https://www.solarsystemscpe.com/ Abordagem conceitual do conteúdo da 1ª Lei de Kepler, através do simulador planetário A contextualização do conteúdo abordado da 1ª Lei de Kepler. 	<p>Introduzir os conceitos relacionados a Teoria Heliocêntrica utilizando simuladores</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 1ª Lei de Kepler conceitual ✓ Conceito das Órbitas Elípticas ✓ Movimento do Sol – Terra e os planetas do Sistema solar

	<ul style="list-style-type: none"> • Recolher questionários individuais. 		
V.	<ul style="list-style-type: none"> • Contextualização e aplicabilidades da 2ª e 3ª Leis de Kepler. • Releitura em conjunto, das apostilas que foram entregues. • Apresentação de exemplos relacionados as Leis de Kepler. • Discussão em grupo das questões levantadas com a leitura dos textos. • Questionário individual para ser realizado em casa 	<p>Aprofundar conceitos e Fenômenos físicos e astronômicos usando uma abordagem um pouco mais formal e mais próxima da linguagem técnica da ciência.</p> <p>Promover a percepção espacial e a noção dinâmica dos movimentos Sol-Terra.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Leis de Kepler ✓ Campo Gravitacional ✓ Movimentos Sol-Terra
VI.	<ul style="list-style-type: none"> • Recolher os questionários individuais • Aplicação do questionário de forma coletiva, alunos serão divididos em 05 grupos. • Abordagem conceitual de Gravitação, apresentação em slides da Lei da Gravitação Universal, com oportunidade de intervenção durante a apresentação. • Simulador computacional a Lua e o Sol e o comportamento da Terra. 	<p>Continuidade do processo de diferenciação progressiva e análise das atividades baseadas em equipes e fenômenos abordados</p> <p>Abordagem dos conteúdos para apresentação de novos significados através de um formato integrador, com uso de ferramenta computacional, simuladores</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Lei da Órbitas ✓ Lei das áreas ✓ Leis dos Períodos ✓ Lei da Gravitação Universal ✓ Efeito das Marés ✓ Influência do Sol e da Lua ✓ Período de Oscilação das Maré

	<p>https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_pt_BR.html.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vídeo sobre Efeito das Marés • Questionário sobre efeito das Marés 		
VII.	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação de até 03 Testes conceituais envolvendo todos os assuntos abordados com grau de dificuldades do menor para o maior. • Avaliação da aprendizagem de conteúdos por meio de anotações em um diário de implementação das observações realizadas em todas as atividades propostas pela UEPS e pela análise de conteúdo realizada nas aplicações de questionários. 	<p>Buscar indícios de aprendizagem significativa</p>	<p>✓ Todos os conceitos anteriores.</p>
VIII.	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevista coletiva semiestruturada: Quais as questões básicas? • Avaliação da UEPS 	<p>Avaliação da UEPS</p>	<p>✓ Metodologia de aplicação e atividades propostas na UEPS.</p>

5.2 Descrição das Aulas

Em uma pesquisa qualitativa, é importante descrever a realidade como é observada, e para isso, é fundamental o uso de uma ferramenta de registro de todas as atividades desenvolvidas ao longo do trabalho, bem como as ações e emoções dos estudantes no cotidiano do processo de formação.

Num sentido restrito, podemos entender as anotações de campo, por um lado, como todas as observações e reflexões que realizamos sobre expressões verbais e ações dos sujeitos, descrevendo-as, primeiro, e fazendo comentários críticos, em seguida, sobre as mesmas (TRIVINOS, 1987, p. 154).

Nesta seção, apresentamos uma sequência de 12 aulas realizadas durante o processo de implementação da UEPS em sala de aula, acompanhadas de atividades, reflexões sobre o método, especulações e possíveis explicações de situações confusas. Cada aula foi elaborada para uma duração de 55 minutos.

Todas atividades e apostilas estarão em sequência conforme a descrição de cada aula.

Segue abaixo um quadro resumido de todas as aulas, bem como a descrição da mesma em sequência.

Quadro 3 – Síntese da Intervenção da Sala de Aula.

AULAS	CONTEÚDOS ABORDADOS	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS
1	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação da proposta de trabalho. • Apresentação da UEPS • Entrega do Termo de Livre Consentimento e Esclarecimento. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ A metodologia da UEPS e a Teoria da Aprendizagem significativa com atividades baseadas em equipes. ✓ Pesquisa sobre personagens da Mecânica Celeste: Nicolau Copérnico, Johannes Kepler, Tycho Brahe e Isaac Newton.
2	<ul style="list-style-type: none"> • Roda de prosa para discussão com Considerações Históricas no Ensino de Gravitação e os seus principais personagens da Mecânica Celeste. • Externalização dos conhecimentos prévios. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Discussão do material apresentado pelos alunos. ✓ Disponibilização da Apostila sobre a História da Astronomia, para leitura. ✓ Disponibilização da atividade individual, para casa, sobre Considerações Históricas da Astronomia no Ensino de Gravitação. (Questionário 1)

3	<ul style="list-style-type: none"> • Primeira aplicação do questionário baseado em equipes. • Análise das resposta individuais e coletivas. • Vídeo Órbitas dos Planetas https://drive.google.com/file/d/1sxlGSD_2Zlb2h4z8_H06NOq_YtZ9OXRa/view?usp=sharing 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entrega da atividade individual. ✓ Aplicação da Atividade baseada em Equipes. ✓ Revisão de conteúdo analisando as respostas individuais e coletivas.
4	<ul style="list-style-type: none"> • Abordagem conceitual do conteúdo da 1ª Lei de Kepler, através do simulador planetário. • A contextualização do conteúdo abordado da 1ª Lei de Kepler. • Vídeo Órbitas dos Planetas https://drive.google.com/file/d/1sxlGSD_2Zlb2h4z8_H06NOq_YtZ9OXRa/view?usp=sharing 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Simulação computacional sobre os planetas e suas orbitas. https://www.solarsystemscope.com/ ✓ Disponibilização de atividade para casa e ser entregue na próxima aula. (Questionário 2)
5	<ul style="list-style-type: none"> • Contextualização e aplicabilidades da 2ª e 3ª Leis de Kepler (Lei das Áreas E Lei dos Períodos) • Releitura em conjunto, das apostilas que foram entregues. • Apresentação de exemplos relacionados das Leis de Kepler. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entrega do Questionário 2. ✓ Disponibilização da apostila contendo da 2ª e 3ª Leis de Kepler (Lei das Áreas E Lei dos Períodos) para leitura ✓ Disponibilização da Atividade Individual sobre a 2ª e 3ª Leis de Kepler e realização da mesma. (Questionário 3). ✓ Entrega atividade individual.
6	<ul style="list-style-type: none"> • Segunda aplicação do questionário de forma coletiva. • Análise das respostas individuais e coletivas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aplicação da Atividade baseada em Equipes. ✓ Revisão de conteúdo analisando as respostas individuais e coletivas.
7	<ul style="list-style-type: none"> • Externalização dos conhecimentos prévios sobre Gravitação. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Disponibilização da Apostila sobre a Lei da Gravitação Universal para leitura e discussão na sala de aula.

	<ul style="list-style-type: none"> Abordagem conceitual de Gravitação, logo apresentação em slides da Lei da Gravitação Universal, com oportunidade de intervenção durante a apresentação. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Disponibilização da Atividade individual sobre o tema, resolução e correção da mesma. ✓ Disponibilização da Apostila sobre Efeito das Marés para leitura em casa. <ul style="list-style-type: none"> ○ Disponibilização questionário Individual sobre Efeito das Marés
8	<ul style="list-style-type: none"> Fases da Lua Efeito das Marés Influência do Sol e da Lua Período de Oscilação das Maré 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Simulador computacional a Lua e o Sol e o comportamento da Terra. <ul style="list-style-type: none"> ○ https://phet.colorado.edu/sims/html/gravit-y-and-orbits/latest/gravit-and-orbits_pt_BR.html. ✓ Vídeo A Influência da Lua nas das Marés https://drive.google.com/file/d/1u1A0oz-aTu8HtJAcliZ1IDoEIQgOH8nR/view?usp=sharing ✓ Disponibilização questionário sobre Efeito das Marés
9	<ul style="list-style-type: none"> Análise das respostas Do Questionário sobre Efeito das Marés. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entrega do Questionário sobre Efeito das Marés ✓ Revisão de conteúdo analisando as respostas.
10 E 11	<ul style="list-style-type: none"> Revisão de todos conteúdos abordados: História da Astronomia, Leis de Kepler, Gravitação Universal e Efeito das Marés 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aplicação de até 03 Testes conceituais envolvendo todos os assuntos abordados com grau de dificuldades do menor para o maior. ✓ Avaliação da aprendizagem de conteúdos por meio de

		anotações em um diário de implementação das observações realizadas em todas as atividades propostas pela UEPS e pela análise de conteúdo realizada nas aplicações de questionários.
12	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação da UEPS 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entrevista coletiva semiestruturada: ✓ Quais as questões básicas?

Aulas 01

Objetivo: Com a finalidade de incitar uma participação dos estudantes, informar e despertar o interesse dos estudantes pelo assunto foi feita uma apresentação em slides da proposta de trabalho e dos objetivos a serem alcançados, bem como entrega do termo de consentimento e participação.

Atividade: Pesquisa sobre as Considerações Históricas da Astronomia com ênfase nos principais personagens da Mecânica Celeste, tais como: Nicolau Copérnico, Tycho Brahe, Johannes Kepler e Isaac Newton.

Descrição da aula: Na sala de aula a apresentação, produzida em slides, ocorre em um formato estruturado e com sequência lógica, mas sempre oportunizando a participação dos estudantes, tanto com perguntas quando com sugestões, sendo entregue aos mesmo o termo de compromisso e consentimento de participação e autorização de imagem.

Logo após a apresentação, foi sugerido aos alunos uma pesquisa sobre as Considerações Históricas da Astronomia com ênfase nos principais personagens da Mecânica Celeste, tais como: Nicolau Copérnico, Tycho Brahe, Johannes Kepler e Isaac Newton.

Aula 02

Objetivo: Analisar os conhecimentos prévios através de uma roda de conversa e através do questionário individual, com a intenção de analisar a pesquisa proposta na aula anterior.

Atividade: Questionário Individual, através da análise da pesquisa.

Descrição da aula: Na sala de aula, os alunos serão dispostos em círculo para uma “**roda de prosa**”, para isso além da pesquisa que fizeram, será disponibilizada previamente para os alunos uma apostila com as **Considerações Históricas da Astronomia e os seus principais personagens**, que estará anexado logo abaixo desta sequência, onde haverá discussão desse material, bem como das pesquisas que fizeram, visando ainda analisar os conhecimentos prévios dos alunos.

Após a conversa, será colocado no quadro o nome dos principais personagens da Astronomia e de um a um, será analisado novamente os conhecimentos prévios, como Nicolau Copérnico, Tycho Brahe, Johannes Kepler e Isaac Newton. Antes do término da aula, os alunos receberão uma atividade individual (Questionário 1) que será realizada em casa.

Material Disponibilizado aos alunos

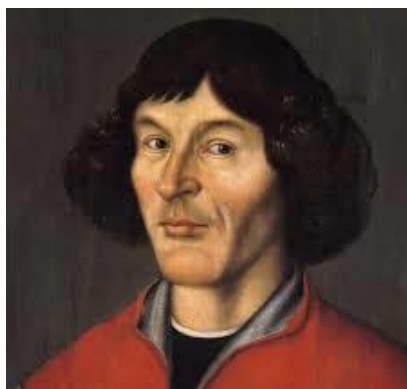
CONSIDERAÇÕES HISTÓRICAS DA ASTRONOMIA E SEUS PRINCIPAIS PERSONAGENS

As origens da astronomia Ocidental podem ser encontradas na Mesopotâmia, a "terra entre dois rios", Tigre e Eufrates, eram onde os reinos antigos dos Sumérios, Assírios, e Babilônios eram localizados.

Os Gregos desenvolveram a astronomia, a qual eles relacionavam como um ramo da matemática, a um nível bem sofisticado. No sec. IV a.C, o astrônomo Eudoxo de Cnido mediu o ano solar como sendo composto por 365 dias e 6 horas. Aristóteles (384-322 a.C) desenvolveu uma ideia de Universo, com a Terra no seu centro e com todo o resto rodando ao seu redor em órbitas que eram círculos perfeitos.

A astronomia na China tem uma longa história. Casas em Banpo (4000 a.C.) eram orientadas a uma posição coincidente com a culminação da constelação Yingshi (Parte do que chamamos de Pegasus).

O cônego e matemático **Nicolau Copérnico** revolucionou a astronomia com a Teoria Heliocêntrica. Ele explicava a órbita dos planetas em torno de uma estrela, o Sol, e influenciou os estudos de Joahnes Kepler, que formulou as leis do movimento planetário, e de Galileu Galilei. O italiano mostraria que Copérnico estava certo, graças a instrumentos telescópicos.



Nicolau Copérnico

Kepler foi o primeiro a tentar derivar movimentos celestiais de causas físicas assumidas. Isaac Newton apertou ainda mais os laços entre a física e a astronomia através de sua Lei da Gravitação Universal.



Johannes Kepler

O papel de **Johannes Kepler** (1571-1630) para o desenvolvimento da história da astronomia e da cosmologia modernas revela-se em dois aspectos: primeiro, na elaboração das três leis dos movimentos dos planetas, a saber, a lei da forma elíptica, a lei das áreas e a lei harmônica; segundo, em sua defesa contundente do copernicanismo, o que o coloca, juntamente com Galileu, como um dos principais defensores das hipóteses copernicanas de centralidade do Sol e de movimento da Terra.

A astronomia de Kepler insere-se no âmbito do copernicanismo de Nicolau Copérnico, não somente pela admissão das hipóteses centrais da proposta copernicana, a saber, a de centralidade do Sol e a de mobilidade da Terra, mas, sobretudo, pelos desenvolvimentos internos que ele forneceu para a proposta original de Copérnico. Desses desenvolvimentos, Kepler estipulou uma nova maneira de fazer a astronomia.

Excetuando-se a obra *Apologia de Tycho Brahe*, que versa sobre o estatuto epistemológico do uso de hipóteses na astronomia, e algumas passagens isoladas de suas obras, nas quais Kepler apresenta algumas etapas de seu procedimento, Kepler pouco escreveu diretamente acerca das questões metodológicas.

Tycho Brahe foi um astrônomo dinamarquês, cujo trabalho abriu o caminho para futuras descobertas. Depois de descobrir que as tabelas de Copérnico havia vários dias de folga em predizer a sobreposição de Júpiter e Saturno, Tycho Brahe decidiu dedicar sua vida para corrigi-los.



Tycho Brahe

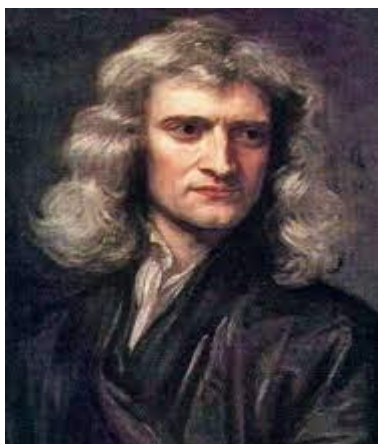
O que ele apresenta ao leitor de suas obras é todo o processo, todas as etapas que percorreu para obter os seus resultados, mas sem refletir sobre o procedimento (o método) que o guiava. Por exemplo, em sua principal obra

astronômica, *Astronomia nova*, onde são formuladas as duas primeiras leis dos movimentos planetários, Kepler apresenta seu percurso por meio de um relato mostrando erros e acertos, sem derivar qualquer regra metodológica.

Kepler, diferentemente, apresenta um extenso relato de todas as etapas que o conduziram à descoberta das duas primeiras leis dos movimentos planetários e é nessa extensa descrição que se deve encontrar o que serviu de guia a Kepler.

A obra *Astronomia nova*, de Kepler, é escrita com o propósito de mostrar que não há equivalência entre as hipóteses, na medida em que as hipóteses copernicanas da centralidade do Sol e do movimento da Terra estão melhor adequadas às aparências, pois explicam por que essas aparências se dão, e não são meramente representativas dos fenômenos tomados em si.

Issac Newton concluiu a existência de uma força de atração mútua entre todos os corpos, a qual dependeria de suas massas. Em 1666, Newton foi o primeiro a perceber a lei fundamental que seria básica para a compreensão de vários fenômenos, antes inexplicáveis, que ocorrem no universo - a gravitação universal.



Issac Newton

Newton concluiu ainda que o que mantém os planetas em órbita são as forças gravitacionais, e partindo das leis de Kepler ele descobriu que essa força tem intensidade que depende da massa do Sol e do planeta e é inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles.

Questionário 1

5) Qual o propósito da nova obra da Astronomia de Kepler? Assinale a CORRETA:

- e) () O propósito da nova obra é mostrar que não há equivalência entre as hipóteses, onde os planetas estão de forma elíptica.
- f) () O propósito da nova obra é mostrar que há equivalência entre as hipóteses, onde os planetas estão de forma elíptica
- g) () A astronomia de Kepler insere-se no âmbito do Copernicanismo de Nicolau Copérnico, somente pela admissão das hipóteses centrais da proposta copernicana.
- h) () Kepler, diferentemente, não apresenta um relato de todas as etapas que o conduziram à descoberta das duas primeiras leis dos movimentos planetários.

6) O Matemático Nicolau Copérnico revolucionou a astronomia com a Teoria Heliocêntrica, como se pode explicar essa teoria?

- e) () A órbita dos planetas é de forma circular entorno do Sol.
- f) () Ele explicava a órbita dos planetas em torno de uma estrela, o Sol de forma elíptica.
- g) () A órbita dos planetas é de forma circular entorno das estrelas
- h) () Ele explicava a órbita dos planetas em torno de uma estrela, o Sol de forma circular.

7) Quem foi Tycho Brahe e qual foi sua contribuição para a astronomia?

- f) () Tycho Brahe foi um grande astrônomo que descobriu as órbitas elípticas dos planetas.
- g) () Tycho Brahe descobriu que as tabelas de Copérnico havia vários dias de folga em prever a sobreposição de Júpiter e Saturno.
- h) () Tycho Brahe desenvolveu a astronomia, a qual eles relacionavam como um ramo da matemática.

- i) () Tyco Brahe foi o primeiro a tentar derivar movimentos celestiais de causas físicas assumidas.

8) O que concluiu Newton sobre as órbitas dos planetas:

- e) () **Newton** concluiu a existência de uma força de atração mútua entre todos os corpos, a qual não dependeria de suas massas.
- f) () Ele descobriu que essa força tem intensidade que não depende da massa do Sol e do planeta e é diretamente proporcional ao quadrado da distância entre eles.
- g) (X) Que partindo das leis de Kepler, concluiu ainda que o que mantém os planetas em órbita são as forças gravitacionais.
- h) () Concluiu diferentemente, apresenta um extenso relato de todas as etapas que o conduziram à descoberta das duas primeiras leis dos movimentos planetários

Aula 03

Objetivo: Analisar e comparar o conhecimento prévio individual com o coletivo após a abordagem do conteúdo a través do vídeo das Órbitas dos Planetas.

Atividade: Avaliação coletiva.

Descrição: Primeiramente os alunos entregarão a atividade individual (Questionário 1) e logo serão distribuídos em grupos de 04 pessoas, onde receberão o mesmo questionário que levaram para casa de 04 questões com 04 alternativas, onde será aplicado atividades baseadas em equipes tendo um tempo de 30 minutos para responderem o mesmo. Cada grupo receberá um gabarito, plastificado, com as alternativas pintadas de tinta guache ou de corretivo. O processo de marcação de respostas é similar ao uso de bilhetes de premiação instantânea, conhecida como “raspadinha”. A resposta é considerada certa pela equipe é marcada na grade raspando o material que cobre a alternativa escolhida. Se a resposta estiver correta, aparecerá uma marca em verde, em caso de erro, os alunos voltarão a discutir para tentar encontrar a resposta correta. Após a conclusão da atividade coletiva de com duração de 30 minutos, logo após será

entregue aos alunos as atividades individuais devidamente corrigidas, para que seja feita uma análise das respostas dadas individualmente e respostas dadas coletivamente. Essa análise será feita no quadro, questão por questão, fazendo com que os alunos tirem suas dúvidas e conclusões. Como organizadores prévio foi passado o Vídeo sobre as órbitas dos Planetas que será repetido na próxima aula.

Aula 04

Objetivo: Criar/propor situações que levem os estudantes a externalizarem seu conhecimento prévio aceito ou não aceito no contexto do assunto abordado.

Atividade: Simulação computacional sobre os planetas e suas orbitas e questionário individual.

Descrição: Os alunos devem levados ao Laboratório de Informática onde será feito a abordagem conceitual do conteúdo da 1ª Lei de Kepler, através do **Simulador Planetário**. Os alunos irão interagir com o simulador, sob a orientação do professor. Logo após interação com o simulador, será exposto mais uma vez **Vídeo: Órbitas Elípticas dos Planetas** com duração de 7 minutos, após a execução do vídeo os alunos irá receber uma atividade (Questionário 2) relacionada a contextualização do conteúdo abordado da 1ª Lei de Kepler, que deverá ser levada para casa e ser devolvida na próxima aula.

Acesso ao Simulador Planetário:



<https://www.solarsystemscope.com/>

Acesso ao Vídeo Órbitas Elípticas:

https://drive.google.com/file/d/1sxIGSD_2Zlb2h4z8_H06N_Oq_YtZ9OXRa/view?usp=sharing



Material Disponibilizado aos alunos

Questionário 2

Questão 1) (UNICAMP 2015) A primeira lei de Kepler demonstrou que os planetas se movem em órbitas elípticas e não circulares. A segunda lei mostrou que os planetas não se movem a uma velocidade constante. PERRY, Marvin. Civilização Ocidental: uma história concisa. São Paulo: Martins Fontes, 1999, p. 289. (Adaptado)

É correto afirmar que as leis de Kepler:

- e) Confirmaram as teorias definidas por Copérnico e são exemplos do modelo científico que passou a vigorar a partir da Alta Idade Média.
- f) Confirmaram as teorias defendidas por Ptolomeu e permitiram a produção das cartas náuticas usadas no período do descobrimento da América.
- g) São a base do modelo planetário geocêntrico e se tornaram as premissas científicas que vigoram até hoje.
- h) Forneceram subsídios para demonstrar o modelo planetário heliocêntrico e criticar as posições defendidas pela Igreja naquela época.

Gabarito: Letra D

Resolução:

As leis de Kepler representaram a ruptura com a visão geocêntrica do Sistema Solar, defendida pela Igreja.

Questão 2) (UFES 2018) A figura representa a trajetória elíptica de um planeta em movimento de translação ao redor do Sol e quatro pontos sobre essa trajetória: M, P (periélio da órbita), N e A (afélio da órbita).

O módulo da velocidade escalar desse planeta:

- 9- Sempre aumenta no trecho MPN.
- 10- Sempre diminui no trecho NAM.
- 11- Tem o mesmo valor no ponto A e no ponto P.
- 12- Está aumentando no ponto M e diminuindo no ponto N.
- 13- É mínimo no ponto P e máximo no ponto A.

Gabarito: Letra D

Resolução:

Quando o planeta move-se em direção ao periélio, sua energia cinética aumenta, portanto, no ponto M, ele está ganhando velocidade.

Questão 3) (FGV-SP 2017) Johannes Kepler (1571-1630) foi um cientista dedicado ao estudo do sistema solar. Uma das suas leis enuncia que as órbitas dos planetas, em torno do Sol, são elípticas, com o Sol situado em um dos focos dessas elipses. Uma das consequências dessa lei resulta na variação:

- f) Do módulo da aceleração da gravidade na superfície dos planetas.
- g) Da quantidade de matéria gasosa presente na atmosfera dos planetas.
- h) Da duração do dia e da noite em cada planeta.
- i) Da duração do ano de cada planeta.
- j) Da velocidade orbital de cada planeta em torno do Sol.

Gabarito: Letra E

Resolução:

A velocidade orbital aumenta nas proximidades do periélio, graças à aproximação entre o planeta e sua estrela.

Aulas 05

Objetivo: Analisar os conceitos prévios dos alunos, disponibilizando um material para leitura, recolhimento da atividade da aula anterior.

Atividade: Avaliação individual

Descrição: Após a entrega da apostila com os conteúdos conceituais da **2ª e 3ª Lei de Kepler**, os alunos irão fazer uma leitura do material de forma individual durante 20 minutos, após será analisado os conceitos prévios com a distribuição da atividade (Questionário 3) que será respondido individualmente em seguida a explanação do mesmo, bem como apresentação de exemplos.

Material Disponibilizado aos alunos

Segunda e Terceira Leis de Kepler

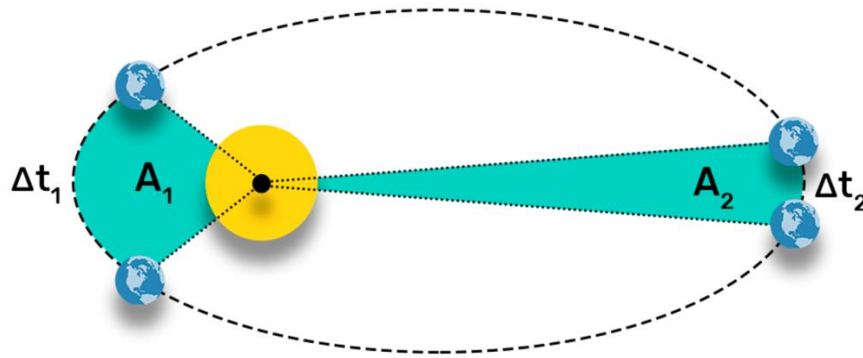
Segunda lei de Kepler: A Lei das Áreas

Segundo GLEISER (2006), Kepler tinha conhecimento de que os planetas, não tinham uniformidade, até mesmo a Terra, em seus movimentos e depositava em suas ressalvas a ponto de acreditar ter provado que cada planeta se movia em harmonia com sua distância do sol.

Segundo BONJORNO, Kepler continuou procurando por um Universo harmônico, por meio de cálculos infinitos, fazendo novas relações entre o movimento dos planetas e a forma de suas órbitas, anunciando assim a sua segunda lei.

Kepler em seus estudos, traçou uma reta que vai de um planeta até o Sol, ele averiguou que a área explanada por essa reta ao longo da órbita será sempre igual para intervalos de tempos iguais, independentemente de onde está esse planeta no sistema solar.

Kepler afirmou que se as áreas A_1 e A_2 , forem iguais, o tempo Δt_1 e Δt_2 que os planetas levam para percorrer os arcos, também será igual.



Fonte: Adaptada de <https://aprovatotal.com.br/leis-de-kepler/>

A reta que liga um planeta até o Sol percorre áreas iguais em intervalos de tempos iguais. A razão com que a área é percorrida pelo raio vetor é conhecida como velocidade areolar

$$\Omega = \frac{A}{\Delta t}$$

Ω – velocidade areolar (m^2/s)

A – área (m^2)

Δt – intervalo de tempo (s)

É admirável lembrar que a velocidade areolar é diferente da velocidade orbital do planeta. Essa última muda de acordo com a distância entre o planeta e o Sol — nas proximidades do periélio, a velocidade orbital aumenta, e no afélio, diminui, graças às variações no módulo da atração gravitacional.

Terceira lei de Kepler

O quadrado do período orbital é igual ao cubo da distância”. GLEISER 2006, p. 328.

Torna-se notório presentemente, que a lei da gravitação de Newton foi fundamental nos estudos de Kepler, posto como consequência na formulação da terceira lei para o caso peculiar de uma trajetória circular. Pondere um corpo celeste movimentando-se com velocidade v conforme uma trajetória circular de raio r contornando o Sol. A força de gravitação existente entre o Sol e o planeta favorece a aceleração que se dirige ao centro (centrípeta).

Em sua terceira lei, Kepler diz que o quadrado do período de revolução (T) dos planetas é diretamente proporcional ao cubo dos raios médios (R) de suas órbitas. Sendo assim, temos:

$$K = \frac{T^2}{R^3}$$

K = representa uma constante com valor médio igual a $2,98 \cdot 10^{-34}$ anos²/m³ para os planetas ou corpos que orbitam o Sol do nosso Sistema Solar

T = Período de revolução do planeta, medido em horas ou anos.

R = Raio médio da órbita do planeta, medido em quilômetros ou UA."

A constante em questão depende da constante da gravitação universal ($G = 6,7 \times 10^{-11}$ N.m²/kg²) e da massa do corpo que está sendo orbitado. No caso do Sistema Solar, utilizando o período de revolução dos planetas em anos terrestres e o raio médio das órbitas em unidades astronômicas, o valor da constante para todos os planetas deve ser muito próximo de 1.

A terceira lei de Kepler, ainda estabelece que quanto mais distante estivermos do Sol, mais tempo levaremos para completar uma volta ao seu redor.

Figura da Representação das Leis dos Períodos



Fonte: Adaptada de <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/deducao-terceira-lei-kepler.htm>

Quadro dos raios médios e Períodos dos Planetas

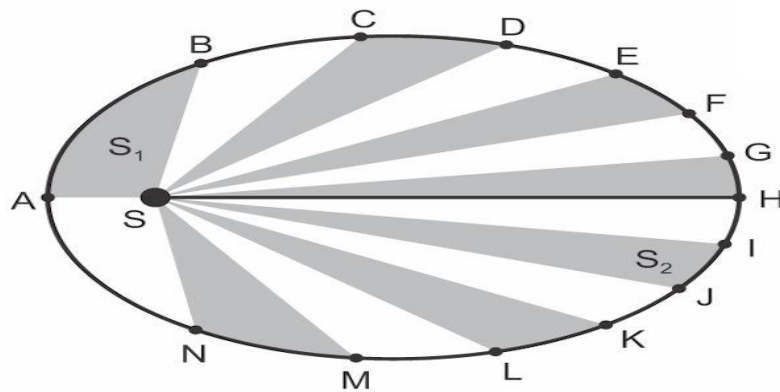
Planeta	Valores de Copérnico			Valores atuais		
	$T(\text{anos})$	$R(U.A)$	T^2/R^3	$T(\text{anos})$	$R(U.A)$	T^2/R^3

Mercúrio	0,241	0,38	1,06	0,241	0,387	1,00
Vênus	0,614	0,72	1,01	0,615	0,723	1,00
Marte	1,881	1,52	1,01	1,881	1,524	1,00
Júpiter	11,8	5,2	0,99	11,862	5,203	1,00
Saturno	29,5	9,2	1,12	29,457	9,539	1,00

Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/leis-kepler.htm>

Questionário 3

Questão 1) (UFRGS 2015) A elipse, na figura abaixo, representa a órbita de um planeta em torno de uma estrela S. Os pontos ao longo da elipse representam posições sucessivas do planeta, separadas por intervalos de tempos iguais. As regiões alternadamente coloridas representam as áreas varridas pelo raio da trajetória nesses intervalos de tempo. Na figura, em que as dimensões dos astros e o tamanho da órbita não estão em escala, o segmento de reta SH representa o raio focal do ponto H de comprimento p .



Considerando que a única força atuante no sistema estrela-planeta seja a força gravitacional, são feitas as seguintes afirmações:

- I. As áreas S_1 e S_2 , varridas pelo raio da trajetória, são iguais.
- II. O período da órbita é proporcional a p^3 .

III. As velocidades tangenciais do planeta nos pontos A e H, V_A e V_H são tais que $V_A > V_H$.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I
- b) Apenas I e II
- c) Apenas I e III
- d) Apenas II e III
- e) I, II e III

Gabarito: Letra C

Resolução: Vamos analisar as alternativas:

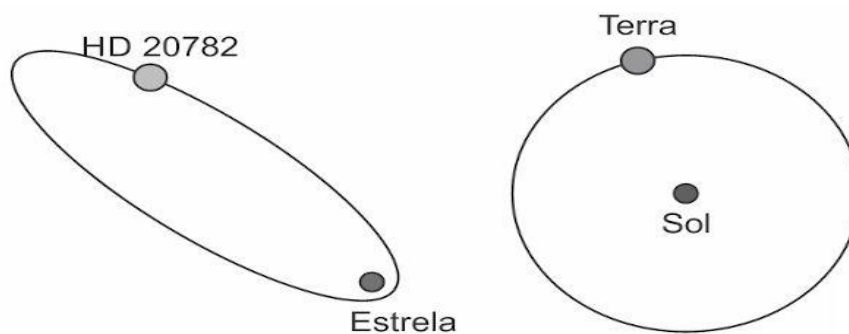
I – VERDADEIRO

II – FALSO. O quadrado do período da órbita é proporcional ao cubo do raio médio, de acordo com a 3ª lei de Kepler.

III – VERDADEIRO

Questão 2) (ACAFE 2016) Foi encontrado pelos astrônomos um exoplaneta (planeta que orbita uma estrela que não o Sol) com uma excentricidade muito maior que o normal. A excentricidade revela quão alongada é sua órbita em torno de sua estrela. No caso da Terra, a excentricidade é 0,017, muito menor que o valor 0,96 desse planeta, que foi chamado HD 20782.

Nas figuras a seguir, pode-se comparar as órbitas da Terra e do HD 20782.



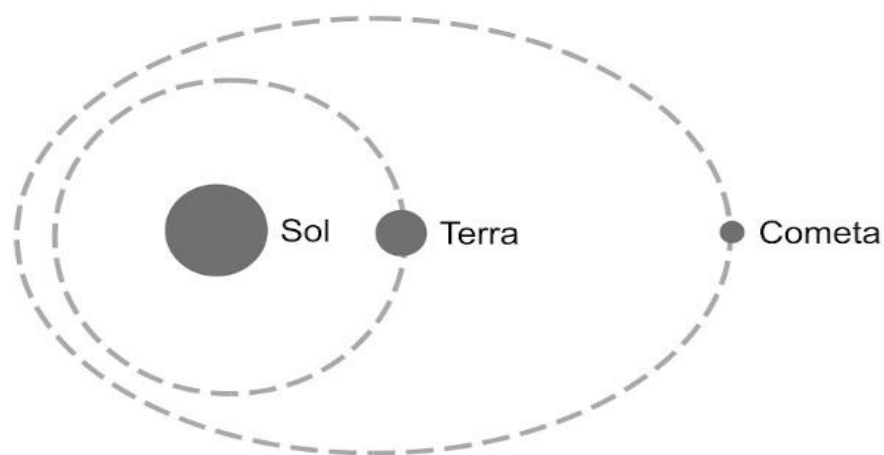
Nesse sentido, assinale a alternativa **correta**:

- a) As leis de Kepler não se aplicam ao HD 20782 porque sua órbita não é circular como a da Terra.
- b) As leis de Newton para a gravitação não se aplicam ao HD 20782 porque sua órbita é muito excêntrica.
- c) A força gravitacional entre o planeta HD 20782 e sua estrela é máxima quando ele está passando no afélio.
- d) O planeta HD 20782 possui um movimento acelerado quando se movimenta do afélio para o periélio.

Gabarito: Letra D

Resolução: No periélio, o planeta está na menor distância até o Sol, por isso, está sujeito à maior atração gravitacional que sua órbita permite, portanto, a resposta correta é a letra D.

Questão 3) (UFSM 2014) Os avanços nas técnicas observacionais têm permitido aos astrônomos rastrear um número crescente de objetos celestes que orbitam o Sol. A figura mostra, em escala arbitrária, as órbitas da Terra e de um cometa (os tamanhos dos corpos não estão em escala). Com base na figura, analise as afirmações:



- I. Dada a grande diferença entre as massas do Sol e do cometa, a atração gravitacional exercida pelo cometa sobre o Sol é muito menor que a atração exercida pelo Sol sobre o cometa.

II. O módulo da velocidade do cometa é constante em todos os pontos da órbita.

III. O período de translação do cometa é maior que um ano terrestre.

Está(ão) correta(s):

a) apenas I

b) apenas III

c) apenas I e II

d) apenas II e III

e) I, II e III

Gabarito: Letra B

Resolução: Vamos analisar as alternativas:

I – FALSA. De acordo com a terceira lei de Newton, essas forças devem ter intensidades iguais.

II – FALSA. Nas trajetórias elípticas, o movimento é acelerado quando o astro aproxima-se do Sol.

III – VERDADEIRA

Aula 06

Objetivo: Propor situação problema de forma coletiva, onde os alunos responderão o mesmo questionário que responderam individualmente em casa, mas agora em grupo.

Atividade: Avaliação em Grupo

Descrição: A turma será dividida em grupos de 04 alunos para realizarem atividade baseada em equipes, onde os grupos responderão essas mesmas perguntas do questionário anterior de 03 questões com 04 ou 05 alternativas, tendo um tempo de 30 minutos para responderem o mesmo. Cada grupo receberá um gabarito,

plastificado, com as alternativas pintadas de tinta guache. O processo de marcação de respostas é similar ao uso de bilhetes de premiação instantânea, conhecida como “raspadinha”. A resposta é considerada certa pela equipe é marcada na grade raspando o material que cobre a alternativa escolhida. Se a resposta estiver correta, aparecerá uma marca em verde, em caso de erro, os alunos voltam a discutir para tentar encontrar a resposta correta. Após a conclusão, o assunto abordado anteriormente será explanado oralmente pelo professor que fará as conclusões.

Aula 07

Objetivo: Criar/propor situações que levem os estudantes a externalizarem seu conhecimento prévio aceito ou não aceito no contexto do assunto abordado Gravitação.

Atividade: Avaliação individual

Descrição: Após a abordagem através dos conhecimentos prévios sobre Gravitação de aproximadamente 10 minutos, os alunos receberão uma apostila sobre Gravitação que define de forma contextual o tema, que será discutido, explanado, seguindo a aplicação de uma atividade com 01 questão sobre o assunto, bem como a correção desta atividade. Antes do término da aula os alunos receberão uma apostila sobre **Efeito das Marés**.

Material Disponibilizado aos alunos

LEI DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

Segundo Isaac Newton, a atração gravitacional é a menos notória das quatro potências básicas. Ela é imperceptível nas influências mútuas entre os fragmentos simples e, assim sendo, não constitui qualquer preceito sobre o desempenho molecular dos átomos e seus núcleos.

A força de atração gravitacional existente entre os corpos com proporções comumente verificadas no universo, são díspares. Exemplificando: a força atração conhecida como força gravitacional desempenhada por um edifício sobre um carro, é de uma pequenez tamanha que não é sentida pelos seres humanos. Somente nas situações em que os corpos possuem massas de tamanhos astronômicos,

como os satélites, as estrelas e os planetas, que estão na categoria de astros celestes.

A atração gravitacional se apresenta com essencial importância. A força de gravidade desempenhada pelo Planeta Terra sobre os seres humanos e os demais corpos que nos circundam, é um item essencial do experimento diário. É a força gravitacional que conserva os indivíduos sobre a Terra, a Terra e os demais corpos celestes em trajetória no sistema solar. A força de gravidade desempenha um papel fundamental na cronografia dos astros e estrelas e na condução da nebulosa espiral. A evolução do universo é controlada, cientificamente falando, é controlada pela força gravitacional.

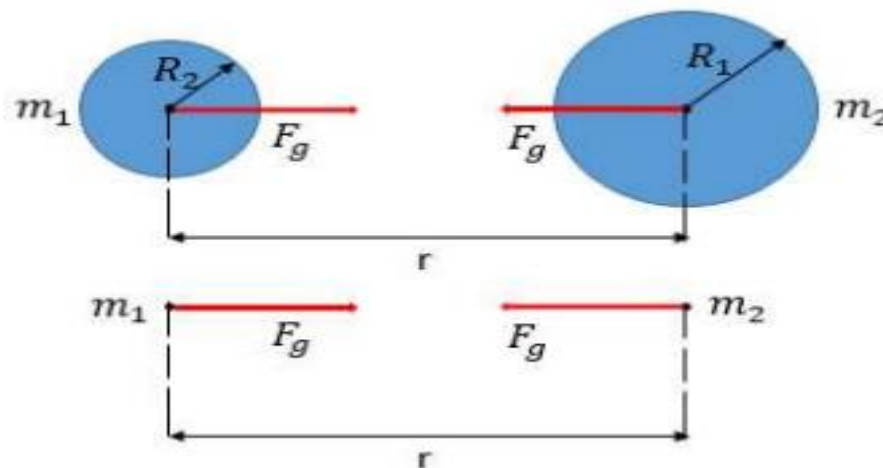
A teoria da gravitação foi publicada em 1686 por Isaac Newton e muito embora as leis de Kepler tenham sido um importantíssimo passo inicial na compreensão dos movimentos planetários, elas não passaram de simples regras alcançadas e se iniciaram das observâncias do movimento dos astros feitas por Brahe. O grande momento histórico foi protagonizado por Newton, quando este associou o movimento de um astro em sua trajetória a uma força especial e particular desempenhada pelo sol sobre cada um deles.

Newton comprovou que uma órbita elíptica é o resultado da força que varia opostamente com o cubo de sua distância média ao sol, cuja consequência é uma órbita elíptica, como foi anteriormente ressaltado por Kepler.

Newton então corajosamente constituiu a suposição de que, entre os corpos no universo existe uma batalha constante, num medir de forças contínuo. Antes dos estudos desse astrônomo, a ideia de que as leis da Física notadas pelos habitantes da terra pudessem ser aplicadas aos astros em órbita na abóboda celeste.

De acordo com TIPLER e MOSCA 2006, a lei gravitacional postulada por Newton registra a existência de uma força atrativa entre cada binário de fragmentos precisos, ajustado ao produto das massas dos fragmentos e opostamente ajustado ao quadrado da distância que os afasta.

Figura 5.3.1a – Interação Gravitacional.



Fonte: Livro Os Fundamentos da Física

TIPLER e MOSCA 2006, salientam ainda que a força $F^{\vec{}}$ desempenhada pelo fragmento 1 sobre a fração 2 é o negativo conforme a terceira lei de Newton, Figura 14. a intensidade e magnitude gravitacional desempenhada por um fragmento de massa m , sobre outro átomo m , separada de uma extensão r é, assim, demonstrado por:

$$|F| = G \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{D^2}$$

Legenda:

$|F|$ – módulo da força de atração gravitacional (N – Newton)

G – constante de gravitação universal ($6,67408 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{kg}^2/\text{m}^2$)

M_1 – massa gravitacional ativa (kg – quilogramas)

M_2 – massa gravitacional passiva (kg – quilogramas)

D^2 – distância entre as massas ao quadrado (m^2)

Chamamos de peso a força de atração gravitacional que uma massa exerce sobre outra. Além disso, são denominadas de massa gravitacional ativa e passiva a massa que produz um campo gravitacional ao seu redor e a massa que é atraída por tal campo gravitacional, respectivamente.

A força peso, ou simplesmente o peso de um corpo sujeito a uma gravidade de módulo g , é dada por:

$$P = m \cdot g$$

Legenda:

P – módulo da força peso (N – Newton)

m – massa gravitacional passiva (kg – quilogramas)

g – módulo da gravidade local (m/s² – metro por segundo ao quadrado)

Comparando as duas equações acima, podemos perceber que a gravidade de um corpo pode ser calculada pela fórmula a seguir:

$$F = G \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{D^2}$$

$$P = m \cdot g$$

$$g = G \cdot \frac{M_1}{D^2}$$

A equação acima mostra que a gravidade de um planeta, estrela ou qualquer que seja o corpo depende de sua massa (M), da constante de gravitação universal (G) e do inverso do quadrado da distância em que nos encontramos até o centro desse corpo (d), que, no caso de corpos esféricos, é o seu próprio raio.

A Terra, por exemplo, possui massa de 5,972.1024 kg e raio médio de 6371 km (6,371.106 m), logo, podemos calcular o valor médio da gravidade na sua superfície:

$$g = G \cdot \frac{M_1}{D^2}$$

$$g = \frac{(6,67408 \cdot 10^{-11}) \cdot (5,972 \cdot 10^{24})}{(6,371 \cdot 10^6)^2}$$

$$g = 9,82 \text{ m/s}$$

4.3.1 Constante de gravitação universal

A constante de gravitação universal é uma constante de proporcionalidade de módulo igual a 6,67408.10-11 N.m²/kg²., presente na Lei da Gravitação Universal e usada para igualar a razão do produto da massa de dois corpos pelo quadrado de sua distância com o módulo da força de atração entre eles. A

constante de gravitação universal é dada, em unidades do Sistema Internacional de Unidades, em $N \cdot m^2/kg^2$.

A constante da gravitação universal foi determinada entre 1797 e 1798 pelo experimento da balança de torção, realizado pelo físico e químico britânico Henry Cavendish. O experimento tinha como objetivo inicial a determinação da densidade da Terra, mas na época também pôde determinar a constante da gravitação universal com menos de 1% de erro em relação ao valor conhecido atualmente.

Exercícios sobre Gravitação Universal

Questão 1

A lua é um satélite natural que orbita o planeta Terra pela ação da grande força gravitacional exercida pela gravidade terrestre. Sendo a massa da Terra igual a $5,972 \times 10^{24}$ kg, a massa da lua $7,36 \times 10^{22}$ kg e a distância média entre a Terra e a Lua igual a 384.400 km ($3,84 \cdot 10^5$ m), determine:

Dados: $G = 6,67408 \cdot 10^{-11} N \cdot m^2/kg^2$

- a) a força gravitacional que a Terra exerce sobre a Lua
- b) a força gravitacional que a Lua exerce sobre a Terra
- c) o módulo da aceleração adquirida pela Lua e pela Terra

Resolução

a) Para calcular a atração gravitacional que a Terra exerce sobre a Lua, usaremos a Lei da Gravitação Universal:

$$F = \frac{GMm}{d^2}$$

$$F = \frac{(6,67408 \cdot 10^{-11}) \cdot (5,972 \cdot 10^{24}) \cdot (7,36 \cdot 10^{22})}{(3,84 \cdot 10^8)^2} = 19,89 \cdot 10^{19} N$$

$$F \approx 20 \cdot 10^{19} N$$

b) De acordo com a Terceira Lei de Newton, a Lei da Ação e Reação, se a Terra exerce uma força de ação sobre a Lua, esta deve exercer uma força atrativa

sobre a Terra de mesmo módulo e direção, porém, no sentido oposto, logo, a força que a Lua faz sobre a Terra também é de 20.1019 N.

c) Se nos lembrarmos da Segunda Lei de Newton, que nos diz que o módulo da força resultante sobre um corpo é igual ao produto de sua massa pela sua aceleração, podemos calcular a aceleração adquirida pela Lua e pela Terra facilmente. Observe:

$$Terra \rightarrow \begin{cases} F_R = ma \\ 20.10^{19} = 5,972.10^{24} .a \\ a = \frac{20.10^{19}}{5,972.10^{24}} = 3,35.10^{-5} m/s^2 \end{cases}$$

$$Lua \rightarrow \begin{cases} F_R = ma \\ 20.10^{19} = 7,36.10^{22} .a \\ a = \frac{20.10^{19}}{7,36.10^{22}} = 2,71.10^{-3} m/s^2 \end{cases}$$

Os valores de aceleração calculados acima mostram que, apesar de as forças de atração serem iguais para a Terra e para a Lua, a aceleração adquirida por cada uma é diferente. Além disso, fazendo a razão entre os dois valores, vemos que a aceleração que a Lua sofre é cerca de 81 vezes maior que a sofrida pela Terra.

EFEITO DAS MARÉS

Maré é o fenômeno da subida e da descida do nível das águas de uma região por causa dos efeitos gravitacionais criados pela Lua e pelo Sol. A lei da atração gravitacional mostra que entre dois pontos materiais, separados pela distância D, e com massas M e m, ocorre uma força de atração dada pela fórmula $F=GMm/D^2$, onde G é a chamada constante gravitacional. É graças à força gravitacional que os astros podem orbitar uns em torno de outros.

Quando dois corpos estão muito afastados um do outro, o tamanho de cada um pode ser considerado como um ponto quando comparado com a distância entre eles. Nesse caso, pode-se aplicar a lei da gravitação universal como se os corpos fossem dois pontos materiais, com a massa suposta concentrada no centro de massa de cada um deles. Mas, se dois corpos estão suficientemente próximos para que seus tamanhos sejam uma fração considerável da distância entre eles, então não mais se pode supor forças agentes no centro de massa de cada um.

É isso que acontece com a força gravitacional que a Lua e o Sol aplicam sobre a Terra. A região da Terra que estiver voltada para um desses astros sofre uma atração gravitacional maior do que aquela sofrida pela região mais distante. Essas forças desiguais causam acelerações desiguais que acabam deformando, temporariamente, a distribuição de massas na Terra. Nas regiões que estão na

direção da linha que une os centros dos corpos, teremos as marés altas enquanto que nas regiões que estão a 90º dessa linha, teremos marés baixas.

Devido ao movimento de rotação da Terra, a cada instante regiões diferentes da Terra estarão submetidas às marés baixas e altas, fazendo com que o fenômeno seja cíclico em cada local.

Maré Lunar

As maiores marés sobre a Terra são causadas pela Lua. Em regra geral, quando a Lua se encontra o mais próximo possível do zênite de um local, ou diametralmente oposta, temos a maré alta. Quando a Lua se encontra a cerca de 90º dessa região, temos as marés baixas. O intervalo de tempo entre duas marés altas causadas pela Lua é de cerca de 12h25m. No mar, em locais afastados das costas, o desnível entre a maré alta e a maré baixa é de cerca de 1 m. Mas em baías fechadas esse desnível pode chegar a cerca de 20m

Maré Solar

Apesar de ter uma massa muito maior que a da Lua, o Sol exerce uma maré sobre a Terra, de cerca de 2,5 vezes menor do que aquela causada pela Lua. Isso se explica devido à grande distância entre o Sol e a Terra. Por causa do Sol, as marés altas de um local ocorrem por volta do meio-dia e da meia noite.

Maré Luni-solar

Devido à rotação da Terra e dos movimentos orbitais desta e da Lua, as marés vão ocorrendo cada dia em horários ligeiramente diferentes. O efeito combinado das marés causadas pela Lua e pelo Sol é chamado de maré luni-solar. Quando os três astros estão alinhados, ocorrem as marés de maior desnível (as mais altas e as mais baixas também) e essas marés são chamadas de marés de Sízigea. Elas ocorrem por volta das épocas de Lua Nova e Lua Cheia.

Quando o Sol e Lua são vistos a 90º um do outro, ocorrem marés com menor desnível (marés não muito altas nem muito baixas) e são denominadas de marés de Quadratura. Elas ocorrem por volta da Lua Quarto Crescente e por volta da Lua Quarto Minguante. Pelo fato de as marés lunares serem mais intensas, o período principal entre duas marés altas (ou baixas) é muito próximo do período das marés lunares: 12h25m.

Marés terrestres

Apesar do nome parecer paradoxal, ocorrem, de fato, marés terrestres, ou seja, o solo da Terra 'sobe' e 'desce' dependendo das posições do Sol e da Lua. Mas, sobe e desce em relação a quê? E como se explica isso? Não podemos

esquecer que boa parte do interior da Terra está na forma pastosa, e que os continentes 'bóiam' sobre essa pasta como se cada continente fosse um pequeno barco. Da mesma forma que as marés 'marítimas' deformam a distribuição das águas, elas redistribuem também a parte pastosa da Terra. Com isso, os continentes parecem subir e descer com relação ao centro da Terra. É a esse movimento que chamamos de marés terrestres.

É um fenômeno difícil de ser medido, já que não temos um ponto fixo na superfície da Terra para poder ver o quanto o chão 'subiu' ou 'desceu' devido à maré terrestre. Cálculos mostram que o desnível chega a ser de cerca de 30 cm, ou seja, cerca de um terço da valor do desnível criado pela maré marítima longe das costas.

As marés, por representarem forças que causam atritos sobre a matéria que compõe os corpos envolvidos, fazem com que parte da energia de rotação desses corpos seja perdida na forma de calor. Com isso, os corpos envolvidos vão 'parando' de girar. A Lua, por exemplo, mostra sempre a mesma face para a Terra, pois perdeu muita energia de rotação devido às marés que a Terra causa sobre ela. Costuma-se dizer que a Lua tem um movimento de rotação sincronizado com seu movimento orbital em torno da Terra.

Num futuro muito distante, a Terra terá um movimento de rotação sincronizado com seu movimento de translação em torno do Sol. Quando isso acontecer, uma dada região da Terra estará sempre voltada para o Sol e na outra será uma noite eterna.

Aula 08

Objetivo: Criar/propor situações que levem os estudantes a externalizarem seu conhecimento prévio aceito ou não aceito no contexto do assunto abordado.

Atividade: Simulação Computacional sobre a Gravidade da Lua e do Sol e seu comportamento com a Terra e questionário individual.

Descrição: Os alunos serão levados ao Laboratório de Informática, com utilização do **Vídeo: A influência da Lua nas Marés** e do **Simulador Phet Colorado**. Após o término da aula os alunos receberão uma atividade sobre o Movimento das Marés onde os mesmos responderão as perguntas em casa que serão passadas no quadro: Como a água do mar não entorna e porquê da ocorrência das marés altas e baixas?" O que são os bulbos e como eles se formam? O que é uma Maré de Sízigia, por que as mesmas ocorrem? Os alunos receberão uma folha em branco

para desenharem o que os mesmos entendem (conhecimentos prévios) sobre o Efeito das Marés.

Acesso ao Vídeo: A influência da Lua nas Marés



<https://drive.google.com/file/d/1u1A0oz-aTu8HtJAcliZ1IDoEIQgOH8nR/view?usp=sharing>

Acesso ao Simulador Phet Colorado



https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_pt_BR.html

Aula 09

Objetivo: Criar/propor situações que levem os estudantes a externalizarem seu conhecimento prévio aceito ou não aceito no contexto do assunto abordado que tem como tópico motivador o comportamento das marés.

Atividade: Avaliação coletiva

Descrição: Primeiramente os alunos irão entregar o questionário que foi entregue na aula anterior, logo receberão o mesmo questionário com as mesmas perguntas do questionário individual para que respondam em grupo, tendo um tempo de 30 minutos para responderem o mesmo. Após a conclusão, o assunto abordado anteriormente será explanado oralmente pelo professor que fará as conclusões e correções das respostas dadas em grupo do questionário.

Material Disponibilizado aos alunos

QUESTIONÁRIO EFEITO DAS MARÉS

1) Responda as questões abaixo:

- a) Como a água do mar não entorna e porquê da ocorrência das marés altas e baixas?”
- b) O que são os bulbos e como eles se formam?
- c) O que é uma Maré de Sizígia, por que as mesmas ocorrem?

Aula 10 e 11

Objetivo: Avaliação Somativa da UEPS durante todo o processo de aplicação

Atividade: Teste Conceitual 1, 2 e 3

Descrição: O professor aplicará gradativamente os três testes conceituais individuais que aborda desde a História da Astronomia, as Leis de Kepler, a Gravitação e o Efeito das Marés e observar se houve aprendizagem significativa baseadas em Equipes através dos resultados analisados.

Material Disponibilizado aos alunos

TESTE CONCEITUAL 1

Questão 1 (ENEM 2020) O modelo Ticônico híbrido propõe que o Sol gira em torno da Terra ao longo de um período de 365 dias. Enquanto isso, os demais planetas giram ao redor do Sol. Essa tese, que tenta alicerçar o modelo geocêntrico, foi proposta por:

- a) Isaac Newton
- b) Cláudio Ptolomeu
- c) Johannes Kepler
- d) Tycho Brahe
- e) Galileu Galilei

Resposta Questão 1

Letra D.

Após 22 anos de observações e anotações das posições dos astros no céu, Tycho Brahe propôs o modelo Ticônico híbrido, o qual preserva o modelo geocêntrico proposto pelos gregos.

Questão 2 (FACERES 2012) Durante uma aula, um professor de física profere: “O principal discípulo de Tycho Brahe, que havia catalogado, durante décadas, as posições de planetas no firmamento, nos revelou que o quadrado do período de translação de um planeta é diretamente proporcional ao cubo do raio médio de sua órbita.” Um estudante atento pode concluir corretamente que o professor se referia a:

- F. Isaac Newton e sua lei de Ação e Reação.
- G. Coulomb e sua Lei sobre forças de interação elétrica.
- H. Johannes Kepler e sua Lei das órbitas que afirmava estar o Sol no centro de uma elipse.
- I. Johannes Kepler e sua terceira Lei chamada de Lei dos Períodos.
- J. Albert Einstein e sua Teoria da Relatividade.

Resposta questão 2

Letra D

Questão 3 (UEPB 2019) O astrônomo alemão J. Kepler (1571-1630), adepto do sistema heliocêntrico, desenvolveu um trabalho de grande vulto, aperfeiçoando as ideias de Copérnico. Em consequência, ele conseguiu estabelecer três leis sobre o movimento dos planetas, que permitiram um grande avanço no estudo da astronomia. Um estudante ao ter tomado conhecimento das leis de Kepler concluiu, segundo as proposições a seguir, que:

- I. Para a primeira lei de Kepler (lei das órbitas), o verão ocorre quando a Terra está mais próxima do Sol, e o inverno, quando ela está mais afastada.
- II. Para a segunda lei de Kepler (lei das áreas), a velocidade de um planeta X, em sua órbita, diminui à medida que ele se afasta do Sol.
- III. Para a terceira lei de Kepler (lei dos períodos), o período de rotação de um planeta em torno de seu eixo, é tanto maior quanto maior for seu período de revolução.

Com base na análise feita, assinale a alternativa correta:

- F. Apenas as proposições II e III são verdadeiras
- G. Apenas as proposições I e II são verdadeiras
- H. Apenas a proposição II é verdadeira
- I. Apenas a proposição I é verdadeira
- J. Todas as proposições são verdadeiras

Resposta questão 3**Letra C****TESTE CONCEITUAL 2**

Questão 1 (UDESC 2011) Analise as proposições a seguir sobre as principais características dos modelos de sistemas astronômicos.

I. Sistema dos gregos: a Terra, os planetas, o Sol e as estrelas estavam incrustados em esferas que giravam em torno da Lua.

II. Ptolomeu supunha que a Terra encontrava-se no centro do Universo e os planetas moviam-se em círculos, cujos centros giravam em torno da Terra.

III. Copérnico defendia a ideia de que o Sol estava em repouso no centro do sistema e que os planetas (inclusive a Terra) giravam em torno dele em órbitas circulares.

IV. Kepler defendia a ideia de que os planetas giravam em torno do Sol, descrevendo trajetórias elípticas, e o Sol estava situado em um dos focos dessas elipses.

Assinale a alternativa **correta**.

- a) Somente as afirmativas I e IV são verdadeiras.
- b) Somente a afirmativa II é verdadeira.
- c) Somente as afirmativas II, III e IV são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas III e IV são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.

Resposta Questão 1**Letra C.**

I – Falso. O sistema dos gregos era o modelo geocêntrico, segundo o qual os planetas e o Sol giravam em torno da Terra.

II – Verdadeiro.

III – Verdadeiro.

IV – Verdadeiro.

Questão 2 (UNICENTRO 2014) A Terceira Lei de Kepler diz que, para os planetas que orbitam o sol,

F. O cubo do período de revolução é diretamente proporcional à metade da distância da órbita.

G. O quadrado do período de revolução é diretamente proporcional ao cubo da distância da órbita.

H. O triplo do período de revolução é diretamente proporcional ao cubo da distância da órbita.

I. O dobro do período de revolução é diretamente proporcional ao quadrado da distância da órbita.

J. A metade do período de revolução é diretamente proporcional ao cubo da distância da órbita.

Resposta Questão 2

Letra **D**.

Questão 3 (UFU-MG 2016) Um dos avanços na compreensão de como a Terra é constituída deu-se com a obtenção do valor de sua densidade, e o primeiro valor foi obtido por Henry Cavendish no século XIV. Considerando a Terra como uma esfera de raio médio de 6.300 km, qual é o valor aproximado da densidade de nosso planeta?

Dados: $g = 10 \text{ m/s}^2$, $G = 6,6 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{Kg}^2$ e $\pi = 3$

a) $5,9 \times 10^6 \text{ kg/m}^3$

b) $5,9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

c) $5,9 \times 10^{24} \text{ kg/m}^3$

d) $5,9 \times 10^0 \text{ kg/m}^3$

Resposta da Questão 3

Letra **B**.

A massa da Terra é determinada pela seguinte equação:

$$M = \frac{g \cdot R^2}{G}$$

Dessa forma, **g** é o valor da aceleração da gravidade, **R** é o raio da Terra e **G** é a constante de gravitação universal.

A equação a seguir determina o volume de uma esfera:

$$V = \frac{4 \cdot \pi \cdot R^3}{3}$$

Sabendo que a densidade é a relação entre a massa e o volume de um elemento, temos:

$$d = \frac{M}{V} \gg d = \frac{\frac{g \cdot R^2}{G}}{4 \cdot \pi \cdot \frac{R^3}{3}}$$

$$d = \frac{g \cdot R^2}{G} \cdot \frac{3}{4 \cdot \pi \cdot R^3} \gg d = \frac{3 \cdot g}{4 \cdot G \cdot \pi \cdot R}$$

$$d = \frac{3 \cdot 10}{4 \cdot 6,6 \cdot 10^{-11} \cdot 3 \cdot 6,3 \cdot 10^6} \gg d \approx 6,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

TESTE CONCEITUAL 03

Questão 1 (UNIR-RO 2021) Em 1609, Galileu Galilei, pela primeira vez na história, apontou um telescópio para o céu. Em comemoração aos quatrocentos anos desse feito, o ano de 2009 foi considerado pela ONU o Ano Internacional da Astronomia. Entre suas importantes observações astronômicas, Galileu descobriu que o planeta Júpiter tem satélites. Qual a importância histórica dessa descoberta?

- Existem corpos celestes que não orbitam a Terra, o que implica que a Terra poderia não ser o centro do Universo.
- Comprovou a veracidade da Lei da Gravitação Universal de Isaac Newton.
- Permitiu a Johannes Kepler formular suas leis da mecânica celeste.
- Existem corpos esféricos maiores que o Planeta Terra, o que implica que a Terra não é o único corpo sólido do Universo.
- Mostrou que as Leis de Newton são válidas também para a interação gravitacional.

Resposta Questão 2

Letra A.

O fato da existência de corpos celestes que não orbitam a Terra colocou em xeque a posição do planeta como centro do Universo. O que Galileu viu foram os corpos de menor massa girando ao redor do corpo mais massivo.

Questão 2 (MACKENZIE-SP 2022) De acordo com uma das leis de Kepler, cada planeta completa (varre) áreas iguais em tempos iguais em torno do Sol.

Como as órbitas são elípticas e o Sol ocupa um dos focos, conclui-se que:

- Quando o planeta está mais próximo do Sol, sua velocidade aumenta
- Quando o planeta está mais distante do Sol, sua velocidade aumenta

III-A velocidade do planeta em sua órbita elíptica independe de sua posição relativa ao Sol.

Responda de acordo com o código a seguir:

- F. Somente I é correta
- G. Somente II é correta
- H. Somente II e III são corretas
- I. Todas são corretas
- J. Nenhuma é correta

Resposta Questão 2

Letra A.

Questão 3 (MUNDO DA EDUCAÇÃO 2019) Determine a força de atração entre o Sol e a Terra em termos de 10^{22} N sabendo que a massa da Terra é $6 \cdot 10^{24}$ kg, a massa do Sol é $2 \cdot 10^{30}$ kg e a distância entre os dois astros é de $1,5 \cdot 10^8$ km.

Dado: $1 \text{ km} = 10^3 \text{ m}$

- a) 3,52
- b) 4,58
- c) 1,51
- d) 2,52
- e) 2,10

Letra A.

$$F_g = \frac{G \cdot M_{\text{SOL}} \cdot M_{\text{TERRA}}}{d^2}$$

$$F_g = \frac{6,6 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30} \cdot 6 \cdot 10^{24}}{(1,5 \cdot 10^{11})^2} \gg F_g = \frac{79,2 \cdot 10^{43}}{2,25 \cdot 10^{22}}$$

$$F_g = 35,2 \cdot 10^{21} = 3,52 \cdot 10^{22} \text{ N}$$

Aula 12

Objetivo: Avaliação da UEPS

Atividade: Aplicação de questionário de opinião.

Descrição: O Professor levará os alunos para uma sala reservada, pois a entrevista pode acontecer em local sem muitas interferências, para uma aula expositiva com apresentação em slides com 05 perguntas para avaliação da UEPS, os alunos receberão um gabarito com 05 respostas para marcarem um x. Na medida do possível, buscamos um ambiente sem muitas formalidades, em que os estudantes pudessem sentir-se confortáveis e à vontade para expressarem seus sentimentos, impressões e opiniões acerca dos conteúdos, da forma com que esses foram abordados e do que aprenderam no processo. A transcrição de algumas falas dos estudantes durante as duas entrevistas coletivas podem ser informadas nos resultados.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta sequência didática apresenta de maneira aprazível os conteúdos, incitando, assim, o intelecto do aluno, pois temos alunos que buscam cumprir os desafios sugeridos. Nessa competição para cumprir as fases acontece o intercâmbio entre os partícipes porque pode ser feito em grupos, possibilitando a participação de todos. Através desta metodologia o presente trabalho buscou desfrutar de maneira simples no estudo da gravitação, partindo desde as ideias de Copérnico, passando por Kepler e culminando em Newton, buscando assim motivar os alunos em busca da aprendizagem. Por meio do produto construído foi-nos possível entender que embora o desenvolvimento tecnológico tenha ganhado espaço, ainda existem possibilidades de prover melhorias para as aulas de Física utilizando soluções singelas, comprovadas pelo abarcamento dos objetivos propostos, a saber, averiguar as vantagens do uso de simuladores na educação, bem como, apresentar atividades individuais e coletivas, visando a interação e a colaboração dos próprios alunos para os conteúdos da disciplina de Física.

A instrução significativa de física atribui um papel fundamental à interação social, cooperação, discurso e comunicação, além da interação do sujeito com situações-problema. O sujeito aprende por meio de sua interação com um meio instrucional, apoiado no uso de recursos simbólicos, materiais e tecnológicos disponíveis no ambiente

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A HISTÓRIA DA ASTRONOMIA. **Brasil Escola**, 2020. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/astronomia.htm>>. Acesso em: 19 Agost. 2021. Acesso em: 30 junho 2022.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003. 227 p.

AUSUBEL; NOVAK, J. D. & HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Interamericana Ltda, Rio de Janeiro, 1980. 625 p.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**, Portugal: Edições 70, 2000, 225p.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto.

BORRAGINI, E. F., PAVANI, D. B. e JUNIOR, P. L. **Gravitação Universal em Atividades Práticas: Uma Abordagem Histórica e Cultural das Órbitas dos Planetas à Fixação Científica**. 2017. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 05 de março de 2022.

BRETONES, P. S.; COMPIANI, M. **A observação do céu como ponto de partida e eixo central em um curso de formação continuada de professores**. Revista Ensaio, v 12, n. 2: p. 173-188. Belo Horizonte. mai-ago de 2010.

CANIATO, R. **Um Projeto Brasileiro para o Ensino de Física**. 1974. v. 4, 586f.

CAUDURO, P. J. **O Método Cognitivo-Histórico e o Ensino de Física Mediado por Epistemologias**. 2017. 232 f. Tese. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS.

CURY, F. **Copérnico e a Revolução da Astronomia**. Editora Miniano, São Paulo-SP, 2003.

DOCA, R. H; BISCUOLA, G. J; BÔAS, N. V; **Física 1 Mecânica**. Editora Saraiva, 3ª ed. São Paulo-SP, 2016.

DUARTE, R. Entrevistas em pesquisas qualitativas. *Educar*, Curitiba, n. 24, p. 213-225, 2004.

FIRESTONE, W. A. Meaning in Method: **The Rhetoric of Quantitative and Qualitative Research**. *Educational Researcher*, Washington, v. 16, n. 7, pp. 2 16-21, Oct/1987.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. – 12. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2015.

HORVATH, J.E. **O ABC da Astronomia e Astrofísica**, 2ª Ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008.

KNIGHT, Radall. **Física 1: Uma Abordagem Estratégica** – 2. ed. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre. Bookman, 2009.

LANGHI, R.; NARDI, R. **Educação em astronomia: Repensando a formação de professores**. São Paulo: Escrituras Editora, 2015 p. 2012.

LANGHI, R.; NARDI, R. **Justificativas para o ensino de Astronomia: o que dizem os pesquisadores brasileiros?** *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. v.14, n.3, p. 41-59, set/2014.

LEITE, C. **Formação do Professor de Ciências em Astronomia: Uma Proposta com Enfoque na Espacialidade**. São Paulo: USP, 2006, 274 p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-05062007-110016/ptbr.php>>. Acesso em 20 mar. 2022.

LEMOS, L. S. **Aprendizagem Significativa: Estratégias Facilitadoras e a Avaliação**. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v.1, nº 1, abril. 2011.

LOPES, W. **Efeitos das Marés sobre o Sistema Terra –Lua**. *Revista Brasileira do Ensino de Física*, v.18, nº 4, dezembro, 1996.

MORAES, R. **Análise de conteúdo**. *Revista Educação, Porto Alegre*, v. 22, n. 2

MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. 2. ed. Ampl. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária (EPU), 242 p. 2011a.

____Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas — UEPS. Aprendizagem Significativa em Revista / Meaningful Learning Review, Porto — Alegre, v 1, n 2, p 43-638. 2011b. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo ID10/ vi n2 a2011.pdf>>. Acesso: 15 de jun. 2022.

____Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares. 1. ed., São Paulo:, LF Editorial, 2011c.

____Unidades de Ensino Potencialmente Significativas. 2011d. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/-moreira/UEP Sport.pdf>>. Acesso em: 16 de jun 2022.

____Metodologias de Pesquisa em Ensino. 1 ed. São Paulo. Editora Livraria da Física, 243 p. 1999

MOREIRA, M; OSTERMANN, F. **Teorias construtivistas**. Porto Alegre: UFRGS, (Textos de apoio ao professor de Física) 1999.

MOREIRA, M. A. **Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa**. Revista Chilena de Educación Científica, Santiago, Chile: v. 7, n. 2, p. 23-30, 2008. Disponível em: <<http://moreira if.ufrgs.br/ORGANIZADORESport.pdf>>. Acesso em 03 mar. 2022.

MOREIRA, Marco A. (2006). **A Teoria da aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

MOREIRA, marco a. (2006). **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS*** Potentially Meaningful Teaching Units – PMTU. Instituto de Física – UFRGS -Porto Alegre-RS.

MOREIRA, Marco A. **O que é afinal Aprendizagem Significativa?** Instituto de Física – UFRGS Porto Alegre –RS.

MOURÃO, R.R.de Freitas. **Copérnico Pioneiro da Revolução Astronômica**. Odysseus Editora, São Paulo-SP, 2003.

MOURÃO, R.R.de Freitas. **Kepler: A descoberta das Leis do Movimento Planetário**. Odysseus Editora, São Paulo-SP, 2003.

NOGUEIRA, S. **Astronomia: ensino fundamental e médio / Salvador Nogueira, João Batista Garcia Canalle**. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 232 p.: (Coleção Explorando o Ensino; v. 11). 2009.

OLIVEIRA, T. E; ARAUJO, I. S.; VIET, E. A. **Aprendizagem Baseada em Equipes (Team-Based Learning): Um Método Ativo para o Ensino de Física**. Instituto de Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul Porto Alegre – RS.

SILVEIRA, F. L. da, **Marés, Fases Principais da Lua e Bebês**, Cad. Bras. Ens. Fis, V.20, n. 1, p 10-29, abr-2003.

TOSSATO, C. R.; MARICONDA, P. R, **O método da Astronomia Segundo Kepler**. São Paulo, v. 8, n. 3, p. 339-66, 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL: **Astronomia Antiga**, 2020. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/tex/fis02001/aulas/aula1_files/antiga>. Acesso em 19 Agost. 2021.

VALADARES, E de Campos. **Newton: A Órbita da Terra em um Copo d'água**. Odysseus Editora, São Paulo-SP, 2009.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Editora Artmed, 224P, 1998.

KRUG, Rodrigo de Rosso et al. **O “bê-á-bá” da aprendizagem baseada em equipe**. Revista Brasileira de Educação Médica, v. 40, n. 4, p. 602-610, 2016.

OLIVEIRA, Tobias Espinosa de; et al. Aprendizagem Baseada em Equipes (Team-Based Learning): um método ativo para o ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de física**, v. 33, n. 3, p. 962-986, 2016.

INSTITUTO CLARO: Educação, 2020. Disponível em: <https://www.institutoclaro.org.br/educacao/para-aprender/roteiros-de-estudo/estudar-em-casa-as-tres-leis-de-kepler/>. Acesso em novembro de 2022.

JORNAL DA USP: Educação, 2020. Disponível em: <https://jornal.usp.br/tag/educacao/> , Acesso em novembro de 2022.

BRASIL ESCOLA: Educação, 2022. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/deducao-terceira-lei-kepler.htm> , Acesso em novembro de 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINAS: Educação, 2021. Disponível em: <https://www.tycho.iel.unicamp.br/home> , Acesso em dezembro de 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINAS: Educação, 2021. Disponível em: <https://oceanhub.com.br/2020/04/11/o-que-sao-as-mares/> Acesso em dezembro de 2022.