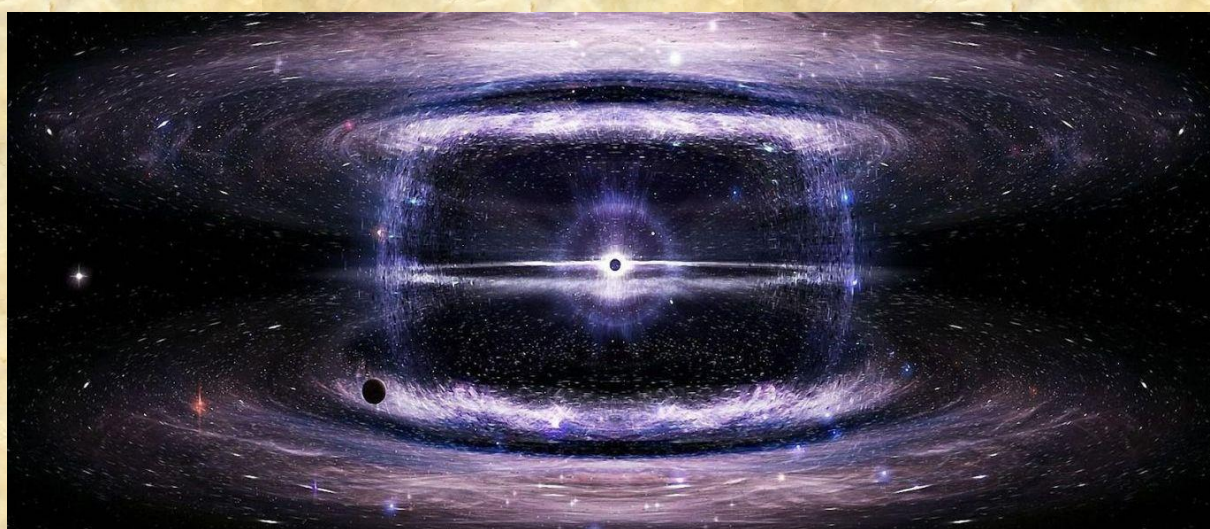


INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**MATERIAL DO PROFESSOR**

**1º ANO DO ENSINO MÉDIO**

# **A HARMONIA DO UNIVERSO**



***TAILOR RANIERE WAIANDT***  
***PROF. DR. MARCIO DE SOUSA BOLZAN***

**Cariacica, 2021**

### **Apresentação**

O produto aqui apresentado é uma obra desenvolvida no programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) do polo 33 – IFES Cariacica, com a orientação do Professor Doutor Márcio de Sousa Bolzan e coorientação do Professor Mestre Alexander Aparecido da Silva.

O presente material traz as instruções de uma sequência didática para elucidar conceitos de Gravitação em salas de aula do Ensino Médio. Para tanto, empregando a gamificação como procedimento metodológico com uso de simuladores e a montagem de um Luneta.

A sequência leva uma enorme gama de atividades especialmente elaboradas para ser utilizado por um docente que tenha o desejo em mudar seu exercício docente, assim vencendo o ensino clássico.

O produto tem suas atividades apresentadas no formato da Tragédia Grega (gênero teatral), que terá no total 8 encontros, cada encontro pode ter mais de uma aula e é denominada de ato que por sua vez ocorre em três momentos distintos, onde cada momento terá suas cenas específicas. As atividades procuram trabalhar diferentes competências e habilidades no aluno, com conteúdo que começa por Galileu, passando por Kepler e terminando na gravitação de Newton. O material aqui apresentado visa o protagonismo do aluno dentro de uma situação diferenciada de ensino.

## SUMÁRIO

1	GAMIFICAÇÃO .....	4
2	MECÂNICA DA GAMIFICAÇÃO .....	5
3	PRIMEIRO ENCONTRO .....	6
4	SEGUNDO ENCONTRO.....	16
5	TERCEIRO ENCONTRO .....	31
6	QUARTO ENCONTRO .....	39
7	QUINTO ENCONTRO.....	51
8	SEXTO ENCONTRO.....	60
9	SÉTIMO ENCONTRO.....	66
10	REFERÊNCIAS .....	74

## 1 GAMIFICAÇÃO

A gamificação consiste numa metodologia ativa que abarca o uso de subsídios de jogos em situações de não jogos. O uso de alternativas de jogos clássicos ou eletrônicos na atmosfera educativa leva os alunos a empenhar-se, promovendo sua independência e levando-os a se tornarem autores de sua aprendizagem. Concomitantemente, o educador deixa de ser considerado o possuidor do saber e assume a atitude de condutor da aprendizagem do aluno. Por meio da independência proporcionada, outras desenvolvimentos são incitadas e o estudante se encoraja para atuar, refletir e se posicionar, assumindo dessa forma, seu papel de aprendiz, objetivando a superação de obstáculos e, conseqüentemente, alcançar êxito no jogo, o que resulta no conhecimento efetivado. A inclusão de atividades educativas inovadoras tem contribuído muito para tornar o ambiente escolar e a educação em algo prazeroso e ao mesmo tempo, real e acessível. Nesse sentido, a gamificação gera um aumento na atuação dos estudantes, consolidando os elementos prazerosos e divertidos dos jogos, ajustada ao ensino. Kapp (2012) nos lembra que os mecanismos dos jogos, se usados adequadamente, tendem a fazer dos alunos, participantes ativos. Jogar ascende diferentes aspectos de caráter prático além do aprender, como por exemplo: cognitivos, de conhecimento cultural, social e de afeto. Através do ato de jogar, é imaginável instruir-se à negociação em uma atmosfera de normas e adiar a distração momentânea. Também plausível trabalhar em conjunto, colaborando e decidindo pela melhor alternativa disponível.

A gamificação incide no emprego de informações dos games, como as táticas, pensamentos e indagações, fora da realidade de games, com a intenção de facilitar o aprender, levando os indivíduos a alguma atitude positiva e ajudando na resolução de problemas numa interação conjunta (Kapp, 2012). Partindo desse pressuposto, a gamificação deve fazer uso da mecânica, da harmonia, da atraência e da forma de atuar de um jogo, para além de gratificações ou de medalhas, envolvendo seus usuários, motivando seus atos, promovendo a aquisição de conhecimento, ajudando-os a solucionar problemas. Definição semelhante se refere ao aproveitamento de subsídios de games fora do contexto dos jogos, trazida por Deterding et al. (2011). Uma definição que talvez mais se aproxime do campo educacional. Para os literatos do texto "Toward a definition: Gamification. using game-design elements in non-gaming contexts", o vocábulo gamification é compreendido como "the use of game.

## 2 MECÂNICA DA GAMIFICAÇÃO

Para um bom aproveitamento na gamificação, é importante trabalhar bem a mecânica, que acaba se tornando como âncora fundamental na aplicação. Ela apresenta os elementos chave que são comumente encontrados em games, tais como as normas, o feedback, recompensas e resultados. Estes elementos são basais aos partícipes para que reconheçam o programa ao que vão participar.

Tabela 01: Quadro de atribuição da pontuação

Medalha	Critérios para atribuir a pontuação	Pontos
<b>Copérnico</b>	<b>Grupo(s) que concluir(em) acima de 90% das atividades do Ato</b>	<b>100</b>
<b>Tycho Brahe</b>	<b>Grupo(s) que concluir(em) de 80% a 89% das atividades do Ato</b>	<b>80</b>
<b>Erastótenes</b>	<b>Grupo(s) que concluir(em) de 70% a 79% das atividades do Ato</b>	<b>70</b>
<b>Aristóteles</b>	<b>Grupo(s) que concluir(em) de 60% a 69% das atividades do Ato</b>	<b>60</b>
<b>Pitágoras</b>	<b>Grupo(s) que concluir(em) de 40% a 59% das atividades do Ato</b>	<b>50</b>
<b>Desafio</b>	<b>Grupos que realizarem os desafios propostos de cada Ato</b>	<b>30</b>
<b>Galileu</b>	<b>Grupos, que durante os Atos de Galileu, atingirem alta participação nas atividades e terem se esforçado para realizar as atividades</b>	<b>30</b>
<b>Kepler</b>	<b>Grupos, que durante os Atos de Kepler, atingirem alta participação nas atividades e terem se esforçado para realizar as atividades</b>	<b>30</b>
<b>Newton</b>	<b>Grupos, que durante os Atos de Newton, atingirem alta participação nas atividades e terem se esforçado para realizar as atividades</b>	<b>30</b>

Fonte: Próprio Autor (2021)

### 3 PRIMEIRO ENCONTRO

#### *Ato 01: Conhecendo o Telescópio de Galileu*

Antes de se aventurar no mundo da astronomia, propõe-se conhecer um pouco sobre o grande astrônomo Galileu Galilei e também do seu grande aliado nas suas observações: a Luneta. Nesta atividade, tal discussão ocorre no formato da Tragédia Grega (gênero teatral) que ocorre em três momentos distintos (Atos), onde cada momento terá suas cenas específicas. No Ato I termos a introdução da trama, no Ato II será feito a construção da luneta e no Ato III será feito o uso da luneta para comprovar a sua eficácia.

#### ***Pré-requisitos:***

- Noções básicas do sistema solar.

#### ***Objetivos:***

- Reconhecer a luneta de Galileu;
- Identificar as aplicações e usos dos recursos de observação, ampliação e registro no dia a dia;
- Construir um protótipo de luneta, reconhecendo sua função de permitir observação à distância.
- Observar uma Constelação
- Identificar a principal estrela desta Constelação

#### ***Cenário:***

- Sala de aula comum
- Alunos dispostos em grupo de até 5 pessoas, e o grupo disposto em semicírculo
- Apresentador de Slides
- Laboratório de Galileu

#### ***Personagens:***

- Galileu – Professor
- Concorrentes a uma vaga de trabalho com Galileu – Grupos de alunos

### ***Procedimento Metodológico***

- Dias antes do início a esta aula libere o Fórum de discussão (Moodle ou Google Sala de Aula). O fórum tem como objetivo ambientar os alunos sobre o tema a ser trabalhado e para aqueles que não têm nenhum conhecimento terem uma noção básica sobre elipse.

## ***Momento 01: Conhecendo Galileu***

### ***Cena 1: Galileu e suas Descobertas***

#### ***Tempo Previsto: 5 min***

***Dinâmica:*** Com os alunos dispostos em seus grupos e estes dispostos em um semicírculo, propõe-se iniciar com a voz do narrador e com uso do apresentador de slide fazendo um reporte de um sábio em busca de conhecimento que teve contato com um equipamento revolucionário: A Trompa Holandesa.

### ***Cena 2: Diálogo Introdutório de Galileu***

#### ***Tempo Previsto: 10 min***

***Dinâmica:*** Com o uso do apresentador de slide o Galileu iniciará o seu diálogo mostrando o vídeo de uma de suas observações, imagem sem aproximação. Assim organize um diálogo com os alunos conduzindo suas observações a fim de concluir que a luneta é um instrumento que possibilita a ampliação da visão do céu e peça aos alunos que registrem a discussão para um diálogo a ser realizado no Fórum do Google Sala de Aula. (ou a plataforma que escolheu), registro das dúvidas existentes bem como aquelas que foram solucionadas.

Averigue se há alunos no grupo que sejam usuários de óculos. Caso constate algum usuário, solicite que, se desejarem, falem sobre os atributos desse item: lentes com graus positivos ou negativos, que determinam melhoria da visualização “para perto” ou “para longe”, sua armação de apoio (as hastes), modos e objetivos de uso, cuidados, etc. Peça que verbalizem suas opiniões sobre a utilidade das lentes que os compõem

. Administre a discussão, apontando as falas dos próprios alunos a respeito da importância das lentes, uma vez que a armação da luneta só convirá ao objetivo de sua confecção, se for um apoio apropriado para elas. Peça também que exponham suas informações quanto à obrigação de seu uso, sem aprofundar-se, somente com o intuito de permitirem melhor percepção dos objetos adjuntos e distantes, textos escritos e imagens, fotos, etc. Chame a atenção dos estudantes para a observação da abóboda celeste. questione: quais itens/instrumentos ajudam a visão das pessoas na observação e na busca de dados e informações de objetos longínquos como constelações, luas e planetas? Administre a apresentação das opiniões de maneira que fique bem clara a seriedade dos elementos de uma luneta, cujo alvo principal é observar grandes distâncias, que, no caso da luneta de Galileu, se destina à observação de distâncias astronômicas.

Realize uma conversa com os estudantes sobre as informações ou os conhecimentos que eles possuem sobre instrumentos de observação astronômica. Questione quais dos estudantes conhecem e já tiveram oportunidade de fazer uma observação por meio de algum deles. Instigue os alunos a dizer, na medida do que sabem, sobre como funcionam alguns dos diferentes instrumentos de observação astronômica que existem (binóculo, luneta e telescópio), que elementos os compõem e o que há nesses instrumentos de observação que permitem a aproximação de um objeto distante.

### ***Cena 3: Informações sobre a Luneta de Galileu***

***Tempo Previsto: 5 min***

***Dinâmica:*** Continuação do diálogo de Galileu, parabenizando os alunos que chegaram à conclusão de que a Luneta é a ferramenta ideal para a observação do céu. Se ainda tiver alunos que tem chegado a conclusão de que a luneta é o ideal, retome a discussão e mostrando com uso do slide de a luneta é a ferramenta ideal.

### ***Cena 4: Identificando as Lentes da Luneta***

***Tempo Previsto: 10 min***

***Dinâmica:*** Após a identificação da luneta como ferramenta ideal, coloque todas as lentes sobre a mesa dos alunos e o Galileu irá continuar o seu diálogo desafiando os alunos a identificar quais são as lentes que compõem a ocular e a objetiva e peça aos



alunos que registrem a discussão para um diálogo a ser realizado no Fórum do Google Sala de Aula. Depois feita a escolha dos alunos, como o uso do apresentador de slide mostre a eles quais são os tipos de lentes que formará a ocular e a objetiva.

### ***Cena 5: Identificando a Parte Estrutural da Luneta***

***Tempo Previsto: 10 min***

***Dinâmica:*** Depois de identificar as lentes, o Galileu continuará seu diálogo chegando à parte que trata da parte estrutural da luneta. Nesta parte propõe-se desafiar os alunos a escolher a forma ideal de montagem da estrutura da Luneta, onde escolherão em fixa ou móvel e peça aos alunos que registrem a discussão para um diálogo a ser realizado no Fórum do Google Sala de Aula. Depois da escolha dos alunos, com uso do apresentador de slide mostre aos alunos qual é forma correta da montagem da estrutura da luneta.

## ***Momento 02: Construindo a Luneta***

### ***Cena 6: Construção da Luneta***

***Tempo Previsto: 40 min***

***Dinâmica:*** Depois de determinar os conjuntos de lentes bem como determinar a parte estrutural, o Galilei continuará o diálogo e nesta etapa propõe-se a montagem completa da luneta. Distribua todos os materiais necessários. Deixe que os alunos manuseiem os materiais, sempre auxiliando no que for necessário. Peça aos alunos que registrem a discussão para um diálogo a ser realizado no Fórum do Google Sala de Aula.

## ***Momento 03: Usando e comprovando a eficácia da luneta***

### ***Cena 7: Cálculo da Aproximação da Luneta***

***Tempo Previsto: 10 min***

***Dinâmica:*** Com a luneta pronta, Galileu continuará o diálogo e orientará os alunos a calcular a aproximação da luneta e também oriente eles a usarem os smartphones e/ou notebooks para os auxiliarem.

**Cena 8: Desafios de Observação****Tempo Previsto: 10 min**

**Dinâmica:** Continuando com o diálogo de Galileu, lide aos alunos os desafios finais. Nas atividades de observação é interessante que os alunos façam a confecção do tripé para facilitar as observações, repassando a eles as orientações sobre o que devem observar. Peça a eles que registrem a discussão para um diálogo a ser realizado no Fórum do Google Sala de Aula.

**Registro**

Os registros escritos, os desenhos dos modelos das lunetas de cada grupo deverão ser inseridos no Fórum de Discussão referente a esta aula a fim de apresentar aos demais grupos a suas conclusões. No fórum o Professor deverá mediar um debate entre os grupos a fim de que possam defender suas ideias. Por final relatem-me o que é uma luneta, qual a sua função e quais partes e materiais a compõem, os materiais utilizados para comprovar seu funcionamento e suas limitações. Todos os grupos devem apresentar o material produzido. Concluindo a semana, dentro do fórum mostre os acertos e erros de cada grupo e assim definir o grupo campeão da semana.

Deixar cada grupo explicar suas observações;

Construir com o grupo o registro de suas observações, respondendo o seguinte questionamento:

- Qual é a combinação correta das lentes do galileoscópio?
- Qual é o conceito aplicado nessa escolha?

**Avaliação**

Para fazer a avaliação desta atividade é necessário observar e anotar o comportamento de cada aluno e do grupo, conforme a aba **score**, bem como, o portfólio (as anotações) dos alunos pontuando os acertos na montagem do telescópio e como conseguiram resolver os problemas e posteriormente pontuará conforme a aba **score**, afim de montar a classificação dos grupo.

**Anexo 01: Diálogo de Galileu****Cena 1: Galileu e suas Descobertas****Narrador**

Era uma vez um Sábio que andava pelo mundo em busca de conhecimento. Era uma época de muitas descobertas e ao mesmo tempo, de muitas dúvidas. Em uma de suas inúmeras viagens, o sábio teve contato com um instrumento revolucionário: **A trompa Holandesa.**

**Cena 2: Diálogo Introdutório****Galileu**

Boa tarde nobres! Eu me chamo Galileu Galilei, como sabem meu assistente pessoal está impossibilitado de trabalhar e vocês estão aqui para participarem do processo para ocuparem a vaga de meu assistente pessoal.

Muito bem vamos começar.

Como sabem eu adoro observar o céu, mas é tão difícil enxergar o que temos além das estrelas.



Vídeo 01: Céu Estrelado

Fonte: ANDREAS. Adege; Céu Estrelado. Disponível em: <https://youtu.be/PaldyaRoqF8>. Acessado em 18/06/2020

Como será que poderíamos melhorar a nossa visão do céu?

### ***Cena 3: Informações sobre a Luneta***

#### ***Galileu***

Bravo!!! Para observar melhor o céu, podemos usar uma luneta! Ela nos permite enxergar objetos e corpos celestes de forma ampliada.

A luneta é composta por um tubo preto e uma composição de lentes convergentes e divergentes e fiz muitas experiências até chegar a uma combinação que me deu uma ampliação de cerca de 30 vezes.

### ***Cena 4: Identificando as Lentes***

Muito bem! O que acham de averiguar o conhecimento de vocês sobre o uso das lentes? Como estão vendo, há sobre a mesa um conjunto de lentes divergentes e convergentes de variados tamanhos e também um tubo. Muito bem, entre as lentes que estão sobre a mesa, escolha qual o conjunto ideal para a montagem da objetiva e qual será o conjunto para a montagem da ocular. Qual destes conjuntos nos fornece uma visão mais nítida do céu?

### ***Cena 5: Identificando a Parte Estrutural da Luneta***

Então, voltemos à luneta! Como estão vendo, a parte estrutural deste instrumento é composta por tubos de diferentes tamanhos, encaixados um dentro do outro. Escolha entre fixa e móvel, a estrutura que julgar mais adequada para a montagem da luneta

### ***Cena 6: Construção da Luneta***

Durante toda minha vida, sempre gostei muito de criar instrumentos que facilitassem as minhas observações. Como meus assistentes, espero atitudes semelhantes de vocês. Mostrem-me as habilidades que possuem, montando uma luneta seguindo o passo a passo.

***Cena 7: Cálculo da Aproximação da Luneta***

Agora, caros assistentes, descubram como calcular a aproximação de sua luneta.

***Cena 8: Desafios de Observação***

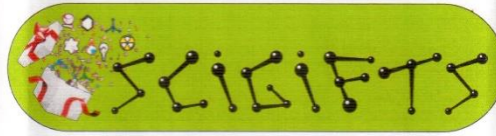
Como meus assistentes, preciso que estejam antenados com o cosmo. Então, quando o escuro da noite se instalar, com o uso da *luneta*:

- \* observe e registre uma Constelação.
- \* identifique e registre a principal estrela dessa constelação.
- \* observe e registre as crateras da lua.
- \* identifique e registre algum astro indicado por mim. (Desafio extra)

***Anexo 02: Projeto de Montagem da Luneta***

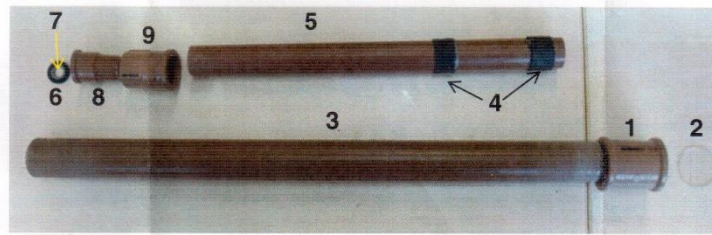
Com uma luneta duas vezes menos potente do que esta que você vai montar aqui, eu, o grande astrônomo Galileu Galilei, revolucionei a forma como entendemos o cosmos. Naquela época, nos idos de 1600, construir uma estrutura destas era uma tarefa complicada, que exigia uma engenhosidade enorme.

Depois de pronto, o instrumento proporciona um aumento de quarenta vezes que permite contemplar detalhes da superfície lunar, de aglomerados de estrela e até de planetas. Com uma técnica simples, você também vai poder construir um tripé. Ele fornece estabilidade e melhora muito a observação.



### KIT DE LUNETAS ASTRONÔMICA

Este kit é o material básico para a construção da releitura da luneta utilizada por Galileu Galilei para a observação das crateras da Lua e dos quatro maiores satélites de Júpiter.



#### MATERIAIS:

1	Alojamento da lente objetiva	Luva de PVC marrom cola/cola 32 mm
2	Lente objetiva	Lente de diâmetro maior
3	Corpo da luneta	Tubo marrom 32 mm – 48 cm
4	Buchas	Pedaço de EVA de 1 mm
5	Tubo telescópico	Tubo marrom 25 mm – 40 cm
6	Adaptador da ocular	Arruela de plástico fornecida
7	Lente ocular	Lente de diâmetro menor
8	Suporte da ocular	Luva cola/rosca externa 20 x 1/2"
9	Adaptador do suporte da ocular	Luva cola/rosca interna 25 x 1/2"

#### IMPORTANTE:

Os tubos e as conexões devem ser compradas separadamente.

Monte a luneta conforme a disposição das peças (tubos e conexões) acima.

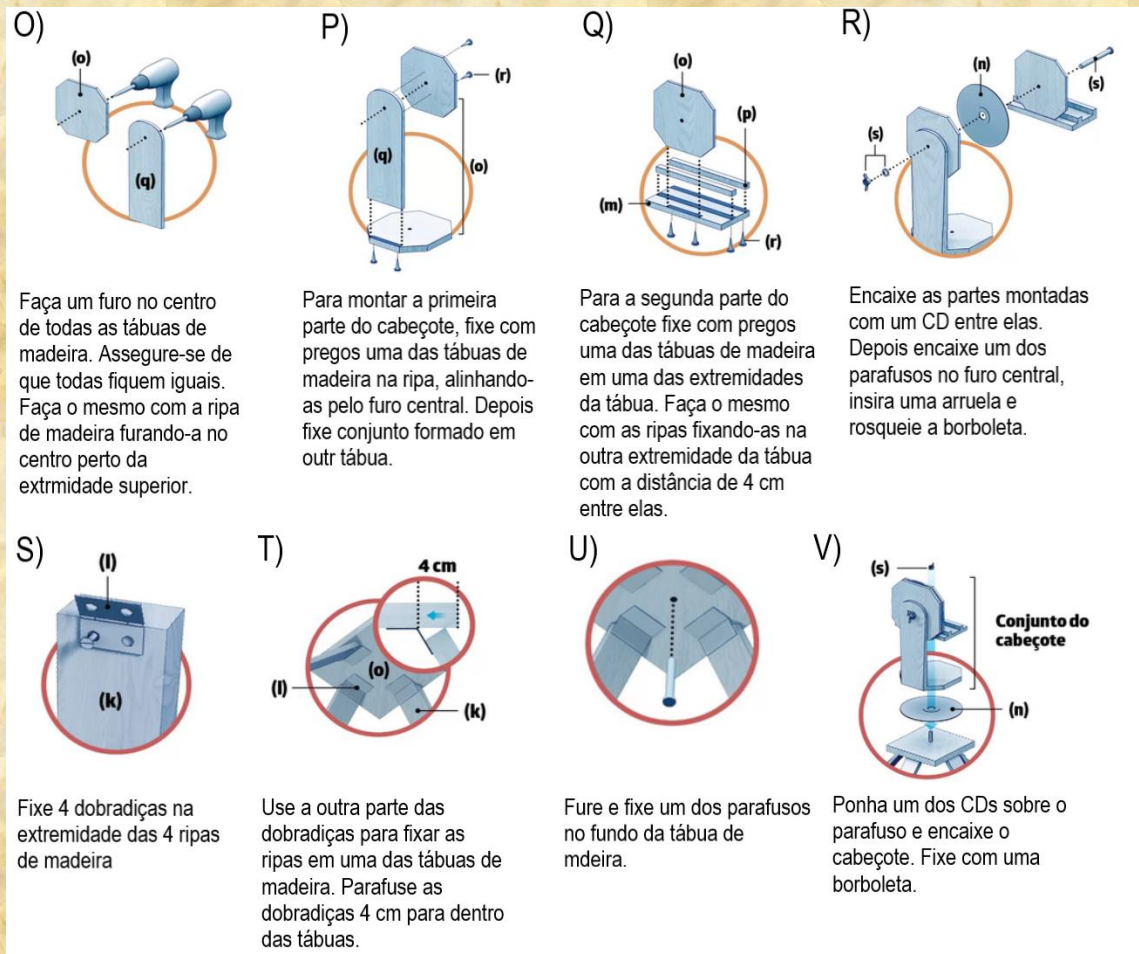
Para fixar a lente ocular (7) no adaptador (6) utilize fita adesiva na borda, sem deixar que a fita cubra o centro da lente. Antes de conectar o corpo da luneta (3) com o alojamento da objetiva (1), coloque a lente objetiva (2) no alojamento.

O corpo da luneta servirá de agente fixador à lente na ocasião da conexão.

Atenção: não lixe os tubos nem as conexões, pois fica mais fácil de encaixa-los uns aos outros.

### Figura 03 – Montagem do Galeoscópio

Fonte: TEIXEIRA, Jonny Nelson. Kit Luneta Astronômica – Scigifts IFSP

**Figura 04: Montagem do Tripé**

Fonte: FEU, João Pedro Brito e Jonatan Sarmento. Monte sua própria luneta astronômica com apenas R\$ 60. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Multimedia/Infograficos/noticia/2015/02/luneta.html>. acesso: 10/05/2020

- Deixar cada grupo experimentar o uso das lentes, conforme o projeto;
- Deixar que os alunos descubram quais são as lentes e a disposição correta;

## 4 SEGUNDO ENCONTRO

### *Ato 02: Primeiras descobertas*

Depois de ter conhecido um pouco sobre Galileu e sobre sua famosa luneta, agora chegou a hora de conhecer algumas de suas grandes descobertas. Começamos com as Luas de Júpiter e seguimos com estudos sobre o Geocentrismo. Esta atividade continua ocorrendo no formato da Tragédia Grega (gênero teatral) que ocorrerá em três momentos distintos (Atos), onde cada momento terá suas cenas específicas. No Ato I teremos as primeiras ideias sobre o modelo Geocêntrico, no Ato II será mostrado a descoberta das Luas de Júpiter e no Ato III uma atividade no simulador a fim de mostrar como era a ideia de movimento dos planetas no universo geocêntrico.

#### ***Pré-requisitos:***

- Noções básicas do sistema solar.

#### ***Objetivos:***

- Reconhecer o geocentrismo como uma das primeiras descrições do nosso sistema planetário.
- Identificar as primeiras descrições do nosso sistema planetário.
- Reconhecer o Sistema Geocêntrico.
- Desenhar diagramas de órbitas de planetas e luas

#### ***Cenário:***

- Sala de aula comum
- Alunos dispostos em grupo de até 5 pessoas, e o grupo disposto em semicírculo
- Apresentador de Slides
- Laboratório de Galileu

#### ***Personagens:***

- Galileu – Professor



- Concorrentes a uma vaga de trabalho com Galileu – Grupos de alunos

### ***Procedimento Metodológico***

- Dias antes do início a esta aula libere o Fórum de discussão (Moodle ou Google Sala de Aula). O fórum tem como objetivo ambientar os alunos sobre o tema a ser trabalhado e para aqueles que não têm nenhum conhecimento terem uma noção básica sobre eclipse.

## ***Momento 01: Primeiras ideias do Geocentrismo***

### ***Cena 1: Observação mal sucedida***

***Tempo Previsto: 10 min***

***Dinâmica:*** Com os alunos dispostos em seus grupos e estes dispostos em um semicírculo, propõe-se iniciar com a encenação de Galileu e com uso do apresentador de slide mostrando uma imagem borrada do céu e questionar o alunos por qual motivo que isto está ocorrendo, com o objetivo de relembrar a aula 01 e se ainda tem alunos que não souberem faça um diálogo a fim de relembrar o fato da aula anterior.

### ***Cena 2: Consolidação do Geocentrismo Antigo***

***Tempo Previsto: 15 min***

***Dinâmica:*** Com o uso do apresentador de slide o Galileu continuará o seu diálogo mostrando o vídeo de Júpiter. Assim organize um diálogo com os alunos conduzindo suas observações a fim de concluírem que a que o Geocentrismo era o modelo de universo predominante na era antiga. Assim conduzindo que a Terra é o centro do universo e tudo gira ao seu redor. Peça aos alunos que registrem a discussão para um diálogo a ser realizado no Fórum do Google Sala de Aula. Para finalizar peça aos alunos para fazer a atividade 01 do Pré Laboratório.

## ***Momento 02: A descoberta da Luas de Júpiter***

### ***Cena 3: Estranhos Pontos Brilhantes***

***Tempo Previsto: 10 min***

**Dinâmica:** Depois de consolidar a ideia do Geocentrismo Antigo, continue com o diálogo de Galilei e nesta irá colocar alguns pontos da astronomia antiga em xeque, com o apresentador passe os slides mostre o vídeo que contém alguns pontos brilhantes perto de Júpiter. Dialogue com os alunos e mostre que a ele que não são estrelas e instigue eles a chegarem à hipótese de que podem ser algum outro objeto e não estrelas, peça a eles que registrem a discussão para um diálogo a ser realizado no Fórum do Google Sala de Aula.

#### ***Cena 4: As Luas de Júpiter***

***Tempo Previsto: 15 min***

**Dinâmica:** Nessa etapa propõe-se mostrar algumas inconsistências no Modelo Geocêntrico. Continue com o diálogo de Galileu e com o uso dos slides e dialogue com eles que os pontos brilhantes perto de Júpiter estão lugares diferentes que na observação anterior e faça eles chegarem a conclusão de que estes objetos se movem ao redor do Planeta e levante a possibilidade de serem Luas. Mostre também que o Planeta está em fase, igualmente como ocorre com a nossa Lua, e dialogue com eles que existe uma inconsistência em relação ao Geocentrismo, pois nele não poderíamos ter planetas tendo fases igual a Lua e peça a eles anotarem todo o diálogo que lhes é pertinente. Para terminar oriente os grupos a fazerem a atividade 02 e 03 do Pré Laboratório. Peça que registrem a discussão para um diálogo a ser realizado no Fórum do Google Sala de Aula.

### ***Momento 03: Observando o Movimento no Geocentrismo***

#### ***Cena 5: Simulando o Modelo Geocêntrico***

***Tempo Previsto: 30 min***

**Dinâmica:** Nesta etapa, propõe-se que alunos experimentem um simulador a fim de observarem o movimento dos planetas no Geocentrismo. Para isso continue o diálogo de Galilei e oriente os grupos a fazerem a atividade do simulador e depois de finalizado, peça que registrem a discussão para um diálogo a ser realizado no Fórum do Google Sala de Aula.

**Cena 6: Testando o conhecimento Geocêntrico****Tempo Previsto: 20 min**

**Dinâmica:** Para finalizar este Ato, retome o diálogo de Galileu e proponha uma atividade extra com o uso Stellarium, a ser realizada em casa, em que os alunos observem o movimento retardado dos planetas e terão de tentar explicar o porquê do movimento aparente em forma de laço. Peça que registrem a discussão para um diálogo a ser realizado no Fórum do Google Sala de Aula.

**Registro**

Os registros escritos, os desenhos de cada grupo deverão ser inseridos no portfólio e posteriormente anexados no Fórum do Google Sala de Aula referente a semana, a fim de apresentar aos demais grupos as suas conclusões. No fórum o Professor deverá mediar um debate entre os grupos a fim de que possam defender suas ideias.

**Avaliação**

Para fazer a avaliação desta atividade é necessário observar e anotar o comportamento de cada aluno e do grupo, conforme a aba **score**, bem como, o portfólio (as anotações) dos alunos pontuando os acertos na montagem do telescópio e como conseguiram resolver os problemas e posteriormente pontuará conforme a aba **score**, a fim de montar a classificação dos grupos. Na atividade extra, para cada planeta em que o grupo conseguir mostrar o movimento retrógrado no formato de laço será computado a pontuação conforme a aba **score**.

**Anexo 01: Diálogo de Galileu**

**Cena 1: Observação mal sucedida**

Olhem que bonito é o céu, quantas maravilhas podemos ver



Vídeo 01: Céu Estrelado com Fundo Embaçado

Fonte: ANDREAS. Adege; Céu Estrelado. Disponível em: <https://youtu.be/PaldyaRoqF8>. Acessado em 18/06/2020

Essa não! A imagem hoje não está boa, tem alguma coisa impossibilitando de focalizar. O que poderia estar acontecendo? Por que não estamos conseguindo focalizar?

Bravo!!! Como já viram no nosso primeiro encontro, isso se deve ao fato do cano da lente objetiva estar muito longo. Mas como podemos resolver esse problema?

Bravo!!! Como viram é apenas diminuir o tamanho do cano da lente objetiva.

**Cena 2: Consolidação do Geocentrismo Antigo**

Óh, que maravilha! Agora sim, olhem que maravilha, como é bonito o Céu, olhem Júpter.



### Vídeo 02: Júpiter

Fonte: LACOSTE. Mike; Planeta Júpiter. Disponível em: <https://youtu.be/eQkyTbNrxpc>. Acessado em: 19/10/2020

Viram como o céu é bonito a noite! O que acharam de ver Júpiter? Querem Continuar a observar o céu?

### ***Cena 3: As Luas de Júpiter***

Muito vamos continuar, vamos ver se achamos coisas diferentes. Olhem que maravilha, olhem o que encontrei, tem objetos brilhantes perto Júpiter.



Figura 01 - Júpiter e suas Luas

Fonte: NASA Juno; As Luas de Júpiter: Io, Europa, Ganímedes e Calisto. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/wp-content/uploads/2016/07/ciencia-juno-nasa-20160630-001.jpg?quality=70&strip=info&resize=680,453>. Acessado em 10/05/2020

Muito estranho, esses objeto não parecem ser estrelas. Vamos averiguar outro dia.

Muito bem estamos de volta para analisar novamente aqueles pontos brilhantes perto de Júpiter.



#### Vídeo 03 - Júpiter e suas Luas

Fonte: NASA Juno; Juno Approach Movie of Jupiter and the Galilean Moons. Disponível em: <https://youtu.be/XpsQimYhNkA>. Acessado em 19/10/2020

Uau, que imagem fantástica! Os pontos brilhantes não estão no mesmo local. Elas se movem, isso significa que não são estrelas!

Olhem esta imagem, olhem que coisa estranha, Júpiter tem FASES igual a LUA, mas como pode isso? Se o Sol gira em torno da TERRA, não era para ser assim, muito estranho. Anotem isso mais tarde vamos tentar resolver.

#### ***Cena 4: Simulando o Modelo Geocêntrico***

Como eu sempre disse: Nada está parado! Tudo se move em perfeita sintonia.

Já viram os planetas se movimentando no geocentrismo? Querem tentar?

#### ***Cena 5: Testando o conhecimento Geocêntrico***

Bravo, mostraram que tem total conhecimento do movimento dos planetas e da existência de outras Luas. Agora de volta a residência de vocês quero que observem

o céu e mostrem que são capazes de observar o movimento retardado e a trajetória em forma de laço dos planetas

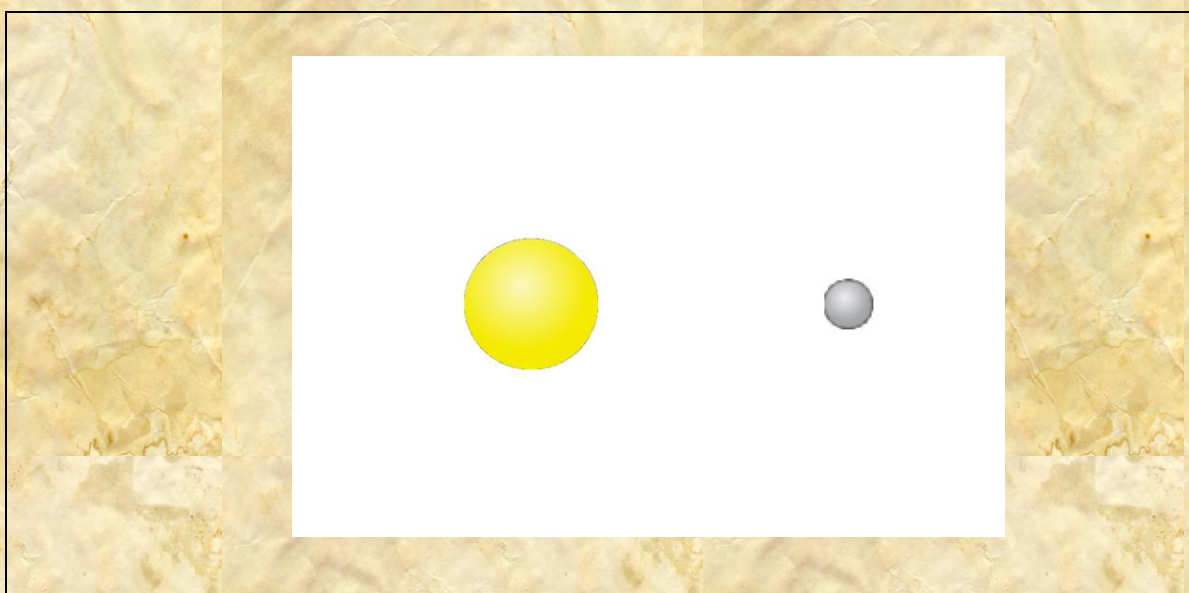
**Anexo 02: O movimento dos Astros Geocêntricos – Atividade de Laboratório**

**Pré-Laboratório**

- 1) *No quadro abaixo, esquematize como você acha que era o Geocentrismo da era Pré Galileu*



- 2) *Na figura abaixo, desenhe como você acha como o planeta deveria orbitar o Sol.*



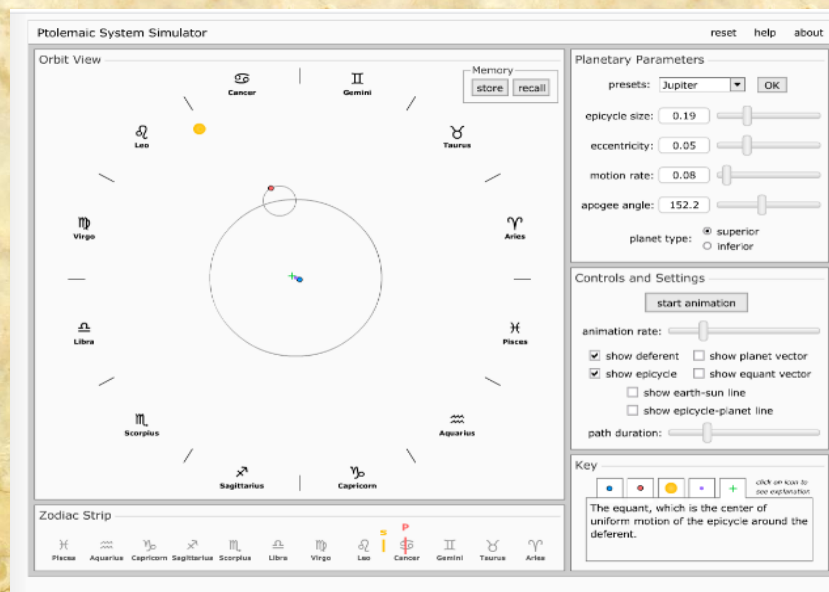
- 3) *Todos os estudiosos da era antiga negavam a existência de uma força oculta que fazia os planetas e luas permanecerem em órbita. Faça um esquema de como você acha que os planetas e luas se moveriam se essas forças não existissem.*



### Laboratório Virtual

*Acessando a simulação*

*Faça o acesso da simulação “Solar System Models - Ptolemaic System Simulator” através do link: <http://astro.unl.edu/naap/ssm/animations/ptolemaic.html>*



**Figura 05 - Ptolemaic System Simulator**

Fonte: ASTRONOMY EDUCATION AT THE UNIVERSITY OF NEBRASKA-LINCOLN. Disponível em: <http://astro.unl.edu/naap/ssm/animations/ptolemaic.html>. Acessado em 16/05/2020



**Explorando a simulação**

*A simulação consiste em simular o Modelo Geocêntrico de Ptolomeu*

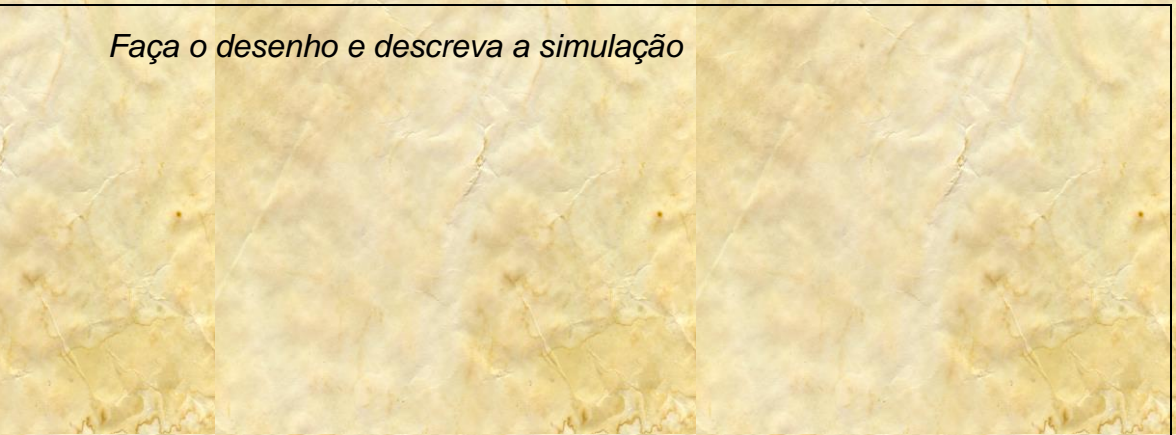
*Explore a simulação por alguns instantes mudando os valores de modo que se familiarize com a simulação.*

*Para responder as questões, sempre mude o simulador para o modo parão.*

**Compreensão do Movimento Geocêntrico**

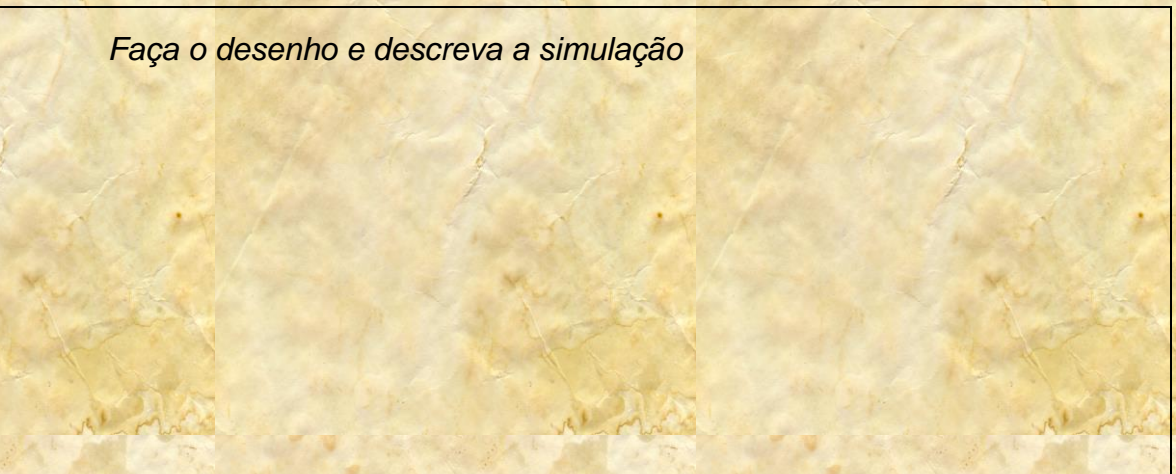
- 1) *No simulador, colo o planeta Marte, deixando as demais configurações padrões. Observando a simulação, faça o esqueça do que está vendo e descreva a simulação.*

*Faça o desenho e descreva a simulação*



- 2) *No simulador, colo o planeta Vênus, deixando as demais configurações padrões. Observando a simulação, faça o esquema do que está vendo e descreva a simulação.*

*Faça o desenho e descreva a simulação*



- 3) *No simulador, coloque o planeta Júpiter, deixando as demais configurações padrões. Observe a simulação e faça o esqueça do que está vendo e descreva a simulação.*

*Faça o desenho e descreva a simulação*

- 4) *No simulador, coloque o planeta Saturno, deixando as demais configurações padrões. Observe a simulação e faça o esqueça do que está vendo e descreva a simulação.*

*Faça o desenho e descreva a simulação*

### ***Pós – Laboratório***

*Como vimos no Laboratório Virtual que o modelo Geocêntrico consiste no Planeta Terra como o Centro do Sistema, como os demais Planetas e o Sol sempre orbitando o nosso planeta. Sendo assim responda o que segue*

1) *Sobre as semelhanças e diferenças nas órbitas*

*Na sua opinião, quais são as igualdades nesse movimento?*

*Na sua opinião, o que há de diferente nesses movimentos?*

2) *Sobre os epíclis (pequeno movimento retrógrado visto na órbita)*

*Observando os epíclis, descreva o porque delas serem observadas.*

*Observando que quando o epíclis ocorre o planeta aparenta perder velocidade, qual seria a razão?*

3) *Sobre o Movimento do Sol*

*No simulador observamos que o Sol não tem o epiciclo. Porque ela não tem?*

4) *Comparando o pré – laboratório com o pós – laboratório*

*Quais as semelhanças entre seus esquemas do pós – laboratório com os esquemas feito no laboratório virtual*

*Quais as semelhanças entre seus esquemas do pós – laboratório com os esquemas feito no laboratório virtual*

*Explique porque houve essas divergências ou semelhanças*

**Anexo 3: Atividade Extra com o Stellarium**

Stellarium é um planetário de código aberto para o seu computador que pode instalado ou pode ser utilizado no navegador web. Ele mostra um céu realista em três dimensões igual ao que se vê a olho nu, com binóculos ou telescópio.



Figura 06: Stellarium

Fonte: Arquivo próprio

Link do guia do utilizador:

- [https://github.com/Stellarium/stellarium/releases/download/v0.20.2/stellarium\\_user\\_guide-0.20.2-1.pdf](https://github.com/Stellarium/stellarium/releases/download/v0.20.2/stellarium_user_guide-0.20.2-1.pdf)

Link da versão web:

- <https://stellarium-web.org/>

Link para download do Software

- Windows: 64 bits:

<https://github.com/Stellarium/stellarium/releases/download/v0.20.2/stellarium-0.20.2-win64.exe>

- Windows 32 bits:

<https://github.com/Stellarium/stellarium/releases/download/v0.20.2/stellarium-0.20.2-win32.exe>

- Linux 64 bits:

<https://github.com/Stellarium/stellarium/releases/download/v0.20.2/stellarium-0.20.2.tar.gz>

- Linux 32 bits:

<https://github.com/Stellarium/stellarium/releases/download/v0.20.2/stellarium-0.20.2.tar.gz>

- Mac OS X 10.12+:

<https://github.com/Stellarium/stellarium/releases/download/v0.20.2/Stellarium-0.20.2.zip>

Primeiramente faça um tour pelo Stellarium a fim de se familiarizar com ele.

Depois identifique um planeta e faça ele ser bem visível na sua tela, posteriormente altere a data, sem alterar o horário, a fim de observar o movimento retrógrado e o movimento em forma de laço.

## 5 TERCEIRO ENCONTRO

### *Ato 03: As Manchas Solares*

Depois de conhecer um pouco sobre Galileu, chegou a hora de se aventurar em um dos momentos mais marcantes de suas descobertas, as trocas de cartas com Christoph Scheiner. Nesta atividade, tal discussão ocorre no formato da Tragédia Grega (gênero teatral) que ocorre em três momentos distintos (Atos), onde cada momento terá suas cenas específicas. No Ato I será mostrado as primeiras manchas do Sol, no Ato II será encenado a troca de cartas com Christoph e no Ato III será feito o julgamento de Galileu.

#### ***Pré-requisitos:***

- Noções básicas do sistema solar.

#### ***Objetivos:***

- Identificar as manchas do Sol;
- Identificar as manchas e as crateras da Lua;
- Reconhecer o enfraquecimento do sistema Geocêntrico;
- Reconhecer o sistema Heliocêntrico como sistema planetário cientificamente aceito.

#### ***Cenário:***

- Sala de aula comum
- Alunos dispostos em grupo de até 5 pessoas, e o grupo disposto em semicírculo
- Apresentador de Slides
- Laboratório de Galileu

#### ***Personagens:***

- Galileu – Professor
- Concorrentes a uma vaga de trabalho com Galileu – Grupos de alunos

**Procedimento Metodológico**

- Dias antes do início a esta aula livre o Fórum de discussão (Moodle ou Google Sala de Aula). O fórum tem como objetivo ambientar os alunos sobre o tema a ser trabalhado e para aqueles que não têm nenhum conhecimento terem uma noção básica sobre eclipse.

**Momento 01: Primeiras Manchas****Cena 1: Observação do Sol****Tempo Previsto: 10 min**

**Dinâmica:** Com os alunos dispostos em seus grupos e estes dispostos em um semicírculo, propõe-se iniciar a discussão mostrando o vídeo do Sol com suas manchas e em seguida peça aos alunos responderem no portfólio “quais as características que eles percebem no Sol”. Em seguida monte um diálogo levantando suposições acerca das manchas e da supremacia do Sol. Depois de não entender sua essência, use o diálogo de Galileu. Ainda com a imagem do Sol projetada, inicie a troca de cartas com Christopher.

**Momento 02: Diálogo com Christopher****Cena 2: Primeira Resposta de Christopher****Tempo Previsto: 10 min**

**Dinâmica:** Depois de mostrar a manchas inicie a discussão mostrando o vídeo de Christopher. Nesta etapa, propõe-se dialogar com os alunos a fim de mostrar as primeiras ideias do que poderiam ser as manchas em frente ao Sol. Instigue a curiosidade e peça aos alunos que registrem a discussão para um diálogo a ser realizado no Fórum do Google Sala de Aula.

**Cena 3: Resposta de Galileu****Tempo Previsto: 10 min**

**Dinâmica:** Depois de mostrar as primeiras ideias de Christopher acerca das manchas solares, e com uso do projetor inicie o diálogo de Galileu mostrando a Lua



com suas crateras, e em seguida peça aos alunos para responderem no portfólio “quais as características que eles percebem na Lua”. Em seguida monte um diálogo comparando as manchas do Sol com as Manchas da Lua. Por fim mostre aos alunos o que são as manchas da Lua e como elas são formadas. Durante todo o diálogo peça aos alunos que registrem a discussão para um diálogo a ser realizado no Fórum do Google Sala de Aula.

***Cena 4: Resposta de Christopher e Galileu***

***Tempo Previsto: 15 min***

***Dinâmica:*** Depois da resposta de Galileu, inicie a cena mostrando o vídeo com a resposta de Christopher. E em seguida mostra o vídeo de Vênus e peça aos alunos escreverem no portfólio “Argumentos da semelhança da foto de Vênus com a nossa Lua”. Depois monte um diálogo com a resposta de Galileu. Durante todo o diálogo peça aos alunos que registrem a discussão para um diálogo a ser realizado no Fórum do Google Sala de Aula.

***Cena 5: Nova Resposta de Chistopher e Nova carta de Galileu***

***Tempo Previsto: 15 min***

***Dinâmica:*** Inicie a cena mostrando o vídeo com a resposta de Christopher e em seguida continue com a próxima carta de Galileu em resposta a Chistopher. Nesta etapa inicie mostrando o vídeo peça para os alunos responderem no portfólio “quais as características que eles percebem nos movimentos das manchas”. Depois com o uso do apresentador de slides monte um diálogo com os alunos mostrando as ideias de Galileu, Durante todo o diálogo peça aos alunos que registrem a discussão para um diálogo a ser realizado no Fórum do Google Sala de Aula.

***Cena 6: Resposta de Christopher e Contra Argumentação de Galileu***

***Tempo Previsto: 15 min***

***Dinâmica:*** Depois de representar a nova carta de Galileu contra argumentando as ideias de Christopher, inicie a cena mostrando o vídeo com a resposta de Christopher. Seguindo mostre vídeo das Luas de Júpiter e peça aos alunos responderem no portfólio “Observando a ideia de Christopher, argumente se está correto ou não”. Logo em seguida, represente a resposta de Galileu. Por fim, faça um

diálogo com os alunos concretizando as respostas de Galileu. Peça aos alunos que registrem a discussão para um diálogo a ser realizado no Fórum do Google Sala de Aula. Para finalizar o Ato 02 lance um desafio aos grupos

- Dentro de cada grupo, forme duplas, a primeira iniciará o debate enquanto a outra assiste, depois, os papéis serão invertidos;
- Um dos integrantes da dupla defenderá o geocentrismo enquanto o outro defenderá o heliocentrismo;
- A dupla espectadora deve fazer anotações e definir qual dos dois modelos cosmológicos foi melhor defendido e por que, mas não deve fazer seus comentários durante o debate, apenas no final.

### ***Momento 03: Julgamento de Galileu***

#### ***Cena 7: Julgamento de Galileu***

#### ***Tempo Previsto: 25 min***

***Dinâmica:*** Depois de concluir a encenação das cartas de Galileu e Christopher divida a turma em dois grupos, um de acusação e outro de defesa. Cada grupo deverá designar seu líder e os demais auxiliarão orientando os argumentos (não separar os integrantes dos grupos menores para facilitar a avaliação e a pontuação do score). Oriente os alunos a anotarem todos os argumentos que usarão durante o julgamento e também oriente a usarem os smartphones e/ou notebooks para os auxiliarem.

#### ***Registro***

Os registros escritos, os desenhos de cada grupo deverão ser inseridos no portfólio e posteriormente anexado no Fórum do Google Sala de Aula referente a semana, a fim de apresentar aos demais grupos a suas conclusões. No fórum o Professor deverá mediar um debate entre os grupos a fim de que possam defender suas ideias.

#### ***Avaliação***

Para fazer a avaliação desta atividade é necessário observar e anotar o comportamento de cada aluno e do grupo, conforme a aba **score**, bem como, o portfólio (as anotações) dos alunos pontuando os acertos na montagem do telescópio

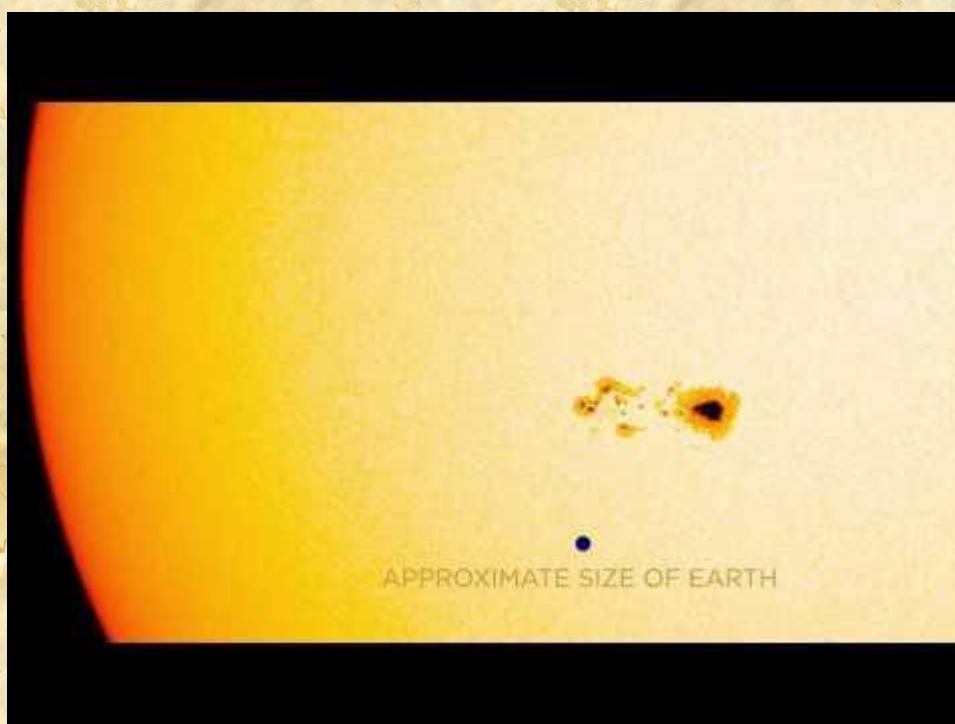
e como conseguiram resolver os problemas e posteriormente pontuará conforme a aba **score**, afim de montar a classificação dos grupo.

**Anexo 01: Diálogo de Galileu**

**Cena 1: Observação do Sol**

**Galileu**

Olhem que imagem magnífica



**Vídeo 01: O Sol e suas Manchas**

Fonte: NASA Goddard; NASA's SDO Watches a Sunspot Turn Toward Earth. Disponível em: <https://youtu.be/nNng0KrNUul>. Acessado 19/10/2020

Como o Sol é brilhante, imenso, gigante! Não me canso de olhá-lo!

Mas o que será isso? Manchas? E tão escuras. Preciso averiguar!

Ah, que engraçado. Parece tão diferentes.

Vou escrever para o Chistopher para ver sua opinião.

**Cena 2: Primeira Resposta de Chistopher**

**Vídeo de Chistopher**

Essas manchas são formadas pela agregação de inúmeros planetas que orbitam o Sol e, devido sua interposição entre o sol e a Terra.

São manchas mais escuras do que as manchas do Lua.

### ***Cena 3: Primeira Resposta de Galileu***

#### ***Galileu***

Como assim? As manchas do Sol são mais semelhantes a nuvens, e as manchas da Lua não são formadas pela presença de outro corpo, mas pela iluminação de sua superfície irregular, como podemos ver



#### Vídeo 02: Lua Crescente

Fonte: ANDREAS. Adege; Lua Crescente. Disponível em: <https://youtu.be/5sWGs31hrT8>. Acessado 19/10/2020

### ***Cena 4: Resposta de Chistopher e Galileu***

#### ***Vídeo – Chistopher***

Como assim? O Sol e o Céu são puros imaculados, então esses “planetas” só podem estar na esfera do Sol.

#### ***Galileu***

Mas se estivessem na mesma esfera do Sol, as manchas seriam carregadas junto com ela e não apresentariam movimento próprio, e ainda deveriam apresentar fases igualmente como ocorre com a Lua e Vênus, e também não apresentam velocidade e posição constante.



### Vídeo 03: Fase de Vênues

Fonte: BORGO. Igor: Jornada no Sistema Solar - Parte 03 – Vênus. Disponível em: <https://youtu.be/aeuX5SwJIMs>. Acessado: 19/10/2020

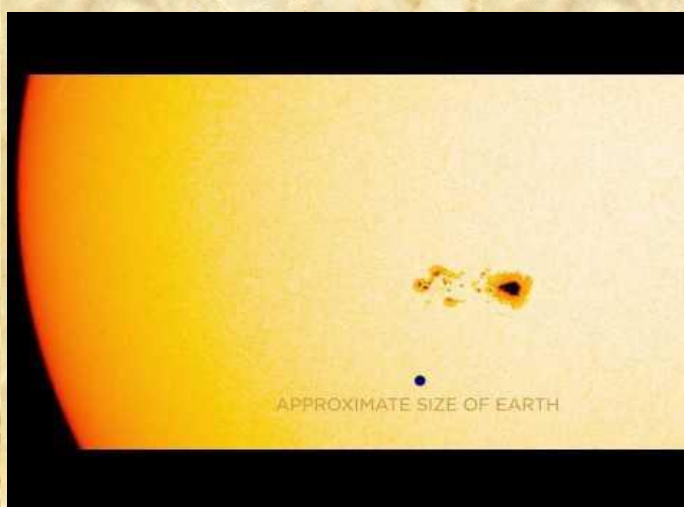
#### ***Cena 5: Nova Resposta de Chistopher e Nova carta de Galileu***

##### ***Vídeo – Chistopher***

Meu caro, também não podem ser cometas ou nuvens, são planetas ou estralas girando ao redor do Sol.

##### ***Galileu***

Meu amigo, não podem ser estrelas fixas porque não são fixas. Planetas também não podem ser, pois a figura destas é sempre esférica. As manchas, além de não apresentarem essas características, passam sobre o disco solar surgindo, desaparecendo, mudando de figura, coisas impossíveis para um planeta.



### Vídeo 04: O Sol e suas Manchas

Fonte: NASA Goddard; NASA's SDO Watches a Sunspot Turn Toward Earth. Disponível em: <https://youtu.be/nNng0KrNUuI>. Acessado 19/10/2020

***Cena 6: Resposta de Chistopher e Contra Argumentação de Galileu******Vídeo – Chistopher***

Então os seus movimentos são iguais as luas de Júpiter ou como os “filhos” de Saturno, onde todos se movem em conjunto, em uma única esfera, de maneira semelhante à das manchas solares.

***Galileu***

Impossível isso, os satélites circundam Júpiter com períodos diferentes, e descrevem círculos de tamanhos diferentes.

**Vídeo 03 - Júpiter e suas Luas**

Fonte: NASA Juno; Juno Approach Movie of Jupiter and the Galilean Moons. Disponível em: <https://youtu.be/XpsQimYhNkA>. Acessado em 19/10/2020

## 6 QUARTO ENCONTRO

### *Ato 04: A Primeira Lei das Órbitas*

Depois de conhecer os grandes achados de Galileu, chegou a hora de aventurar-se na vida do astrônomo Johannes Kepler. Este ato mostra a frustração de Tycho Brahe, astrônomo que detinha os dados mais detalhados da Órbita de Marte, mas com seus conhecimentos limitados em matemática não conseguia encaixá-las em sua visão de órbita. Mostrará também as grandes frustrações de Kepler, a desistência da Órbita Circular e que culminará na sua Primeira Lei: A Lei das Áreas. Nesta atividade, tal discussão ocorre no formato da Tragédia Grega (gênero teatral) que ocorre em três momentos distintos, onde cada momento terá suas cenas específicas. No Momento 01 será mostrado o Legado de Tycho Brahe, no Momento 02 será encenado o início dos trabalhos de Kepler e no Momento 03 será encenado a Descoberta da Lei das Áreas.

#### ***Pré-requisitos:***

- Noções básicas do sistema solar.

#### ***Objetivos:***

- Identificar a Lei das Áreas;
- Identificar que a Órbita não é Circular;

#### ***Cenário:***

- Sala de aula comum
- Alunos dispostos em grupo de até 5 pessoas, e o grupo disposto em semicírculo
- Apresentador de Slides
- Laboratório de Kepler

#### ***Personagens:***

- Kepler – Professor
- Concorrentes a uma vaga de trabalho com Kepler – Grupos de alunos

**Procedimento Metodológico**

- Dias antes do início a esta aula livre o Fórum de discussão (Moodle ou Google Sala de Aula). O fórum tem como objetivo ambientar os alunos sobre o tema a ser trabalhado e para aqueles que não têm nenhum conhecimento terem uma noção básica sobre elipse.

**Momento 01: Legado de Tycho Brahe****Cena 1: Morte de Tycho Brahe****Tempo Previsto: 10 min**

**Dinâmica:** Com os alunos dispostos em seus grupos e estes dispostos em um semicírculo, propõe-se iniciar a aula mostrando o vídeo da Conjuntura de Júpiter e Saturno juntamente com o diálogo de Tycho Brahe e, em seguida peça aos alunos fazerem um breve relato do que estão vendo no vídeo e do diálogo de Tycho que será utilizado para a sequência da aula e também para a discussão da semana no fórum do Moodle. Complete a cena com o vídeo onde Tycho implora ao Kepler para terminar o seu trabalho.

**Momento 02: Primeiras ideias de Kepler****Cena 2: Inícios dos Trabalhos de Kepler****Tempo Previsto: 20 min**

**Dinâmica:** Depois de mostrar as limitações de Tycho e o início dos trabalhos de Kepler, inicie a cena mostrando o vídeo do planeta Marte e continue com o diálogo de Kepler sobre as órbitas dos Planetas. Posteriormente mostre a frustração de Kepler quanto as inconsistências com suas observações com os dados de Tycho. Em seguida lance o desafio aos alunos pedindo para criarem uma teoria que resolva o problema de Tycho. Instigue a curiosidade e peça aos alunos que registrem a discussão para um diálogo a ser realizado no Fórum do Google Sala de Aula.



**Cena 3: Primeira ideia de Kepler****Tempo Previsto: 20 min**

**Dinâmica:** Depois de mostrar o grande desafio que Kepler terá para desvendar o trabalho de Tycho, inicie a cena mostrando a figura do equante de Ptolomeu adaptado a ideia de Kepler para a órbita de Marte, transferindo o equante ao Sol, com o uso do diálogo exemplifique o equante de Kepler. Posteriormente lance o desafio aos grupos para testarem o equante para o Planeta Júpiter. Durante todo o diálogo peça aos alunos que registrem a discussão para um diálogo a ser realizado no Fórum do Google Sala de Aula

**Momento 03: A Descoberta da Primeira Lei****Cena 4: Desistência da Órbita Circular****Tempo Previsto: 25 min**

**Dinâmica:** Depois de encerrar a tarefa sobre o equante de Kepler, inicie a cena com o Kepler lamentando os dados do equante para o planeta Júpiter. Continue a cena com o Kepler colocando em xeque a órbita circular dos planetas. Posteriormente, com os dados do planeta Marte, desafie os grupos a mostrarem que a órbita de Marte não é circular. Durante todo o diálogo peça aos alunos que registrem a discussão para um diálogo a ser realizado no Fórum do Google Sala de Aula.

**Cena 5: O Achado da Primeira Lei****Tempo Previsto: 25 min**

**Dinâmica:** Depois de definitivamente provar que a órbita de Marte não é circular, inicie a cena com a euforia de Kepler na descoberta de uma Lei, a sua primeira, a Lei das Áreas. Usando novamente os dados da órbita de Marte, peça aos alunos para montarem no papel milimetrado sua órbita e posteriormente peça para calcular as áreas de cada período para confirmarem a primeira grande Lei de Kepler. Para terminar desafie os grupos a mostrarem a veracidade da Lei das Áreas para outras Planetas. Durante todo o diálogo peça aos alunos que registrem a discussão para um diálogo a ser realizado no Fórum do Google Sala de Aula.

**Registro**

Os registros escritos, os desenhos de cada grupo deverão ser inseridos no portfólio e posteriormente anexado no Fórum do Moodle referente a semana, a fim de apresentar aos demais grupos a suas conclusões. No fórum o Professor deverá mediar um debate entre os grupos a fim de que possam defender suas ideias.

**Avaliação**

Para fazer a avaliação desta atividade é necessário observar e anotar o comportamento de cada aluno e do grupo, conforme a aba **score**, bem como, o portfólio (as anotações) dos alunos pontuando os acertos na montagem do telescópio e como conseguiram resolver os problemas e posteriormente pontuará conforme a aba **score**, afim de montar a classificação dos grupo.

**Anexo 01: Diálogo de Kepler****Cena 1: Morte de Tycho Brahe****Tycho Brahe (olhando para p céu)**

Vídeo 01: Céu Estrelado

Fonte: ANDREAS. Adege; Céu Estrelado. Disponível em: <https://youtu.be/PaldyaRoqF8>. Acessado em 18/06/2020



### Vídeo 02: Conjunção da Lua e Júpiter

Fonte: BRITO, Walter; Conjunção da Lua com o Planeta Júpiter e Planeta Saturno hoje dia 01/08/2020. Disponível em: <https://youtu.be/OChUdY3g3bs?t=233>. Acessado 12/11/2020

O céu é algo incrível. Por mais que observo, não me canso de admirá-lo!

Ora, vejam só! A conjunção da Lua e Júpiter, mas não correspondem à posição estabelecida. Não pode ser assim! Tenho certeza que os planetas giram em torno do Sol e estes em torno da Terra. Preciso observar, calcular e prever o movimento dos astros. Mas é muito trabalho e muitos cálculos matemáticos. Preciso de ajuda de alguém a altura dessa matemática. Vou convidar o nobre Johannes Kepler.

Johannes termina o meu trabalho, não deixe meu nome cair no esquecimento!

### ***Cena 2: Inícios dos Trabalhos de Kepler***

#### ***Kepler***

Os planetas giram em torno do Sol..... E a Terra? Se a terra também é um planeta, por que seria diferente?

Ah senhor Marte! Rende-se às minhas investidas e revele seus segredos. Me mostre como rodas o Sol.



### Vídeo 03: Órbita do Planeta Marte

Fonte: CIÊNCIA NEWS; Prepare-se, é Hoje! Marte não Estará tão Perto da Terra nos Próximos 15 anos.. Disponível em: <https://youtu.be/5liEQyJkPUM?t=4>. Acessado 14/11/2020

Estou convencido de que o Sol é o centro de sua órbita porque existe uma força estranha que emana dele e controla todas as órbitas planetárias!

É isso que os dados de Tycho me mostram e sei que ele queria que eu fizesse uso deles, porém seus dados não condizem com as ideias dele, mas sei que seus dados são o seu legado.

### ***Cena 3: Primeira ideia de Kepler***

#### ***Kepler***

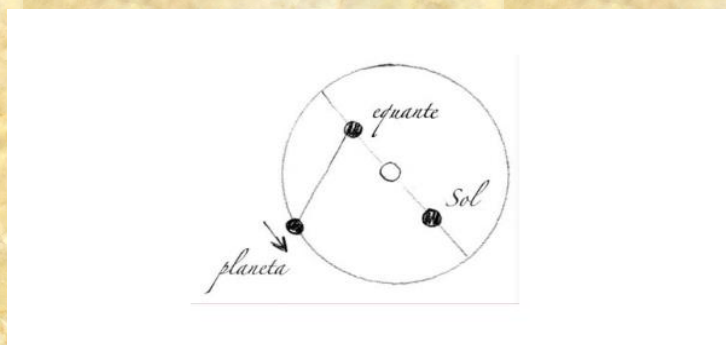


Figura 01: Equate de Kepler

Fonte: Rodrigo Cunha; Resenha: A Harmonia do Mundo. Disponível em: <https://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&tipo=resenha&edicao=27&print=true>. Acessado 14/11/2020

Encontrei! Por fim encontrei a posição do equante que gera uma órbita para Marte com precisão conforme os dados de Tycho.

Então, é essa a resposta?

Melhor verificar com outros planetas. Vamos testar para Júpiter.

#### ***Cena 4: Desistência da Órbita Circular***

Quer desastre! Os resultados são desastrosos!

Será que a órbita dos Planetas realmente é circular centrado no Sol?

Vamos analisar os dados mais uma vez.

#### ***Cena 5: O Achado da Primeira Lei***

Descobri uma linha que une o Sol aos planetas. Incrivelmente com essa forma geométrica os planetas varrem áreas iguais em tempos iguais.

#### ***Anexo 02: Testando a Órbita de Marte***

Essa atividade consiste em demonstrar que a Órbita de Marte não é circular e para isso é necessário transpor os dados da Órbita de Marte para Sistema Cartesiano afim de demonstrar que sua Órbita não é Circular.

#### **Materiais:**

- Papel milimetrado;
- Caneta ou lápis;
- Borracha;
- Compasso;
- Calculadora científica (pode ser app de smartphone);
- Régua de 30 cm.

#### **Dados da Órbita de Um Ano de Marte com Referência Heliocêntrica com Plano de Referência na Eclíptica**

As posições da Tabela 01 fora retiradas do sати do THE IMCCE VIRTUAL OBSERVATORY SOLAR SYSTEM PORTAL Observatoire de Paris / CNRS

(<http://vo.imcce.fr/webservices/miriade/?forms>) instituição pública francesa responsável oficial pelo cálculo das efemérides. Nesse site podemos fazer a escolha dos planetas, do sistema de referência (Geocêntrico e Heliocêntrico) bem como o plano de referência (Equador e Eclíptica). Para esta atividade foi escolhido o sistema Heliocêntrico e Plano da Eclíptica.

**Tabela 01: Dados Orbitais de Marte**

Data dos Posição	Ângulo $\theta$ na Eclíptica	Distância R de Marte ao Sol (UA)	$x = R \cdot \cos\theta$	$y = R \cdot \sin\theta$
01/11/2018	4° 51' 12,8108"	1,396032551	1,391	0,118
28/12/2018	39° 6' 16,2378"	1,448804371	1,124	0,914
27/02/2019	72° 32' 11,4124"	1,526192020	0,458	1,456
28/04/2019	102° 16' 46,0865"	1,598383406	-0,340	1,561
24/06/2019	128° 27' 12,5867"	1,646561676	-1,024	1,290
20/08/2019	153° 33' 28,1932"	1,665880665	-1,491	0,742
16/10/2019	178° 33' 14,1969"	1,653255597	-1,653	0,042
13/12/2019	204° 52' 24,7904"	1,609672465	-1,460	-0,677
08/02/2020	232° 35' 15,5547"	1,544232642	-0,938	-1,226
05/04/2020	262° 59' 0,5842"	1,470544272	-0,180	-1,460
01/06/2020	296° 23' 55,5960"	1,409134731	0,626	-1,262
28/07/2020	332° 3' 37,8643"	1,381673606	1,221	-0,647

Fonte: THE IMCCE VIRTUAL OBSERVATORY SOLAR SYSTEM PORTAL, Observatoire de Paris / CNRS Disponível em: <http://vo.imcce.fr/webservices/miriade/?forms>. Acessado em: 14/11/2020

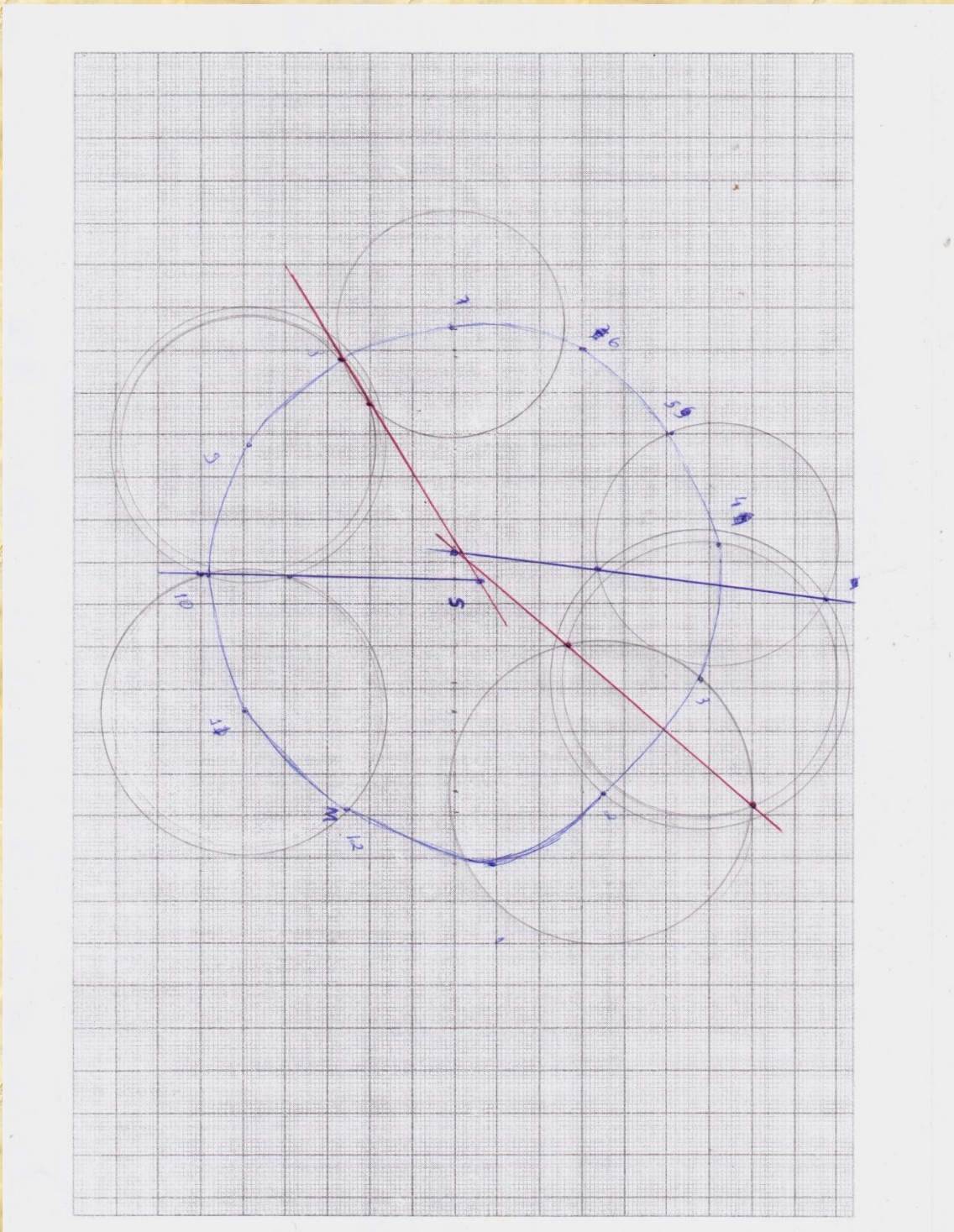
\*  $1UA = 1,5 \times 10^{13} \text{ Km}$  – A unidade astronômica (UA) corresponde a distância média do Sol a Terra

### Desenvolvimento da Atividade

- Distribua o papel milimetrado e a tabela com os dados de Marte para os alunos e peça a eles para fazerem a projeção das coordenadas X e Y na folha, com o ponto de origem sendo representado pelo Sol.
- Posteriormente com o uso do compasso, oriente os alunos a traçarem círculos através dessas posições.
- Por final, com o uso da régua oriente eles a traçar uma reta (mediatriz) passando pelos pontos que unem duas posições, essas medianas se unem em um único ponto que é chamado circuncentro.

O resultado final deverá ficar parecido com a seguinte figura:

Figura 01: Órbita de Marte



Fonte: Próprio Autor (2021)

**Conclusão**

Ao final desta atividade o aluno deverá concluir que as mediatrizes formam um circuncentro que ficará fora do ponto onde está fixado o sol, assim deverá concluir que a órbita do Planeta Marte não é **circular** centrado no Sol.

### ***Anexo 03: Desafio da Órbita da Terra***

Para a realização do Desafio da Órbita da Terra repita o procedimento do Anexo 02, apenas orientando os alunos a extraírem os dados da órbita da Terra no sати do THE IMCCE VIRTUAL OBSERVATORY SOLAR SYSTEM PORTAL Observatoire de Paris / CNRS (<http://vo.imcce.fr/webservices/miriade/?forms>)

### ***Anexo 04: Calculando a Lei das Áreas para a Órbita de Marte***

Essa atividade consiste em demonstrar a Lei das Áreas para a Órbita de Marte, que dia que um planeta varre áreas iguais em tempos iguais e para fazer essa demonstração é necessário transpor os dados da Órbita de Marte para Sistema Cartesiano afim de calcular essas áreas.

#### **Materiais:**

- Papel milimetrado;
- Caneta ou lápis;
- Borracha;
- Calculadora científica (pode ser app de smartphone);
- Régua de 30 cm.

#### **Dados da Órbita de Um Ano de Marte com Referência Heliocêntrica com Plano de Referência na Eclíptica**

As posições da Tabela 01 fora retiradas do sати do THE IMCCE VIRTUAL OBSERVATORY SOLAR SYSTEM PORTAL Observatoire de Paris / CNRS (<http://vo.imcce.fr/webservices/miriade/?forms>) instituição pública francesa responsável oficial pelo cálculo das efemérides. Nesse sати podemos fazer a escolha dos planetas, do sistema de referência (Geocêntrico e Heliocêntrico) bem como o plano de referência (Equador e Eclíptica). Para esta atividade foi escolhido o sistema Heliocêntrico e Plano da Eclíptica.



Tabela 01: Dados Orbitais de Marte

Data dos Posição	Ângulo $\theta$ na Eclíptica	Distância R de Marte ao Sol (UA)	$x = R \cdot \cos\theta$	$y = R \cdot \sin\theta$

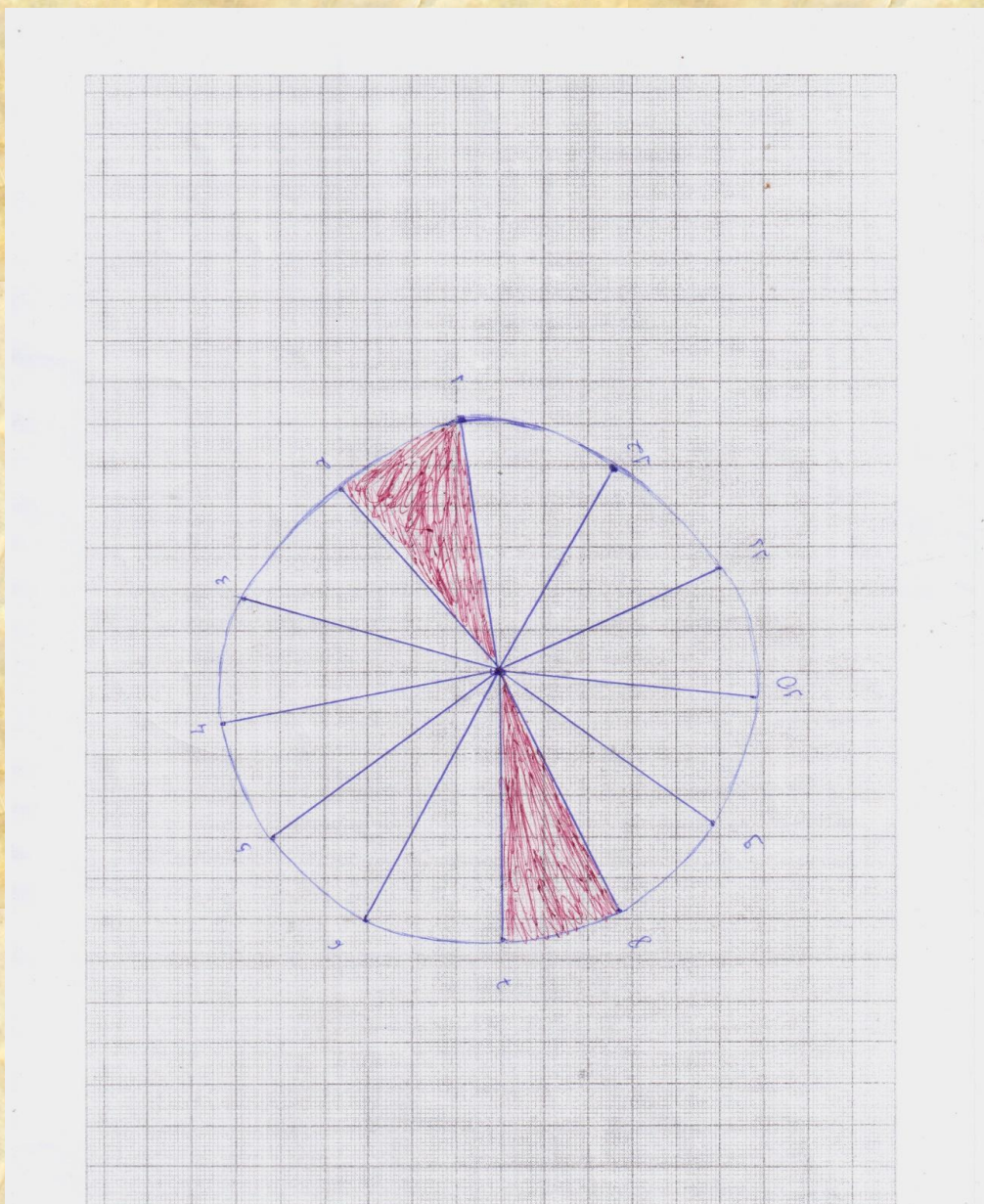
\*  $1UA = 1,5 \times 10^{13} \text{ Km}$  – A unidade astronômica (UA) corresponde a distância média do Sol a Terra

### Desenvolvimento da Atividade

- Distribua o papel milimetrado e a tabela com os dados de Marte para os alunos e peça a eles para fazerem a projeção das coordenadas X e Y na folha, com o ponto de origem sendo representado pelo Sol.
- Posteriormente, oriente os alunos a traçarem uma linha une a posição de Marte ao ponto que representa o Sol.
- A seguir Oriente os alunos a escolherem dois triângulos a terem suas áreas calculadas (de preferência a triângulos opostos).
- Na sequência peça a eles, a partir da tabela, a calcularem o ângulo de cada triângulo.
- Por final calcular a área de cada triângulo a partir:  $\frac{360^\circ}{\theta^\circ} = \frac{\pi \cdot (R_1 \cdot R_2)}{x}$ , onde  $\theta$  é o ângulo do triângulo na forma decimal  $\left[ g^\circ + m' \cdot \left( \frac{1}{60} \right) + s'' \cdot \left( \frac{1}{3600} \right) \right]$ ,  $R_1$  e  $R_2$  são os valores do raio em UA de cada ponto e  $x$  é a área a ser achada. (OBS: na hora de calcular não utilizar o grau).

O resultado final deverá ficar parecido com a seguinte figura:

Figura 02: Lei das Áreas



Fonte: Próprio Autor (2021)

### **Conclusão**

Ao final desta atividade o aluno deverá ser capaz de desenhar as órbitas dos planetas e calcular as áreas de cada período.

### ***Anexo 05: Desafio da Lei das Áreas da Órbita Terrestre***

Para a realização do Desafio da Órbita da Terra repita o procedimento do Anexo 04, apenas orientando os alunos a utilizarem os dados da Órbita Terrestre do Anexo 04.

## 7 QUINTO ENCONTRO

### *Ato 05: A Segunda e Terceira Lei das Órbitas*

Este ato mostra o desenvolvimento de mais duas Leis de Kepler, A Lei da Órbitas Elípticas e a Lei dos Períodos. Esta atividade ocorre no formato da Tragédia Grega (gênero teatral) que ocorre em três momentos distintos, onde cada momento terá suas cenas específicas. No Momento 01 será mostrado o desenvolvimento da Lei das Elipses, Momento II será encenado o grande achado da Lei Harmônica, onde Kepler descobriu que existe uma relação entre o tempo de órbita e o seu tempo e no Momento III Kepler define com exatidão a Lei dos Períodos (Lei Harmônica).

#### ***Pré-requisitos:***

- Noções básicas do sistema solar.
- Noções básicas de elipse.

#### ***Objetivos:***

- Identificar a Lei Harmônica;
- Identificar a Lei da Elipse;

#### ***.Cenário:***

- Sala de aula comum
- Alunos dispostos em grupo de até 5 pessoas, e o grupo disposto em semicírculo
- Apresentador de Slides
- Laboratório de Kepler

#### ***Personagens:***

- Kepler – Professor
- Concorrentes a uma vaga de trabalho com Kepler – Grupos de alunos

**Procedimento Metodológico**

- Dias antes do início a esta aula libere o Fórum de discussão (Moodle ou Google Sala de Aula). O fórum tem como objetivo ambientar os alunos sobre o tema a ser trabalhado e para aqueles que não têm nenhum conhecimento terem uma noção básica sobre eclipse.

**Momento 01: A Lei da Elipse****Cena 1: Força estranha de Kepler****Tempo Previsto: 20 min**

**Dinâmica:** Com os alunos dispostos em seus grupos e estes dispostos em um semicírculo, propõe-se iniciar a aula retomando o assunto da aula anterior, mostrando a primeira ideia de Kepler (um círculo perfeito com o Sol fora do centro). Continue com o diálogo de Kepler mostrando que o planeta tem velocidades diferentes em cada ponto da órbita e que isso é resultado de uma força estranha que emana do Sol. Diante a essa força lance um desafio aos alunos a explicarem de qual tipo de força que o Kepler se refere. Complete a cena com os grupos explicando seus achados para essa força estranha.

**Cena 2: Provando a Lei da Elipse****Tempo Previsto: 30 min**

**Dinâmica:** Inicie a cena retomando a cena anterior, complementa a ideia de Kepler falando que uma possível figura que se encaixa na órbita poderia ser a ELIPSE. Usando os dados da órbita de Marte oriente os alunos a montarem no papel milimetrado a sua órbita e ali aplicando as propriedades da elipse. Depois lance o desafio aos alunos para demonstrarem a órbita elíptica para os demais planetas.

**Momento 02: A Lei Harmônica****Cena 3: A tão sonhada Lei Harmônica****Tempo Previsto: 20 min**

**Dinâmica:** Depois de mostrar a segunda lei de Kepler, inicia a cena com a grande euforia de Kepler relatando a grande descoberta que procurava há anos, A Harmonia dos Movimentos Planetários. Mostre aos alunos que não estamos falando da terceira lei, mas sim que Kepler concluiu que existe uma relação entre o tempo e a distância do planeta ao Sol. Fixe também a ideia de Kepler que todos os movimentos a partir da interação do Sol com os Planetas. Desafie os alunos a explicarem qual seria a ideia de Kepler em relação ao Sol com os planetas. Instigue a curiosidade e peça aos alunos que registrem a discussão para um diálogo a ser realizado no Fórum do Google Sala de Aula.

**Momento 03: A Definição da Lei Harmônica****Cena 4: Primeira ideia da Lei Harmônica****Tempo Previsto: 15 min**

**Dinâmica:** Depois de encerrar a tarefa sobre a Lei da Elipse, inicie a cena com a felicidade de Kepler pela existência de uma harmonia no movimento dos planetas. Continue mostrando a primeira ideia sobre essa harmonia. Logo em seguida lance o próximo desafio aos alunos. Finalize a cena realizando um diálogo com os alunos sobre os dados obtidos. Durante todo o diálogo peça aos alunos que registrem a discussão para um diálogo a ser realizado no Fórum do Google Sala de Aula.

**Cena 5: Segunda e terceira ideia para a Lei Harmônica****Tempo Previsto: 15 min**

**Dinâmica:** Depois de encerrar o desafio sobre a primeira ideia da Lei Harmônica, inicie a cena com Kepler lamentando o fracasso pelos resultados. Continue mostrando a segunda ideia. Logo em seguida lance o próximo desafio aos alunos. Monte um diálogo com os alunos para discutirem os resultados obtidos. Continue com a terceira ideia de Kepler e logo lance o próximo desafio e finalize a

cena realizando um diálogo com os alunos sobre os dados obtidos. Durante todo o diálogo peça aos alunos que registrem a discussão para um diálogo a ser realizado no Fórum do Google Sala de Aula.

### ***Cena 6: A sonhada Lei Harmônica***

***Tempo Previsto: 15 min***

***Dinâmica:*** Depois de encerrar o desafio sobre a segunda e terceira ideia da Lei Harmônica, inicie a cena com Kepler lamentando o fracasso pelos resultados. Continue com Kepler mostrando a sua última cartada. Logo em seguida lance o próximo desafio aos alunos. Monte um diálogo com os alunos para discutirem os resultados obtidos. Durante todo o diálogo peça aos alunos que registrem a discussão para um diálogo a ser realizado no Fórum do Google Sala de Aula.

### ***Registro***

Os registros escritos, os desenhos de cada grupo deverão ser inseridos no portfólio e posteriormente anexados no Fórum do Google Sala de Aula referente a semana, a fim de apresentar aos demais grupos as suas conclusões. No fórum o Professor deverá mediar um debate entre os grupos a fim de que possam defender suas ideias.

### ***Avaliação***

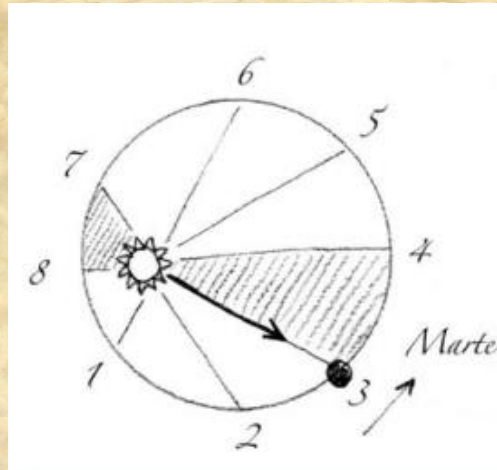
Para fazer a avaliação desta atividade é necessário observar e anotar o comportamento de cada aluno e do grupo, conforme a aba **score**, bem como, o portfólio (as anotações) dos alunos pontuando os acertos na montagem do telescópio e como conseguiram resolver os problemas e posteriormente pontuará conforme a aba **score**, afim de montar a classificação dos grupo.

### ***Anexo 01: Diálogo de Kepler***

#### ***Cena 1: Força estranha de Kepler***

Caros aprendizes só para aclarar as ideias de vocês!

Imaginem um círculo e coloquem o Sol ligeiramente deslocado do centro. Imaginem linhas conectando o Sol a pontos ao longo da órbita do Planeta. Essa era minha primeira ideia.



Quando o planeta se aproxima do Sol anda mais rápido e quando se afasta, anda mais devagar. É consequência de uma força que emana do Sol, de natureza magnética, que empurra os Planetas em suas órbitas.

### ***Cena 2: Provando a Lei da Elipse***

Viram que um círculo perfeito não funcionou, como devem ter percebido que Marte tem momentos que está próximo do Sol e momentos que está mais afastado. Então qual seria a forma geométrica que melhor se encaixa com os dados de Tycho?

### ***Cena 3: A tão sonha Lei Harmônica***

Kepler entra correndo e grita:

Encontrei, encontrei!

Encontrei a Lei Harmônica que procurava a 20 anos! A Lei que explica a relação entre o tempo que um planeta leva para circundar o sol e sua distância até ele. Afinal, é o sol que mantém todos os planetas em sua órbita. É a Harmonia do Mundo. Tentei diferentes formas de encontrar essa relação.

Oh não! Fracassei comparando os resultados com as razões harmônicas das escalas musicais. Parti então para a visão que temos a partir do Sol, o centro dos movimentos. Estou tremendo! Os movimentos de todos os planetas são harmônicos, como uma orquestra em sinfonia perfeita. A sinfonia de Deus em uma escala cósmica.

***Cena 4: Primeira ideia da Lei Harmônica***

Resta-me apenas uma última tarefa: Encontrar a Lei que relaciona o tempo de órbita e a distância do planeta em relação ao sol. Deve ser fácil! É só fazer a relação T/D.

Meus nobres aprendizes, me ajudem na árdua tarefa, façam as contas para todos os planetas para ver o que obtemos.

***Cena 5: Segunda e terceira ideia para a Lei Harmônica***

Ó não, não funcionou! Obtive 0,62 para Mercúrio e 3,10 para Saturno. Preciso um padrão regular e não esta discrepância que obtive para T/D Então vamos tentar T/D<sup>2</sup>.

Meus nobres aprendizes, me ajudem na árdua tarefa, façam as contas para todos os planetas para ver o que obtemos.

Ó não, não funcionou! Agora Mercúrio está com a maior razão e Saturno com a menor. Então vamos tentar T<sup>2</sup>/D<sup>2</sup>.

Meus nobres aprendizes, me ajudem na árdua tarefa, façam as contas para todos os planetas para ver o que obtemos.

***Cena 6: A sonhada Lei Harmônica***

Ó não, mais uma vez não funcionou! O que será que fiz que não consigo chegar a nenhum resultado satisfatório. Vamos fazer mais uma tentativa, vamos tentar T<sup>2</sup>/D<sup>3</sup>.

Meus nobres aprendizes, me ajudem na árdua tarefa, façam as contas para todos os planetas para ver o que obtemos.

Bingo! Confirmei e reconfirmei vossos cálculos! Uma única Lei relaciona a distância e o tempo! Isso significa que o quadrado do tempo de qualquer planeta é igual ao cubo da distância deste ao Sol, ou seja  $T^2 = D^3$ , ou ainda  $T^2/D^3 = \text{constante}$ .

***Anexo 02: Determinando a Lei da Elipse***

Essa atividade consiste em demonstrar que a Órbita de Marte não é circular e para isso é necessário transpor os dados da Órbita de Marte para Sistema Cartesiano afim de demonstrar que sua Órbita não é Circular.



**Materiais:**

- Papel milimetrado;
- Caneta ou lápis;
- Borracha;
- Compasso;
- Calculadora científica (pode ser app de smartphone);
- Régua de 30 cm;
- Paquímetro (opcional).

### Dados da Órbita de Um Ano de Marte com Referência Heliocêntrica com Plano de Referência na Eclíptica

As posições da Tabela 01 foram retiradas do site do THE IMCCE VIRTUAL OBSERVATORY SOLAR SYSTEM PORTAL Observatoire de Paris / CNRS (<http://vo.imcce.fr/webservices/miriade/?forms>) instituição pública francesa responsável oficial pelo cálculo das efemérides. Nesse site podemos fazer a escolha dos planetas, do sistema de referência (Geocêntrico e Heliocêntrico) bem como o plano de referência (Equador e Eclíptica). Para esta atividade foi escolhido o sistema Heliocêntrico e Plano da Eclíptica. Nessa tabela também encontramos as posições do Afélio e do Periélio.

**Tabela 01: Dados Orbitais de Marte**

Data dos Posição	Ângulo $\theta$ na Eclíptica	Distância R de Marte ao Sol (UA)	$x = R \cdot \cos\theta$	$y = R \cdot \sin\theta$
01/11/2018	4° 51' 12,8108"	1,396032551	1,391	0,118
28/12/2018	39° 6' 16,2378"	1.448804371	1,124	0,914
27/02/2019	72° 32' 11,4124"	1.526192020	0,458	1,456
28/04/2019	102° 16' 46,0865"	1.598383406	-0,340	1,561
24/06/2019	128° 27' 12,5867"	1,646561676	-1,024	1,290
20/08/2019	153° 33' 28,1932"	1.665880665	-1,491	0,742
16/10/2019	178° 33' 14,1969"	1.653255597	-1,653	0,042
13/12/2019	204° 52' 24,7904"	1.609672465	-1,460	-0,677
08/02/2020	232° 35' 15,5547"	1.544232642	-0,938	-1,226
05/04/2020	262° 59' 0,5842"	1.470544272	-0,180	-1,460
01/06/2020	296° 23' 55,5960"	1.409134731	0,626	-1,262
28/07/2020	332° 3' 37,8643"	1,381673606	1,221	-0,647

Fonte: THE IMCCE VIRTUAL OBSERVATORY SOLAR SYSTEM PORTAL, Observatoire de Paris / CNRS Disponível em: <http://vo.imcce.fr/webservices/miriade/?forms>. Acessado em: 14/11/2020

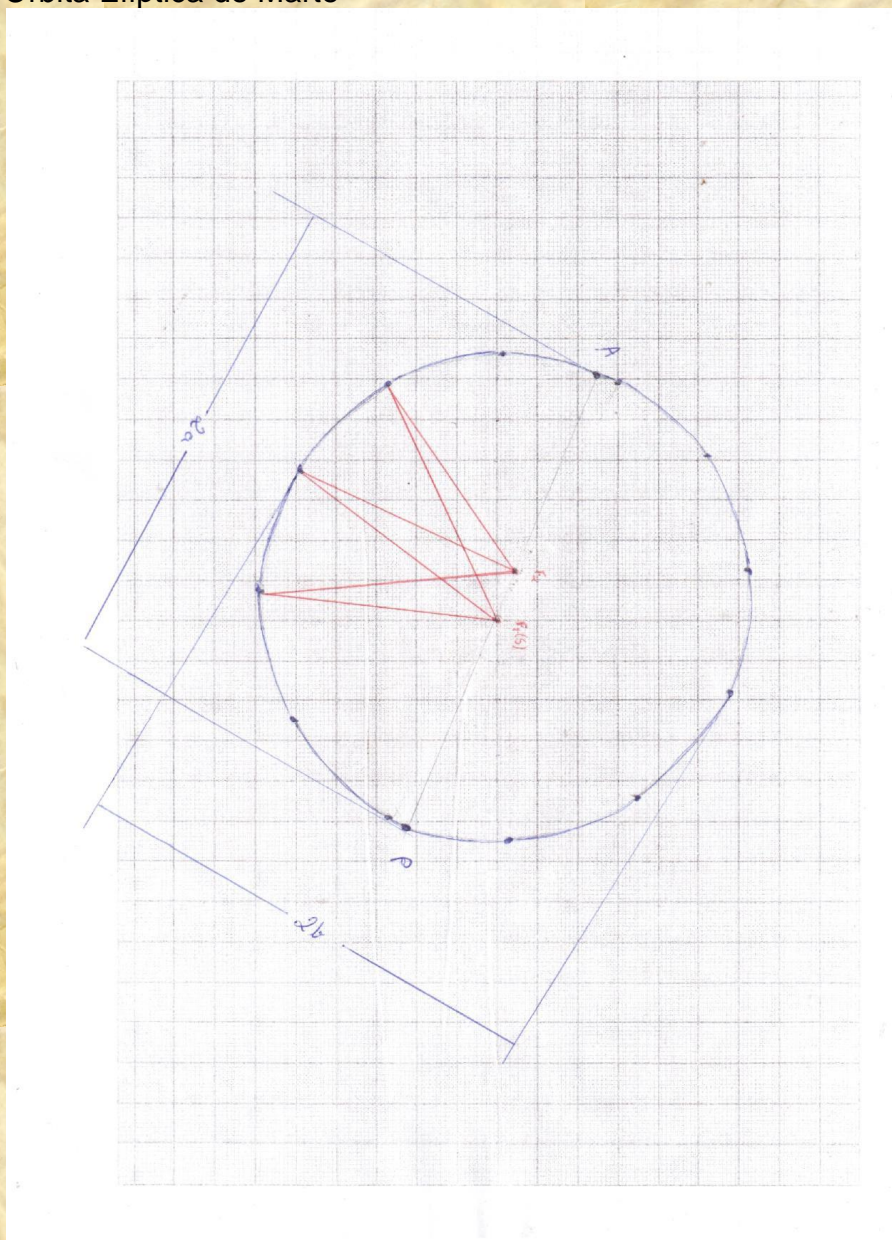
\*  $1UA = 1,5 \times 10^{13} Km$  – A unidade astronômica (UA) corresponde a distância média do Sol a Terra

**Desenvolvimento da Atividade**

- Distribua o papel milimetrado e a tabela com os dados de Marte para os alunos e peça a eles para fazerem a projeção das coordenadas X e Y na folha.
- Posteriormente com o uso da régua ou o paquímetro, calcule a reta  $2a$  que corresponde a reta que une o planeta na posição do Afélio e do Periélio.
- Para determinar a posição do outro foco basta fazer  $2a - R$ , onde a distância  $R$  é conhecida. Numa elipse o ponto está a uma dada distância do  $F_1$  e  $F_2$  e a soma dessas distâncias sempre será igual ao maior eixo chamado de  $2a$ .
- Por final, com o uso de uma régua ou paquímetro, meça todas as distâncias do ponto em relação ao  $F_1$  e  $F_2$ , se essas medidas sempre forem iguais, ou pelo menos muito próxima ao comprimento de  $2a$  a figura corresponde a uma elipse onde um dos focos corresponde ao sol.

O resultado final deverá ficar parecido com a seguinte figura:

Figura 01: Órbita Elíptica de Marte



Fonte: Próprio Autor (2021)

### **Conclusão**

Ao final desta atividade o aluno deverá ser capaz determinar que as órbitas dos planetas e de seus satélites naturais obedecem a geometria elíptica.

### **Anexo 03: Desafio do movimento elíptico da Terra**

Para a realização do Desafio da Órbita da Terra repita o procedimento do Anexo 02, apenas orientando os alunos a extraírem os dados da órbita da Terra no sítio do THE IMCCE VIRTUAL OBSERVATORY SOLAR SYSTEM PORTAL Observatoire de Paris / CNRS (<http://vo.imcce.fr/webservices/miriade/?forms>)

## 8 SEXTO ENCONTRO

### *Ato 06: Primeiras Observações sobre Cometas*

Este ato mostra o desenvolvimento de mais uma etapa importante da história da Física. Nela daremos início ao desenvolvimento da Lei da Gravitação de Newton. Esta atividade ocorre no formato da Tragédia Grega (gênero teatral) que ocorre em três momentos distintos, onde cada momento terá suas cenas específicas. No Momento 01 será mostrado as primeiras observações que deram início ao estudo da gravitação, no Momento II será encenado a primeira observação feita pelo Newton, também tentando entender o movimento do cometa avistado por ele e no Momento III ocorre a primeira troca de carta entre Newton e Flamsteed.

#### ***Pré-requisitos:***

- Noções básicas do sistema solar.
- Noções básicas das Leis de Kepler.

#### ***Objetivos:***

- Identificar o estímulo para a Lei da Gravitação;
- Identificar cometas;

#### ***Cenário:***

- Sala de aula comum
- Alunos dispostos em grupo de até 5 pessoas, e o grupo disposto em semicírculo
- Apresentador de Slides
- Laboratório de Newton

#### ***Personagens:***

- Newton – Professor
- Concorrentes a uma vaga de trabalho com Newton – Grupos de alunos

**Procedimento Metodológico**

- Dias antes do início a esta aula libere o Fórum de discussão (Moodle ou Google Sala de Aula). O fórum tem como objetivo ambientar os alunos sobre o tema a ser trabalhado e para aqueles que não têm nenhum conhecimento terem uma noção básica sobre elipse.

**Momento 01: Observações de Halley e Hooke****Cena 1: Observação de Halley****Tempo Previsto: 10 min**

**Dinâmica:** Com os alunos dispostos em seus grupos e estes dispostos em um semicírculo, propõe-se iniciar a aula com o vídeo de Halley observando o céu e o admirando. Dialogue com os alunos sobre o que estão vendo no vídeo, sobre alguns possíveis objetos que por ventura podem estar mexendo ao longo do céu. Complete a cena com os grupos explicitando que podemos ter objetos vagando os vastos do universo.

**Cena 2: Observação de Hooke****Tempo Previsto: 10 min**

**Dinâmica:** Logo em seguida mostre o próximo vídeo com as observações de outro grande nome da história Robert Hooke, mostre que Hooke está vendo um objeto se movendo ao longo do céu. Dialogue com os alunos de qual objeto que ele possa estar vendo se mover no céu, de qual tipo de movimento que ele talvez esteja fazendo, instigue a competitividade nele para que possam chegar à conclusão que ele obedece às Leis de Kepler.

Continue a cena desafiando os alunos para desenharem no portfólio como que eles achariam que deveria ser a órbita desses objetos diferentes avistados se movimentando no céu. Depois lance o desafio aos alunos para demonstrarem a órbita elíptica para os demais planetas.

**Momento 02: Primeira Observação de Newton****Cena 3: Newton e primeiro movimento estranho****Tempo Previsto: 20 min**

**Dinâmica:** Depois de mostrar as primeiras observações feitas por Halley e Hooke sobre os movimentos de corpos estranhos, inicia a cena com Isaac Newton olhando para o céu, mostre que ele também está intrigado com um objeto grande com uma calda se movimentando e cortando o céu. Desafie os alunos a explicarem qual seria esse objeto, porque que estaria se movimentando e qual tipo de movimento poderia estar. Instigue a curiosidade e peça aos alunos que registrem a discussão para um diálogo a ser realizado no Fórum do Google Sala de Aula.

**Momento 03: Primeira Troca de Cartas****Cena 4: Primeira carta****Tempo Previsto: 20 min**

**Dinâmica:** Depois de encerrar os primeiros desafios sobre os objetos diferentes se movimentando no céu entre as estrelas, inicie a cena com o Flamsteed olhando para o céu e tentando entender todas as cartas enviadas a ele sobre os eventos estranhos que haviam ocorridos, e todas remetendo a um COMETA. Continua com ele tentando achar um cometa no céu e mostrando como é difícil de achar. Continue com Flamsteed conseguindo achar um cometa e mostre todo o entusiasmo com o achado e logo escreve uma carta ao Newton informando seu achado.

**Registro**

Os registros escritos, os desenhos de cada grupo deverão ser inseridos no portfólio e posteriormente anexados no Fórum do Google Sala de Aula referente a semana, a fim de apresentar aos demais grupos as suas conclusões. No fórum o Professor deverá mediar um debate entre os grupos a fim de que possam defender suas ideias.

**Avaliação**

Para fazer a avaliação desta atividade é necessário observar e anotar o comportamento de cada aluno e do grupo, conforme a aba **score**, bem como, o portfólio (as anotações) dos alunos pontuando os acertos na montagem do telescópio e como conseguiram resolver os problemas e posteriormente pontuará conforme a aba **score**, afim de montar a classificação dos grupos.

**Anexo 01: Diálogo de Newton****Cena 1: Observação de Halley**

Figura 01: Cometa Halley

Fonte: ROMANZOTI, Natasha. A primeira aparição documentada do cometa Halley pode ter sido na Grécia. Disponível em: <https://hypescience.com/a-primeira-aparicao-documentada-do-cometa-halley-pode-ter-sido-na-grecia/>. Acessado 14/11/2020

Que magnífico, muito lindo e estranho, estou fascinado por essa maravilha. Preciso averiguar melhor o que é.

**Cena 2: Observação de Hooke**

Olhem esse objeto estranho que temos no céu, como viaja rápido, que luz diferente que ela produz.



Figura 02: Cometa Halley

Fonte: ROMANZOTI, Natasha. A primeira aparição documentada do cometa Halley pode ter sido na Grécia. Disponível em: <https://hypescience.com/a-primeira-aparicao-documentada-do-cometa-halley-pode-ter-sido-na-grecia/>. Acessado 14/11/2020

### ***Cena 3: Newton e primeiro movimento estranho***

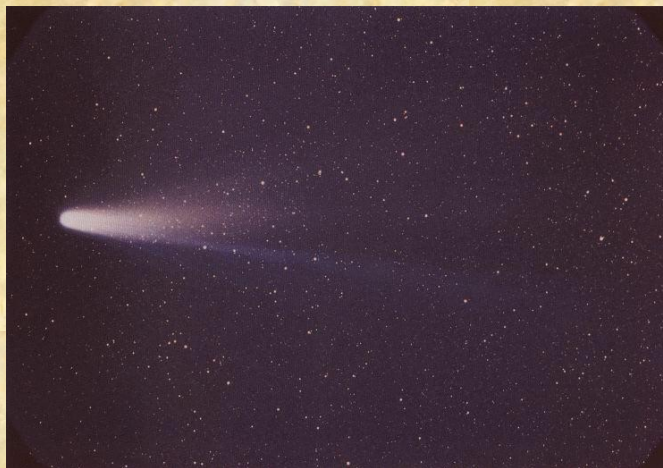


Figura 03: Cometa Halley

Fonte: ROMANZOTI, Natasha. A primeira aparição documentada do cometa Halley pode ter sido na Grécia. Disponível em: <https://hypescience.com/a-primeira-aparicao-documentada-do-cometa-halley-pode-ter-sido-na-grecia/>. Acessado 14/11/2020

Olhem esse céu. Como ele é incrível. Olhe quanta coisa bonita que podemos observar, não me canso em observar essa maravilha de DEUS.

Olhem que coisa diferente que estamos vendo. Olhem que estranho está se movimentando rápido e tem uma grande calda preso a ele. O que será que é esse objeto estranho. Me ajudem a desvendar esse mistério.

### ***Cena 4: Primeira carta***



**Flamsteed** - Olhem essas cartas, todos estão falando desse cometa que está passando em nosso céu. Preciso observar ele também. Mas como deveria ser o comportamento de um cometa?

Mas como é difícil achar o cometa, vou continuar tentando, vou conseguir achar ele.

Olhem achei ele. Mas com é grande e brilhante, um verdadeiro espetáculo. Preciso enviar meus dados ao Isaac Newton.

Sr Isaac Newton “Se nossa suposição for a de que é uma substância que se consome, ela está em muito decaída e também combustível gasto que alimenta a cauda, mas eu teria muito a dizer contra essa hipótese, por mais que o senhor a considere, e rogo-lhe que me envie a sua opinião.

**Newton** - Newton lendo a correspondência de Flamsteed. Meu caro prefiro a me negar em responder a sua correspondência.

## 9 SÉTIMO ENCONTRO

### ***Ato 06: Determinação da Lei do Inverso do Quadrado da Distância***

Este é um último ato, este mostra o desenvolvimento final de uma das maiores e mais importantes Leis da natureza. Nela iremos demonstrar a Lei do Inverso do Quadrado da Distância, a qual é a Gravitação newtoniana. Também teremos a presença de grandes nomes como Robert Hooke e Edmund Halley, que também contribuíram muito para o desenvolvimento dessa Lei. Esta atividade ocorre no formato da Tragédia Grega (gênero teatral) que ocorre em três momentos distintos, onde cada momento terá suas cenas específicas. No Momento 01 será mostrado algumas ideias magnéticas do Sol, no Momento II será mostrado as primeiras ideias para a lei do inverso do quadrado da distância e no Momento III teremos o grande achado da lei do inverso do quadrado da distância, que é a comprovação da lei da gravitação

#### ***Pré-requisitos:***

- Noções básicas do sistema solar.
- Noções básicas das Leis de Kepler.

#### ***Objetivos:***

- Aprofundar os conhecimentos sobre o sistema Solar;
- Calcular a Lei do Inverso do Quadrado da Distância.

#### ***Cenário:***

- Sala de aula comum
- Alunos dispostos em grupo de até 5 pessoas, e o grupo disposto em semicírculo
- Apresentador de Slides
- Laboratório de Newton

#### ***Personagens:***

- Newton – Professor

- Concorrentes a uma vaga de trabalho com Newton – Grupos de alunos

### ***Procedimento Metodológico***

- Dias antes do início a esta aula libere o Fórum de discussão (Moodle ou Google Sala de Aula). O fórum tem como objetivo ambientar os alunos sobre o tema a ser trabalhado e para aqueles que não têm nenhum conhecimento terem uma noção básica sobre eclipse.

## ***Momento 01: Ideias Magnéticas do Sol***

### ***Cena 1: Carta de Flamsteed***

***Tempo Previsto: 15 min***

***Dinâmica:*** Com os alunos dispostos em seus grupos e estes dispostos em um semicírculo, propõe-se iniciar a aula com Newton recebendo a primeira carta de Flamsteed e fazendo a sua leitura e logo na sequência a responderá. Na sequência dialogue com os alunos sobre o que poderia ser a ideia de Flamsteed. Complete a cena com os grupos explicitando as ideias magnéticas de Flamsteed.

### ***Cena 2: Nova carta de Flamsteed***

***Tempo Previsto: 20 min***

***Dinâmica:*** Depois de ter encenado a primeira troca de carta, continue iniciando a cena com o vídeo de Flamsteed redigindo uma nova carta a Newton, na sequência dialogue com os alunos afim de esclarecer aos alunos quais os motivos que levava Flamsteed a achar que se tratava do mesmo cometa. Na sequência instigue a competitividade neles e peça que tracem o perfil de um cometa.

### ***Cena 3: Contra resposta de Newton***

***Tempo Previsto: 15 min***

Depois de ter encerrado a cena com as ideias de Flamsteed, inicie a cena com Newton redigindo a resposta a Flamsteed. Dialogue com os alunos apontando os erros que Flamsteed estava cometendo. Instigue a curiosidade dos alunos e peça a eles que levantem hipóteses sobre o agente responsável para curva que o cometa está fazendo em relação ao Sol.

**Momento 02: Primeiras Ideias para a Lei do Inverso do Quadrado da Distância****Cena 4: Newton e a primeira correspondência de Hooke****Tempo Previsto: 20 min**

**Dinâmica:** Depois de mostrar as primeiras concepções referente a curva feita pelo cometa, inicie a cena com a voz do narrador. Continue a cena mostrando o vídeo com Hooke transcrevendo a primeira parte da carta a Newton. Instigue os alunos a interagirem de modo que concluam quais que são as objeções que Newton tem em relação as ideias de Hooke. Continue o vídeo com o restante da carta. Posteriormente mostre várias curvas aos alunos e peça a eles que respondam qual curva obedece a relação do inverso do quadrado da distância. Termine a cena com Newton respondendo a carta de Hooke. Instigue sempre a curiosidade e peça aos alunos que registrem a discussão.

**Momento 03: O Grande Achado da Lei do Inverso do Quadrado da Distância – A Comprovação da Lei da Gravitação****Cena 5: Visita de Halley****Tempo Previsto: 15 min**

**Dinâmica:** Depois de encerrar a cena com as trocas de cartas entre Newton e Hooke, inicie a cena com a voz do narrador. Continue a cena com o vídeo de Halley visitando Newton. Retome a atividade das curvas feita pela relação do inverso do quadrado da distância, e discuta com eles novamente cada uma das curvas possíveis. Seguindo faça o restante do diálogo entre Newton e Halley. Instigue sempre a curiosidade e peça aos alunos que registrem a discussão.

**Cena 6: Comprovação da Lei do Inverso do Quadrado – a Gravitação****Tempo Previsto: 15 min**

**Dinâmica:** Depois da visita de Halley, Use a voz do narrador e logo na sequência mostre que newton passou muito tempo escrevendo e reescrevendo a Lei do

Inverso do Quadrado da Distância e enfim conseguindo comprovar a Lei, assim comprovando o princípio básico da gravitação.

### **Registro**

Os registros escritos, os desenhos de cada grupo deverão ser inseridos no portfólio e posteriormente anexados no Fórum do Google Sala de Aula referente a semana, a fim de apresentar aos demais grupos as suas conclusões. No fórum o Professor deverá mediar um debate entre os grupos a fim de que possam defender suas ideias.

### **Avaliação**

Para fazer a avaliação desta atividade é necessário observar e anotar o comportamento de cada aluno e do grupo, conforme a aba **score**, bem como, o portfólio (as anotações) dos alunos pontuando os acertos na montagem do telescópio e como conseguiram resolver os problemas e posteriormente pontuará conforme a aba **score**, a fim de montar a classificação dos grupos.

### **Anexo 01: Diálogo de Newton**

#### **Cena 1: Carta de Flamsteed**

**Newton lendo a carta.** Sr Isaac Newton “Se nossa suposição for a de que é uma substância que se consome, ela está em muito decaída e também combustível gasto que alimenta a cauda, mas eu teria muito a dizer contra essa hipótese, por mais que o senhor a considere, e rogo-lhe que me envie a sua opinião.

**Newton - Flamsteed.** Meu caro prefiro a me negar em responder a sua correspondência.

#### **Cena 2: Nova carta de Flamsteed**

Sr Isaac Newton lhe escrevo essa nova correspondência e suplico o seu retorno. “Parece que a camada externa do cometa pode ser composta de algum líquido [...] Nunca esteve bem definido, nem mostrou extensão alguma, a não ser como feixe de feno. Como consegui prever sua reaparição só pode ser o mesmo cometa”.

O cometa só pode conseguir fazer a curva porque o Sol se comporta como um magneto com dois polos um de atração e outro de repulsão.

### ***Cena 3: Contra resposta de Newton***

Meu amigo Flamsteed, sua ideia magneto para o sol me parece equivocada. Veja bem “pelo fato de o sol ser um corpo excessivamente quente e os corpos magnéticos, quando se tornam incandescentes, perdem essa virtude”.

Me parece muito estranho, os dados de Flamsteed não me parecem ser de um cometa só, vamos analisar isso com mais cuidado. Me parece que o cometa está desacelerando com atraso, e isso é muito irregular. Me parece que o Cometa pode ter dado volta no sol e ter voltado na sequência.

Flamsteed “posso facilmente admitir um poder de atração no sol por meio do qual os planetas são mantidos em suas trajetórias ao redor dele e que os impede de sair em trajetórias tangentes, ou seja, os impede seguir linha retas”. Para que isso seja possível é necessária uma força que que desvie o planeta do que seria uma trajetória retilínea.

### ***Cena 4: Newton e a primeira correspondência de Hooke***

#### ***Narrador***

Alguns anos antes a mesma concepção já havia chegado a Newton, em uma carta de Hooke

#### ***Hooke***

Sr Isaac Newton venho a escrever novamente. “Quero crer que as diferenças de opinião, se é que existiram, não deveriam ocasionar inimizade”. Newton, poderia partilhar quaisquer objeções que tem contra as minhas ideias sobre os movimentos dos planetas serem apenas uma combinação de um movimento em linha reta e “um movimento de atração na direção do corpo Central?” Que depende da distância e a linha reta mais um desvio pela atração formaria a órbita.

Sr Newton, rogo-lhe por uma resposta. Que curva será traçada por um corpo orbitando outro em campo que varia com o inverso do quadrado da distância?

“Minha suposição é a de que a atração está sempre em proporção duplicada em relação à distância de um força central”.

**Resposta de Newton** - Lamento, mas hoje não me sinto preparado para responder-lhe essas perguntas, esse assunto me parece um tanto desconhecido.

### ***Cena 5: Visita de Halley***

#### ***Narrador***

Quatro anos mais tarde Newton recebeu uma visita inesperado de Edmond Halley.

#### ***Halley***

Sr Newton, se o planeta obedecer a lei do inverso do quadrado da atração em relação ao Sol, que tipo de curva o planeta faria?

#### ***Newton***

O planeta fará uma elipse. Já fiz esses cálculos há muito tempo atrás. Deixe-me ver se encontro.

Não estou encontrando.

#### ***Halley***

Meu amigo já que não está encontrando, escreva seus cálculos novamente e me envie ele.

#### ***Newton***

Pode deixar meu amigo vou reescrever os cálculos e lhe mandar.

### ***Cena 6: Comprovação da Lei do Inverso do Quadrado – a Gravitação***

#### ***Narrador***

Meses se passaram. Newton não queria dar a Halley uma resposta simples e começou a escrever algumas definições.

#### ***Newton***

Meus companheiros me ajudem a analisar se está tudo correto.

Sr Halley, estou lhe enviando algumas definições de Força, já conheces a relação de Força Inata (já existente) e Força Aplicada, mas quero lhe apresentar a relação da Força Centrípeta que é proveniente da Aceleração Centrípeta

$$F = m \cdot a_c \text{ (I)}$$

$$a_c = \frac{v^2}{R} \text{ (II)}$$

Substituindo II em I teremos

$$F = m \cdot \frac{v^2}{R} \text{ (III)}$$

Onde  $v$  é a velocidade de órbita do planeta e  $R$  é o Raio da órbita, por se tratar de um movimento circular nós teremos uma velocidade orbital

$$v = \frac{2\pi R}{\tau} \text{ (IV);}$$

onde  $\tau$  é o período de uma órbita.

Substituindo IV em III, teremos

$$F = m \cdot \frac{\left(\frac{2\pi R}{\tau}\right)^2}{R}$$

Resolvendo teremos

$$F = m \cdot (2\pi)^2 \cdot \left(\frac{R^2}{\tau^2}\right) \cdot \frac{1}{R} \text{ (V)}$$

Multiplicando e dividindo a equação V por R, teremos

$$F = m \cdot (2\pi)^2 \cdot \left(\frac{R^2}{\tau^2}\right) \cdot \frac{1}{R} \cdot \left(\frac{R}{R}\right)$$

Resolvendo, teremos

$$F = (m) \cdot \left(4\pi^2 \frac{R^3}{\tau^2}\right) \cdot \left(\frac{1}{R^2}\right) \text{ (VI)}$$

Como  $4\pi^2 \frac{R^3}{\tau^2}$  é constante podemos reescrever a equação VI da seguinte forma



$$F = mc \left( \frac{1}{R^2} \right) \quad (VII)$$

Assim obtemos a Lei da dependência do Inverso do Quadrado para órbitas elípticas.

**10 REFERÊNCIAS**

ANDREAS. A. **Céu Estrelado**. Disponível em: <https://youtu.be/PaldyaRoqF8>. Acessado em 18/06/2020

ANDREAS. A. **Lua Crescente**. Disponível em: <https://youtu.be/5sWGs31hrT8>. Acessado em 19/10/2020

**ASTRONOMY EDUCATION AT THE UNIVERSITY OF NEBRASKA-LINCOLN**. Disponível em: <http://astro.unl.edu/naap/ssm/animations/ptolemaic.html>. Acessado em 16/05/2020

BORGO. I. **Jornada no Sistema Solar - Parte 03 – Vênus**. Disponível em: <https://youtu.be/aeuX5SwJIMs>. Acessado em 19/10/2020

BRITO, W. **Conjunção da Lua com o Planeta Júpiter e Planeta Saturno hoje dia 01/08/2020**. Disponível em: <https://youtu.be/OChUdY3g3bs?t=233>. Acessado em 12/11/2020

CIÊNCIA NEWS. **Prepare-se, é Hoje! Marte não Estará tão Perto da Terra nos Próximos 15 anos**. Disponível em: <https://youtu.be/5liEQyJkPUM?t=4>. Acessado em 14/11/2020

CONTADOR, P. R. M. **Kepler, o legislador dos céus**. São Paulo. Editora Livraria da Física, 2012.

CUNHA, R. **Resenha: A Harmonia do Mundo**. Disponível em: <https://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&tipo=resenha&edicao=27&print=true>. Acessado em 14/11/2020

FEU, J. P. B. & SARMENTO J. **Monte sua própria luneta astronômica com apenas R\$ 60**. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Multimedia/Infograficos/noticia/2015/02/luneta.html>. Acesso em 10/05/2020

GLEICK, J. **Isaac Newton**; tradução Alvaro Hattner. São Paulo. Companhia das Letras, 2004.

GLEISER, M. **A harmonia do mundo**. Cia da Letras, São Paulo, 2006.

KAPP, K. **The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education**. Pfeiffer, 2012.

LACOSTE, M. **Planeta Júpiter**. Disponível em: <https://youtu.be/eQkyTbNrxpc>. Acessado em 19/10/2020

NAESS, A. **Galileu Galilei: Um Revolucionário e Seu Tempo**. Zahar, Rio de Janeiro, 2015.

NASA G. **NASA's SDO Watches a Sunspot Turn Toward Earth**. Disponível em: <https://youtu.be/nNng0KrNUul>. Acessado em 19/10/2020

NASA J. **As Luas de Júpiter: Io, Europa, Ganímedes e Calisto**. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/wp-content/uploads/2016/07/ciencia-juno-nasa-20160630-001.jpg?quality=70&strip=info&resize=680,453>. Acessado em 10/05/2020

NASA J. **Juno Approach Movie of Jupiter and the Galilean Moons**. Disponível em: <https://youtu.be/XpsQimYhNkA>. Acessado em 19/10/2020

ROMANZOTI, N. **A primeira aparição documentada do cometa Halley pode ter sido na Grécia**. Disponível em: <https://hypescience.com/a-primeira-aparicao-documentada-do-cometa-halley-pode-ter-sido-na-grecia/>. Acessado em 14/11/2020

SHELDON, L. **The Multiplayer Classroom: Designing Coursework as a Game**. Boston, MA: Cengage Learning, 2012.

TEIXEIRA, J. N. **Kit Luneta Astronômica – Scigifts IFSP**

**THE IMCCE VIRTUAL OBSERVATORY SOLAR SYSTEM PORTAL**, Observatoire de Paris / CNRS; Disponível em: <http://vo.imcce.fr/webservices/miriade/?forms>. Acessado em 14/11/2020

VALADARES, E. C. **Newton – A órbita da Terra em um copo d'água**. São Paulo, Odysseus Editora, 2009.