



## SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM MINICURSO DE ASTRONOMIA

**FERNANDO WAGNER FERREIRA BATISTA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação (nome dado na instituição) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Klaus Cozzolino

BELÉM  
JANEIRO/2020



**ATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.**

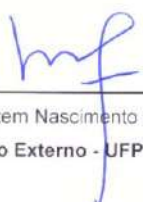
ATA DA 41ª SESSÃO DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTITULADA "UMA PROPOSTA DE SEQUENCIA DIDÁTICA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM MINICURSO DE ASTRONOMIA" PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENSINO FÍSICA, COMO DISPÕE O ARTIGO 33º DO REGIMENTO DO MNPEF, REALIZADA ÀS 14 HORAS DO DIA 07 DE JANEIRO DE 2020, NO AUDITÓRIO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA-ENSINO. A DISSERTAÇÃO FOI APRESENTADA DURANTE 40 MINUTOS PELO CANDIDATO **FERNANDO WAGNER FERREIRA BATISTA**, MATRÍCULA Nº 201768870008, DIANTE DA BANCA EXAMINADORA APROVADA PELA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, ASSIM CONSTITUÍDA: MEMBROS: **PROF. DR. KLAUS COZZOLINO (ORIENTADOR)**, **PROF. DR. MANOEL JANUÁRIO DA SILVA NETO (MEMBRO INTERNO)** E **PROF. DR. ALTEM NASCIMENTO PONTES (MEMBRO EXTERNO)**. EM SEGUIDA, O CANDIDATO FOI SUBMETIDO À ARGUIÇÃO, TENDO DEMONSTRADO PLENO CONHECIMENTO NO TEMA OBJETO DA DISSERTAÇÃO, HAVENDO À BANCA EXAMINADORA DECIDIDO PELA **APROVAÇÃO** DA MESMA, E QUE SE PROCEDA NO PRAZO MÁXIMO DE 30 DIAS A VERSÃO FINAL COM AS RECOMENDAÇÕES SUGERIDAS. PARA CONSTAR, FORAM LAVRADOS OS TERMOS DA PRESENTE ATA, QUE LIDA E APROVADA RECEBE A ASSINATURA DOS INTEGRANTES DA BANCA EXAMINADORA E DO CANDIDATO.

CANDIDATO:

  
\_\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA:

 _____ Prof. Dr. Klaus Cozzolino (Orientador - MNPEF - UFPA)	 _____ Prof. Dr. Manoel Januário da Silva Neto (Membro Interno - MNPEF)
--	--

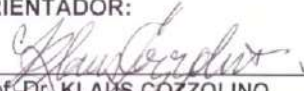
  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Altem Nascimento Pontes  
(Membro Externo - UFPA)

**FERNANDO WAGNER FERREIRA BATISTA**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (UFPA) em Ensino de Física no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:


**ORIENTADOR:**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. KLAUS COZZOLINO  
(MNPEF - UFPA)

**MEMBRO INTERNO**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. MANOEL JANUÁRIO DA SILVA NETO  
(MNPEF- UFPA)

**MEMBRO EXTERNO**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. ALTEM NASCIMENTO PONTES  
(UFPA)

Belém - PA  
Janeiro - 2020



PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRADO NACIONAL  
PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.

TEMA: "UMA PROPOSTA DE SEQUENCIA DIDÁTICA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM  
MINICURSO DE ASTRONOMIA".

A Banca Examinadora composta pelos Professores: **Dr. Klaus Cozzolino** (Orientador), **Dr. Manoel Januário da Silva Neto** (Membro Interno), e **Dr. Altem Nascimento Pontes** (Membro Externo), consideram o candidato **FERNANDO WAGNER FERREIRA BATISTA**

**APROVADO**

Secretaria do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Pará, em 07 de janeiro de 2020.



Prof. Dr. Klaus Cozzolino  
(Orientador - MNPEF - UFPA)



Prof. Dr. Manoel Januário da Silva Neto  
(Membro Interno - MNPEF)



Prof. Dr. Altem Nascimento Pontes  
(Membro Externo - UFPA)

UMA PROPOSTA DE SEQUENCIA DIDÁTICA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM  
MINICURSO DE ASTRONOMIA.

**FICHA CATALOGRÁFICA BC/UFPA**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)  
autor(a)

---

B333s Batista, Fernando Wagner Ferreira  
Sequência didática para a implementação de um  
minicurso de astronomia / Fernando Wagner Ferreira Batista.  
— 2020.  
ix, 154 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Klaus Cozzolino  
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em  
Física, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade  
Federal do Pará, Belém, 2020.

1. Ensino de Física. 2. Sequencia didática. 3.  
Astronomia. I. Título.

CDD 371.102

---

Dedico a minha mãe Dinha, ao meu Pai  
José e aos meus irmãos Leandro e  
Adriano.

## Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado o dom da vida, saúde e prosperidade.

Aos meus Pais Raimunda do socorro e José Fernando, pela confiança e pela força que foi me dada e todo amor e carinho que eles me deram dado.

Para os meus irmãos Leandro e Adriano.

Ao professor Prof. Dr. Klaus Cozzolino, pelo acolhimento e pela ajuda na realização desse trabalho e por ter sido uma luz em um momento de escuridão acadêmica.

Aos professores do MNPEF – UFPA que contribuíram para a realização desse produto.

Aos alunos e professores do município de São Thomé das Letras.

A todos os professores do instituto de ciências exatas e naturais em especial aos professores da faculdade de Física que com todo o seu carinho ensinaram os seus conhecimentos.

Aos meus colegas de turma do MNPEF/2017.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

A SBF pela iniciativa de coordenar um estudo de Pós-Graduação desse porte.

A UFPA por abraçar essa causa e dar todo suporte estrutural para execução de projetos dessa natureza.

A todos que se interessarem por esta proposta de ensino por investigação, muito obrigado.

E a todos que direta e indiretamente ajudaram a realizar esse trabalho.

Deixo aqui o meu muito obrigado a todos!

## RESUMO

### SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM MINICURSO DE ASTRONOMIA

Fernando Wagner Ferreira Batista

Orientador: Prof. Dr. Klaus Cozzolino

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

A presente dissertação é fruto do grande potencial que o ensino de Astronomia possui na cidade onde este trabalho foi aplicado e se propõe aplicar uma sequência didática em formato de minicurso de astronomia. A proposta tem como objetivo geral analisar, planejar, executar e avaliar o minicurso para facilitar o processo de ensino-aprendizagem em Física e Astronomia. Os objetivos específicos são: inserir os alunos em atividades lúdicas e interativas e demonstrar que o produto educacional pode ser usado por outros professores em suas escolas. Para alcançar os objetivos está baseado na teoria sociointeracionista de Vygotsky e na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Nossa metodologia é baseada em atividades de aulas expositivas, pesquisas, propostas de experimentos e cartazes, vídeos, exercícios, jogos interativos e observação celeste. Verificamos que as atividades foram bem aceitas pelos alunos e que foi possível perceber a importância de colocar o aluno como protagonista do processo de ensino-aprendizagem e que os resultados da pesquisa avaliativa do produto mostra que a sequência didática é uma ferramenta importante que deve ser seriamente considerada pelo professor no seu planejamento didático.

Palavras-chave: Ensino de Física, sequência didática, Astronomia.

BELÉM  
JANEIRO/2020



## **ABSTRACT**

### **TEACHING SEQUENCE FOR IMPLEMENTATION OF AN ASTRONOMY MINI-COURSE**

Fernando Wagner Ferreira Batista

Supervisor: Prof. Dr. Klaus Cozzolino

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

This dissertation is the result of the great potential that astronomy teaching has in the city where this work was applied and it is proposed to apply a didactic sequence in a short course format of astronomy. The purpose of the proposal is to analyze, plan, execute and evaluate the short course to facilitate the teaching-learning process in physics and astronomy. The specific objectives are: to insert students into playful and interactive activities and demonstrate that the educational product can be used by other teachers in their schools. To achieve the objectives is based on Vigotsky's sociointeractionist theory and David Ausubel's theory of meaningful learning. Our methodology is based on lecture activities, research, experiment proposals and posters, videos, exercises, interactive games and celestial observation. We found that the activities were well accepted by the students and it was possible to realize the importance of placing the student as a protagonist of the teaching-learning process and that the results of the evaluative research of the product shows that the didactic sequence is an important tool that should be seriously considered by the teacher in his didactic planning.

Keywords: Physics education, following teaching, Astronomy

**BELÉM**  
**JANEIRO/2020**

## Sumário

1 INTRODUÇÃO .....	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	14
2.1 Vigotsky e sua teoria sociointeracionista .....	14
2.2 A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel .....	16
2.3 Unidade de ensino potencialmente significativa .....	19
2.4 O uso do lúdico no ensino de Física .....	20
3 GRAVITAÇÃO E ÓPTICA .....	22
3.1 Lei da atração gravitacional.....	22
3.2 Leis de Kepler .....	23
3.3 A óptica de instrumentos de observação.....	28
4 CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO DIDÁTICO .....	31
4.1 1º Encontro: Apresentação da sequência .....	32
4.2 Módulo 1 – Por dentro da história da astronomia.....	32
4.2.1 2º Encontro: Uma breve história da astronomia .....	33
4.2.2 3º Encontro: Atividade de pesquisa .....	33
4.3 Módulo 2 – A astronomia no dia a dia e o nosso sistema Solar .....	34
4.3.1 4º Encontro: Compreendendo alguns fenômenos .....	34
4.3.2 5º Encontro: O Sistema Solar .....	34
4.3.3 6º Encontro: Experimentos e cartazes.....	34
4.4 Módulo 3 – A física do Cosmo.....	35
4.4.1 7º Encontro: Gravitação Universal.....	35
4.4.2 8º e 9º Encontro: Oficina de exercícios.....	35
4.5 Módulo 4 – Cosmologia e vida extraterrena .....	36
4.5.1 10º Encontro: Cosmologia e Vida extraterrena .....	36
4.5.2 11º Encontro: Usando Jogos .....	36
4.6 Encontro 5 – Olhando o céu através de equipamentos.....	36
4.6.1 12º Encontro: Principais equipamentos de observação celeste ..	36
5 RELATO DA APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	37
5.1 Apresentação .....	37
5.1.1 1º Encontro: Pra início de conversa .....	37
5.2 Módulo 1 – Por dentro da história da astronomia.....	38
5.2.1 2º Encontro: Uma breve história da astronomia .....	38
5.2.2 3º Encontro: Atividade de pesquisa .....	38
5.3 Módulo 2 – A astronomia no dia a dia e o nosso sistema Solar .....	39
5.3.1 4º Encontro: Compreendendo alguns fenômenos .....	39
5.3.2 5º Encontro: O Sistema Solar .....	39
5.3.3 6º Encontro: Experimentos e cartazes.....	39
5.4 Módulo 3 – A física do Cosmo.....	41
5.4.1 7º Encontro: Gravitação Universal.....	41
5.4.2 8º e 9º Encontro: Oficina de exercícios.....	41
5.5 Módulo 4 – Cosmologia e vida extraterrena .....	42
5.5.1 10º Encontro: Cosmologia e Vida extraterrena .....	43
5.5.2 11º Encontro: Usando Jogos .....	43

5.6 Encontro 5 – Olhando o céu através de equipamentos.....	44
5.6.1 12º Encontro: Principais equipamentos de observação celeste ..	44
6 ANÁLISE DE DADOS .....	45
6.1 Analizando os resultados do módulo 1.....	45
6.2 Analizando os resultados do módulo 2.....	45
6.3 Analizando os resultados do módulo 3.....	45
6.4 Analizando os resultados do módulo 4.....	45
6.5 Analizando os resultados do módulo 5.....	46
6.6 Analizando a sequência como um todo.....	46
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	50
Referências Bibliográficas .....	51
Anexo A – Exemplo de experimentos .....	54
Apêndice A – Apostila .....	65
Apêndice B – Bateria de exercícios.....	72
Apêndice C – Questionário de avaliação da sequência didática .....	84
Apêndice D – Produto .....	85

## 1. INTRODUÇÃO

O fascínio pelo céu vem desde os tempos em que o homem possuía somente a visão para a observação celeste, desde então a curiosidade humana cresceu vertiginosamente em relação a acontecimentos no céu.

Motivado em uma aula de princípios básicos de ótica geométrica, falando sobre conceitos como a velocidade da luz e a medida de distância “ano luz” para os estudantes do primeiro ano do ensino médio, foi percebido que eles pareciam confusos resolvemos passar um vídeo intitulado “O universo em escala” o qual mostra o universo conhecido em medidas de ano luz para que os discentes tenham uma ideia de quão grande é essa medida.

Para nossa surpresa, aquela turma que parecia sem perspectiva do que realmente estudava a física ficaram fascinados e logo outras turmas pediram para que eu mostrasse o mesmo vídeo sobre “o espaço” como eles mesmo nomearam.

A escola em questão fica localizada no município de São Thomé das Letras, sul de Minas Gerais. É uma cidade pequena encontrada em uma grande montanha de 1440 metros de altura em relação ao nível médio do mar. Mesmo sendo uma típica cidade do interior brasileiro é também um grande polo turístico por conta do seu misticismo. Apesar da cidade conter moradores das mais variadas partes do mundo, o corpo discente com cerca de 350 alunos é composto por alunos de 12 a 40 anos de idade que residem em sua maioria em “roças”, como eles costumam chamar. Os discentes chegam à escola pelo ônibus municipal das mais diferentes zonas rurais. Trabalhar nessa única escola estadual não é fácil, pois há um grande fluxo de professores que não suportam a agitação da cidade e principalmente dos alunos.

Esses alunos não possuem grande perspectivas para o futuro, pois a cidade gira em torno do turismo e da extração de pedras.

Percebendo o grande potencial que a Astronomia possui na cidade conversei junto com a direção da escola para implementar um minicurso de Astronomia que é regido concomitantemente às aulas.

Para esse trabalho, nos balizamos em Vygotsky e sua teoria sociointeracionista, na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e Moreira bem como o lúdico no ensino de Johan Huizinga e Kishimoto.

O ensino de Astronomia deve ser encorajado pois aguça o espírito científico em todos nós e visa o debate sobre o fazer ciência como vemos em:

*"A divulgação da ciência é indispensável para gerar uma mentalidade científica entre os cidadãos, essencial numa sociedade civil laica e moderna, dependendo de grande parte de uma compreensão científica e tecnológica. Além disso, a divulgação satisfaz a curiosidade e a sede da população pelo saber e ao mesmo tempo desperta vocações para uma carreira científica e, portanto, para a formação em uma área estratégica para o país." (Plano Nacional de Astronomia; pág. 53)*

O objetivo geral da dessa pesquisa é analisar o ensino de física por meio de uma sequência didática com perspectiva em planejar, executar e avaliar aulas na forma de minicurso de astronomia como forma de facilitar o ensino e aprendizagem em Física.

A partir dessa sequência didática em forma de minicurso temos como objetivos específicos: Apresentar e aplicar a metodologia de sequência didática em uma escola pública de Minas; inserir os alunos em atividades lúdicas e interativas; demonstrar que o produto educacional pode ser usado por outros professores em suas escolas.

Para alcançar os objetivos apresentados organizamos este trabalho de modo que no capítulo dois apresentamos os referenciais teóricos como a teoria sociointeracionista de Vygotsky, a teoria da aprendizagem significativa e unidades potencialmente significativa de David Ausubel e o uso do lúdico no ensino de Física.

No capítulo três apresentamos a sequência didática e a metodologia aplicada em todas as etapas propostas. No capítulo quatro apresentamos os resultados e algumas discussões. O último capítulo relata as considerações finais analisando os principais pontos abordados durante a pesquisa.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 VYGOTSKY E SUA TEORIA SOCIOINTERACIONISTA

A abordagem sociointeracionista de Vygotsky, a interação social, a cultura e a linguagem exercem forte influência sobre a aprendizagem, como fatores importantes para a formalização de conceitos e para a configuração da estrutura mental (LINS, 2003).

Para Vygotsky, em suas pesquisas diz que, o desenvolvimento cognitivo é associado ao contexto social, histórico e cultural em que ocorre os processos mentais superiores (pensamento, linguagem, comportamento voluntário) tem sua origem em processos sociais; o desenvolvimento cognitivo é a conversão de relações sociais em funções mentais. Nesse processo, toda relação/função aparece duas vezes, primeiro em nível social e depois em nível individual. Ou seja, primeiro ocorre entre pessoas e depois no interior do sujeito. E complementa:

Essa conversão de relações sociais em processos mentais não é direta: é mediada por Instrumentos e Signos. O primeiro é algo que pode ser usado para fazer alguma coisa. Já o segundo, é algo que significa alguma outra coisa. Os signos podem ser de três tipos: os indicadores, aqueles que têm uma relação de causa e efeito (fumaça, por exemplo, significa fogo); icônicos, são imagens ou desenhos; e simbólicos (letras e números, por exemplo). (LINS, 2003).

O uso de instrumentos na mediação com o ambiente distingue o homem de outros animais. Instrumentos e signos são criados pela sociedade ao longo de sua história influenciando no desenvolvimento social e cultural. Para Vygotsky, é através da reconstrução interna de instrumentos e signos que acontece o desenvolvimento cognitivo. Quanto mais vai utilizando signos e aprendendo instrumentos mais se modifica e amplia as operações psicológicas.

Como instrumentos e signos são construções sócio históricas e culturais, a apropriação destas construções pelo aprendiz se dá via interação social. Essa interação se dá por no mínimo duas pessoas trocando significados em um envolvimento ativo de ambos os participantes.

Para Vygotsky, a interação social e a aquisição de significados são inseparáveis, visto que os significados dos signos são construídos socialmente. Mesmo que esses significados cheguem por via de livros e máquinas ainda assim, é através da interação social que o sujeito poderá assegurar-se que os significados que captou são significados socialmente compartilhados em determinados contextos.

Quando o ser humano capta os significados já compartilhados socialmente dizemos que houve uma internalização de signos. Evidente que a linguagem (sistema de signos) é extremamente importante em uma perspectiva vygotskyana, pois o uso dela é importante para a interação social.

Para Ausubel (1963, p. 58), a aprendizagem significativa, por definição, envolve aquisição/construção de significados. É no curso da aprendizagem significativa que o significado lógico dos materiais de aprendizagem se transforma em significado psicológico para o aprendiz. Poderíamos entender que essa transformação é similar à internalização de instrumentos e signos de Vygotsky. Entenderíamos que os materiais de aprendizagem seriam, essencialmente, instrumentos e signos no contexto de uma certa matéria de ensino. A Física, por exemplo, seria um sistema de signos e teria seus instrumentos (procedimentos e equipamentos). E aprender Física de maneira significativa seria internalizar os significados aceitos (e construídos) para estes instrumentos e signos no contexto da Física.

Por isso, o uso de uma abordagem diferenciada e significativa nas aulas de Física, possibilita um enriquecimento do ensino, auxiliando o processo didático melhorando o ensino-aprendizagem na sala de aula.

Seguindo esses pensamentos, acreditamos que os recursos variados como jogos didáticos, leitura de artigos, uso de cartazes, rimas e vídeos associados à atividade experimental levam-nos a um importante equilíbrio entre a recepção e o entendimento dos conteúdos da Física, promovendo a elaboração mais coerente de conceitos pelos alunos sobre os fenômenos físicos.

Assim, o ensino de Física deve ser um agente de transformação e capacitação do indivíduo orientando-o para uma melhor convivência e compreensão das realidades atuais e das modificações ocorridas em nosso meio físico e o uso de uma aprendizagem significativa por intermédio de uma Sequência Didática provoca um amadurecimento em relação ao ensino da Física, construindo nos alunos os alicerces necessários para resolver situações e problemas, tornando-os cidadãos críticos, éticos, reflexivos e criativos.

## 2.2 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL

Este trabalho fundamenta-se na Teoria da Aprendizagem Cognitiva, baseada nos pensamentos de Vygotsky e Ausubel. Portanto, a corrente cognitivista e construtivista enfatiza o processo de cognição, através do qual a pessoa atribui significados à realidade em que se encontra. Preocupa-se com o processo de compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvido na cognição e procura regularidades nesse processo mental. Nesta corrente, situa-se Jean Piaget, Lev Vygotsky e com maior destaque David Ausubel.

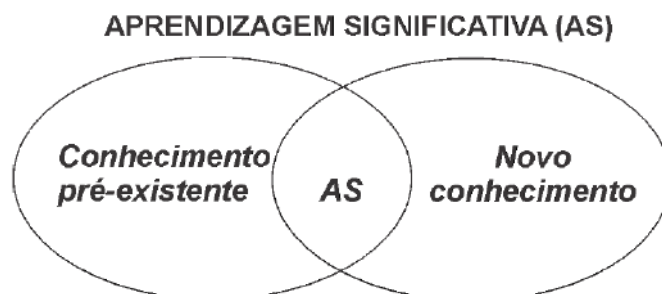
Para David Ausubel (Moreira, 1994), estudioso da teoria cognitivista da assimilação ou teoria da aprendizagem significativa, seu conceito central procura explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente humana com relação ao aprendizado e à estruturação do conhecimento onde buscamos ensinar física com a aprendizagem prévia dos alunos utilizando as mídias de seu cotidiano num processo no qual uma nova informação está relacionada de maneira não arbitrária a um aspecto relevante a da estrutura cognitiva do aluno.

Moreira diz que:

“o aluno já detém conhecimento, independentemente de sua escolaridade, e à medida que o novo conteúdo é incorporado às suas estruturas de conhecimento ele adquire significado para o mesmo em relação ao conhecimento prévio, existente na sua estrutura cognitiva.” (Moreira, 1993).

Na Figura 2.1 mostra a associação dos conhecimentos prévios com os novos conhecimentos resultado na aprendizagem significativa. Nesse processo, a nova informação interage com a de conhecimento específico, onde Ausubel chama de “subsunçor”.

Figura 2.1 – Representação da aprendizagem significativa.



Fonte: Ausubel apud Ostermann; Cavalcanti, 2010, p.23.

Esse “subsunçor” é uma ideia já existente na estrutura cognitiva do aluno, servindo de “ancoradouro” a uma nova informação de modo que ele adquire, assim significado para o indivíduo: a aprendizagem se torna significativa quando a nova



informação “ancora-se” em conceitos preexistentes e importantes na estrutura cognitiva. Esse processo é conhecido como diferenciação progressiva.

“Em termos simples, subsunção é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles.” (Moreira, 2012, p. 6).

Segundo Ausubel, este tipo de aprendizagem é, por excelência, o mecanismo humano para adquirir e reter a vasta quantidade de informações de um corpo de conhecimentos. Ausubel destaca o processo de aprendizagem significativa como o mais importante na aprendizagem escolar. A ideia mais importante desta teoria de Ausubel e suas implicações para o ensino e a aprendizagem podem ser resumidas na seguinte proposição:

“Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. “

(Moreira e Ostermann, 1999, p. 45).

Ausubel vê o armazenamento de informações na mente humana como sendo altamente organizado, formando uma espécie de hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados a conceitos, ideias, proposições mais gerais e inclusivas.

Para haver uma aprendizagem significativa, Ausubel detalha que são necessárias duas coisas primordiais: a primeira é que o aluno deve ter à vontade e disponibilidade de aprender, e a segunda, é que o conteúdo a ser ministrado ao aluno tem que ser potencialmente significativo (Pelizari, 2002).

Ostermann e Cavalcante (2010, p. 23), descrevem uma forma de se abordar o ensino de Física através de uma abordagem ausubeliana, em pelo menos quatro tarefas fundamentais:

1. Determinar a estrutura conceitual e proposicional de matéria de ensino, organizando os conceitos e princípios hierarquicamente.
2. Identificar quais os subsunções que os alunos deveriam ter em sua estrutura cognitiva, para uma aprendizagem significativa sobre determinado conteúdo a ser ensinado.

3. Determinar entre os subsunçores relevantes, os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno.

4. Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a assimilação da matéria por parte do aluno e a organização de sua própria estrutura cognitiva nessa área de conhecimentos, através da aquisição de significados claros, estáveis e transferíveis.

Para Moreira (2012), a organização sequencial é usar os encadeamentos sequenciais intrínsecos de certos conteúdos para dar sequência a abordagem didática. Outro ponto que vale ser destacado é o uso da linguagem correta. Já que para uma aprendizagem significativa é essencial uma interpretação e compreensão correta do discente. Ausubel (2000) deixa claro que o nível da retórica do professor deve ser compatível com seu público, utilizando uma linguagem mais acessível.

As ideias de Ausubel têm influenciado muito os educadores responsáveis pelo ensino de Física (ou Ciências, de um modo geral), principalmente, por mostrar que as crianças desenvolvem espontaneamente noções sobre o mundo físico e que o ensino deve ser compatível com o nível de desenvolvimento mental da criança a partir de conhecimentos prévios que ela possui.

### **2.3 UNIDADE DE APRENDIZAGEM POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA**

Usamos uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEP'S) pois o conceito desta faz parte dos abordados por Ausubel, dentre os quais encontra-se os subsunçores. Na escola tradicional os professores ensinam aos alunos os conceitos que eles deveriam saber, em contrapartida, os alunos copiam e decoram os conceitos informações que só seriam utilizadas na hora da prova tradicional e depois, provavelmente, esquecem-se Moreira (2011). Esse modelo se configura a forma mecânica de ensino.

Na tentativa de mudar esse paradigma de ensino clássico, surgem as UEP'S que conforme Moreira (2011):

“são sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula.”

Para MOREIRA, essas UEPS mostram aspectos sequenciais que devem ser seguidos na sua criação:

- 1. Definir o tópico a ser abordado:** Nesse aspecto, devemos identificar as características declarativas e procedimentais que serão aceitas no conteúdo deste tópico.

2. **Propor situações-problema em nível introdutório:** identificamos os conhecimentos prévios dos alunos com o objetivo de posteriormente introduzir o conhecimento necessário. É nesse aspecto que utilizaremos os organizadores prévios que facilitarão a incorporação do material a ser aprendido significativamente, pois esses “ancoram-se” nos conteúdos preexistentes dos alunos. Para Moreira e Mazini (1982), organizador prévio é:

“Material introdutório apresentado antes do material a ser aprendido, porém em nível mais alto de generalidade, inclusividade e abstração do que o material em si e, explicitamente, relacionado às ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva e à tarefa de aprendizagem. Destina-se a facilitar a aprendizagem significativa, servindo de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber para que possa aprender o novo material de maneira significativa. É uma espécie de ponte cognitiva (MOREIRA e MASINI, 1982, p. 103).”

3. **Criar/propor situações para serem discutidas em sala de aula:** Após serem trabalhadas as situações iniciais, iremos apresentar o conhecimento (conteúdo) a ser aprendido/ensinado. Retomar o conteúdo em seus aspectos mais gerais, após o estruturante, aquilo que efetivamente se pretende ensinar, através de uma nova apresentação. Concluir a unidade retomando as características mais relevantes do conteúdo através da leitura de um texto, ou o uso de um recurso computacional, audiovisual. No nosso caso, utilizaremos um jogo didático sendo que o importante é a forma de trabalhar o conteúdo, e não a estratégia em si. E por fim:
4. **A avaliação da aprendizagem:** essa avaliação da aprendizagem aplicada através da UEPS, deve ser feita ao longo de sua aplicação e ao final deverá haver uma avaliação somativa e individual. O êxito da UEPS será avaliado através da avaliação do desempenho dos alunos, ou seja, se eles fornecem evidências de aprendizagem significativa a UEPS teve êxito; caso contrário, ela não foi exitosa.

Essa UEPS será realizada em sala de aula. O professor exercerá a função de mediador contando com a efetiva participação dos alunos que serão os construtores do conhecimento, em que o elemento articulador do processo é a pesquisa (Galiuzzi, 2000)

Na introdução do tema proposto vale ressaltar o uso de algum recurso, (um filme ou artigo por exemplo) antes da unidade de aprendizagem. Esse tipo de gatilho é interessante para avaliar o conhecimento prévio do aluno e o interesse dos mesmos.

Como o disposto acima, sobre aspectos sequenciais a serem seguidos, o professor tem que ter em mente alguns questionamentos como, por exemplo, o que será ensinado? Será relevante para o meu alunado? de que forma ensinar um determinado tema? como será o processo de avaliação dos conhecimentos adquiridos? Para Veiga (2008), esse conjunto de perguntas é o que dá origem aos elementos estruturantes de uma UEP'S onde o conhecimento não é meramente transmitido de uma pessoa a outra de forma verticalizada, mas construído com a participação ativa dos agentes envolvidos de forma horizontal.

Moraes e Gomes (2007) ressaltam que o ato de aprender equivale a uma reconstrução permanente de conhecimentos já pré-estabelecidos, acreditam que aprendizagens verdadeiramente efetivas precisam estar vinculadas a contextos em que os alunos estejam inseridos. É um processo que ocorre por apropriação de novos discursos sociais envolvendo a linguagem.

## **2.4 O USO DO LÚDICO NO ENSINO DE FÍSICA**

O uso de jogos educativos em sala de aula vem ganhando força e se tornando uma ferramenta atrativa e ativa no processo de ensino. Os jogos apresentam potencialidades e estimulam um grande envolvimento pessoal dos estudantes com o objeto de estudo, estimulam a criatividade e a curiosidade e encorajam os jogadores/discentes a assumirem riscos intelectuais sem grandes medos do fracasso, o que vai de encontro aos atuais modelos educacionais como afirma Savi e Ulbricht (2008).

Segundo Kishimoto (2011), a palavra jogo pode ter várias significações, para este trabalho jogo será quando tivermos um objeto, delimitado por um conjunto de regras e possuímos uma finalidade específica após uma sucessão de eventos cujas características serão feitas pelas decisões dos jogadores no decorrer dessa sucessão de eventos. E complementa: "Tais estruturas sequenciais de regras permitem diferenças em cada jogo, permitindo superposição com a situação lúdica...".

Também Fraga e Pedroso (2011) afirmam, convenientemente, que:

"Trata-se de uma evasão da vida "real" para uma esfera temporária de atividade com orientação própria. Até mesmo uma criança sabe que está só brincando, ainda que interaja neste universo criado com a maior seriedade, sendo absorvida por esta ambientação lúdica"

A ideia de se utilizar jogos no ensino e no ensino de Física não é pioneira nem muito menos impraticada. As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, PCN+ (BRASIL, 2002), recomendam que os jogos sejam utilizados como uma estratégia para o ensino.

Os jogos e brincadeiras são elementos muito valiosos no processo de apropriação do conhecimento. Permitem o desenvolvimento de competências no âmbito da comunicação, das relações interpessoais, da liderança e do trabalho em equipe, utilizando a relação entre cooperação e competição em um contexto formativo. O jogo oferece o estímulo e o ambiente propícios que favorecem o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos e permite ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino, desenvolver capacidades pessoais e profissionais para estimular nos alunos a capacidade de comunicação e expressão, mostrando-lhes uma nova maneira, lúdica, prazerosa e participativa, de relacionar-se com o conteúdo escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos. (BRASIL, 2002, p. 53).

Segundo Vygotsky, a criança se desenvolve intelectualmente através da brincadeira e da imaginação. Nesse contexto, podemos dizer que o jogo cria zonas de desenvolvimento proximal (Vygotsky, 2007). No brincar da criança existe uma representação de um mundo onde ela passa a interpretar um papel, a partir daí a criança então internaliza habilidades e conhecimentos que passará a utilizar. A questão então não é se perguntar se o jogo pode ensinar, mas sim que tipo formação/ensino ele pode promover.

Do ponto de vista do construtivismo, três são os fatores necessários para que ocorra a chamada aprendizagem significativa: predisposição para aprender, existências de conhecimentos prévios adequados, materiais potencialmente significativos. E é na interação entre os conhecimentos prévios (chamados subsunçores) e os novos conhecimentos (potencialmente significativos) que essa aprendizagem ocorre (Moreira, 2013).

### 3. GRAVITAÇÃO E ÓPTICA

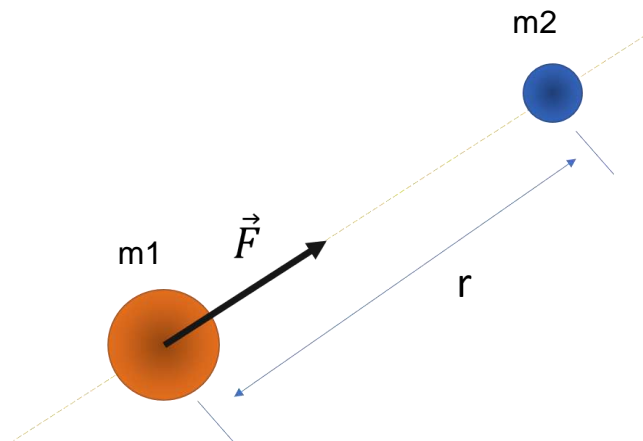
#### 3.1 LEI DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

A força gravitacional é causadora de nos mantermos em pé sobre a superfície da Terra, de manter a Lua em órbita na Terra e de se estender por toda a via láctea apesar de ainda não estar totalmente compreendida é o nosso ponto inicial dos estudos sobre as Leis da Gravitação Universal.

O fenômeno em que todos os corpos do universo se atraem ao mesmo tempo é denominado de gravitação. A lei da atração gravitacional se aplica a partículas e a objetos reais desde que o tamanho desses objetos seja pequeno em relação à distância que os separam.

Segundo Halliday (2014), imaginemos dois corpos como mostrado na Figura 3.1 de massas  $m_1$  e  $m_2$ , independente do meio em que estejam imersos, mas somente torna perceptível quando pelo menos um deles possui massa extremamente grande.

Figura 3.1 – A força  $F$  exercida pela partícula 2 sobre a partícula 1 sobre um eixo radial  $r$  que passa pelas duas partículas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Na Figura 3.1 a força  $F$  é atrativa a força gravitacional exercida sobre a partícula 1 (de massa  $m_1$ ) pela partícula 2 (de massa  $m_2$ ). A força aponta para a partícula 2 e dizemos que é uma *força atrativa* porque tende a aproximar a partícula 1 da partícula 2. Ainda de acordo com Segundo a Lei da atração gravitacional: matéria atrai matéria

na razão direta do produto de suas massas e na razão inversa do quadrado da distância que os separa. Algebricamente é dada por:

$$\vec{F} = G \frac{m_1 m_2}{d^2} \hat{r} \quad (1)$$

onde  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2$

Em um grupo de partículas, podemos determinar a força gravitacional de uma das partículas em específico, devido à presença das outras por meio do princípio da superposição. Este princípio trata de calcular o efeito total das partículas através das somas dos efeitos parciais das mesmas.

Devemos destacar que estas forças podem estar em direções diferentes, e como vetores como são vetores elas devem ser somadas vetorialmente. Consequentemente cálculo dessas forças envolve somente uma soma vetorial resultante que determinada partícula está submetida. O que nos permite escrever:

$$\vec{F}_{1,res} = \vec{F}_{1,2} + \vec{F}_{1,3} + \vec{F}_{1,4} + \dots + \vec{F}_{1,n} = \sum_{i=2}^n \vec{F}_{1,i} \quad (2)$$

onde  $n$  é o número de partículas.

Para o cálculo da força gravitacional de objetos reais com finitas dimensões, dividimos o objeto em partes menores tratando-as como partículas e usando a equação acima para o cálculo da soma exercida das forças das pequenas partículas. Há um caso limite onde dividimos os objetos de dimensões finitas em partes infinitesimais de massa  $dm$  onde cada uma delas exerce uma força  $d\vec{F}$  sobre a partícula. Nesse caso, o somatório se tornaria uma integral.

Ainda segundo Halliday (2014), A força gravitacional  $F_1$  que um objeto de dimensões finitas exerce sobre uma partícula pode ser determinada dividindo o objeto em elementos de massa infinitesimal  $dm$ , cada um dos quais exerce uma força infinitesimal  $d$  sobre a partícula e integrando essa força para todos os elementos do objeto:

$$F_1 = \int d\vec{F} \quad (3)$$

De acordo com Moyses (2001), a excentricidade de orbitas elípticas de diversos planetas é muito pequena de modo que podemos toma-las como circulares com boa aproximação. Para uma órbita circular a segunda lei de Newton implica que o movimento é uniforme, a aceleração neste caso, centrípeta é dada para uma orbita circular de raio R e de velocidade angular  $\omega = \frac{2\pi}{T}$  (T = periodo) por:

$$\vec{a} = -\omega^2 R \hat{r} = -4\pi^2 \frac{R}{T^2} \hat{r} \quad (4)$$

onde  $\hat{r}$  é o vetor unitário na direção radial, m é a massa do planeta. A força que atua sobre ele é dada pela 2ª lei de Newton:

$$\vec{F} = ma = -4\pi^2 \frac{R}{T^2} m \hat{r} \quad (5)$$

que é uma força atrativa central. Pela 3ª lei de Kepler temos:

$$\frac{R^3}{T^2} = C = \textit{constante} \quad (6)$$

onde C tem o mesmo valor para todos os planetas.

$$\vec{F} = -4\pi^2 C \frac{m}{R^2} \hat{r} \quad (7)$$

Vemos assim que a lei dos períodos de Kepler leva a conclusão de que a força gravitacional varia inversamente com o quadrado da distância do planeta ao Sol, como Newton afirmou no trecho acima. A equação acima mostra que ela é também proporcional à massa do planeta. Pela 3ª lei de Newton, o planeta exerce uma força igual e contrária sobre o Sol, a qual deve também ser proporcional à massa M do Sol. Newton foi assim levado a expressão:

$$\vec{F} = G \frac{mM}{R^2} \hat{r} \quad (8)$$

onde G seria agora uma “constante universal”, característica da força gravitacional.



### 3.2 LEIS DE KEPLER

A concepção geocêntrica do universo despertou a curiosidade e a necessidade de observar o movimento de alguns astros e estrelas sendo muito úteis pois sem saber a época certa de plantar e de colher ficaria inviável o homem se estabelecer em um local fixo, deixando de ser nômades.

A concepção geocêntrica diz que a Terra está no centro do Universo e que tudo ao redor dela, porém essa concepção não contemplava as órbitas de alguns planetas pois ora estava em um ponto, ora em outro. Para que a teoria geocêntrica fosse válida estabeleceu-se que as órbitas desses planetas orbitavam em uma órbita cujo centro girava em torno da Terra.

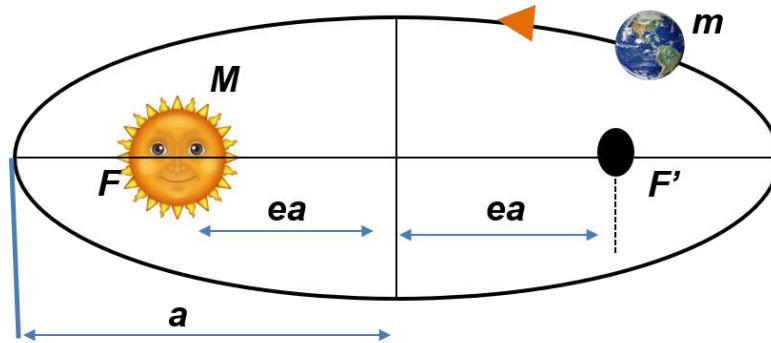
Segundo Pires (2008) A primeira concepção geocêntrica conhecida veio de Eudóxio (437 a.C. – 408 a.C.) que dizia que a Terra estava no centro do universo. Não muito tempo depois, Aristarco de Samos (310 a.C. – 230 a.C.) que concebeu uma visão de mundo em que o Sol estava no centro do Universo. O geocentrismo voltou com as ideias de Ptolomeu (90 -168) na era cristã até Copérnico propor algo diferente.

Ainda de acordo com Pires (2008), quem começou a fazer medidas astronômicas mais precisas foi Ticho Brahe (1546 - 1601) e tentou encaixar no modelo de Copérnico a coisa não funcionou de maneira corretamente propondo um sistema de modelo misto em que alguns astros girava em torno do Sol e outros girando em torno da Terra.

Guaydier (1983) diz que Johannes Kepler (1571 – 1630) dizia que as órbitas não se encaixavam em órbitas circulares, mas sim se admitindo-se que as órbitas fossem elípticas com o Sol em um dos focos da elipse. E a partir daí conseguiu enunciar suas três leis.

De acordo com Feynman (2008), cada planeta se desloca ao redor do Sol em uma elipse, com o Sol em um foco. A Figura 3.2 mostra o planeta Terra de massa  $m$  em órbita ao redor do Sol de massa  $M$ . Sabendo que  $M \gg m$  e que o centro de massa do sistema Terra-Sol está aproximadamente no centro do Sol. O semieixo maior  $a$  e a excentricidade  $e$  definem que  $ea$  é a distância do centro da elipse até um dos focos  $F$  ou  $F'$ .

Figura 3.2 – Modelo esquemático da primeira lei de Kepler.



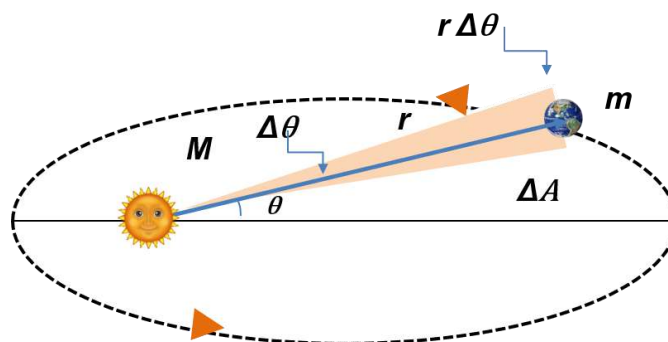
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Definimos a primeira lei de Kepler (Lei das Órbitas) todos os planetas movem-se em órbitas elípticas com o Sol em um dos focos.

Dizemos que um planeta se encontra no periélio quando ele está mais próximo do sol e se move com maior rapidez. Quando o planeta está mais afastado do sol ele se move mais lentamente e dizemos que ele está no afélio. A consequência dessas diferenças de velocidades está diretamente relacionada com a lei da conservação do movimento angular.

Ainda de acordo com Feynman (2008) O raio vetor do Sol ao planeta percorre áreas iguais em intervalos de tempo iguais. A área sombreada na Figura 3.3 é praticamente igual à área varrida em um determinado intervalo de tempo  $\Delta t$  pelo segmento de reta  $r$  que vai do Sol ao planeta. A área  $\Delta A$  do triângulo pintado é aproximadamente igual a área de um triângulo de base  $r\Delta\theta$  com altura  $r$ .

Figura 3.3 – Instante  $\Delta t$  que um planeta varre uma área  $\Delta A$ .



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Como a área do triângulo é igual a metade da base vezes a altura:

$$\Delta A \approx \frac{1}{2} r^2 \Delta \theta \quad (9)$$

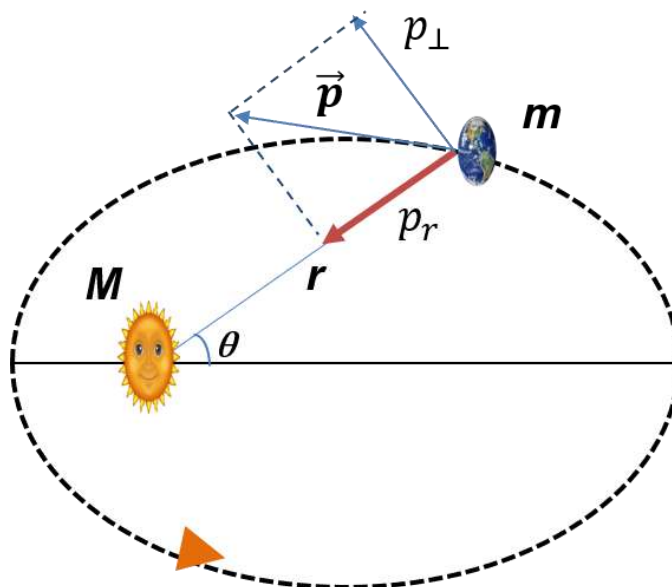
Essa expressão para  $\Delta A$  se torna mais exata quando  $\Delta t$  e conseqüentemente  $\Delta \theta$ , tende a zero. Dividindo ambos os lados da equação por  $\Delta t$  e tomado o limite tendendo a zero obtemos:

$$\frac{dA}{dt} = \frac{1}{2} r^2 \frac{d\theta}{dt} = \frac{1}{2} r^2 \omega \quad (10)$$

onde  $\omega$  é a velocidade angular do segmento de reta que liga o planeta ao Sol.

A Figura 3.4 mostra o momento linear  $\vec{p}$  do planeta com as componentes perpendicular e radial. De acordo com a equação  $L = r p_{\perp}$ , o módulo do momento angular  $\vec{L}$  do planeta em relação ao Sol é dado pelo produto  $r$  e  $p_{\perp}$  e a componente de  $\vec{p}$  perpendicular a  $r$ .

Figura 3.4 – Momento linear do planeta.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Para um planeta de massa  $m$ , temos:

$$\mathbf{L} = \mathbf{r} \mathbf{p}_{\perp} = \mathbf{r} m \mathbf{v}_{\perp} = \mathbf{r} m \boldsymbol{\omega} r = \mathbf{m} r^2 \boldsymbol{\omega} \quad (11)$$

Em que se substituimos com as equações anteriores, temos:

$$\frac{dA}{dt} = \frac{L}{2m} \quad (12)$$

De acordo com a equação acima, a definição de que  $dA/dt$  é constante equivale dizer que  $L$  é constante, ou seja, que o momento angular do sistema se conserva.

Para Feynman (2008) os quadrados dos períodos de dois planetas quaisquer são proporcionais aos cubos dos semieixos maiores de suas respectivas órbitas:  $T \sim a^{3/2}$ .

A terceira lei de Kepler (Lei dos períodos) estabelece que os quadrados dos períodos de revolução de dois planetas estão entre si como os cubos de suas distâncias ao Sol:

$$\frac{T^2}{R^3} \quad (13)$$

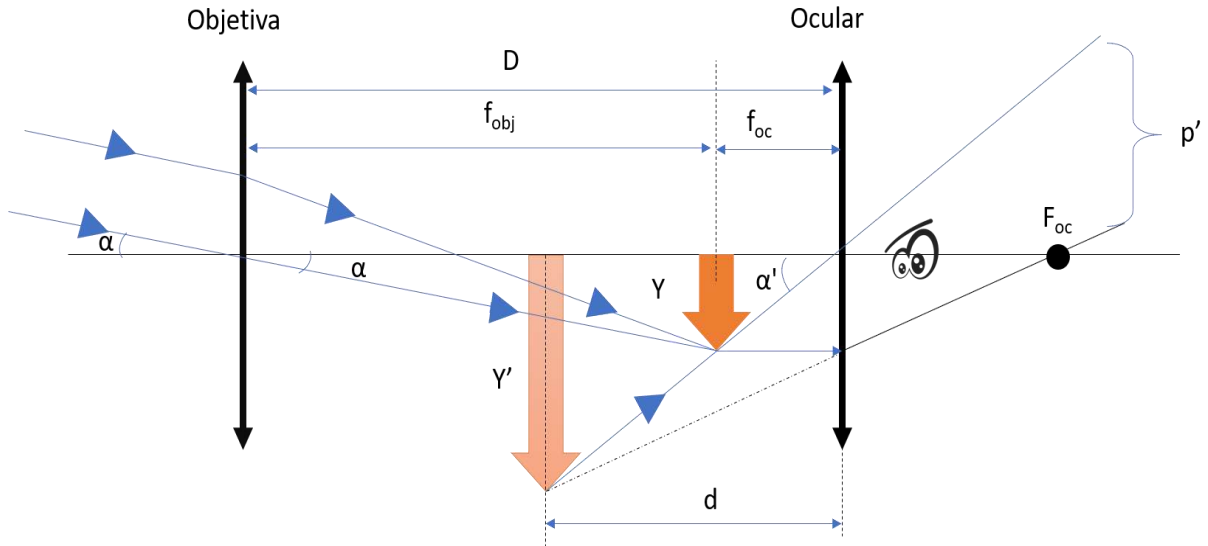
### 3.3 A ÓTICA DE INSTRUMENTOS DE OBSERVAÇÃO

O olho humano é o principal instrumento de observação celeste, porém não conseguimos ver alguns detalhes dos astros pelo fato de que o ângulo de visão ( $\alpha$ ) é muito pequeno. Utilizamos lunetas e telescópios para observar os astros que estão muito distantes de nós pois eles têm um ângulo de visão ( $\alpha'$ ) bem maior do que o ângulo de visão humano.

De acordo com Carron e Guimarães (2006) os componentes das lunetas é basicamente um tubo fechado com duas lentes convergentes no seu interior, a lente objetiva e a lente ocular. A lente objetiva possui grande distância focal e conjuga uma imagem real e invertida do objeto e a lente ocular possui uma pequena distância focal e fornece uma imagem final virtual e também invertida do objeto. O

desenho esquemático da Figura 3.5 é possível observar um modelo esquemático de uma luneta.

Figura 3.5 – Esquema de uma luneta astronômica



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

De acordo com a Figura 3.5, temos:

$$\tan \alpha = \frac{-y}{f_{obj.}} \quad (y < 0) \quad \text{e} \quad (14)$$

$$\tan \alpha' = \frac{y'}{d} \quad (15)$$

Por convenção, o sinal de menos é usado para mostrar que a imagem final é invertida.

Se desconsiderarmos o sinal, escreveremos:

$$A_v = \frac{\tan \alpha}{\tan \alpha'} = \frac{y'}{d} \cdot \frac{f_{obj.}}{y} \quad (16)$$

Como  $\frac{y'}{y} = \frac{f_{oc.} \cdot p'}{f_{oc.}}$  e  $p' = -d$ , vamos obter:

$$A_v = \frac{(f_{oc.} + d)}{f_{oc.}} \cdot \frac{f_{obj.}}{d} \Rightarrow A_v = \frac{f_{obj.}}{f_{oc.}} \left( 1 + \frac{f_{oc.}}{d} \right) \quad (17)$$

Na condição em que  $d \rightarrow \infty$  temos o aumento visual nominal:

$$A_{v,nom.} = \frac{f_{obj.}}{f_{oc.}} \quad (18)$$

O aumento máximo ocorre quando  $d=d_{min}$ . Quando a imagem final for imprópria, ou seja, nas condições de aumento nominal, o plano focal imagem da objetiva coincidirá com o plano focal do objeto da ocular e  $d \rightarrow \infty$ . Assim, o aumento nominal pode então ser calculado por:

$$A_n = \frac{f_{obj.}}{f_{oc.}} \quad (19)$$

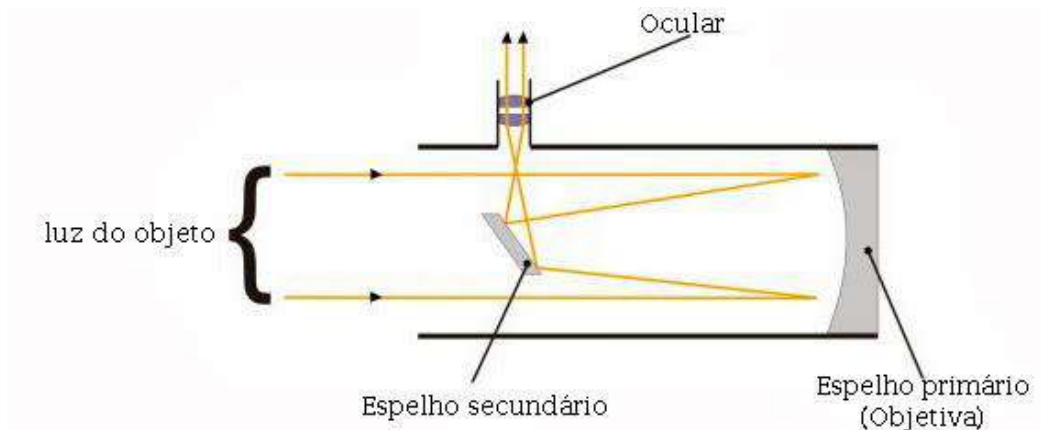
A extensão da luneta na condição nominal é:

$$D = f_{oc.} + f_{obj.} \quad (20)$$

Essa expressão mostra que, um aumento visual maior implica procurar uma objetiva com lente de grande distância focal e para ocular uma distância focal reduzida.

O primeiro telescópio refletor, conhecido por telescópio de Newton é um tipo de luneta que no lugar de ter uma lente em sua objetiva temos um espelho curvo. Por se tratar de uma construção mais fácil e precisa do que a lente. Nas condições de Gauss, apresenta nitidez aproximada. Para objetos no infinito como do modelo esquemático da Figura 3.6, usa-se um espelho parabólico por ser mais preciso nessa condição. Usar um espelho evita o fenômeno de aberração cromática.

Figura 3.6 – Desenho esquemático de um telescópio.



Fonte: [observatoriolupus.blogspot.com/2013/10/meu-primeiro-telescopio-guia-para.html](http://observatoriolupus.blogspot.com/2013/10/meu-primeiro-telescopio-guia-para.html).

O aumento nominal no telescópio refletor também é dado por

$$A_n = \frac{f_{obj.}}{f_{oc.}} \quad (21)$$

## 4 – CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO DIDÁTICO

O produto foi aplicado no 3º bimestre letivo na escola estadual José Cristiano Alves, localizada na cidade de São Thomé das Letras, sul do estado de Minas Gerais em uma turma de 1º Ano do ensino médio, composta por 19 alunos sendo 12 do sexo feminino e 7 do sexo masculino.

Dividimos o presente trabalho em cinco módulos distribuindo em 12 encontros de 50 minutos cada, abordando os assuntos da seguinte forma:

- Apresentação: Nessa secção teve como objetivo apresentar a sequência didática que seria trabalhada durante o bimestre letivo juntamente com alguns temas pertinentes à Astronomia
- 1º Módulo – Abordamos questões de Astronomia antiga e seus respectivos contextos históricos, indo da arqueoastronomia até os estudos de Isaac Newton e passando uma atividade de pesquisa.
- 2º Módulo – Falamos de alguns conceitos relevantes como a percepção do dia e da noite, das estações do ano, das fases a lua, dos eclipses e dos mares e oceanos. Explanamos também sobre o sistema solar e seus planetas, satélites, asteroides, meteoros meteoritos e meteoroides, além de abordar o sol e outras estrelas e fazendo alguns experimentos de astronomia.
- 3º Módulo – Nesse encontro estudamos a parte física como as leis de Kepler, a Lei da Gravitação Universal e as modalidades de energia no qual fizemos um jogo elaborado para o trabalho e chamado “batalha da física”.
- 4º Módulo – Abordamos questões sobre cosmologia, origem da vida e vida extraterrena, falando sobre vida inteligente fora da terra, ao final mostramos alguns vídeos.
- 5º Módulo – Abordaremos objetos para a observação celeste através de equipamentos como lunetas, telescópios e radiotelescópios fazendo uma observação celeste durante anoite.

#### 4.1 1º Encontro: Apresentação da sequência

O objetivo da apresentação foi apresentar a sequência didática que iríamos trabalhar durante o quarto bimestre letivo de física do ano de 2018 e começar com um questionamento: “afinal, para que serve a Astronomia?”.

Em nosso primeiro encontro, mostraremos aos alunos como será a mecânica da minicurso explicando cada passo que daremos com o intuito de definir o que faremos em cada etapa como mostra o Quadro 4.1:

Quadro 4.1: Cronograma dos encontros feitos no minicurso.

Módulo	Encontros	Conteúdo trabalhado
Apresentação	1º Encontro	Pra início de conversa
1º Módulo	2º Encontro	Explicação sobre a história da astronomia
	3º Encontro	Atividade de pesquisa
2º Módulo	4º Encontro	Aula sobre: Astronomia do dia a dia
	5º Encontro	Aula sobre: O sistema Solar
	6º Encontro	Experimento e cartazes
3ºMódulo	7º Encontro	Aula sobre: gravitação universal
	8º Encontro	Oficina de Exercícios sobre gravitação universal
	9º Encontro	Oficina de Exercícios sobre gravitação universal
4ºMódulo	10º Encontro	Aula sobre: cosmologia e vida extraterrena
	11º Encontro	Aplicação do Jogo de tabuleiro e do jogo “tira varetas”
5ºMódulo	12º Dia	Principais equipamentos de observação celeste

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

#### 4.2 Módulo 1 – Por dentro da história da Astronomia

Em nosso primeiro módulo, abordamos por meio de uma aula tradicional a Astronomia de forma abrangente resgatando a história da astronomia em determinadas épocas como a pré-história, o Mundo Antigo, a Idade Média e o que denominamos de A nova Astronomia baseada nos estudos de Isaac Newton.



Dividimos a turma em duas equipes e utilizamos uma atividade de pesquisa dando bases de como se deve pesquisar na internet. Esse módulo foi dividido em 2 aulas de 50 minutos cada.

#### **4.2.1 2º Encontro: Uma breve história da astronomia**

A história da astronomia se torna necessária por ser uma ciência central e fundamental pra humanidade. A Astronomia é ciência natural mais antiga estudada pelo ser humano, atraindo o encanto de observadores desde a civilização antiga, como vestígios relacionados à Astronomia em artes rupestres encontrados em diversos sítios arqueológicos no Brasil (Jalles e Silveira, 2010).

O ensino de história da Astronomia é de fundamental importância para alunos do ensino fundamental e médio, pois valoriza o conhecimento acumulado com o passar dos anos acerca dos fatos históricos da astronomia:

*"valorização do conhecimento historicamente acumulado, considerando o papel de novas tecnologias e o embate de ideias nos principais eventos da história da Astronomia até os dias de hoje" (PCN, 1998).*

Nesse sentido, podemos perceber a importância da ciência em espaços formais e não formais de educação.

Fizemos uma breve explanação sobre a história da astronomia, por meio de uma aula expositiva, indo da arqueoastronomia, permeando com antigos gregos, mesopotâmicos, egípcios e chineses até a nova astronomia em que teve grande importância combinando suas leis com as confirmações de Kepler. Terminado a primeira aula, dividimos a turma em duas equipes: Equipe SOL e Equipe LUA e deixamos uma tarefa como pesquisa para o nosso segundo dia de aula.

#### **4.2.2 3º Encontro: Atividade de pesquisa**

O terceiro encontro consistiu em uma atividade de pesquisa em que foi previamente deixada dois textos de apoio em nosso segundo encontro. Os alunos foram divididos em duas equipes SOL e LUA e pesquisaram sobre astronomia tupi-guarani e constelações.

Nessa atividade, cada equipe entregou uma pesquisa da internet e redigida manualmente e cada equipe terá 15 minutos para apresentar e falar sobre o

seu material pesquisado pra a turma e os 20 minutos restantes para que o professor mostre como fazer uma pesquisa na internet de forma eficiente.

### **4.3 Módulo 2 – A astronomia do dia a dia e o nosso sistema Solar**

Esse módulo foi dividido em três encontro/aulas de 50 minutos cada abordando temas como a percepção do dia e da noite, das estações do ano, das fases da lua, dos eclipses e dos mares e oceanos no quarto encontro, o estudo do sistema solar onde foi explanado temas como os planetas e seus satélites, os asteroides, os cometas, os meteoros, meteoritos e meteoroides, o sol dentre outras estrelas no nosso quinto e ao final, será realizado uma amostra de experimentos e cartazes.

#### **4.3.1 4º Encontro: Compreendendo alguns fenômenos**

O nosso quarto encontro foi baseado em uma aula expositiva sobre a percepção de alguns conceitos de astronomia no nosso dia a dia.

#### **4.3.2 5º Encontro: O sistema Solar**

Nesse segundo dia falaremos do Sistema Solar, de sua origem, dos planetas e os seus satélites que o compõe, de asteroides, de cometas, de meteoros, meteoritos e meteoroides.

Ao final desta aula expositiva dividimos a turma em seis equipes e entregamos aos alunos uma lista de experimento, conforme mostrado no anexo A, que eles podem se basear para o nosso próximo encontro.

#### **4.3.3 6º Encontro: Experimentos e cartazes**

O sexto encontro foi destinado para a apresentação dos experimentos e cartazes.

A utilização de experimentos e cartazes vai de encontro com a forma tradicional e que deixa distante o prazer do aluno em aprender. “A realização de atividade experimental é sempre um evento marcante, desafiador e inestimável do ponto de vista cognitivo e

pode ser realizado tanto pelos alunos quanto pelo professor” (SILVA & REIS, 2013, p.41).

Nessa aula, dividimos os alunos em seis equipes. Três apresentam cartazes e os outros três apresentam experimentos. As turmas que ficarem encarregadas de fazerem os experimentos terá como base os experimentos de apoio do apêndice A sem que somente repliquem os experimentos. Os experimentos de apoio devem servir de pontapé para outras pesquisas de experimentos. Cada equipe deverá apresentar o experimento e explicar os conceitos envolvidos.

#### **4.4 Módulo 3 – A física do Cosmo**

Esse módulo foi dividido em 3 aulas de 50 minutos. No primeiro encontro fizemos uma revisão acerca da gravitação universal e as leis de Kepler. Nos dois encontros fizemos exercícios sobre o tema.

##### **4.4.1 7º Encontro: Gravitação Universal**

O objetivo desse dia é recordar o conteúdo de gravitação universal previamente trabalhado de modo que o aluno tenha uma visão geral sobre o tema. Para isso, utilizaremos uma aula expositiva com apostila que se encontra no apêndice B e apresentações em Power point como recursos didáticos.

##### **4.4.2 8º e 9º Encontros: Oficina de exercícios**

Essa atividade tem um enfoque em uma oficina de resoluções de questões de Física. Nela, questões de física são debatidas, colocando os alunos não só para fazer no caderno, como no quadro, tirando dúvidas. Nesse momento o professor deve observar onde se encontram as dificuldades matemáticas dos alunos e tentar sanar.

Nesses aplicamos a oficina de exercício de gravitação universal. O professor deve ter em mente que estes passos não é simplesmente entregar baterias de exercícios e ajudar os alunos a resolver. Não existe uma receita padrão para a resolução de problemas de física.

No nosso 8º encontro dividimos a turma em quatro equipes com quatro baterias de exercícios contendo 11 questões que constam no apêndice C, e cada equipe fica encarregada de resolver uma bateria de exercícios.

## **4.5 Módulo 4 – Cosmologia e vida extraterrena**

No penúltimo módulo abordamos assuntos referentes sobre a origem, estrutura e evolução do universo, vida extraterrena e fixaremos os exercícios feitos no módulo 3 através de dois jogos.

### **4.5.1 10º Encontro: Cosmologia e vida extraterrena**

No 4º Encontro falamos sobre cosmologia, e origem da vida e vida extraterrena, abordando questões como vida inteligente fora da Terra e ao final, utilizamos dos jogos para fixar o conteúdo aprendido no módulo 3.

### **4.5.2 11º Encontro: Usando jogos**

Nesse encontro, aplicamos dois jogos. O primeiro jogo mostrado na imagem 4.13 e 4.14 é chamado de tira-varetas que consistia em um tubo de garrafa PET com vários furinhos ao seu redor e atravessado por varetas de cores diferentes com bolas de gude dentro do tubo. Os alunos respondiam perguntas e se errassem, deveriam tirar as varetas. Perdia quem deixasse as bolinhas de gude cair. O segundo jogo chamado batalha da física, feito especialmente para essa dissertação, é um jogo de tabuleiro e de perguntas e respostas.

## **4.6 Módulo 5 – Olhando para o céu através de equipamentos**

### **4.6.1 12º Encontro: Principais equipamentos de observação celeste**

Para finalizar, abordaremos objetos para a observação celeste através de equipamentos como lunetas, telescópios e radiotelescópios.

Após um breve resgate do que foi aprendido, fizemos observação celeste mostrado na imagem 4.16 e 4.17. Foi mostrado como se utiliza uma carta celeste como se utiliza os programas “Stellarium”. “SKYMAP”.

## 5. RELATO DA APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O produto foi aplicado no 3º bimestre letivo na escola estadual José Cristiano Alves, localizada na cidade de São Thomé das Letras, sul do estado de Minas Gerais em uma turma do 1º Ano do ensino médio, composta por 19 alunos sendo 12 do sexo feminino e 7 do sexo masculino.

Para alcançar os objetivos gerais e específicos realizamos uma revisão bibliográfica com base em pesquisas sobre o tema em artigos, dissertações de mestrado, teses de doutorado, livros, vídeos do youtube. A partir dos resultados obtidos na revisão bibliográfica elaboramos o produto educacional, a sequência didática e aplicamos em sala de aula.

O produto educacional é uma sequência didática em formato de minicurso sobre Astronomia sendo composto por 12 encontros divididos em uma introdução e cinco módulos.

### 5.1 1º ENCONTRO: PRA INÍCIO DE CONVERSA

Nessa secção apresentamos a sequência didática que foi trabalhada durante o quarto bimestre letivo de 2018 mostrando alguns temas pertinentes à Astronomia. Nesse primeiro encontro podemos perceber através da Figura 5.1 (a) e (b) que alguns alunos estavam indiferentes na apresentação do minicurso.

Figura 5.1 – (a) Dia da apresentação do minicurso, alguns alunos se apresentam indiferentes e (b) Slide de capa de apresentação do minicurso.

(a)

(b)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

## **5.2 MÓDULO 1 – EXPLICAÇÃO SOBRE A HISTÓRIA DA ASTRONOMIA**

No primeiro módulo, abordamos a Astronomia de forma abrangente, resgatando a história da astronomia em determinadas épocas como a pré-história, o Mundo Antigo, a Idade Média e o que denominamos de A nova Astronomia, baseada nos estudos de Isaac Newton. Dividimos a turma em duas equipes onde utilizamos uma atividade de pesquisa dando bases de como se deve pesquisar na internet. Esse módulo foi dividido em 2 aulas de 50 minutos cada.

### **5.2.1 2º Encontro: Uma breve história da astronomia**

A história da astronomia é necessária por ser uma ciência central e fundamental pra humanidade. A Astronomia, como ciência natural mais antiga estudada pelo ser humano, atrai o encanto de observadores desde a civilização antiga, como vestígios presentes nas artes rupestres encontrados em diversos sítios arqueológicos no Brasil (Jalles e Silveira, 2010).

O ensino de história da Astronomia é de fundamental importância para alunos do ensino fundamental e médio, pois valoriza o conhecimento acumulado com o passar dos anos acerca dos fatos históricos da astronomia:

*"valorização do conhecimento historicamente acumulado, considerando o papel de novas tecnologias e o embate de ideias nos principais eventos da história da Astronomia até os dias de hoje" (PCN, 1998).*

Fizemos uma breve explanação sobre a história da astronomia indo da arqueoastronomia, permeando com antigos gregos, mesopotâmicos, egípcios e chineses até a nova astronomia que teve grande importância combinando as leis de Newton leis com as confirmações de Kepler. Ao final do nosso segundo encontro, a turma foi dividida em duas equipes: Equipe SOL e Equipe LUA e deixamos uma tarefa de pesquisa, entregamos dois textos de apoio para cada equipe e o tema a ser pesquisado para o nosso terceiro encontro.

### **5.2.2 3º Encontro: Atividade de pesquisa**

O terceiro encontro consistiu em uma atividade de pesquisa em que foi previamente deixada dois textos de apoio em nosso segundo encontro. Os alunos foram divididos em duas equipes SOL e LUA onde pesquisaram sobre astronomia tupi-guarani e constelações.

Nessa atividade, cada equipe entregou a pesquisa da internet e redigida manualmente previamente deixada no segundo encontro e teve 15 minutos para

apresentar, falar sobre o seu material pesquisado pra a turma. Os 20 minutos restantes foram usados para mostrar como fazer uma pesquisa na internet é feita de forma eficiente.

### **5.3 MÓDULO 2 – A ASTRONOMIA DO DIA A DIA E O NOSSO SISTEMA SOLAR**

Esse módulo foi dividido em três aulas de 50 minutos cada, no quarto encontro foram abordados temas variados de Astronomia. No quinto encontro abordamos, através de uma aula expositiva, o estudo do sistema solar onde foi explanado temas como os planetas e seus satélites, os asteroides, os cometas, os meteoros, meteoritos e meteoroides, o sol dentre outras estrelas fora do Sistema Solar. No sexto encontro fizemos uma amostra de experimentos e cartazes.

#### **5.3.1 4º Encontro: Compreendendo alguns fenômenos**

O nosso quarto encontro foi baseado em uma aula expositiva sobre a percepção do dia e da noite, das estações do ano, das fases da lua, dos eclipses e dos mares e oceanos.

#### **5.3.2 5º Encontro: O sistema Solar**

No quinto encontro fizemos uma aula expositiva sobre o Sistema Solar e sua origem, dos planetas e os seus satélites que o compõe, de asteroides, de cometas, de meteoros, meteoritos e meteoroides.

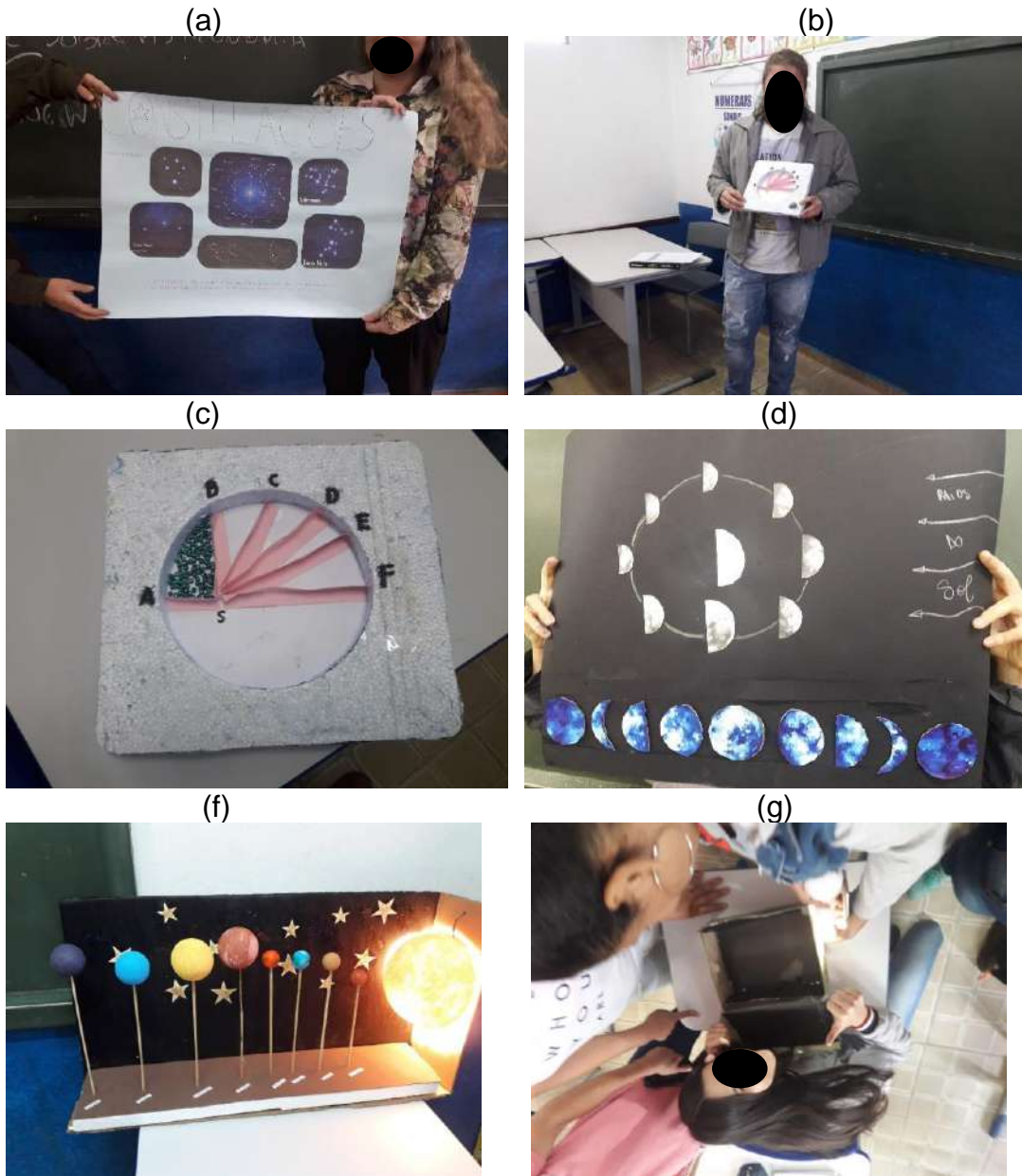
Ao final desta aula expositiva dividimos a turma em seis equipes e entregamos uma lista de experimentos, conforme mostrado no anexo A, para que eles pudessem se basear para o nosso próximo encontro.

#### **5.3.3 6º Encontro: Experimentos e cartazes**

O sexto encontro foram realizadas as apresentações dos experimentos e cartazes. A utilização de experimentos e cartazes vai de encontro com o modelo tradicional e que deixa distante o prazer do aluno em aprender. “A realização de atividade experimental é sempre um evento marcante, desafiador e inestimável do ponto de vista cognitivo e pode ser realizado tanto pelos alunos quanto pelo professor” (Silva & Reis, 2013, p.41).

Os experimentos de apoio serviram de pontapé para outras pesquisas de experimentos. Cada equipe deverá apresentar o experimento e explicar os conceitos envolvidos. A Figura 5.2 mostra alguns experimentos e cartazes apresentados pelos alunos.

Figura 5.2: (a) Aluna apresentando o cartaz sobre as constelações e (b) aluno mostrando seu experimento sobre as leis de Kepler, feito com isopor, cartolina e missangas (c) detalhe do experimento sobre as leis de Kepler (d) aluna tímida esconde o rosto com o cartaz sobre as fases da Lua. (f) maquete sobre o sistema Solar (fora de escala) e (g) experimento das fases da Lua.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).



## **5.4 MÓDULO 3 – A FÍSICA DO COSMO**

Esse módulo foi dividido em 3 aulas de 50 minutos. No sétimo encontro fizemos uma revisão acerca da gravitação universal e as leis de Kepler. E no oitavo e nono e encontros foram propostos exercícios sobre Gravitação Universal.

### **5.4.1 7º Encontro: Gravitação Universal**

O objetivo desse dia foi de recordar o conteúdo de gravitação universal previamente trabalhado em sala de aula para que o aluno tenha uma visão geral sobre o tema. Para isso, utilizamos uma aula expositiva fundamentada na apostila que se encontra no apêndice B e apresentações em PowerPoint como recursos didáticos.

### **5.4.2 8º e 9º Encontros: Oficina de exercícios**

Essa atividade teve um enfoque em uma oficina de resoluções de questões de Física. Nela, questões de física foram debatidas, colocando os alunos para responder uma bateria de exercícios. Nesse momento o professor observa onde se encontram as dificuldades matemáticas e conceituais dos alunos e tentando saná-las.

No 8º encontro dividimos a turma em quatro equipes como mostra a Figura 5.3 e cada equipe ficou encarregada de responder uma bateria de exercícios contendo 11 questões que constam no Apêndice C.

Figura 5.3: Fotos da turma dividida em equipes e cada equipe com o intuito de resolver uma bateria de exercícios com 11 questões (a) a equipe TERRA, que preferiu resolver as suas perguntas em uma sala, (b) as equipes FOGO um pouco mais à frente da imagem e ÁGUA ao fundo preferiram fazer os exercícios em sala juntamente com a equipe (c) AR.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Ao final do oitavo encontro entregamos todas as baterias de exercícios para todos os alunos resolverem em casa. O nono encontro foi disponibilizado para debater as questões removendo quaisquer dúvidas relacionadas as mesmas.

## 5.5 MÓDULO 4 – COSMOLOGIA E VIDA EXTRATERRENA

No módulo quatro, abordamos assuntos referentes a origem, estrutura e evolução do universo, vida extraterrena de modo a fixar os exercícios apresentados no módulo 3 através de dois jogos.

### 5.5.1 10º Encontro: Cosmologia e vida extraterrena

No 10º Encontro falamos sobre cosmologia, e origem da vida e vida extraterrena, abordando questões como vida inteligente fora da Terra e “causos” de aparições de extraterrestres na cidade ao final, utilizamos dos jogos para fixar o conteúdo aprendido no módulo 3.

### 5.5.2 11º Encontro: Usando jogos

Nesse encontro, foram aplicados dois jogos. A ideia de colocar os jogos nesse encontro foi de apresentar as regras e deixá-los no armário da sala de turma. O primeiro jogo mostrado na Figura 5.4 é chamado de tira-varetas que consistia em um tubo de garrafa PET com vários furinhos ao seu redor e atravessado por varetas de cores diferentes com bolas de gude dentro do tubo. Os alunos respondiam perguntas sobre Gravitação Universal e Astronomia e se errassem, deveriam tirar as varetas. Perdia quem deixasse as bolinhas de gude cair.

Figura 5.4 – As imagens dos alunos em sala de aula (a) e (b) mostram a interação dos alunos com o jogo “tira varetas”.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

O segundo jogo chamado Batalha da Física, feito especialmente para essa dissertação, é um jogo de tabuleiro com perguntas e respostas conforme mostrado na Figura 5.5.

Figura 5.5 – Tabuleiro do jogo Batalha da Física, com a distribuição das fichas e peões.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

## 5.6 MÓDULO 5 – OLHANDO PARA O CÉU ATRAVÉS DE EQUIPAMENTOS

### 5.6.1 12º Encontro: Principais equipamentos de observação celeste

Para finalizar, falamos de objetos para a observação celeste através de equipamentos como lunetas, telescópios e radiotelescópios. Após um breve resgate do que foi aprendido, fizemos observação celeste mostrado na Figura 5.6. Foi mostrado como se utiliza uma carta celeste bem como os programas “Stellarium” e “SKYMAP”.

Figura 5.6 – (a) Imagem dos alunos na área externa da escola e (b) projeção do filme “We are NASA”.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.1 ANALISANDO OS RESULTADOS DO MÓDULO 1**

Verificamos que na apresentação do minicurso e no seu módulo 1 os alunos ficaram tímidos como podemos perceber pelo relato da aluna “APC” ao ser questionada sobre o motivo de estarem tímidos em sala de aula:

**APC:** “esse tipo de aula nunca tivemos não, ainda mais com o senhor batendo foto da gente. Nós ‘tá’ acostumado com o professor só escrevendo no quadro mesmo”

Pela fala da aluna fica evidente que os alunos nunca tiveram uma aula baseada em sequencias didáticas. Apesar das orientações de como funcionaria a sequência, muitos alunos não conseguiram entender a proposta.

### **6.2 ANALISANDO OS RESULTADOS DO MÓDULO 2**

A partir desse módulo percebemos que os alunos começaram a entender a dinâmica desse tipo de aula. Como dissemos que eles teriam que fazer cartazes e experimentos a partir de duas aulas expositivas desse módulo, eles ficaram mais atentos. A utilização de meios como cartazes e experimentos em que os alunos possam de fato, colocar a mão na massa, atrai a atenção deles.

### **6.3 ANALISANDO OS RESULTADOS DO MÓDULO 3**

Nesse módulo, percebemos que a grande maioria dos alunos se dedicaram em fazer os exercícios propostos. Apesar de alguns alunos ainda sentirem dificuldades em resolver algumas questões de física, constatamos o empenho em tentar resolvê-las. Um outro fator que verificamos durante a resolução de questões foi a troca de experiência entre os mesmos.

### **6.4 ANALISANDO OS RESULTADOS DO MÓDULO 4**

O espírito competitivo e de equipe ficou bem evidente nesse módulo. Não só pelo fato de os alunos terem que responder perguntas, como também por trocarmos informações com os seus amigos.

## 6.5 ANALISANDO OS RESULTADOS DO MÓDULO 5

Depois de 11 encontros chegamos ao final do minicurso, para finalizar começamos apresentando o programa “Stellarium” na área externa da escola, por falta de recursos suficientes não conseguimos fazer a observação celeste utilizando telescópio. O aluno LFB sintetiza o nosso produto:

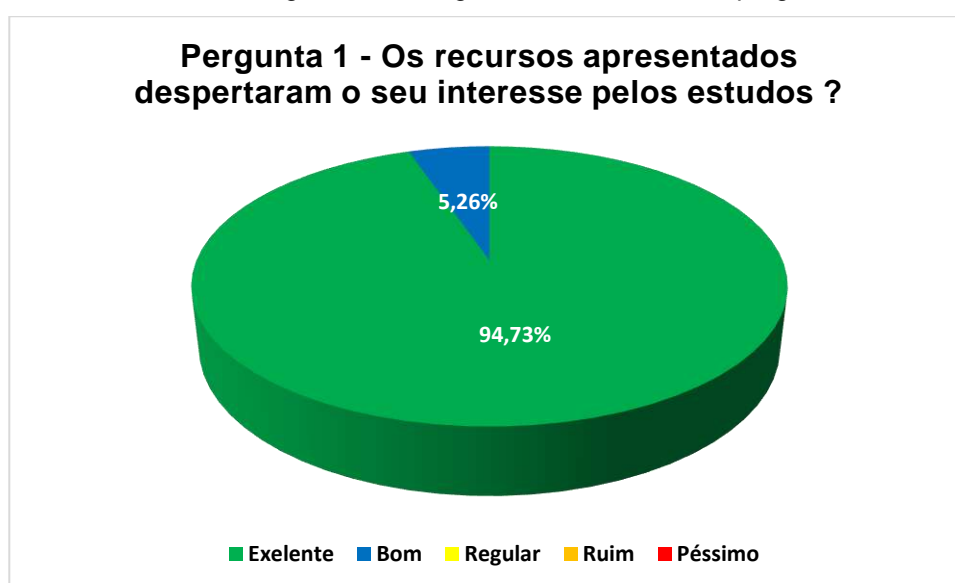
**LFB:** “nós nunca ‘tivemos’ uma aula com experimento, ou que nos fizesse olhar pro céu como o professor fez. Muitos alunos ficaram na molecagem, mas o mais importante é que foi diferente. Foi legal”.

## 6.6 ANÁLISE DA SEQUÊNCIA

A partir da entrega e análise do questionário de avaliação da sequência didática, que foi entregue ao final do minicurso, fizemos perguntas em que os alunos deveriam marcar as alternativas de acordo com o seu gosto. A cada pergunta os alunos deveriam responder entre ‘Excelente’, ‘Bom’, ‘Regular’, ‘Ruim’ e ‘Péssimo’.

**Pergunta 1** – “Os recursos apresentados despertam o seu interesse pelos estudos?”, mostrada na Figura 6.1, podemos perceber que o ensino, quando o é feito de forma diferenciada, mostra ser um grande atrativo no processo ensino-aprendizagem. O objetivo da pergunta foi de verificar se o uso de uma metodologia diferente despertaria o interesse do aluno para estudar.

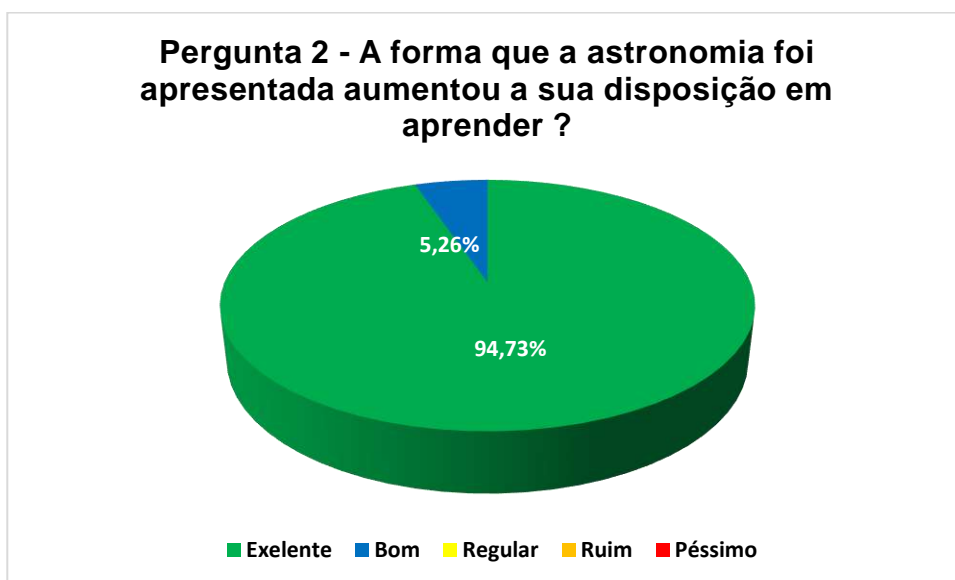
Figura 6.1 – Pergunta 1 – Resultado da pergunta 1.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

**Pergunta 2** – "A forma que a Astronomia foi apresentada aumentou a sua disposição em aprender?". O objetivo dessa pergunta é saber se houve alguma disposição em querer aprender. Os resultados estão plotados na Figura 6.2.

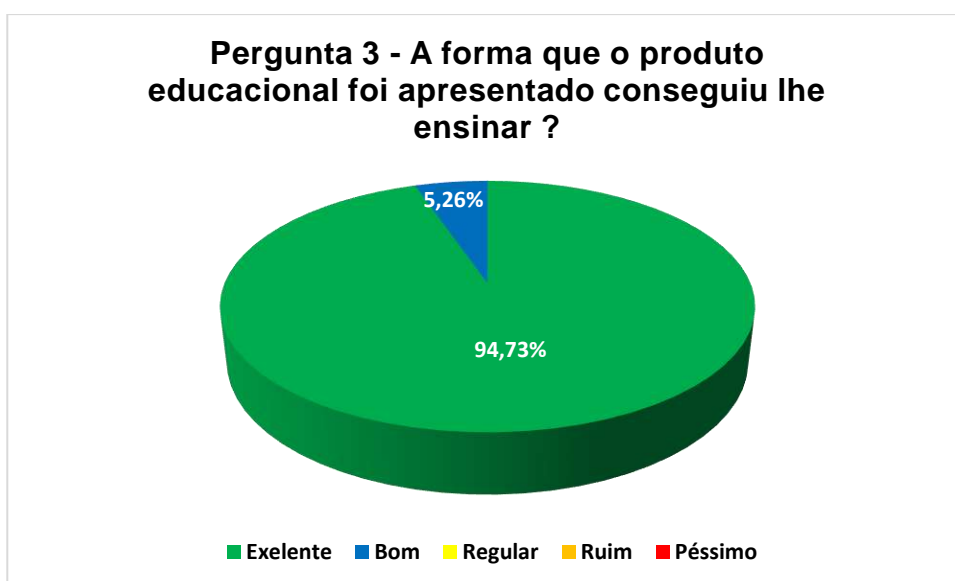
Figura 6.2 – Resultado da Pergunta 2.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

**Pergunta 3** – "A forma que o produto educacional foi apresentado conseguiu lhe ensinar?". O objetivo desse questionamento é saber se a forma que a sequência foi feita contribuiu com o ensino 94,73% dos alunos afirmaram com excelente como podemos ver na Figura 6.3.

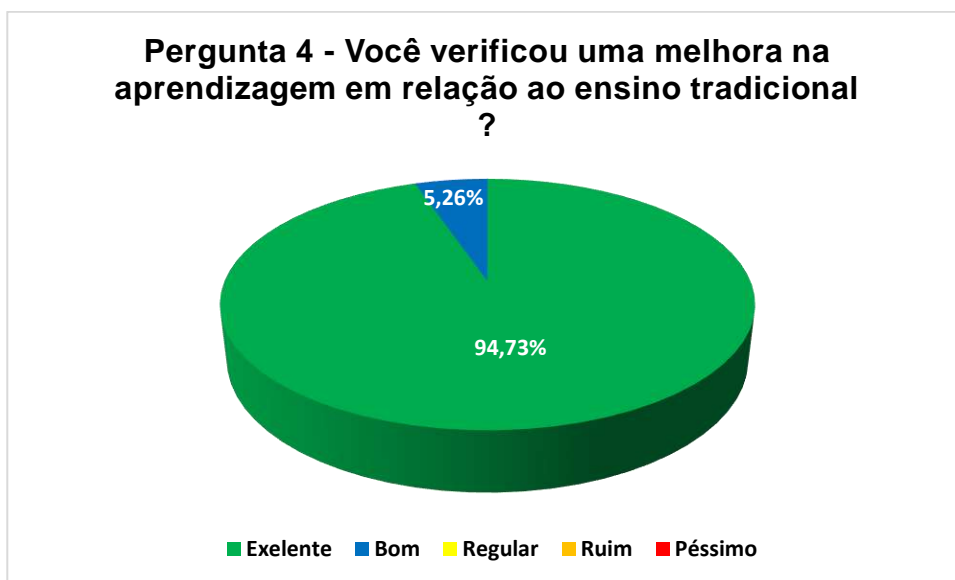
Figura 6.3 – Resultado da Pergunta 3.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

**Pergunta 4** – “Você verificou uma melhora na aprendizagem em relação ao ensino tradicional?” Dos 19 alunos, 19 concordaram, como mostra o Gráfico 6.4, que a sequência didática é excelente em relação à forma tradicional de ensinar.

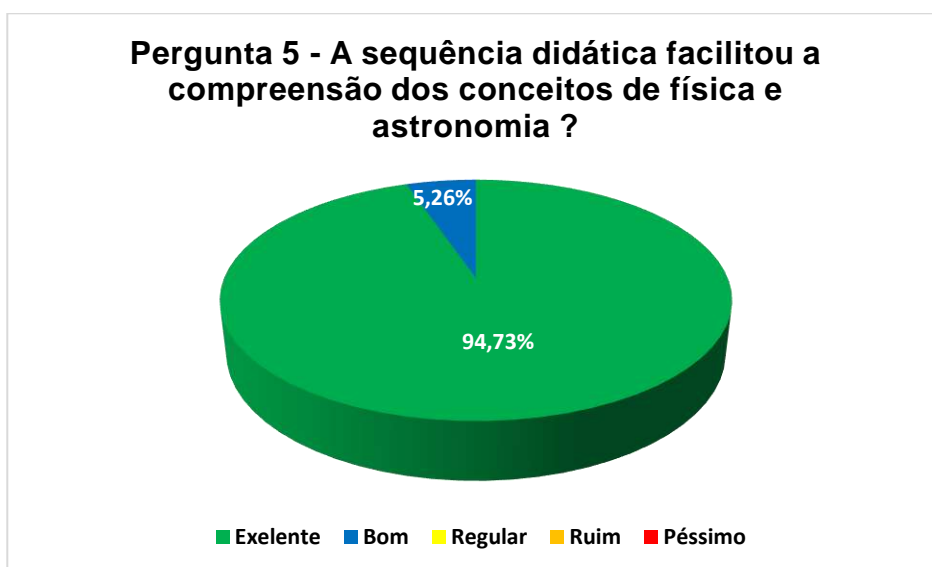
Gráfico 6.4 – Resultado da Pergunta 4.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

**Pergunta 5** – “A sequência didática facilitou a compreensão dos conceitos de Física e Astronomia?” A maioria dos alunos acreditam que essa compreensão se dá de forma excelente como mostra o Gráfico 6.5.

Gráfico 6.5 – Resultado da Pergunta 5.

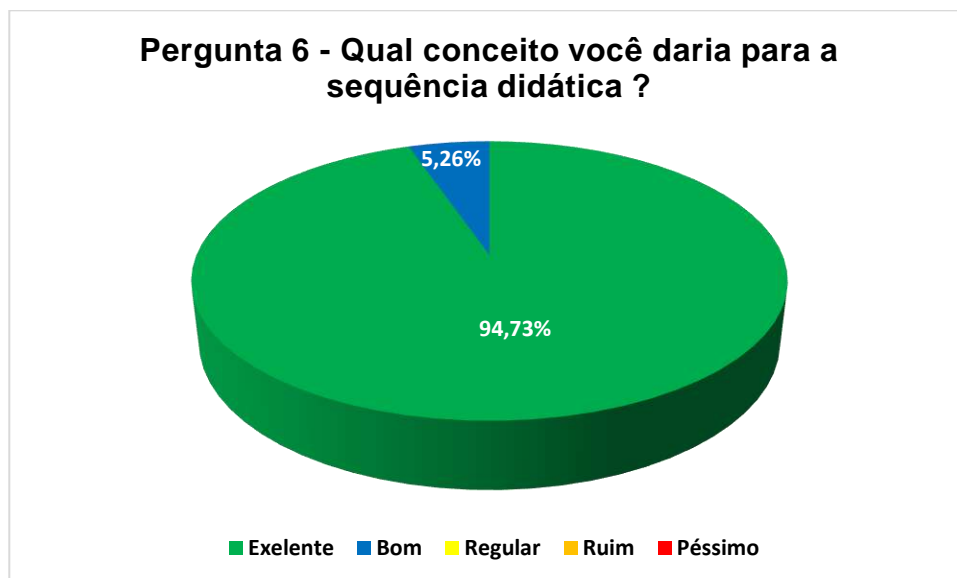


Fonte: Elaborado pelo autor (2019).



**Pergunta 6** – “Qual conceito você daria para a sequência didática?” A maioria dos alunos avaliaram como excelente como mostra o Gráfico 6.6.

Gráfico 6.6 – Resultado da Pergunta 6.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Através dos resultados obtidos com o questionário concluímos que quando utilizamos materiais potencialmente significativo os alunos se sentiram mais motivados para aprender, abertos e dispostos em trocar conhecimento entre eles.

Dos dezenove alunos questionados, dezoito alunos conceituaram a sequência didática com excelente acreditando que a os recursos apresentados despertou seu interesse, aumentando a sua disposição em aprender e que facilitando o seu entendimento de conceitos de física.

Em todas as perguntas, apenas aluno conceituou com Bom, porém não podemos afirmar que sempre o mesmo aluno tenha dado tal resposta.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o presente trabalho, encontramos muitas dificuldades para a implementação e execução do mesmo. A principal dificuldade encontrada foi o Sistema mineiro de ensino por ter regras de avaliação que não motiva o aluno a ser participativo na escola.

Por meio da sequência didática proposta neste trabalho foi possível perceber a importância de colocar o aluno como protagonista do processo de ensino-aprendizagem ancorando novos conhecimentos como:

- A óptica geométrica de instrumentos de observação astronômica como telescópios e lunetas;
- As três Leis de Kepler.

Verificamos através dos resultados das respostas do questionário de opinião que os alunos consideraram as atividades realizadas, principalmente os jogos didáticos, como importante para o seu aprendizado.

Concluimos que quando o aluno interage com outros alunos eles se sentem mais abertos a troca de conhecimento, motivados e disposto em aprender corroborando com a teoria sociointeracionista de Vigotsky e permitindo concluir que a mesma foi aplicada de modo correto.

A sequência didática revelou-se eficiente no processo de ensino e aprendizagem ancorando novos conhecimentos aos conhecimentos já preexistente na estrutura mental dos alunos evidenciando a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.

Dessa forma os resultados indicam que o uso de jogos no ensino de física é uma ferramenta importante que deve ser seriamente considerada pelo professor no seu planejamento didático. Pois foi verificado que seu uso influencia positivamente na motivação do aluno para a aprendizagem de conceitos de física.

## Referências Bibliográficas

- AFONSO, G. B.; NADAL, C. A.; *História da Astronomia do Brasil*; in Oscar T. Matsura (Org.); *Arqueoastronomia no Brasil*; vol. 1; 2013.
- AMARAL, P.; *O ensino de Astronomia nas séries finais do ensino fundamental: uma proposta de material didático de apoio ao professor*; Programa de pós-graduação no ensino de ciências; Mestrado Profissional no Ensino de Ciência; Universidade de Brasília; 2008.
- ARAGÃO, Rosália Maria Ribeiro. **Ensino de Ciências: Fundamentos e abordagens**. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000. 182 P.
- AUSUBEL, D. P; NOVAK, J. D.; HANESIAN. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AUSUBEL. David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva 1.**ª Edição PT-467-Janeiro de 2003 p. 130 e 131.
- BELLUCCO, Alex; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, [s.l.], v. 31, n. 1, p.30-59, 25 nov. 2013. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n1p30>.
- BRASIL, 1999. **Parâmetros curriculares nacionais do ensino médio** / ministério da educação, secretário de educação média e tecnológica, Brasília, MEC, SEMTEC, 2002, p. 360.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN: Parâmetros Curriculares Nacionais - ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC. 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais - ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC. 2002.
- CARRON, W; GUIMARÃES O. **As faces da Física**. 3º ed, editora: Moderna. São Paulo, 2006.
- DIAS, C. A. C. M. e SANTA RITA, J. R.; *Inserção da astronomia como disciplina curricular do ensino médio*; VÉRTICES, v. 9, n. 1/3, jan./dez. 2007; pág. 161-170.

- FEYNMAN, R.P. **Lições de Física de Feynman**. Edição definitiva, editora: Bookman. Porto Alegre, 2008.
- GALIAZZI, Maria do Carmo; GONÇALVES, Fábio Peres. **A natureza pedagógica da experimentação**: uma pesquisa na licenciatura em Química. Química Nova na Escola, São Paulo, v 27, n.2, p. 326-331, 2004.
- GASPAR, Alberto. **Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental**. São Paulo: Ática, 2003.
- GUAYDIER, P. **História da Física**. 1º ed, editora: livraria Martins Fontes. São Paulo, 1983.
- HALLIDAY, D; RESNICK R.; Walker, J. **Fundamentos da Física**, 10ªed, editora:LTC. Rio de Janeiro, 2014.
- HUIZINGA, J. 1938. **Homo Ludens**. Trad. João Paulo Monteiro. São Paulo, PERSPECTIVA S.A. 2000.
- KISHIMOTO, T. M. (Org.) **Jogo, Brinquedo, Brincadeira e Educação**. 14. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- MELO, Júlio de Fatima Rodrigues. de. **Desenvolvimento de atividades práticas experimentais no ensino de Ciências**- um estudo de caso. 2010, 75f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de Brasília. Brasília, 2010.
- MORAES, M. C. **Informática educativa no Brasil**: um pouco de história. *Em Aberto*. Brasília, v.12, n.57, p.17-26, jan/mar. 1993.
- MORAES, R.; GOMES, V. Uma Unidade de Aprendizagem sobre Unidades de Aprendizagem. In: GALIAZZI, M C; AUTH, M; MORAES, R; MANCUSO, R. (org.) **Construção Curricular em Rede na Educação em Ciências – uma proposta de pesquisa na sala de aula**. Ijuí: ed.Unijuí, 2007.
- MORAIS, Marta Boissou; ANDRADE, Maria Hilda de Paiva. **Ciências - ensinar e aprender**. Belo Horizonte:Dimensão, 2009.
- MOREIRA, M.A. (2006). **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da UnB.
- Moreira, M.A. e Masini, E.A.F. (2006). **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2ª ed. São Paulo: Centauro Editora.
- MOREIRA, M.A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Porto Alegre: Instituto
- MOREIRA, Marco Antônio. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: UNB, 2006.

- MUNFORD, Danusa; LIMA, *Maria Emília Caixeta de Castro*. **Ensinar Ciências por investigação**: em que estamos de acordo? 2008.
- NUSSENZVEIG, H.M. **Curso de Física Básica**, 4ªed, editora: Edgard Blücher LTDA. São Paulo, 2002.
- OSTERMAN, F; CAVALCANTI, C. **Teorias da aprendizagem**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Instituto de Física, 2010.
- PIAGET, J. **Seis estudos de Psicologia**. Tradução Maria Alice Magalhães D’Amorim e Paulo Sérgio Lima Silva. 24. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1999.
- PIRES, A.S.T. **Evolução das ideias da física**. 2º ed, editora :Livraria da Física. São Paulo 2008.
- RAMOS, Luciana Bandeira da Costa; ROSA, Paulo Ricardo da Silva. **O ensino de Ciências**: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do ensino fundamental. *Investigação em ensino de Ciências*. V.13, n.3, p.299-331, 2008.
- RICCI, T. F; GRAVINA, M. H. **Física Conceitual**. 9ºed, editora: ARTMED, pg. 544-588. Porto Alegre, 2002, reimpressão: 2008.
- VEIGA, I. P. A. **Profissão docente**: novos sentidos, novas perspectivas. Campinas (SP): ed. Papyrus, 2008.
- VIGOTSKI, L.; A **Formação Social da Mente**. Martins Fontes, 2007. VYGOTSKY, L.S. (1987). **Pensamento e linguagem**. 1º ed. brasileira. São Paulo, Martins Fontes.

# Anexo A – Exemplo de experimentos

## Exemplo 1 – Mini planetário

Recorte as bordas das Figuras A.1 e A.2 e cole nos locais indicados.

Figura A.1 – Hemisfério celeste Sul.

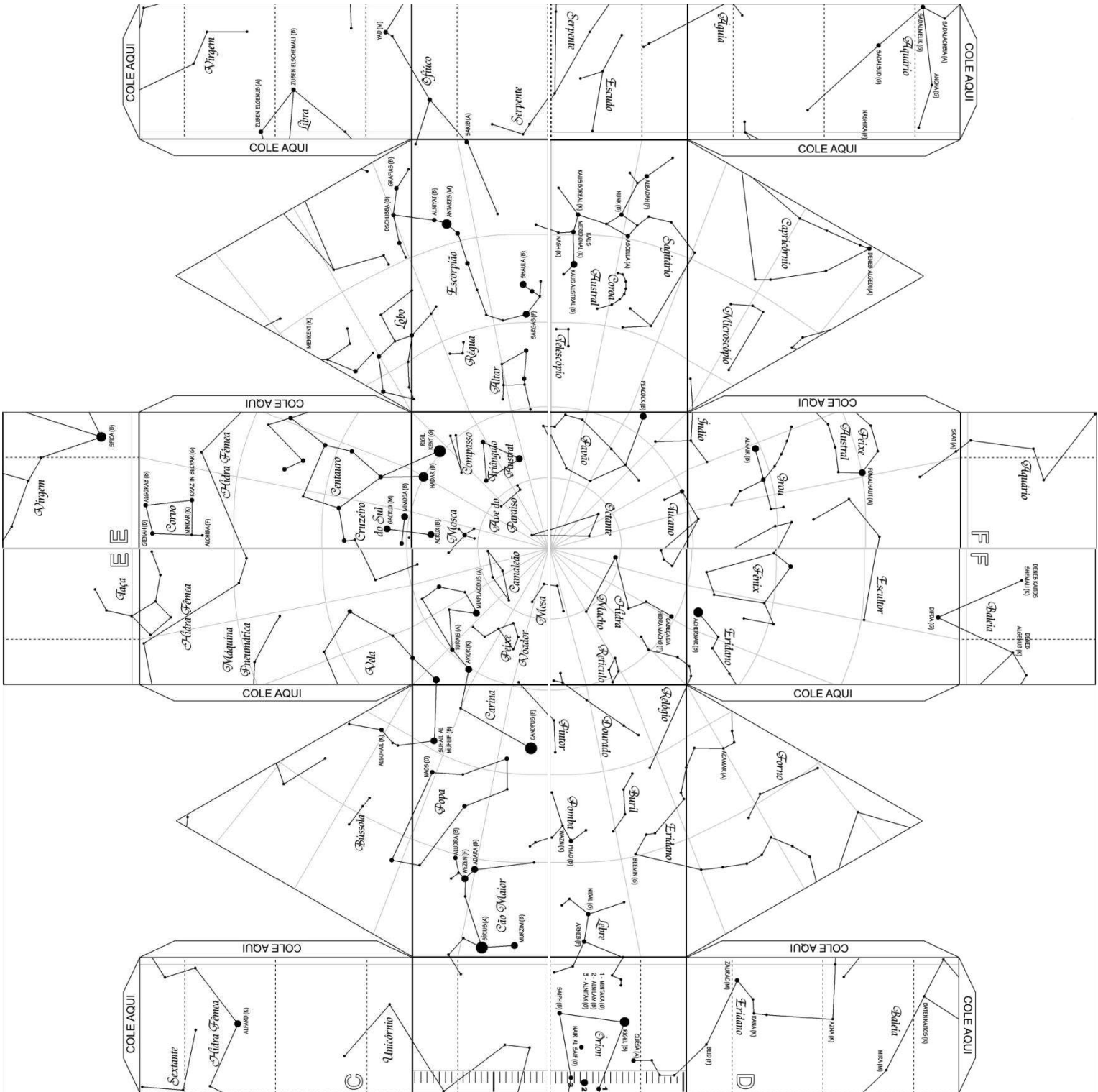
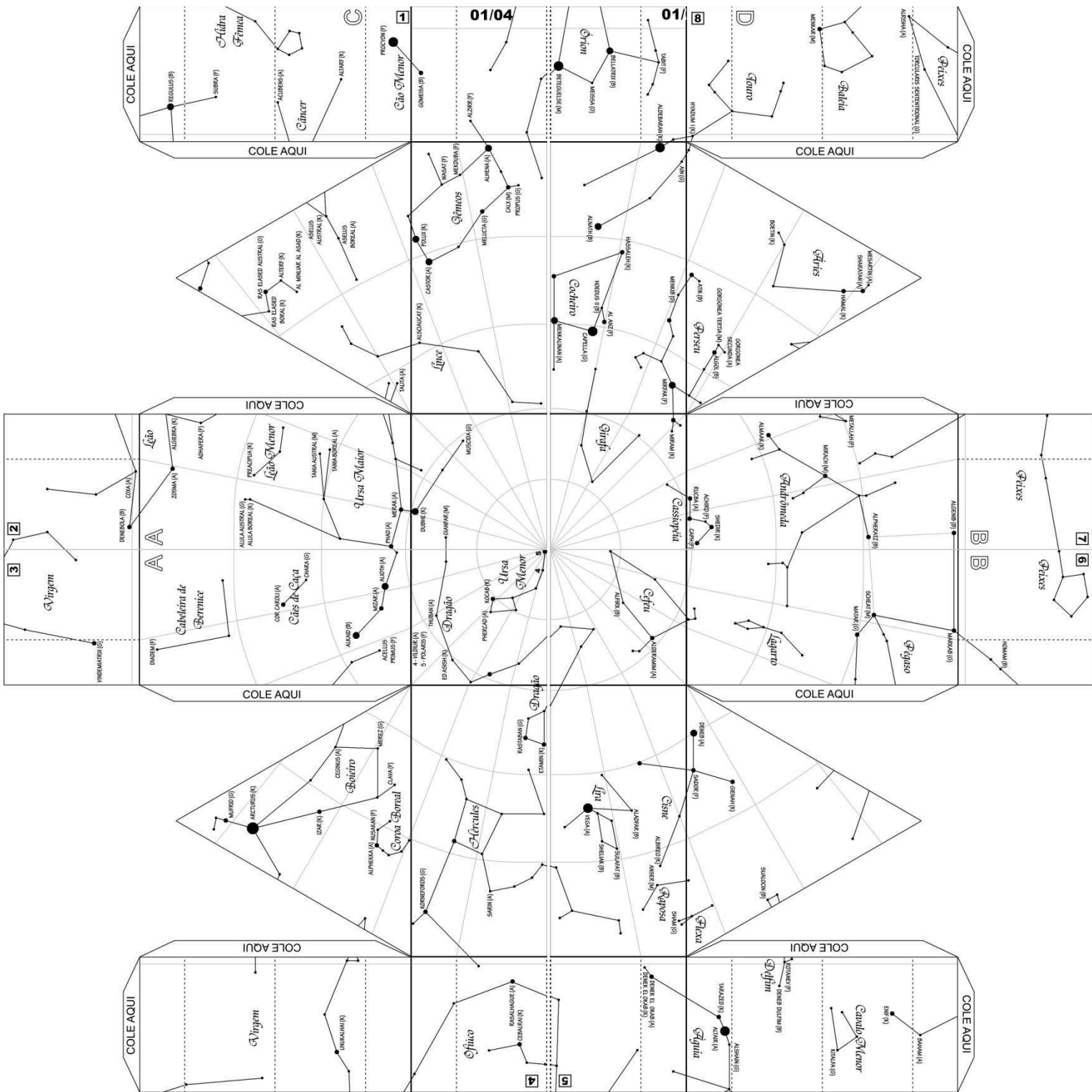
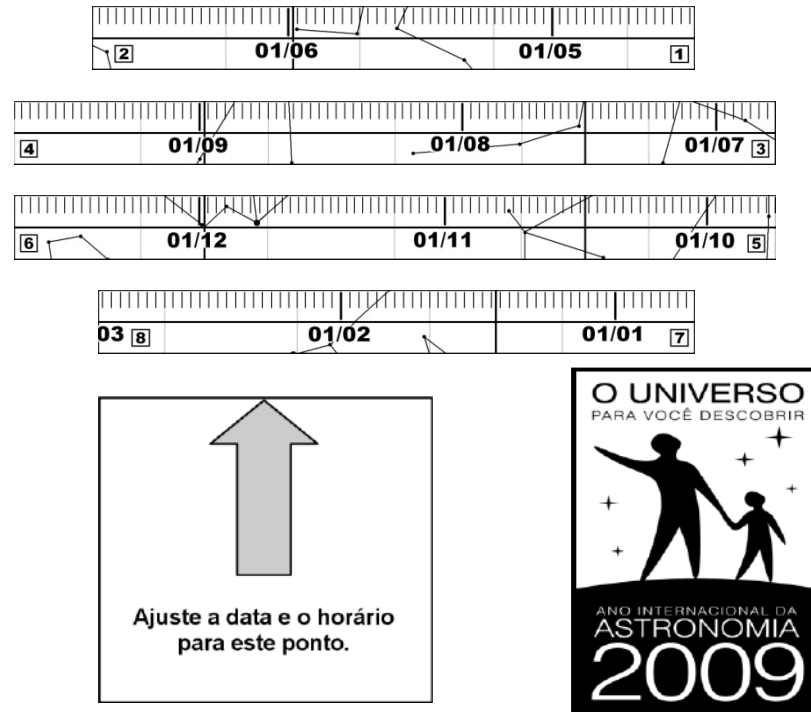


Figura A.2 – Hemisfério celeste Norte.



Recorte a Figura A.3 e cole no globo formado com as figuras A.1 e A.2.

Figura A.3: Restante das peças a serem cortadas para a montagem do miniplanetário.



**Hemisfério Celeste Sul**

## MINI-PLANETÁRIO

**Este material foi desenvolvido por Demetrius dos Santos Leão como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) em sua graduação em Física (Licenciatura) na Universidade Católica de Brasília (UCB) e posteriormente aprimorado durante seu ingresso no Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC), na Universidade de Brasília (UnB).**

**MAGNITUDES**

● ● ● ● ●

**-1 0 1 2 3**

O mini-planetário mostrará a céu de 00h00min do dia que está indicado pela ponta da seta que está na lateral da base. Para ajustar a hora, gire o mini-planetário no sentido horário de for antes da meia noite e, no sentido anti-horário, se for depois da meia-noite. A distância entre cada linha radial (que está destacada pelas linhas pontilhadas na parte central) representa uma hora. Por exemplo, se você quiser visualizar o céu do dia 1º de fevereiro, às 21 horas, proceda do seguinte modo: posicione o traço que indica o dia 01/02 na ponta da seta cinza lateral, rente à borda da caixa. Gire o corpo principal do mini-planetário no sentido horário (por que é antes da meia-noite) o espaço correspondente a 3 horas (24h menos 21h é igual a 3). Pratique este exemplo e invente outros da maneira que quiser. Bom divertimento!

Fonte: Leão, D.S.; Laranjeiras, C.C Mini planetário: um projetor portátil de baixo custo. PPGEC – UnB Volume 7, Pág. 16, 2012.



## Experimento 2 – Comparação entre os planetas

Existe uma diferença de volume gigantesca entre o Sol e os planetas. É possível constatar isso em tabelas que apresentam dimensões como diâmetro e volume do Sol e dos planetas. Essas tabelas, porém, não ajudam muito, porque é difícil imaginar as diferenças de tamanho apenas vendo valores numéricos. Mas, como é possível visualizar concretamente a diferença de tamanho entre os planetas e destes com o Sol?

### Materiais

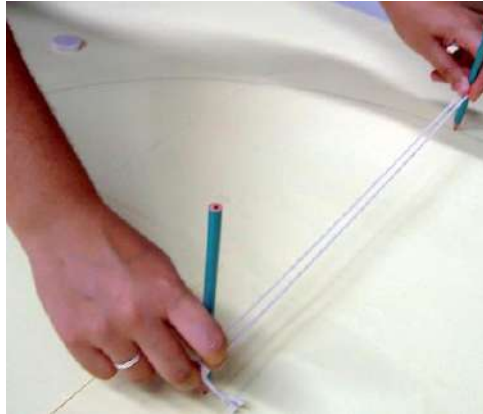
- 1 rolo de barbante
- 1 compasso
- 1 régua
- 2 lápis
- Folhas de papel pardo ou cartolinas amarelas.
- 1 folha de Papel A4
- Papel alumínio
- Jornais usados
- 1 balão de látex gigante, amarelo

Para permitir uma visão concreta do tamanho dos planetas e do Sol, represente o Sol por uma esfera ou disco de 800 mm (80 cm) de diâmetro e, conseqüentemente, represente os planetas por esferas ou discos com os seguintes diâmetros: Mercúrio (2,9 mm), Vênus (7,0 mm), Terra (7,3mm), Marte (3,9 mm), Júpiter (82,1 mm), Saturno (69,0 mm), Urano (29,2 mm), Netuno (27,9 mm) e Plutão, o planeta anão (1,3 mm).

Para fazer o disco do Sol, pode-se utilizar uma folha de papel pardo ou duas cartolinas amarelas devidamente emendadas. Para traçar o círculo de 80 cm de diâmetro, use um barbante com 82 cm de comprimento. Dobre o barbante ao meio e amarre as pontas com uma laçada.

Improvise um compasso colocando um lápis em cada uma das extremidades do barbante dobrado e amarrado. Fixe um dos lápis na dobra do barbante e com o outro lápis fixo na laçada, desenhe o círculo que representa o Sol sobre o papel pardo ou a cartolina, como mostrado na Figura A.4;

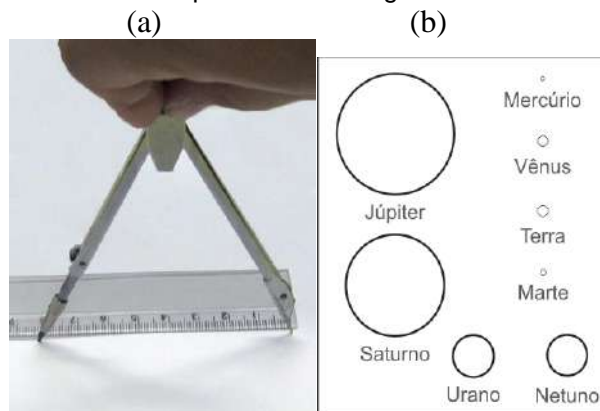
Figura A.4 – Desenho feito que representa o Sol.



Fonte: Programa AEB na escola.

Usando a régua, abra o compasso de acordo com o raio de cada planeta. Lembre-se que o raio é igual à metade do diâmetro. Desenhe sobre a folha de papel A4 cada um dos discos dos planetas e de Plutão, de acordo com as Figura A.5.

Figura A.5 – (a) Faça círculos com o transferidor com a (b)proporção apresentada na figura.



Fonte: Programa AEB na escola.

Agora vamos comparar os volumes desses astros. Para isso, faça os planetas menores amassando papel alumínio. Para fazer Júpiter e Saturno amasse jornal e sobre ele coloque o papel alumínio conforme a Figura A.6. Vá colocando cada “planeta” sobre o disco correspondente.

Figura A.6 – Amasse o papel alumínio como apresentado na figura.



Fonte: Programa AEB na escola.

Para representar o Sol, uma opção é usar um balão de látex amarelo grande (balão de aniversário), que é encontrado em casas de artigos para festas. Para encher o balão até o tamanho adequado, use um pedaço de barbante de comprimento (C) igual a 2,51 m, com as pontas amarradas. Lembre-se que  $C = 3,14 \times D$ , sendo  $D = 0,8$  m (o diâmetro que o balão deve ter). À medida que o balão vai enchendo, coloque o barbante no seu equador até que o barbante circunde, perfeitamente, o balão. Depois de prontos, coloque o “Sol” e os “planetas” lado a lado para comparar a diferença entre suas dimensões como na Figura A.7.

Figura A.7 – Amasse o papel alumínio conforme a figura.



Fonte: Programa AEB na escola.

Fonte: Programa AEB na escola.

### **Experimento 3 – Estações do Ano.**

João Batista Garcia Canalle  
Instituto de Física - UERJ

#### **✓ Introdução**

Este fenômeno que atinge a todos é de fácil explicação para quem já o entendeu e de difícil compreensão para quem está tentando entendê-lo, principalmente quando se está usando os livros e suas figuras para entendê-lo. Como já tivemos oportunidade de constatar junto a professores da Rede Pública de Ensino,

da pré-escola ao segundo grau, as dificuldades dos professores em entenderem este fenômeno a partir de textos e figuras, desenvolvemos o experimento abaixo descrito, que é de fácil construção e de baixo custo, para facilitar a compreensão deste fenômeno.

✓ **A Montagem do Experimento**

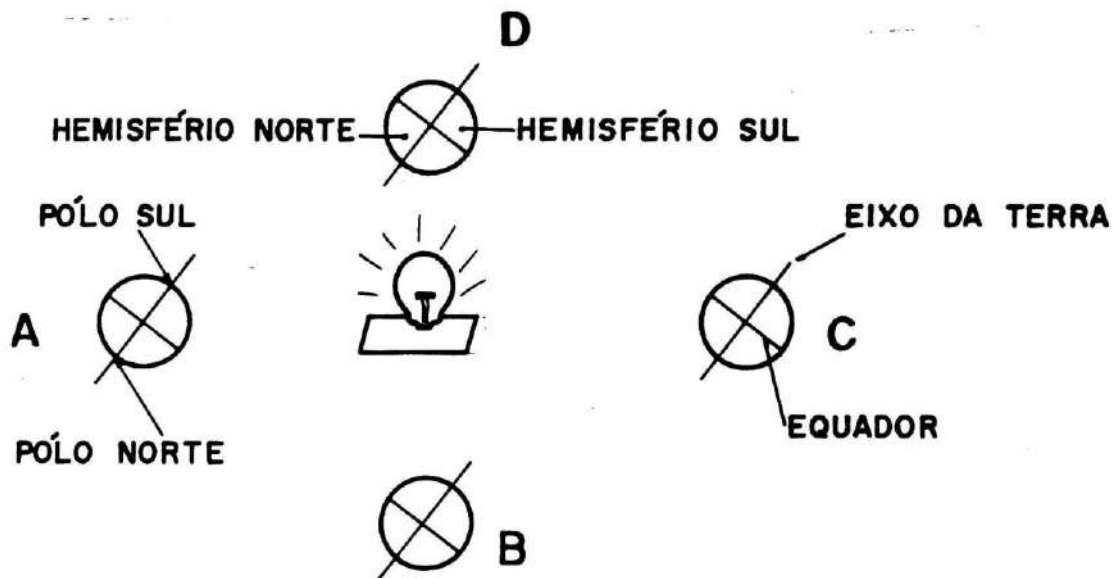
Providencie cerca de 3 m de fio branco paralelo, conecte um plug numa das extremidades e um soquete na outra. Fixe este soquete num pedaço de madeira (use soquete que já tenha um furo em seu interior próprio para passar um parafuso e assim fixar na madeira). Isole com fita isolante os terminais do fio no soquete. Coloque uma lâmpada de 60 W neste soquete e sobre a lâmpada fixe, com fita adesiva (durex), um disco de papel alumínio com cerca de 5 cm de diâmetro, para que ela não ofusque sua vista e a dos alunos que estarão ao seu redor.

Se você dispuser de um globo terrestre, use-o, caso contrário, providencie uma bola de isopor de 15 a 30 cm de diâmetro. Essas bolas são separáveis em dois hemisférios que se encaixam. Separe os dois hemisférios e fure-os em seus centros (de dentro para fora) com uma vareta de pipa ou similar. Feche a bola e atravesse-a com a vareta. A vareta representará o eixo de rotação da Terra. Providencie algum suporte para a lâmpada (livros, cadernos, caixa de sapatos, etc.) tal que seu filamento fique aproximadamente na mesma altura do centro da bola de isopor. Ligue o plug numa tomada e terá o “Sol” aceso e iluminando a Terra (bola de isopor). Claro que para isso você precisa de um ambiente escurecido. Também é bom que se chame à atenção para o fato de que a bola de isopor e a lâmpada que representam a Terra e o Sol estão fora de escala.

✓ **A Explicação do Fenômeno**

Geralmente se realiza esta demonstração sobre uma mesa. Note, então, que se a vareta (eixo da Terra) estiver perpendicular à mesa, os dois hemisférios da Terra são igualmente iluminados e se assim fosse, não haveria estações do ano, pois a luz solar atingiria os mesmos pontos da Terra sempre com a mesma intensidade. Incline, então, o eixo da Terra (vareta de pipa que você está segurando) cerca de 23,5 graus (ou seja, aproximadamente  $\frac{1}{4}$  de 90 graus). Veja a Figura A.8 abaixo.

Figura A.8 – Esquema das posições A, B, C, D do globo



Fonte: Programa AEB na escola.

Agora sim é visível que um hemisfério está mais iluminado do que o outro. Naquele mais iluminado é verão e no outro é inverno. Vamos supor que você começou inclinando sua Terra (bola de isopor) como mostramos no ponto A, então é verão no hemisfério Sul e inverno no Norte, se você deslocar a bola para a posição C (posição da Terra 6 meses depois de A) você verá que o hemisfério Sul está menos iluminado do que o Norte, logo, será inverno no hemisfério Sul e verão no Norte. Nas posições B e D ambos hemisférios são igualmente iluminados, como você pode ver se fizer a experiência (ou conseguir imaginá-la). Em B, no hemisfério Sul, será outono e no Norte será primavera. Em D, no hemisfério Sul será primavera e no Norte será outono. Se você estiver usando um globo terrestre o eixo já vem inclinado de 23,5 graus, pois esta é a inclinação do eixo da Terra em relação ao plano da sua órbita (trajetória) ao redor do Sol.

O globo tem o polo sul na sua parte inferior, mas isso é só costume do fabricante em colocá-lo assim, nada impede que você inverta seu globo. Se você quiser aumentar mais o contraste entre a parte mais iluminada e a menos iluminada, incline um pouco mais o eixo da Terra, digamos uns 45 graus, mas avise seus alunos que você está exagerando.

Outro ponto fundamental desta demonstração é que o eixo da Terra está sempre paralelo a ele mesmo, ou seja, se você começou a demonstração com o eixo da Terra apontando em direção a uma parede da sua sala, por exemplo, então ele deverá continuar apontando da mesma forma para a mesma parede quando a bola passar pelos pontos A, B, C e D. Como você está vendo a explicação não tem nada a ver com a distância da Terra ao Sol.

## Experimento 4 – Astrolábio rudimentar.

### Introdução

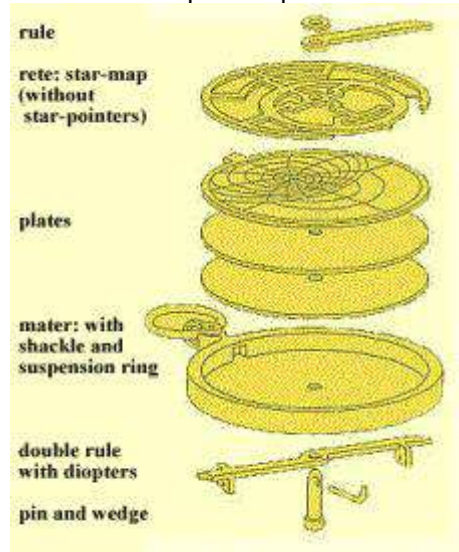
As origens do astrolábio remontam à Grécia antiga, com Apolônio, o grande estudioso de cônicas. Foi Hiparco de Nicéia que, apesar de não ter inventado o astrolábio, desenvolveu toda a teoria de projeções sem a necessidade de trigonometria esférica, fornecendo os alicerces teóricos para a construção do astrolábio.

Um astrolábio é uma representação da esfera celeste num plano. Seu nome deriva do grego astron, que significa corpo celeste, e lambanien, que significa apanhador, sendo astrolábio, portanto, o apanhador de corpos celestes. O astrolábio sofreu diversas modificações com o decorrer do tempo. Inicialmente, ele consistia apenas num instrumento para medir a altura dos astros em relação ao horizonte e resolver problemas trigonométricos. Com o passar do tempo ele evoluiu para um instrumento astronômico com diversas funções, dentre elas

- medir posição de objetos celestes;
- medir o horário;
- medida altura de objetos no céu em relação ao horizonte;
- estimar a região visível do céu em determinada noite;
- determinar a latitude.

O astrolábio moderno consiste num disco-mãe, que segura um ou dois pratos. Estes pratos são \_únicos para uma dada latitude e contém uma projeção estereográfica, que por sua vez contém círculos de altitude e azimute. Estes círculos também podem indicar a porção da esfera celeste visível em um dado horário. O disco-mãe contém graduações angulares. Acima dos pratos há um aparato projeção do plano da eclíptica. Alguns astrolábios contém uma espécie de carta celeste, que quando rotacionada, indica coordenadas nos pratos. Uma rotação completa deste aparato indica a passagem de um dia. A figura A.9 mostra as partes que compõem um astrolábio moderno.

Figura A9: Partes que compõem um astrolábio.



Fonte: Programa AEB na escola.

Importância Didática, Aplicabilidade e Propostas de Uso

O astrolábio foi largamente utilizado durante o período das Grandes Navegações. O astrolábio simples aqui construído, apesar de não possuir todas as funções dos mais modernos, permite obter a altura de um astro em relação ao horizonte.

Este experimento pode ser introduzido em vários contextos. Tem utilidade para ensino de história, devido ao seu vasto uso para navegação, e geografia, por permitir a determinação da latitude a partir da altura de um astro no céu. Na matemática é possível estimar a altura de objetos através da medida do ângulo com o astrolábio e da distância até a base do objeto.

No ensino de física, o astrolábio possibilita a melhor compreensão do movimento dos astros no céu. O registro das alturas dos astros no céu por longos períodos de tempo, permite compreender por que, no verão, os dias têm duração maior que no inverno, isto é, o mecanismo das estações do ano.

A primeira atividade consiste em medir a altura de prédios utilizando o ângulo medido pelo astrolábio, e a distância até a base do edifício. A outra atividade proposta de medir a altura do sol semanalmente e observar variações.

Como atividade complementar que se propõe aqui é que se realize uma medida semanal por um longo período de tempo (mais que 6 meses). O que deverá observar é o valor da altura do Sol nos solstícios e equinócios.

#### Materiais Utilizados e Procedimento de Construção

Os materiais necessários para este experimento são:

- transferidor;
- canudinho;
- fita adesiva;
- roela;
- barbante;

conforme mostrado na figura A.10.

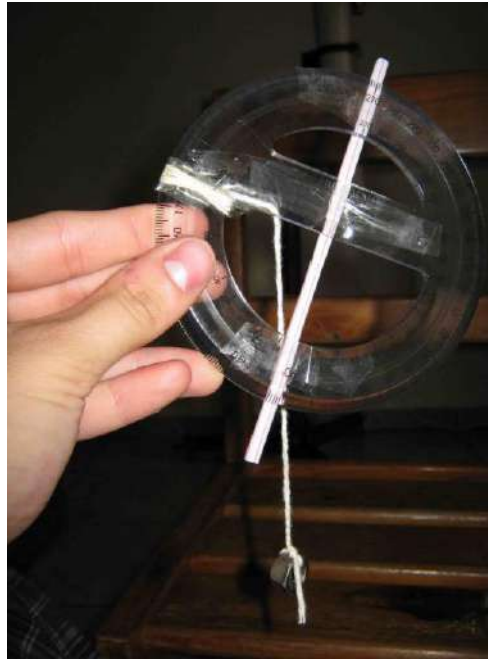
Figura A.10: Materiais utilizados para a construção do astrolábio.



Fonte: Programa AEB na escola.

Este experimento consistiu na construção de um astrolábio rudimentar, com a função de medir a altura dos astros no céu. Sua construção é bastante simples. Pegase um transferidor e atacha-se um canudinho a seu centro. Com a fita adesiva, cola-se um barbante perpendicularmente ao canudinho. Na extremidade deste barbante amarra-se uma roela, de modo que o barbante passe a funcionar como um fio de prumo. O resultado final é mostrado na Figura A.11.

Figura A.11 – Astrolábio concluído.



Fonte: Programa AEB na escola.

✓ Considerações Gerais

Este experimento foi muito bem-sucedido em sua proposta de ser um astrolábio rudimentar para medir a altura de astros no céu. Uma possível melhoria na montagem seria usar um transferidor que fosse de 0 a 90 graus, para facilitar a leitura.



## Apêndice A - Apostila

Olhando para o céu e acompanhando o movimento do Sol, da lua, dos outros planetas e das outras estrelas, temos “nítida” impressão de que todos esses astros celestes estão deslocando-se ao redor da Terra.

Com base nessas “evidências”, a humanidade aceitou, durante cerca de 2000 anos, a teoria geocêntrica, acreditando que a Terra fosse o centro do Universo. Do ponto de vista meramente cinemático, não há nada de errado – todo movimento é relativo. Para qualquer observador na Terra, o Sol nasce, percorre o céu e se põe.

Sob o enfoque da Dinâmica, porém, explicar os porquês das trajetórias observadas - especialmente as dos planetas - transformou-se em uma grande questão. Graças aos trabalhos de Copérnico, Galileu, Newton e outros, depois de anos de observação, registros de dados e regula cálculos e toques de genialidade, estabeleceu-se a teoria heliocêntrica: a terra, juntamente com os demais planetas, gira ao redor do Sol.

### ✚ OS MODELOS PLANETÁRIOS

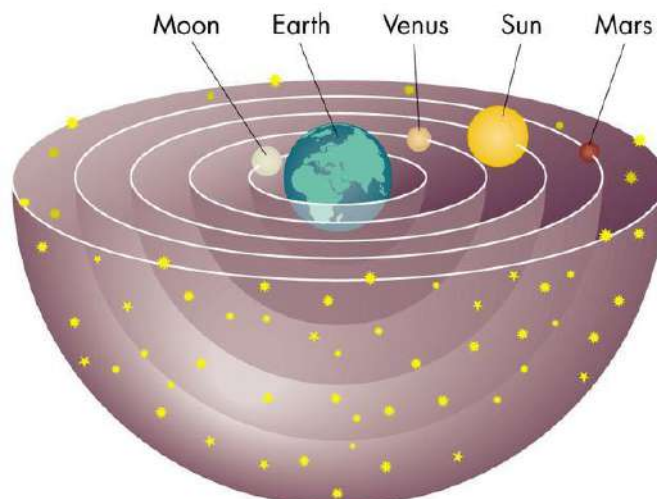
Imagine-se dentro de um caminhão baú, totalmente fechado, a bordo de um navio que viaja lentamente por uma estrada bem tranquila e bem calma.

Sem olhar por alguma fresta ou janela que o caminhão possa ter, você não seria capaz de dizer se esse caminhão está em repouso ou em movimento em relação à terra ponto com perceber o movimento do veículo, se você está se movendo junto com ela?

A questão do movimento dos astros é, historicamente, bem parecida. Como perceber que a terra está em movimento, se nos movimentamos junto com ela?

Com base nas aparências, surgiu o modelo geocêntrico como mostra a Figura A.1 aperfeiçoado por Ptolomeu. Como o próprio nome sugere, imagina-se assim a Terra como centro do universo e que todos os outros astros giravam ao redor dela. foi o modelo aceito até o final do século XV perdurou enquanto a ciência e religião não guardavam entre si uma distinção Clara, em um período em que ambas apoiavam esse modelo. Alguns dos Defensores do geocentrismo foram Aristóteles século 4 a.C Cláudio Ptolomeu século 2 d.C.

Figura A.1 – Modelo geocêntrico de Ptolomeu.

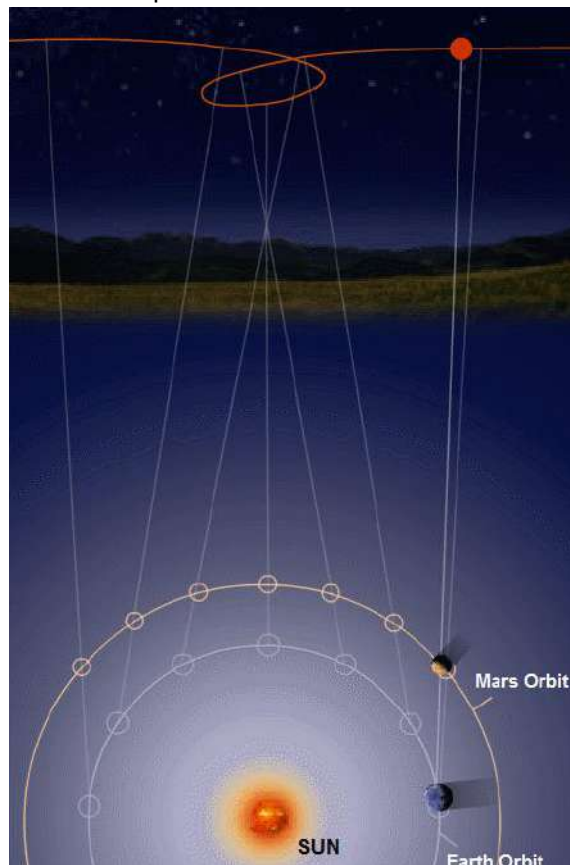


Fonte: <http://infofisicaquimica.blogspot.com/2015/10/sintese-de-conteudos-7ano-3-modelos-do.html>

Sobre bases mais racionais, propõe-se o modelo heliocêntrico – o sol como centro do nosso sistema planetário. Aristarco (310 a c 230 ac) chegou a propor ainda na Grécia antiga, baseado em cálculos que mostravam que o sol era muito maior do que a Terra e que ele, portanto, deveria ser o corpo Central. Nicolau Copérnico, em sua obra publicada antes dele morrer, defendia a ideia de que os movimentos dos corpos no céu deviam ser explicados de modo simples. Para Copérnico, todos os planetas, incluindo a terra, girava em torno do sol em órbitas circulares. mas houve resistência: na mesma época, Martinho Lutero (1483 - 1546), teólogo alemão e pai da reforma protestante, chegou a afirmar que admitir a terra girando ao redor do sol era com pessoa que não é a carroça que vai para frente, mas os burros é que fazem o chão ir para trás.

Galileu Galilei (1564 1642), em Sua obra diálogo sobre dois ciências, mostrou que todo movimento é relativo e levantou a seguinte questão: para um observador que se move junto com a terra, perceber o movimento dela não é possível. O problema não era simplesmente escolher qual o corpo ficar imóvel no centro, mas se explicar as trajetórias esquisitas que alguns planetas descreviam. As explicações sobre as trajetórias ficavam mais simples quando se tomava o sol como referência como mostra a Figura A.2 abaixo:

Figura A.2 – Comparação esquemática das trajetórias de Marte quando visto da Terra e quando visto do sol.



Fonte: <http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/Retrogrado/retrogrado.html>

O astrônomo alemão Johannes Kepler (1571-1630), de posse das medidas precisas das posições dos planetas feitas a olho nu por Ticho Brahe (1546-1601), aperfeiçoou o modelo de Copérnico e elaborou três leis que explicam o movimento dos planetas em torno do sistema solar. A contribuição de Kepler à astronomia é apresentada em três leis que descrevem os movimentos dos planetas em torno do sol – as leis de Kepler.

Finalmente, com a teoria da gravitação universal elaborada por Isaac Newton (1642-1727), a humanidade pôde entender melhor como a Terra e os demais planetas do sistema solar mantêm-se em órbitas elípticas em torno do sol,

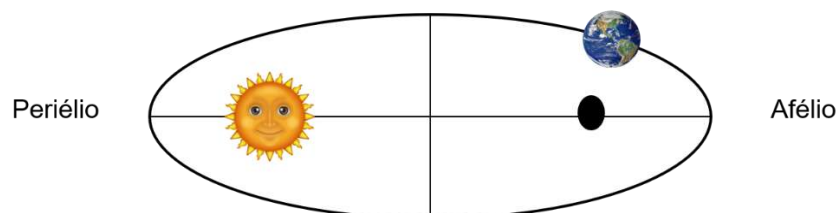
## ✚ AS LEIS DE KEPLER

O período de 1601 a 1612 foi o mais produtivo da vida de Johannes Kepler. Nesse período, Kepler, trabalhando em Praga como matemático Imperial, elaborou as três leis que descrevem os movimentos planetários.

### ✚ PRIMEIRA LEI DE KEPLER: A LEI DAS ÓRBITAS

Todos os planetas, inclusive a Terra, giram em torno do sol em órbitas elípticas. Em cada uma dessas órbitas, o sol ocupa um dos focos da elipse. Veja a Figura A.3.

Figura A.3 – Esquema da trajetória eclíptica de um planeta em torno do Sol.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Os oito planetas conhecidos do Sistema Solar Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno e Netuno giram ao redor do sol em órbitas elípticas. Cada planeta, nesse movimento, passa pelos pontos denominados periélio e afélio.

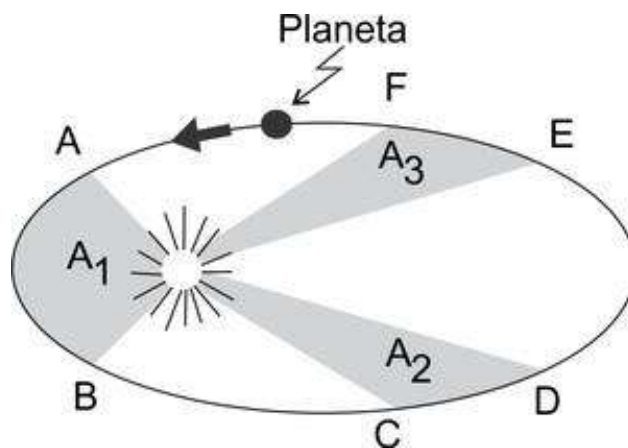
O periélio é o ponto de maior proximidade do planeta em relação ao sol; e o Afélio, o ponto de maior afastamento do planeta em relação ao sol. No caso da Terra, o periélio ocorre no final do mês de dezembro encontra-se a 147 milhões de quilômetros do Sol e, o afélio, no mês de junho a 152 milhões de quilômetros.

De acordo com a primeira Lei de Kepler, as órbitas dos planetas são elípticas, com o sol ocupando um dos focos da elipse. A órbita circular pode ser entendida como o caso extremo em que os focos da elipse coincidem; nesse caso, o sol faria o centro da circunferência descrita pelo planeta.

## ✚ SEGUNDA LEI DE KLEPER: A LEI DAS ÁREAS

A segunda lei de Kepler diz respeito a velocidade de um planeta que gira em torno do sol é um planeta, em sua órbita em torno do sol, se move de tal forma que o vetor posição com origem no centro do Sol e extremidades no centro do planeta varre áreas iguais em intervalos de tempos iguais. Conforme a Figura A.4.

Figura A.4 – Modelo de leis das áreas.



Fonte: <http://educacao.globo.com/fisica/assunto/mecanica/leis-de-kepler.html>

Pela definição de velocidade média, podemos escrever:

$$v_1 = \frac{\Delta s_1}{\Delta t_1} \quad v_2 = \frac{\Delta s_2}{\Delta t_2}$$

Se:  $\Delta t_1 = \Delta t_2$  e  $\Delta s_1 > \Delta s_2$

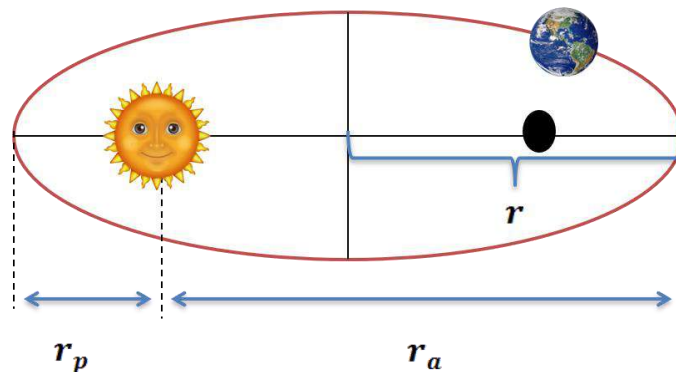
Concluimos que:  $v_1 > v_2$

Um planeta qualquer do Sistema Solar move-se ao redor do corpo central com velocidade variável, apresentando um valor máximo no periélio e um valor mínimo no afélio. No caso específico da terra, a velocidade no periélio a cerca de 30,3 km/s; no afélio, cerca de 29,3 km/s.

## ✚ TERCEIRA LEI DE KEPLER: A LEI DOS PERIODOS

Esta lei relaciona o intervalo de tempo gasto por um planeta numa volta completa ao redor do sol(período) com a distância média do planeta até ao Sol (raio médio da órbita), como mostra a Figura A.5.

Figura A.5 – Desenho esquemático das distâncias médias.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Para uma órbita circular, o raio médio é o próprio raio da órbita. Para órbita elíptica, o raio médio é obtido pela média entre a maior ( $r_a$ ) e a menor ( $r_p$ ) distâncias do planeta ao Sol sendo equivalente ao semieixo maior da elipse, veja a relação abaixo:

$$r = \frac{r_a + r_p}{2}$$

O quadrado do período de revolução é diretamente proporcional ao cubo do raio médio da órbita. Sendo  $T$  o período de revolução de um planeta ao redor do sol e  $r$  o raio médio da órbita descrita pelo planeta.

$$\frac{T^2}{r^3} = \textit{Constante}$$

Essa constante não depende da massa do corpo que está orbitando, mas sim da massa do corpo central.

As leis de Kepler valem também para o movimento de satélites ao redor dos planetas. Nesses casos, o corpo central é o próprio planeta.

## LEI DA GRAVIDAÇÃO UNIVERSAL

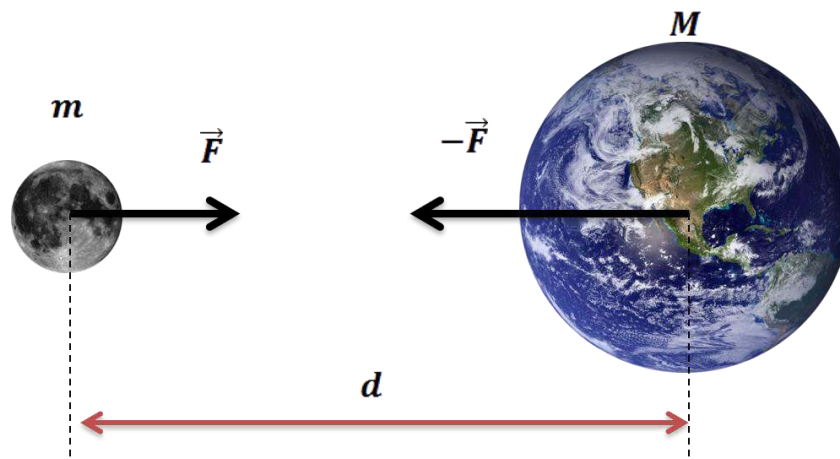
As leis de Kepler descrevem corretamente o movimento dos planetas, mas não explica a razão dessas trajetórias. Explicação foi elaborada por Isaac Newton.

Em 1687, com publicação de *princípios matemáticos da filosofia natural*, Newton lançou as bases da física clássica, propondo a lei da atração gravitacional para explicar os movimentos dos planetas em torno do sol. Os planetas são mantidos em órbita em torno do sol devido a uma ação mútua, ou seja, devido à força entre o sol e os planetas.

Exaustivamente verificada por processos experimentais, a lei da gravitação universal, associada às leis de Newton, foi um passo decisivo na astronomia. Permitiu explicar e prever as trajetórias de todos os corpos sobre ação gravitacional.

Segundo a lei da gravitação universal, “matéria atrai matéria na razão direta do produto entre suas massas e na razão inversa do quadrado da distância que as separa”. Veja a Figura A.6 e sua relação algébrica:

Figura A.6 – esquema da lei da atração gravitacional.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

$$F = G \frac{M \cdot m}{d^2}$$

$\vec{F}$  -  $-\vec{F}$  - Força entre as massas  
 $m$  - massa da lua  
 $M$  - massa da Terra  
 $d$  - distância entre a terra e a lua  
 $G$  - constante da gravitação universal  
 (6,67.10<sup>-11</sup>N.m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>)

A força de atração gravitacional se aplica a quaisquer dois corpos de massa  $m_1$  e  $m_2$ , independentemente do meio em que estejam imersos, mas somente se torna perceptível quando pelo menos um deles possui massa extremamente grande, como no caso do sistema solar, em que o sol é muitíssimo maior que os planetas.

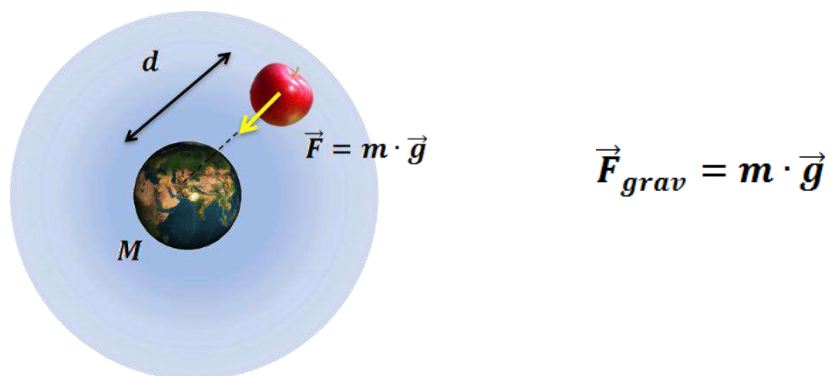
Todo o corpo material origina, na região do espaço ao seu redor, um campo de força e denominado campo gravitacional.

Embora não possamos ver ou tocar o campo gravitacional, podemos sentir os seus efeitos. Essa afirmação pode ser verificada facilmente por meio de um experimento simples: basta colocar nessa região um pequeno corpo de prova. Devido ao campo gravitacional, o corpo de prova fica sujeita a uma força de atração gravitacional. É o que acontece, por exemplo, com os corpos colocados no campo gravitacional da Terra: todos são atraídos para o seu centro. As fontes do campo gravitacional são os corpos massivos. O corpo de prova pode ser qualquer pequeno objeto, uma vez que a única exigência é que ele tenha massa, propriedade inerente a todos os corpos.

A força gravitacional é uma força de campo, ou seja, existem sem a necessidade de contato entre os quando dois corpos de massa  $m_1$  e  $m_2$  se atraem, dizemos que cada um deles se encontra imerso no campo de força gerado pelo outro.

Observe a Figura A7. Para cada ponto do espaço que circunda um corpo de massa  $M$ , associamos um vetor denominado vetor campo gravitacional  $\vec{g}$  ou simplesmente campo gravitacional, definido de tal forma que, quando nesse ponto colocarmos um corpo de massa  $M$  corpo de prova, este fica sujeito a uma força dada por:

Figura A7 – Desenho esquemático da gravitação universal



Como  $\vec{F}_{grav} = G \frac{M \cdot m}{d^2}$  e  $\vec{F}_{grav} = m \cdot \vec{g}$

Assim temos:

$$m \cdot \vec{g} = G \frac{M \cdot m}{d^2}$$

## Apêndice B - Baterias de Exercícios



(1) - Adotando o Sol como referencial, aponte a alternativa que condiz com a 1ª Lei de Kepler da Gravitação (Lei das órbitas):

- a) As órbitas planetárias são quaisquer curvas, desde que fechadas.
- b) As órbitas planetárias são espiraladas.
- c) As órbitas planetárias não podem ser circulares.
- d) As órbitas planetárias são elípticas, com o Sol ocupando o centro da elipse.
- e) As órbitas planetárias são elípticas, com o Sol ocupando um dos focos da elipse.

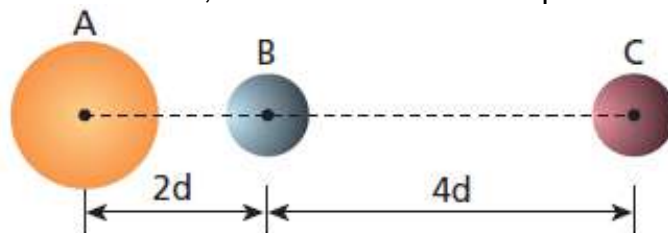
(2) - (Cesgranrio-RJ) Um satélite de telecomunicações está em sua órbita ao redor da Terra com período  $T$ . Uma viagem do Ônibus Espacial fará a instalação de novos equipamentos nesse satélite, o que duplicará sua massa em relação ao valor original. Considerando que permaneça com a mesma órbita, seu novo período  $T'$  será:

- a)  $T' = 9T$ .    b)  $T' = 3T$ .    c)  $T' = T$ .    d)  $T' = 1/3T$ .    e)  $T' = 1/9T$ .

(3) - Admita que o período de revolução da Lua em torno da Terra seja de 27 dias e que o raio da sua órbita valha  $60R$ , sendo  $R$  o raio da Terra. Considere um satélite geostacionário, desses utilizados em telecomunicações. Em relação ao referido satélite, responda:

- a) Qual o período de revolução?
- b) Qual o raio de órbita?

(4) - Em determinado instante, três corpos celestes **A**, **B** e **C** têm seus centros de massa alinhados e distanciados, conforme mostra o esquema abaixo:



Sendo dada a distância  $x$  e a Constante da Gravitação ( $G$ ), calcule, no instante da figura, a intensidade da força resultante das ações gravitacionais de **A** e **C** sobre **B**.



(5) - Leia com atenção os quadrinhos abaixo:



Considere as proposições apresentadas a seguir:

- (01) Num planeta em que a aceleração da gravidade for menor que a da Terra, o gato Garfield apresentará um peso menor.
- (02) Num planeta em que a aceleração da gravidade for menor que a da Terra, o gato Garfield apresentará uma massa menor.
- (04) Num planeta de massa maior que a da Terra, o gato Garfield apresentará um peso maior.
- (08) Num planeta de raio maior que o da Terra, o gato Garfield apresentará um peso menor.
- (16) Num planeta de massa duas vezes maior que a da Terra e de raio duas vezes maior que o terrestre, o gato Garfield apresentará um peso equivalente à metade do apresentado na Terra.
- (32) O peso do gato Garfield será o mesmo, independentemente do planeta para onde ele vá.
- Dê como resposta a soma dos números associados às proposições corretas.

(6) - Um astronauta flutua no interior de uma nave em órbita em torno da Terra. Isso ocorre porque naquela altura:

- a) não há gravidade.
- b) a nave exerce uma blindagem à ação gravitacional da Terra.
- c) existe vácuo.
- d) o astronauta e a nave têm aceleração igual à da gravidade, isto é, estão numa espécie de “queda livre”.
- e) o campo magnético terrestre equilibra a ação gravitacional.

(7) - (UFSC) Sobre as leis de Kepler, assinale a(s) proposição(ões) verdadeira(s) para o sistema solar.

- (01) O valor da velocidade de revolução da Terra em torno do Sol, quando sua trajetória está mais próxima do Sol, é maior do que quando está mais afastada do mesmo.
- (02) Os planetas mais afastados do Sol têm um período de revolução em torno do mesmo maior que os mais próximos.
- (04) Os planetas de maior massa levam mais tempo para dar uma volta em torno do Sol, devido à sua inércia.
- (08) O Sol está situado num dos focos da órbita elíptica de um dado planeta.
- (16) Quanto maior for o período de rotação de um dado planeta, maior será o seu período de revolução em torno do Sol.
- (32) No caso especial da Terra, a órbita é exatamente uma circunferência.

(8) - (UDESC-MODELO ENEM) – Na figura abaixo, o sul-africano Mark Shuttleworth, que entrou para história como o segundo turista espacial, depois do empresário norte-americano Dennis Tito, “flutua” a bordo da Estação Espacial Internacional que se encontra em órbita baixa (entre 350km e 460km da Terra).



Sobre Mark, é correto afirmar:

- tem a mesma aceleração da Estação Espacial Internacional, que é a aceleração da gravidade nos pontos da órbita (todo o conjunto está em queda livre).
- está livre da força gravitacional aplicada pela Terra.
- tem o poder da levitação.
- permanece flutuando devido a inércia.
- tem velocidade menor que a da Estação Espacial Internacional.

(9) - A lei da gravitação universal de Newton diz que:

- os corpos se atraem na razão inversa de suas massas e na razão direta do quadrado de suas distâncias.
- os corpos se atraem na razão direta de suas massas e na razão inversa do quadrado de suas distâncias.
- os corpos se atraem na razão direta de suas massas e na razão inversa de suas distâncias.
- os corpos se atraem na razão inversa de suas massas e na razão direta de suas distâncias.
- os corpos se atraem na razão direta do quadrado de suas massas na razão inversa de suas distâncias.

(10) - (UMC-SP) A lei de atração gravitacional entre dois corpos foi enunciada, no século XVII, por Isaac Newton e diz que um corpo atrai outro corpo na razão direta das massas e na razão inversa do quadrado da distância que os separa.

Uma nave espacial deslocando-se da Terra para a Lua encontra-se num ponto em que as forças gravitacionais que a Terra e a Lua exercem sobre ela se anulam.

Com base na lei de Newton e considerando-se que a massa da Terra é 81 vezes maior que a da Lua, pode-se afirmar que a razão entre a distância da nave à Terra e a distância da nave à Lua é:

- a) 3   b) 6   c) 1   d) 9   e) 8

(11) – (PUC-RJ) Um certo cometa desloca-se ao redor do Sol. Levando-se em conta as leis de Kepler, pode-se com certeza afirmar que:

- a trajetória do cometa é uma circunferência, cujo centro o Sol ocupa.
- num mesmo intervalo de tempo  $\Delta t$ , o cometa descreve a maior área, entre duas posições e o Sol, quando está mais próximo do Sol.
- a razão entre o cubo do seu período e o cubo do raio médio da sua trajetória é uma constante.
- o cometa, por ter massa bem menor que a do Sol, não é atraído por ele.
- o raio vetor que liga o cometa ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais.



(1) - A 2ª Lei de Kepler (Lei das áreas) permite concluir que:

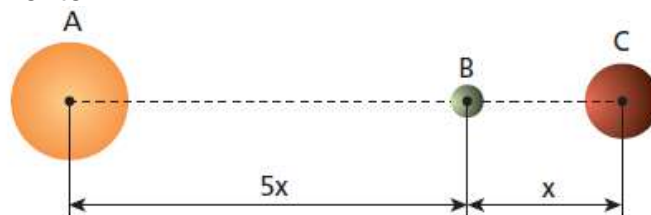
- as áreas varridas pelo vetor-posição de um planeta em relação ao centro do Sol são diretamente proporcionais aos quadrados dos respectivos intervalos de tempo gastos;
- a intensidade da velocidade de um planeta ao longo de sua órbita em torno do Sol é máxima no periélio;
- a intensidade da velocidade de um planeta ao longo de sua órbita em torno do Sol é máxima no afélio;
- o intervalo de tempo gasto pelo planeta em sua translação do afélio para o periélio é maior que o intervalo de tempo gasto por ele na translação do periélio para o afélio;
- o movimento de translação de um planeta em torno do Sol é uniforme, já que sua velocidade areolar é constante.

(2) - Em torno de um planeta fictício gravitam, em órbitas circulares e coplanares, dois satélites naturais: Taurus e Centaurus. Sabendo que o período de revolução de Taurus é 27 vezes o de Centaurus e que o raio da órbita de Centaurus vale  $R$ , determine:

a) o raio da órbita de Taurus;

b) o intervalo de valores possíveis para a distância que separa os dois satélites durante seus movimentos em torno do planeta.

(3) - Considere uma estrela **A** e dois planetas **B** e **C** alinhados em determinado instante, conforme indica a figura. A massa de **A** vale  $200M$  e as massas de **B** e **C**,  $M$  e  $2M$ , respectivamente.



Sendo dada a distância  $x$  e a Constante da Gravitação ( $G$ ), calcule, no instante da figura, a intensidade da força resultante das ações gravitacionais de **A** e **C** sobre **B**.

(4) - Sabemos que a Constante da Gravitação vale, aproximadamente,  $6,7 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ . Nessas condições, qual é a ordem de grandeza, em newtons, da força de atração gravitacional entre dois navios de 200 toneladas de massa cada um, separados por uma distância de 1,0 km?

- a)  $10^{-11}$ . b)  $10^{-6}$ . c)  $10^{-1}$ . d)  $10^5$ . e)  $10^{10}$ .

(5) - Admita que, na superfície terrestre, desprezados os efeitos ligados à rotação do planeta, a aceleração da gravidade tenha intensidade  $g_0$ . Sendo  $R$  o raio da Terra, a que altitude a aceleração da gravidade terá intensidade  $g_0/16$ ?

(6) - (UFSC) Sobre as leis de Kepler, assinale a(s) proposição(ões) verdadeira(s) para o sistema solar.

(01) O valor da velocidade de revolução da Terra em torno do Sol, quando sua trajetória está mais próxima

do Sol, é maior do que quando está mais afastada do mesmo.

(02) Os planetas mais afastados do Sol têm um período de revolução em torno do mesmo maior que os mais próximos.

(04) Os planetas de maior massa levam mais tempo para dar uma volta em torno do Sol, devido à sua inércia.

(08) O Sol está situado num dos focos da órbita elíptica de um dado planeta.

(16) Quanto maior for o período de rotação de um dado planeta, maior será o seu período de revolução

em torno do Sol.

(32) No caso especial da Terra, a órbita é exatamente uma circunferência.

(7) – (Fafeod-MG) A figura representa o movimento da Terra em torno do Sol. Sejam  $A_1$  e  $A_2$  as áreas indicadas e  $\Delta t_1$  e  $\Delta t_2$  os intervalos de tempo gastos para percorrer os arcos AB e CD, respectivamente. Se  $A_1 = 2 \cdot A_2$ , é correto afirmar que:

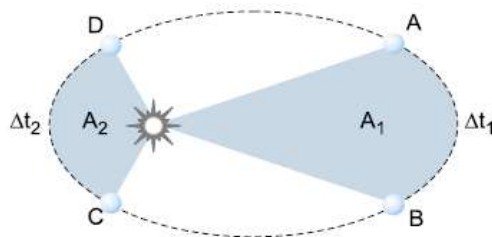
a)  $\Delta t_1 = \Delta t_2$

b)  $\Delta t_2 = 2 \cdot \Delta t_1$

c)  $\Delta t_1 = 2 \cdot \Delta t_2$

d)  $\Delta t_1 = 4 \cdot \Delta t_2$

e)  $\Delta t_2 = 4 \cdot \Delta t_1$



(9) – (Uespi) Assinale a alternativa correta, com relação às leis de Kepler para o movimento dos planetas.

a) As três leis de Kepler são o resultado de observações de natureza puramente empírica, que contrariam a mecânica newtoniana.

b) As leis de Kepler baseiam-se no fato de que a força gravitacional entre planetas varia com o inverso do cubo da distância entre os centros de tais planetas.

c) A primeira lei de Kepler diz que as órbitas descritas pelos planetas são circunferências perfeitas.

d) A segunda lei de Kepler diz que o módulo da velocidade de translação de um planeta (velocidade areolar) ao redor do Sol é constante.

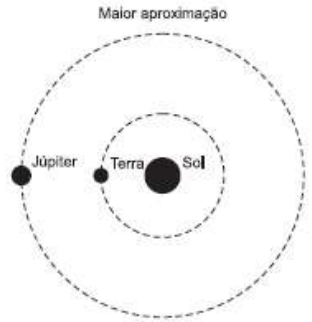
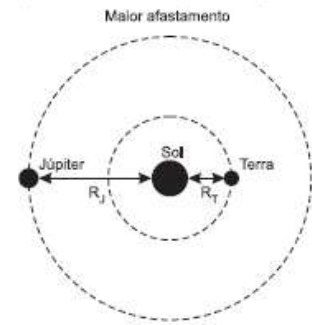
e) A terceira lei de Kepler diz que a razão entre o quadrado do período de revolução de um planeta ao redor

do Sol, e o cubo do semieixo maior da trajetória, de um quarto.

(9) - (UNICAMP-2012-MODELO ENEM) – Em setembro de 2010, Júpiter atingiu a menor distância da Terra em muitos anos. As figuras abaixo ilustram a situação de maior afastamento e a de maior aproximação dos planetas, considerando-se que suas órbitas são circulares, que o raio da órbita terrestre ( $R_T$ ) mede  $1,5 \times 10^{11} \text{m}$  e que o raio da órbita de Júpiter ( $R_J$ ) equivale a  $7,5 \times 10^{11} \text{m}$ .

Sabendo-se que a massa de Júpiter é  $m_J = 2,0 \times 10^{27} \text{kg}$  e que a massa da Terra é  $m_T = 6,0 \times 10^{24} \text{kg}$ , o módulo da força gravitacional entre Júpiter e a Terra, no momento de maior proximidade, é:

- a)  $1,4 \times 10^{18} \text{ N}$ . b)  $2,2 \times 10^{18} \text{ N}$ .  
 c)  $3,5 \times 10^{19} \text{ N}$ . d)  $1,3 \times 10^{30} \text{ N}$ .  
 e)  $1,5 \times 10^{30} \text{ N}$ .



Adote  $G = 6,7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{(\text{kg})^2}$

(10) - A força de atração gravitacional entre um rapaz de massa 70 kg que se encontra a 10 m de uma jovem de massa 50 kg é, aproximadamente:

(11) - Um planeta imaginário, Terra Mirim, tem a metade da massa da Terra e move-se em torno do Sol em uma órbita igual à da Terra. A intensidade da força gravitacional entre o Sol e Terra Mirim é, em comparação à intensidade dessa força entre o Sol e a Terra,

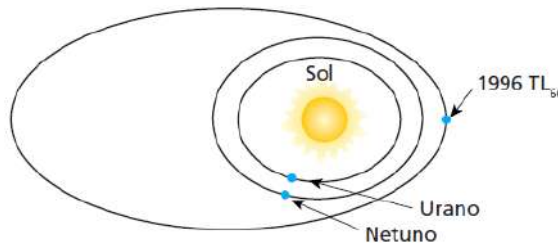
- a) o quádruplo.  
 e) a mesma  
 b) o dobro.  
 c) a metade.

(12) - Durante a narração do lançamento de uma nave espacial, um locutor de rádio diz, num dado instante, que a nave acaba de deixar o campo gravitacional da Terra. Um estudante, levando ao pé da letra o que acaba de ouvir e conhecedor dos fenômenos físicos, conclui que, nesse instante, a nave está:

- a) entre a Lua e a Terra.  
 b) entre a atmosfera e o vácuo.  
 c) do outro lado da Lua.  
 d) no centro da Terra.  
 e) fora do sistema solar.



(1) - (PUC-MG) A figura abaixo representa o Sol, três astros celestes e suas respectivas órbitas em torno do Sol: Urano, Netuno e o objeto na década de 1990, descoberto, de nome 1996 TL<sub>66</sub>.



Analise as afirmativas a seguir:

- I. Essas órbitas são elípticas, estando o Sol em um dos focos dessas elipses.
- II. Os três astros representados executam movimento uniforme em torno do Sol, cada um com um valor de velocidade diferente dos outros.
- III. Dentre os astros representados, quem gasta menos tempo para completar uma volta em torno do Sol é Urano.

Indique:

- a) se todas as afirmativas são corretas.
- b) se todas as afirmativas são incorretas.
- c) se apenas as afirmativas I e II são corretas.
- d) se apenas as afirmativas II e III são corretas.
- e) se apenas as afirmativas I e III são corretas.

(2) - Dois satélites de um planeta têm períodos de revolução iguais a 32 dias e 256 dias, respectivamente. Se o raio da órbita do primeiro satélite vale 5 unidades, qual o raio da órbita do segundo?

(3) - (Uniflor-CE) A força de atração gravitacional entre dois corpos de massas **M** e **m**, separados de uma distância **d**, tem intensidade **F**. Então, a força de atração gravitacional entre dois outros corpos de massas **M/2** e **m/2**, separados de uma distância **d/2**, terá intensidade:

- a)  $F/4$ . b)  $F/2$ . c)  $F$ . d)  $2F$ . e)  $4F$ .

(4) - (Fuvest-SP) Um satélite artificial move-se em órbita circular ao redor da Terra, ficando permanentemente sobre a cidade de Macapá.

- a) Qual o período de revolução do satélite em torno da Terra?
- b) Por que o satélite não cai sobre a cidade?

(5) - Na Terra, onde a aceleração da gravidade vale  $10 \text{ m/s}^2$ , um astronauta vestido com seu traje espacial pesa  $2,0 \cdot 10^3 \text{ N}$ . Sabendo que o diâmetro de Marte é a metade do da Terra e que a massa de Marte é um décimo da terrestre, determine:

- a) a massa do conjunto astronauta-traje em Marte;
- b) o peso do conjunto astronauta-traje em Marte.

(6) - Um planeta orbita uma estrela, descrevendo trajetória circular ou elíptica. O movimento desse planeta em relação à estrela:

- a) não pode ser uniforme;
- b) pode ser uniformemente variado;
- c) pode ser harmônico simples;
- d) tem características que dependem de sua massa, mesmo que esta seja desprezível em relação à da estrela;
- e) tem aceleração exclusivamente centrípeta em pelo menos dois pontos da trajetória.

(7) - (U. Tocantins-TO) Um astronauta, em órbita da Terra a bordo de uma espaçonave, está submetido à ação da gravidade. No entanto, ele flutua em relação aos objetos que estão dentro da espaçonave. Tal fenômeno ocorre porque:

- a) O somatório das forças que atuam sobre a nave é igual a zero.
- b) A formulação da questão está incorreta, pois eles não flutuam.
- c) A velocidade centrífuga da nave é que torna inviável a queda.
- d) O astronauta e tudo o que está dentro da nave “caem” com a mesma aceleração, em direção à Terra.
- e) A Lua atrai a nave com uma força igual à da Terra, por isso a nave se mantém em equilíbrio, não caindo sobre a Terra.

(8) - (VUNESP-2012-MODELO ENEM) – Em seu livro *O Pequeno Príncipe*, o escritor francês Antoine de Saint-Exupéry imagina a existência de um pequeno planeta, o B612, onde viveria seu personagem. Suponha que o módulo da aceleração da gravidade na superfície terrestre seja dez milhões de vezes maior que na superfície do planeta B612 e que o raio terrestre seja um milhão de vezes maior que o do planeta B612.

Considerando-se a massa da Terra  $6,0 \cdot 10^{24}$ kg, segundo as leis da mecânica gravitacional, a massa do planeta B612 seria comparável à de um

- a) saco de cimento (50kg).
- b) automóvel de passeio (1 500kg).
- c) caminhão carregado (30t).
- d) avião de passageiros (100t).
- e) navio cargueiro (600t).

(9) – (Unopar-PR) A força gravitacional é uma força que atua sobre dois corpos quaisquer e depende de suas massas e da distância entre eles. Entre a Terra e a Lua existe, portanto, uma força gravitacional. Se a distância da Lua à Terra caísse à metade, a força gravitacional seria:

- a) quatro vezes maior.
- b) duas vezes maior.
- c) quatro vezes menor.
- d) duas vezes menor.
- e) igual.

(10) – (UFMS) Um satélite artificial está em órbita em torno da Terra, de forma que mantém sempre a mesma posição relativa a um ponto na superfície da Terra. Qual(is) da(s) afirmação(ões) abaixo é(são) correta(s)?

01. A velocidade angular do satélite é igual à velocidade angular de rotação da Terra.

02. A velocidade tangencial do satélite é igual à velocidade tangencial de um ponto na superfície da Terra.

04. A força centrípeta que atua sobre o satélite é a força gravitacional e tem o mesmo valor da força centrípeta de um corpo na superfície da Terra.

08. A velocidade tangencial do satélite depende da altura de órbita em relação à Terra.

16. A aceleração gravitacional do satélite é nula porque ele está em órbita.

Some os números dos itens corretos.

(11) – (UFMG) Tendo em vista as leis de Kepler sobre o movimento dos planetas, pode-se afirmar que:

a) o Sol encontra-se situado exatamente no centro da órbita elíptica descrita por um dado planeta.

b) a velocidade de um planeta, em sua órbita, aumenta à medida que ele se afasta do Sol.

c) o período de translação de um planeta é tanto maior quanto maior for sua distância do Sol.

d) o período de translação é tanto menor quanto maior for a sua massa.

e) o período de rotação de um planeta, em torno de seu eixo, é tanto maior quanto maior for o seu período de translação.





(1) - O astrônomo alemão Johannes Kepler apresentou três generalizações a respeito dos movimentos planetários em torno do Sol, conhecidas como Leis de Kepler.

Fundamentado nessas leis, analise as proposições a seguir:

(01) O quociente do cubo do raio médio da órbita pelo quadrado do período de revolução é constante para qualquer planeta do Sistema Solar.

(02) Quadruplicando-se o raio médio da órbita, o período de revolução de um planeta em torno do Sol octuplica.

(04) Quanto mais próximo do Sol (menor raio médio de órbita) gravitar um planeta, maior será seu período de revolução.

(08) No Sistema Solar, o período de revolução dos planetas em torno do Sol cresce de Mercúrio para Netuno.

(16) Quando a Terra está mais próxima do Sol (região do periélio), a estação predominante no planeta é o verão.

Dê como resposta a soma dos números associados às proposições corretas.

(2) - Com relação às Leis de Kepler, podemos afirmar que:

a) não se aplicam ao estudo da gravitação da Lua em torno da Terra;

b) só se aplicam ao Sistema Solar a que pertencemos;

c) aplicam-se à gravitação de quaisquer corpos em torno de uma grande massa central;

d) contrariam a Mecânica de Newton;

e) não preveem a possibilidade da existência de órbitas circulares.

(3) - Duas partículas de massas respectivamente iguais a  $M$  e  $m$  estão no vácuo, separadas por uma distância  $d$ . A respeito das forças de interação gravitacional entre as partículas, podemos afirmar que:

a) têm intensidade inversamente proporcional a  $d$ ;

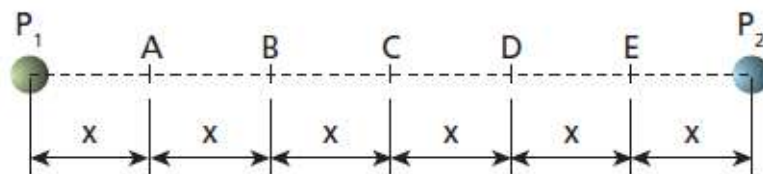
b) têm intensidade diretamente proporcional ao produto  $M$ ;

c) não constituem entre si um par ação-reação;

d) podem ser atrativas ou repulsivas;

e) teriam intensidade maior se o meio fosse o ar.

(4) - Na situação esquematizada na figura, os corpos  $P_1$  e  $P_2$  estão fixos nas posições indicadas e suas massas valem  $8M$  e  $2M$ , respectivamente.



Deve-se fixar no segmento que une  $P_1$  a  $P_2$  um terceiro corpo  $P_3$ , de massa  $M$ , de modo que a força resultante das ações gravitacionais dos dois primeiros sobre este último seja **nula**. Em que posição deve-se fixar  $P_3$ ?

a) A. b) B. c) C. d) D. e) E.

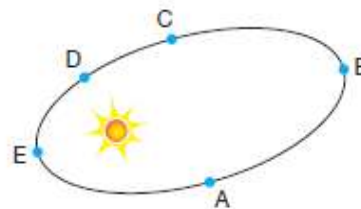
(5) - Em um planeta **X**, onde a aceleração da gravidade tem intensidade  $4,0 \text{ m/s}^2$ , uma pessoa pesa  $240 \text{ N}$ . Adotando para a aceleração da gravidade terrestre o valor  $10 \text{ m/s}^2$ , responda: qual a massa e qual o peso da pessoa na Terra?

(6) - As quatro estações do ano podem ser explicadas:

- pela rotação da Terra em torno de seu eixo.
- pela órbita elíptica descrita pela Terra em torno do Sol.
- pelo movimento combinado de rotação e translação da Terra.
- pela inclinação do eixo principal da Terra durante a translação.
- pelo movimento de translação da Terra.

7 - Na figura, que representa esquematicamente o movimento de um planeta em torno do Sol, a velocidade do planeta é maior em:

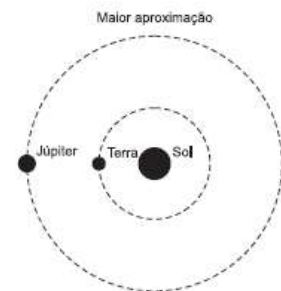
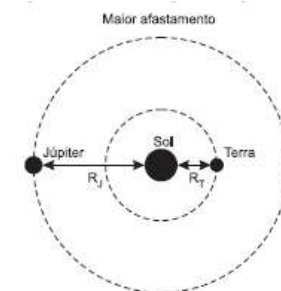
- A
- B
- C
- D
- E



(8) - (UE Sudoeste da Bahia-BA) um planeta **X** tem massa três vezes maior que a massa da Terra e raio cinco vezes maior que o raio da Terra. Uma pessoa de massa  $50 \text{ kg}$  deve pesar, na superfície do planeta **X**, aproximadamente:

- $40 \text{ N}$
- $60 \text{ N}$
- $50 \text{ N}$
- $70 \text{ N}$
- $80 \text{ N}$

(9) - (UNICAMP-2012-MODELO ENEM) - Em setembro de 2010, Júpiter atingiu a menor distância da Terra em muitos anos. As figuras abaixo ilustram a situação de maior afastamento e a de maior aproximação dos planetas, considerando-se que suas órbitas são circulares, que o raio da órbita terrestre ( $R_T$ ) mede  $1,5 \times 10^{11} \text{ m}$  e que o raio da órbita de Júpiter ( $R_J$ ) equivale a  $7,5 \times 10^{11} \text{ m}$ .



$$\text{Adote } G = 6,7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{(\text{kg})^2}$$

Considerando-se as órbitas circulares representadas na figura, o valor do período de translação de Júpiter, em anos terrestres, é mais próximo de

- $0,1$
- $5$
- $11$
- $125$
- $250$

(10) – (Vunesp) A força gravitacional entre um satélite e a Terra é  $F$ . Se a massa desse satélite fosse quadruplicada e a distância entre o satélite e o centro da Terra aumentasse duas vezes, o valor da força gravitacional seria

- a)  $F/4$
- b)  $F/2$
- c)  $3F/4$
- d)  $F$
- e)  $2F$

(11) – (Fuvest-SP) Dentro de um satélite em órbita, em torno da Terra, a tão falada “ausência de peso”, responsável pela flutuação de um objeto dentro do satélite, é devida ao fato de que:

- a) a órbita do satélite se encontra no vácuo e a gravidade não se propaga no vácuo.
- b) a órbita do satélite se encontra fora da atmosfera, não sofrendo assim efeitos da pressão atmosférica.
- c) a atração lunar equilibra a atração terrestre e, conseqüentemente, o peso de qualquer objeto é nulo.
- d) a força de atração terrestre, centrípeta, é muito menor que a força centrífuga dentro do satélite.
- e) o satélite e o objeto que flutua têm a mesma aceleração, produzida unicamente por forças gravitacionais.

(12) – (UFPB) Deseja-se colocar um satélite em órbita circular sobre o equador terrestre de forma que um observador, situado sobre a linha equatorial, veja o satélite sempre parado sobre sua cabeça.

Considerando-se as afirmações abaixo.

I. Não é possível tal situação, pois o satélite cairia sobre a Terra devido à força de gravitação.

II. O período de tal satélite deve ser de 24 horas.

III. O raio da órbita tem de ser muito grande, para que a força gravitacional seja praticamente nula.

IV. O cubo do raio da órbita (medido a partir do centro da Terra) é proporcional ao quadrado do período do satélite.

Pode-se concluir que é (são) verdadeira(s) apenas:

- a) I
- b) III
- c) I e III
- d) II e IV
- e) IV

## Apêndice C - Questionário de avaliação da sequência didática

		
Aluno: <input style="width: 100%;" type="text"/>		
Série: <input style="width: 25%;" type="text"/>	Turno: <input style="width: 25%;" type="text"/>	Turma: <input style="width: 25%;" type="text"/>

### Avaliação da Sequência didática

Marque com um "X" no nível que você concorda com as assertivas abaixo:

Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Excelente
---------	------	---------	-----	-----------

1	Os recursos utilizados despertaram o seu interesse pelos estudos?					
2	A forma em que a astronomia e a física foram apresentadas aumentou a sua disposição em aprender?					
3	A forma que o produto educacional foi apresentado conseguiu lhe ensinar?					
4	Você verificou uma melhora na aprendizagem em relação ao ensino tradicional?					
5	A sequência didática facilitou a compreensão dos conceitos de física e astronomia?					
6	Qual conceito você daria para o produto?					
7	Qual atividade você mais gostou e por que?	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>				
8	Deixe uma sugestão, crítica e/ou elogio:	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>				

## Apêndice D - O produto

### Apresentação

#### 1º Encontro: Pra início de conversa

O objetivo desse primeiro encontro foi apresentar a sequência didática que iríamos trabalhar durante o quarto bimestre letivo de física do ano de 2018 e começar com um questionamento: “afinal, para que serve a Astronomia?”.

A primeiro momento, mostraremos aos alunos como será a mecânica da minicurso explicando cada passo que daremos com o intuito de definir o que faremos em cada etapa como mostra o Tabela D.1:

Tabela D.1: Cronograma dos encontros feitos no minicurso.

Módulo	Encontros	Conteúdo trabalhado
Apresentação	1º Encontro	Pra início de conversa
1º Módulo	2º Encontro	Explicação sobre a história da astronomia
	3º Encontro	Atividade de pesquisa
2º Módulo	4º Encontro	Aula sobre: Astronomia do dia a dia
	5º Encontro	Aula sobre: O sistema Solar
	6º Encontro	Experimento e cartazes
3ºMódulo	7º Encontro	Aula sobre: gravitação universal
	8º Encontro	Oficina de Exercícios sobre gravitação universal
	9º Encontro	Oficina de Exercícios sobre gravitação universal
4ºMódulo	10º Encontro	Aula sobre: cosmologia e vida extraterrena
	11º Encontro	Aplicação do Jogo de tabuleiro e do jogo “tira varetas”
5ºMódulo	12º Dia	Principais equipamentos de observação celeste

Fonte: O próprio autor.

A partir desse momento, apresentamos algumas imagens tiradas da internet objetivando o senso se curiosidade dos alunos sobre a um tema da astronomia do cotidiano dos alunos com como as demonstradas na Figura D.1:

Figura D.1: Paralelo entre registro de Et's que fazem marca em plantações e Et's que abduzem animais.



Fonte: <https://www.admiravelmundobobo.com>

Pedimos para que os alunos observassem a primeira imagem extraída da internet. Nela se encontra um bom ponto central para iniciar é a questão se existe vida extraterrestre. Não temos dados científicos de que existe vida inteligente fora do planeta Terra, porém não tem como falar de astronomia sem lembrar dos “seres de outros planetas”.

A ideia principal de mostrar essa imagem é de instigar os alunos, pois mesmo não havendo base científica de alguns comportamentos que aconteceram aqui na Terra se torna um grande mistério e atíça a curiosidade como foi casos famosos de Avistamento de OVNIS; desenhos em plantações; relatos de contatos extraterrenos famosos como no caso do “et de varginha” , caso Rosewell, Batalha de Los Angeles, Luzes de colares, ET bilu dentre outros formam um grande leque de curiosidades sobre o assunto.

A Figura D.2 que utilizamos foi pensada para falar sobre a corrente do Terraplanismo. A ideia da Terra plano é um conceito que existe há milhares de anos que por muitas vezes são ligados a religiões como por exemplo os hindus que imaginavam que a terra era plana apoiada por 3 elefantes. Mas há milhares de anos sabemos também que a terra é esférica, não uma esfera perfeita, mas é esférica. A imagem utilizada foi:

Figura D.2: Qual o formato da Terra?



Fonte: <https://pt.dopl3r.com/memes/engra%C3%A7ado/qual-o-formato-da-terra-esferica-plana-rosquinha-faustao-zap-dinossauro/286319>

A partir desse momento, contaremos a história do bibliotecário da cidade de Alexandria, que se chamava Erastóstenes, que percebeu que percebeu que a sombra de postes era de tamanhos diferentes entre a cidade de Siena e Alexandria em certas datas do ano e calculou o tamanho da terra com uma grande precisão.

Outra história interessante é sobre Cristóvão Colombo que sabia muito bem que a terra tem formato esférico, tanto que a rainha da Espanha lhe deu 3 navios, pois se fosse diferente aquela viagem jamais poderia ser concluída. Além de outros navegadores portugueses que circunvagaram o globo terrestre. Então já a muito tempo se sabe que a terra é redonda por vários motivos.

Fora isso a ciência tem mostrado que a terra é redonda por vários motivos, primeiro podemos pensar sobre a gravidade que é a força mais importante que temos no universo: quando a matéria é atraída ela tende a se tornar esférica, o sol é esférico, a lua é esférica, dentre outros planetas. A gravidade tem a tendência de moldar as coisas tornando-se esférica. E claro, a maior evidencia: nós já fomos para o espaço e fotografamos a Terra. A Figura D.3 faz uma brincadeira sobre a chegada do homem à lua.

Figura D.3: Identifique o erro na imagem.



Fonte: <http://www.universo.genial.com>

Será que realmente o homem foi para a lua? dentre várias teorias da conspiração, essa de longe é a mais comentada.

Podemos verificar a confirmação de que o homem realmente foi a lua de várias formas: existem registros cinematográficos de antes, durante e depois da missão; foram 382 quilos de rochas trazidas da lua e que são estudadas pelos cientistas há décadas; É possível refletir raios laser lançados da Terra nos espelhos retro-refletores colocados na superfície lunar pelos astronautas da Apollo;

Outro tópico que abordamos nessa apresentação foi a questão das distâncias entre os corpos celestes usando essa Figura D.4:

Figura D.4: A imagem que vemos de uma estrela hoje é na verdade de milhares de anos atrás.



Fonte: <https://pt.dopl3r.com/memes/engra%C3%A7ado/segundo-a-astronomia-quando-voce-faz-um-desejo-a-uma-estrela-na-verdade-voce-esta-vendo-apenas-a-luz-dela-voce-esta-milhares-de-anos-atrasado-a-estrela-esta-morta-assim-como-seus-sonhos/219877>



O contexto da foto não é bem verdade, as estrelas tem um ciclo de vida que dura bilhões de anos e cerca das 2 mil estrelas que vemos durante a noite, de acordo com o local em que estamos, está a uma distância que varia de 5 a 1000 anos luz. Esse fato nos diz que a luz dessas estrelas que vemos hoje é de 5 a 1000 anos atrás.

Essa introdução tem o intuito de quebrar o gelo e apresentar alguns conceitos da astronomia que estão inseridos no nosso cotidiano com imagens difundidas por memes na internet e que estão ao acesso dos alunos através das suas redes sociais.

# Módulo 1 – Por dentro da história da Astronomia

Nesse momento, abordamos pontos relevantes da Astronomia antiga e seus respectivos contextos históricos, indo da arqueoastronomia até os estudos de Isaac Newton e passando uma atividade de pesquisa.

## 2º Encontro: Uma breve história da Astronomia

No primeiro dia desse módulo abordaremos a astronomia antiga através de uma aula expositiva. Acreditamos que o ensino de astronomia desperta o interesse dos alunos, mas ficou esquecida por parte de alguns educadores. Para Leite (2002), analisando historicamente, a Astronomia ficou esquecida nos currículos dos professores. Até mesmo nos cursos de formação de professores, quase não se aprende Astronomia e como resultado desse esquecimento, os professores preferem não ensinar Astronomia ou buscam outras fontes de informações.

O primeiro assunto foi a arqueoastronomia pois é inegável o fascínio que o homem tem pelo céu quando olha o horizonte. Ver aquele conjunto de estrelas cintilando no firmamento, o nascer e ocaso do sol, a lua e suas fases faz com que o homem se maravilhe.

Não diferente, os homens pré-históricos que viviam em grupos nômades vivendo da caça, pesca e coleta de frutos, de fugir de animais selvagens e para isso precisavam se adaptar à mudança de dia para noite, do claro para o escuro sendo os primeiros a olharem para o céu de forma prática.

Sítios megalíticos como os alinhamentos de Karnac na Bretanha e Stonehenge na Inglaterra funcionavam como uma espécie de observatórios astronômicos antigos, pois serviam como uma previsão de eclipses.

Tratando da astronomia no mundo antigo, estudaremos algumas civilizações importantes como a Mesopotâmia, a China, o Egito e a Grécia.

Na Mesopotâmia os antigos sumerianos foram os primeiros a desenvolver astronomia propriamente dita, apesar de observar os astros através de um viés místico, tratavam a astronomia com uma base matemática.

Semelhante a astronomia mesopotâmica foi essencialmente astrológica e religiosa. Não se tem muito de astronomia chinesa por que no ano de 213 a.C. por meio de um decreto imperial todos os livros foram queimados. Mas sabemos que os previam os eclipses, pois sabiam da periodicidade e usavam um calendário de 356 dias além de deixar anotações de cometas, meteoros e meteoritos.

Por conta dos egípcios que soubemos que os astrônomos babilônios chegaram ao Ocidente possuindo uma astronomia rudimentar e bastante agrícola, servindo para saber as cheias do rio Nilo e o zodíaco era uma importação dos babilônios.

O ponto alto da astronomia chegou com a Grécia no ano de 600 a.C. a 400 a.C. onde somente no século XVI foi ultrapassado.

Do esforço dos gregos em conhecer a natureza do cosmos, e com o conhecimento herdado dos povos mais antigos, surgiram os primeiros conceitos de esfera celeste, uma esfera de material cristalino, incrustada de estrelas, tendo a Terra no centro. Desconhecedores da rotação da Terra, os gregos imaginaram que a esfera celeste girava em torno de um eixo passando pela Terra. Observaram que todas as estrelas giram em torno de um ponto fixo no céu e consideraram esse ponto como uma das extremidades do eixo de rotação da esfera celeste.

No tópico de Astronomia na idade média, citamos alguns físicos que tiveram fundamental importância e alicerçaram a astronomia com base científica.

Nicolau Copérnico (1473-1543) apresenta o sistema heliocêntrico. Manteve durante toda a vida a ideia da perfeição do movimento circular, sem supor a existência de outra forma de movimento.

Tycho Brahe (1546-1601) descobriu erros nas Tabelas Afonsinas. Em 11 de novembro de 1572, Tycho notou uma nova estrela na constelação de Cassiopéia. A estrela era tão brilhante que podia ser vista à luz do dia, e durou 18 meses. Era o que hoje chamamos de supernova. Com seus assistentes,

Tycho conseguiu reduzir a imprecisão das medidas. Foi o primeiro astrônomo a calibrar e checar a precisão de seus instrumentos periodicamente, e corrigir as observações por refração atmosférica. Também foi o primeiro a instituir observações diárias, e não somente quando os astros estavam em configurações especiais, descobrindo assim anomalias nas órbitas até então desconhecidas

Johannes Kepler (1571-1630) descobriu as três leis que regem o movimento planetário. As duas primeiras foram resultadas de árdua computação trigonométrica, na qual usou as observações de Marte, realizadas por Tycho Brahe. Em 1619 Kepler publicou *Harmonices Mundi*, em que as distâncias heliocêntricas dos planetas e seus períodos estão relacionados pela Terceira Lei, que diz que o quadrado do período é proporcional ao cubo da distância média do planeta ao Sol. Esta lei foi descoberta por Kepler em 15 de maio de 1618. Em 17 de outubro de 1604 Kepler observou a nova estrela (supernova) na constelação de Ophiucus, junto a Saturno, Júpiter e Marte, que estavam próximos, em conjunção. Kepler também estudou as leis que governam a passagem da luz por lentes e sistemas de lentes, inclusive a magnificação e a redução da imagem, e como duas lentes convexas podem tornar objetos maiores e distintos, embora invertidos, que é o princípio do telescópio astronômico.

Galileu Galilei (1564-1642). Em maio de 1609 ouviu falar de um instrumento de olhar à distância que o holandês Hans Lipperhey havia construído, e mesmo sem nunca ter visto o aparelho, construiu sua primeira luneta em junho, com um aumento de 3 vezes. Galileu se deu conta da necessidade de fixar a luneta, ou telescópio como se chamaria mais tarde, para permitir que sua posição fosse registrada com exatidão. Até dezembro ele construiu vários outros, o mais potente com 30X, e faz uma série de observações da Lua, descobrindo que esta tem montanhas. De 7 a 15 de janeiro de 1610 descobre os quatro satélites maiores de Júpiter e sua revolução livre em torno do planeta. Descobriu também as principais estrelas dos aglomerados das Plêiades e das Híades e a primeira indicação dos anéis de Saturno e as manchas solares. Por suas afirmações, Galileu foi julgado e condenado por heresia em 1633. Sentenciado ao cárcere, Galileu, aos setenta anos, renega suas conclusões de que a Terra não é o centro do Universo e imóvel. Apenas em 1822 foram retiradas do Índice de livros proibidos as obras de Copérnico, Kepler e Galileu, e em 1980, o Papa João Paulo II ordenou um reexame do processo contra Galileu, o que eliminou os últimos vestígios de resistência, por parte da igreja Católica, à revolução Copernicana. Não se deve esquecer que foram os grandes observadores e teóricos dessa época, como Hevelius, Huygens e Halley, que ajudaram a erguer a nova astronomia.

A nova astronomia se deu com Sir Isaac Newton (1643-1727) e sua obra monumental fixa as bases da mecânica teórica. Da combinação de suas teorias com sua lei de gravitação, surge a confirmação das leis de Kepler e, num só golpe, o

estabelecimento, em bases científicas, da mecânica terrestre e celeste. No domínio da óptica, Newton inventou o telescópio refletor, discutiu o fenômeno da interferência, desenvolvendo as ideias básicas dos principais ramos da física teórica, nos dois primeiros volumes do Principia, com suas leis gerais, mas também com aplicações a colisões, o pêndulo, projéteis, fricção do ar, hidrostática e propagação de ondas. Somente depois, no terceiro volume, Newton aplicou suas leis ao movimento dos corpos celestes.

O Principia é reconhecido como o livro científico mais importante escrito. Os trabalhos astronômicos de Newton são apenas comparáveis aos de Gauss, que contribuiu para a astronomia com a teoria da determinação de órbitas, com trabalhos importantes de mecânica celeste, de geodésica avançada e a criação do método dos mínimos quadrados. Nunca outro matemático abriu novos campos de investigação com tanta perícia, na resolução de certos problemas fundamentais, como Gauss. São dessa época os notáveis trabalhos de mecânica celeste desenvolvidos por Euler, Lagrange e Laplace, e os dos grandes observadores como F.W. Herschel, J.F.W. Herschel, Bessel, F.G.W. Struve e O.W. Struve. Vale a pena lembrar uma data histórica para a astronomia - a da primeira medida de paralaxe trigonométrica de uma estrela e, conseqüentemente, da determinação de sua distância, por Bessel (61 Cygni) e F.G.W. Struve (Vega), em 1838. Este notável feito da técnica de medida astronômica é basicamente o ponto de partida para o progresso das pesquisas do espaço cósmico.

Ainda no primeiro dia, dividimos a turma em duas equipes, a equipe SOL e a equipe LUA e, por meio de sorteio, pedimos para cada equipe pesquisar sobre "Astronomia tupi-guarani" e "Constelações".

Para tal pesquisa, o professor entregou os Textos D.1 e D.2, retirados da internet, para cada equipe possibilitando os alunos terem um "norte" nas suas pesquisas. São eles:

## **Texto D.1: Astronomia Tupi-guarani.**

### **Astronomia tupi-guarani**

A observação do céu sempre foi base de conhecimento das sociedades antigas, pois, elas dependiam do céu para conseguir diferenciar o dia e a noite, as estações do ano, as fases da Lua, entre outras coisas. Essa dependência do céu se dava pelo fato de que as atividades de subsistência dependiam de alguns fatores que, naquela época, só era possível pela leitura do céu, como por exemplo, saber a estação do ano.

Os grupos indígenas perceberam que seria necessário certo conhecimento sobre o céu para a sobrevivência da comunidade. Com isso, eles criaram um calendário, a partir da leitura do céu, para que fosse possível identificar a melhor época para a colheita, para o cultivo, para a pesca e caça, e também para conseguirem se localizar.

Contudo, havia diferença na interpretação do céu entre as tribos indígenas, já que muitas tinham estratégias de sobrevivência diferentes e uma visão diferente também, mesmo que fosse o mesmo céu, as constelações sazonais, por exemplo, davam essa “liberdade” de ter interpretações diferenciadas. Além de não estarem todas localizadas na mesma região, é claro, a localização física e geográfica fazia com que a cada região se comportasse de maneira diferente uma com relação à outra. Por exemplo, a região de clima tropical se comporta diferente da região de clima semiárido, da região de clima subtropical, e assim por diante. Cada tipo de região tem uma influência diferente do meio e isso depende de vários fatores. E, antigamente, alguns desses fatores eram observados pela leitura do céu. Portanto, as tribos, conseguiam sobreviver a partir dessas informações que eles mesmos obtinham e usavam de maneira eficiente para que pudessem se sustentar com as atividades agrícolas, pecuárias e etc.

É possível perceber que grupos indígenas de etnias diferentes – culturas diferentes, como é de se esperar – apresentam muitas semelhanças nos conhecimentos de astronomia. Os tupis-guaranis associam as estações do ano e as fases da Lua com a fauna e a flora da região onde eles vivem, para eles cada elemento da natureza tem um espírito protetor. Eles têm muito conhecimento sobre a Lua e o usam para realizarem caça, plantio e corte de madeira.

Fala de um índio em uma entrevista, por Germano Afonso: “Certa noite de lua crescente estava observando as constelações com os guaranis na ilha da Cotinga, Paraná. De repente, um deles me disse que seria melhor observarmos quando não houvesse Lua. Rapidamente, com meu conhecimento ocidental, respondi que estava de acordo, pois o brilho da Lua ofuscava o brilho das estrelas, embora conseguíssemos enxergar bem a Via Láctea. Ao que ele retrucou dizendo que, na realidade, o que o incomodava era a quantidade de mosquitos, muito menor quando não há Lua. Nunca havia percebido essa relação, que de fato existe, entre as fases da lua e a incidência de mosquitos.”.

Os tupis-guaranis acreditam que o Sol é o principal regulador da vida na Terra e tem grande significado religioso, o cotidiano deles é voltado a conseguir força

espiritual pelo Sol. Para os tupis-guaranis, a Lua é a principal regente da vida marinha.

A primeira unidade de tempo utilizada pelos tupis guaranis foi o dia, medido por dois nascimentos consecutivos do Sol, logo depois, foi criado o mês que foi medido por duas aparições consecutivas de uma mesma fase da Lua. As fases da Lua também eram utilizadas para saber a hora, por exemplo: a Lua Cheia nasce no entardecer (hoje sabemos que por volta das 18h) e se põe ao amanhecer (hoje sabemos que por volta das 6h), a Lua Minguante nasce no início da madrugada (por volta de meia noite) e se põe no meio do dia (por volta de 12h) e assim por diante.

Referência: <http://sciam.uol.com.br/mitos-e-estacoes-no-ceu-tupi-guarani/>, acesso em 21/12/2018.

## **Texto D.2: As constelações.**

### **As Constelações**

A União Astronômica Internacional (IAU) considera que **constelação** é a divisão da esfera celeste, geometricamente, em 88 regiões ou partes. Esse conceito, porém, é bastante recente. Foi adotado durante a revolução da Ciência que nasceu no século XX. Até meados dos anos de 1930, acreditava-se que constelações eram somente agrupamentos de estrelas que formavam figuras de humanos e animais carregados de superstição e lendas.

#### **Origem das constelações**

É difícil estabelecer uma origem para as constelações. Desde sempre, o ser humano tem a curiosidade de observar as coisas a sua volta e, ao olhar para o céu, imaginou seres mágicos através das figuras que pontinhos luminosos formavam durante a noite como especificado na Figura 1. Os primeiros traços de saberes sobre constelações foram encontrados em paredes da caverna de Lascaux na França e data de 17.300 anos atrás.

Os gregos descreveram metade das 88 constelações que conhecemos atualmente. 48 constelações foram relatadas por Ptolomeu e, durante os séculos 16 a 17, os astrônomos europeus adicionaram mais constelações a esse grupo.

#### **As atuais 88 constelações**

Com o advento de novas pesquisas que fervilhavam o século XX, era a hora de reformular o que os cientistas sabiam sobre as constelações. As novas pesquisas de evolução estelar permitiram que as constelações fossem organizadas. Eugène Delporte, em 1930, propôs a organização das constelações em 88 grupos de estrelas

Apesar das estrelas formarem figuras semelhantes aos nomes que carregam, a IAU define uma constelação por suas coordenadas e pode ter diversas

variações em sua representação. Elas devem ser diferentes dos asterismos, que são padrões ou formas estelares que não estão relacionadas com as constelações conhecidas, mas são amplamente conhecidas pela comunidade astronômica.

Reconhecer algumas constelações não é difícil. Uma constelação bastante fácil é a de Orion por conta de suas estrelas muito brilhantes. Representa uma figura mitológica de um caçador ou guerreiro acompanhado de seus cães de caça. A constelação do Cruzeiro do Sul é a mais importante e famosa no hemisfério sul do planeta. Apesar de pequena, é reconhecível pelo brilho médio de suas estrelas. Na bandeira do Brasil, as constelações se fazem presentes. O Cruzeiro do Sul representa os estados do sudeste e a Bahia.

Referência: <https://www.infoescola.com/astronomia/constelacao/>

### 3º Encontro: Atividade de pesquisa

Quando muitos professores pedem para os alunos fazerem uma pesquisa na internet ou em qualquer outro meio, a maioria das vezes o aluno só visita a primeira página que aparece nos buscadores de internet como o Google e partindo do pressuposto que muitos sites da internet não são confiáveis. Pior ainda, imprimem a primeira página sem se dar ao trabalho de ler.

Esse dia do minicurso foi feito para tentar sanar esse problema, dividimos a turma em duas equipes a equipe SOL e equipe LUA e pedimos para que cada equipe pesquisasse determinado tema.

É importante que o professor se limite em dar os textos motivadores para as respectivas equipes e os determinados temas possibilitando que nesse momento ele verifique o que os alunos conseguiram e identificar os principais erros feitos nas suas pesquisas.

Nesse momento o professor deve orientar os alunos para alguns detalhes na hora de fazer uma pesquisa de forma eficiente na internet. Colocamos aqui, alguns pontos relevantes para que a pesquisa seja feita de forma aprofundada:

Antes do professor pedir uma pesquisa, ou qualquer outra estratégia, deve ter um **planejamento** que contenha objetivos claros, uma metodologia, e o que ele vai avaliar na pesquisa.

Essa **metodologia** deve esclarecer o que ele pretende do aluno com a pesquisa, indicando a forma que o material deverá ser apresentado e o tempo necessário para a entrega da pesquisa além de verificar se os seus educandos tem



acesso à internet. Se eles não possuem, que veja a possibilidade de a escola conceder esse acesso.

Outro aspecto importante é o professor **indicar fontes confiáveis**, para isso, o professor deve pesquisar o tema com antecedência. É intuitivo que os alunos pesquisem nos primeiros resultados que as páginas de buscador oferecem, por isso o professor deve indicar páginas de fontes confiáveis sem que haja erros de ortografia e de conteúdo ou desatualizados.

Se o professor preferir, pode indicar uma lista de páginas de sites confiáveis sem ter uma escrita científica apurada para que os alunos tenham um norte na hora da pesquisa garantindo a confiabilidade do material pesquisado.

Um dos grandes dilemas nas pesquisas da internet é o aluno copiar e colar o texto o famoso “ctrl+C / ctrl + V” para tentar driblar esse problema muitos professores pedem que o trabalho seja manuscrito.

O trabalho manuscrito também não é garantia que o aluno ao menos tenha lido o texto na hora de passar para o papel. Ele pode muito bem escrever ao lado de diversas distrações como a tv ligada ou ouvindo música.

É nesse ponto que cada equipe terá 15 minutos para apresentar e falar sobre o seu material pesquisado pra a turma e os 20 minutos restantes para que o professor mostre como fazer uma pesquisa na internet de forma eficiente.

## **Módulo 2 – A astronomia no dia a dia e o nosso sistema solar**

Falamos de alguns conceitos relevantes como a percepção do dia e da noite, das estações do ano, das fases a lua, dos eclipses e dos mares e oceanos. Explanamos também sobre o sistema solar e seus planetas, satélites, asteroides, meteoros meteoritos e meteoroides, além de abordar o sol e outras estrelas e fazendo alguns experimentos de astronomia.

Dividimos esse módulo em 3 dias/aulas de 50 minutos.

### **4º Encontro: Compreendendo alguns fenômenos**

Neste encontro abordamos temas que são perceptíveis às nossas sensações como o dia e a noite, as estações do ano, as fases da lua, os eclipses e os efeitos das marés em uma aula expositiva.

Desde tempos remotos o homem percebe o “caminhar” do tempo em uma única direção ao perceber fatos periódicos no céu como o nascer e pôr do sol, o deslocamento do mesmo durante o dia, a mudança no aspecto da lua, as estações do ano, dentre outros.

Os povos antigos precisavam saber dessas continuidades para se localizar, saber a época certa de plantar e de colher, saber as cheias dos rios, etc.

A primeira definição de dia veio da observação do Sol, que corresponde ao dia solar. Além do mais, por questões práticas, o homem sentiu a necessidade de criar uma ordenação matemática para o dia/noite, visto que nós possuímos um relógio biológico interno, completamente adaptado ao ciclo diário do Sol.

O dia solar é o intervalo de tempo que corresponde a passagem do sol em um mesmo ponto o dia solar corresponde a 24 horas solares. O dia sideral é o intervalo de tempo que corresponde a passagem de determinada estrela em um mesmo ponto e corresponde há 23 horas, 56 minutos e 4 segundos (solares).

A eclíptica tem esse nome por que é onde a Lua se situa na ocasião de um eclipse e é o movimento anual do Sol definido no céu por uma trajetória circular. Essa

trajetória circular anual tem uma inclinação em relação ao plano do equador celeste de  $23,5^\circ$ .

Devido ao movimento de translação da Terra ao redor do sol e a inclinação da Terra ao longo do ano, os raios solares incidem sobre a Terra de forma diferente.

Se a Terra é iluminada igualmente nos dois hemisférios, nesse caso, dias e noites tem a mesma duração.

Os equinócios ocorrem em dois momentos no ano: 21 de março, equinócio de outono no hemisfério sul e 23 de setembro, equinócio de primavera.

Quando a Terra é iluminada de forma desigual nos hemisférios, são os períodos de solstícios. Assim, no dia 21 de junho, há a indicação do **solstício de inverno** no hemisfério sul (e de verão no hemisfério norte), com os dias menores do que as noites, e no dia 21 de dezembro, há os **solstícios de verão** no nosso hemisfério, com as noites menores do que os dias.

A fase da lua depende de quanto podemos observar da parte da lua iluminada pelo sol. O intervalo de tempo entre duas situações idênticas é chamado de mês lunar, ou mês sinódico. Ele dura 29 dias 12 horas 44 minutos e 2,8 segundos.

Eclipse é a ocultação, total ou parcial, de um astro pela interposição de um outro, entre um astro e o observador, ou entre um astro luminoso e outro iluminado. Ocorre eclipse do sol quando a lua, em seu movimento de translação, coloca-se entre o Sol e a Terra

Pode ocorrer, também, o eclipse da Lua. Esse fenômeno ocorre quando o nosso satélite natural passa pela região da sombra da Terra, determinada pelos raios solares que tangenciam a superfície. Um observador, em qualquer ponto dessa região, não está vendo a lua. Isso acontece por duas razões: Por que ela não é fonte luminosa ou porque a luz solar não a atinge.

Pescadores e habitantes de localidades litorâneas do mundo conhecem muito bem a regularidade da descida e subida do mar em função das fases e períodos da lua.

Além do Sol fornecer energia radiante para sustentar a vida na Terra. Apesar da Terra, do Sol e da Lua não serem corpos de dimensões desprezíveis, podemos tratar o movimento de translação da Terra e da Lua como corpos de massas pontuais.

## 5º Encontro: O Sistema Solar

Nesse segundo dia falaremos do Sistema Solar, de sua origem, dos planetas e os seus satélites que o compõe, de asteroides, de cometas, de meteoros, meteoritos e meteoroides.

Essa questão que desafiou os cientistas há muito tempo, estimasse que o sistema solar tenha sido formado há 4,6 bilhões de anos.

Porém, essa questão é muito ampla pois já conhecemos quase 2000 exoplanetas e 500 sistemas planetários.

A história da formação do sistema planetário sugere a teoria da nebulosa primordial que teria formado o nosso sistema solar, pois dois dados que sugerem que ocorreu dessa forma e nesse tempo que é a datação de meteoritos. Quando meteoritos caem do espaço (em especialmente caem na antártica) podemos recuperá-los e de alguma forma pegar dados e usar métodos geológicos (que são muito precisos em determinar a idade de alguma coisa).

Descobriu-se que a grande maioria dos meteoritos tem uma idade muito semelhante aos outros que chega a ser a 4.55 bilhões de anos e essa é tido como a idade do sistema solar.

existe um plano preferencial no qual todos os planetas giram, é como se fosse um registro fóssil de um "disco" que está associado a formação do sistema planetário.

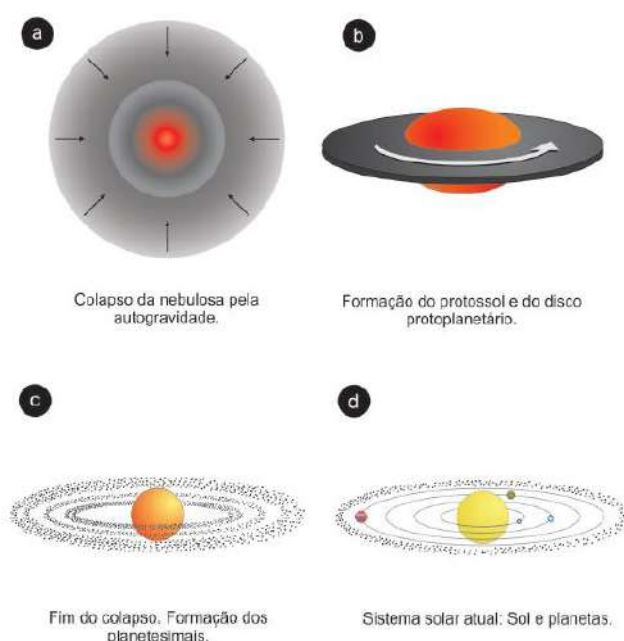
A outra indicação que é muito importante para fazermos uma teoria sobre a formação do sistema solar é que todos os planetas giram em torno de um mesmo plano que é praticamente igual para todos os planetas, isso sugere que o sistema se formou a partir de um disco achatado, a questão é como produziu nosso planeta.

Imaginando que o disco tenha se formado a partir de uma nebulosa muito grande (uma nuvem molecular gigantes que existe em grandes quantidades em galáxias) essas nuvens se contraem por auto gravidade e chega um momento que essas nuvens começam a se quebrar em pedaços e, cada desses pedaços que inicialmente era esférico, giram lentamente procurando um estado de energia mínima, acumulando gás na superfície desse disco.

Desse disco, deve ser formar uma concentração no centro que acabou virando o sol ou uma estrela central de um sistema planetário e o que sobra do disco é que se forma os planetas;

Imagina-se que planetas não tenham se formado por colapso, mas sim crescido a partir de partículas pequenas (grãos de gelo fazendo bolas de neve, juntando metais e aos poucos começaram a ter gravidade) agregação de corpos menores A Figura D.5 ilustra os passos da formação do sistema Solar.

Figura D.5: A formação do sistema Solar.



Fonte: Astronomia e Astrofísica Kepler de Souza Oliveira Filho (S.O. Kepler)

Os planetas são divididos em duas categorias, os planetas terrestres e os planetas rochosos como mostrado na Tabela D.2:

Tabela D.2: Os planetas terrestres e gasosos.

Terrestres	Gasosos
<b>Mercúrio</b>	<b>Júpiter</b>
<b>Vênus</b>	<b>Saturno</b>
<b>Terra</b>	<b>Urano</b>
<b>Marte</b>	<b>Netuno</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

O planeta mais próximo do Sol é Mercúrio. Sua superfície está coberta por crateras resultantes do impacto de corpos menores. Por isso supõe-se que a atividade

vulcânica tenha ocorrido apenas no início. Caso houvesse atividade recente, as lavas cobririam e apagariam as crateras, tem uma atmosfera muito tênue quase desprezível. Sua temperatura varia de 170°C durante o dia, à 430°C durante a noite. Não possui satélites e tem uma gravidade relativamente baixa de cerca 3,7 m/s<sup>2</sup>.

O segundo planeta mais próximo do Sol é Vênus. A atmosfera de Vênus é bastante espessa e reflete a maior parte da luz solar incidente. Esta é a razão do seu grande brilho. Sua atmosfera também impede a observação direta da superfície do planeta e por ter uma atmosfera tão grande é o planeta do sistema solar com maior temperatura que é em torno de 460°C. Não possui satélites naturais e tem uma gravidade semelhante à da Terra de cerca de 8,87 m/s<sup>2</sup>

A Terra é o terceiro planeta mais próximo do Sol. Terra é o nome da deusa romana, esposa do Céu. Como já vimos, o planeta em que vivemos era considerado até o Renascimento como em posição privilegiada, em torno da qual o Universo existia. Com o avanço do nosso conhecimento, a Terra deixou de ocupar um lugar especial e passou a ser apenas mais um dos planetas de uma estrela comum, o Sol. Tem uma temperatura média de 15°C e gravidade de 9,8m/s<sup>2</sup>. Possui um satélite natural, a Lua.

O último planeta terrestre é Marte, sua cor avermelhada é devida à poeira que cobre parcialmente a sua superfície. Parte desta é recoberta por lava solidificada, formando grandes planícies. A temperatura Sua cor avermelhada é devida à poeira que cobre parcialmente a sua superfície. Parte desta é recoberta por lava solidificada, formando grandes planícies. A temperatura na superfície oscila entre -90 e 30 graus centígrados. Possui dois satélites naturais, fobos e deimos. Tem uma gravidade pequena por volta de 3,711 m/s<sup>2</sup>.

O primeiro planeta gasoso mais próximo do Sol é Júpiter. Ele é o maior planeta do sistema solar, sendo seu raio cerca de 11 vezes maior que o da Terra. Apesar de possuir, provavelmente, um núcleo formado por materiais pesados, ele é composto basicamente por hidrogênio e hélio na forma gasosa. Assim, Júpiter, como os demais planetas Joviano, não possui uma superfície sólida como os planetas terrestres. Tem uma temperatura de -150°C e 67 satélites naturais e uma gravidade de 10,44 m/s<sup>2</sup>.

Urano possui uma anomalia no que tange ao seu eixo de rotação, que está muito próximo do plano orbital, isto é, o seu eixo é praticamente perpendicular ao dos

demais planetas. Supõe-se que isso se deva ao efeito de um grande impacto. Tem uma temperatura que chega a  $210^{\circ}\text{C}$  abaixo de zero, possui 27 satélites naturais e sua gravidade é cerca de  $8,87 \text{ m/s}^2$ .

Netuno possui uma estrutura interna muito similar a Urano, sendo formado por rochas e gelo. Apresenta uma atmosfera espessa com bandas atmosféricas. Possui oito satélites e um sistema de anéis. Sua temperatura é de  $-225^{\circ}\text{C}$  e possui 14 satélites naturais. Sua gravidade é de  $11,15 \text{ m/s}^2$ .

Plutão foi considerado um planeta anão em 2006, ele é menor do que os demais planetas, isso por si só já impediria de ser classificado como planeta telúrico ou Joviano e suas características orbitais também não ajudam por ser muito excêntrica e muito inclinada em relação a eclíptica. Em sua órbita contém vários outros corpos similares a ele o que diferencia um planeta de um planeta anão.

A definição de planeta anão é de um corpo que orbite o Sol, que seja esférico por causa da gravidade, que não possua fusão nuclear e que esteja em uma região do sistema solar que tenha outros corpos orbitando em torno do Sol.

Asteroides são um grupo numeroso de pequenos corpos (planetas menores) que orbitam o Sol. A maior parte dos asteroides conhecidos tem orbitas situadas entre as orbitas de Marte e Júpiter, a uma distância da ordem de 2,8 unidades astronômicas (UA) do Sol. Essa região é conhecida como o **Cinturão de Asteroides**.

Os planetas tem uma certa distribuição regular em relação ao seu distanciamento, e falta um planeta entre as orbitas de marte e júpiter. Há um cinturão de asteroides entre as orbitas de marte e de júpiter. acredita-se que não tenha formado um planeta por causa da influência de júpiter que impediu a formação desse planeta jogando pra fora grande parte da massa e do que sobrou e formou o cinturão de asteroides.

Os cometas constituem outro conjunto de pequenos corpos orbitando o Sistema Solar. Suas orbitas são elipses muito alongadas. Eles são muito pequenos e fracos para serem vistos mesmo com um telescópio, a não ser quando se aproximam do Sol. Nessas ocasiões, eles desenvolvem caudas brilhantes que algumas vezes podem ser vistas mesmo a olho nu.

Os cometas são feitos de uma mistura de gelo e poeira, como uma bola de gelo sujo. À medida que se aproximam do Sol, parte do gelo sublima, formando uma grande

nuvem de gás e poeira ao redor do cometa, chamada coma. A parte sólida e gelada no interior é o núcleo.

Meteoro é o fenômeno luminoso quando um pequeno asteroide, chamado meteoróide, se choca com a atmosfera da Terra. O termo vem do grego *meteoron*, que significa fenômeno no céu. Ao penetrar na atmosfera da Terra, gera calor por atrito com a atmosfera, deixando um rastro brilhante facilmente visível a olho nu.

Meteoritos são meteoros que atravessam a atmosfera da Terra sem serem completamente vaporizados, caindo ao solo. Do estudo dos meteoritos se pode aprender muito sobre o tipo de material a partir do qual se formaram os planetas interiores, uma vez que são fragmentos primitivos do sistema solar.

Ao final dessa aula expositiva, indicamos uma série de experimentos de astronomia que os alunos devem se basear para os alunos trazerem no nosso próximo encontro. Os exemplos de experimentos encontram-se no ANEXO A.

## **6º Encontro: Experimentos e cartazes**

Deixamos este dia para as apresentações dos projetos didáticos como experimentos e cartazes.

A utilização de experimentos e cartazes vai de encontro com a forma tradicional e que deixa distante o prazer do aluno em aprender. “A realização de atividade experimental é sempre um evento marcante, desafiador e inestimável do ponto de vista cognitivo e pode ser realizado tanto pelos alunos quanto pelo professor” (SILVA & REIS, 2013, p.41).

Nessa aula, dividimos os alunos em seis equipes. Três apresentam cartazes e os outros três apresentam experimentos. As turmas que ficarem encarregadas de fazerem os experimentos terá como base os experimentos de apoio do ANEXO A sem que somente repliquem os experimentos. Os experimentos de apoio devem servir de pontapé para outras pesquisas de experimentos. Cada equipe deverá apresentar o experimento e explicar os conceitos envolvidos

Para as atividades de cartazes cada equipe ficará encarregada de um tema envolvendo a Astronomia e terá que desenvolver um cartaz contendo somente ilustrações, onde cada dupla terá que explicar o seu cartaz para a turma. Cada equipe deverá abordar um tema a ser sorteado, que consta na Tabela D.3:



Tabela D.3: temas a serem sorteados pelas equipes.

Lunetas e Telescópios: o que são?	O futuro da astronomia
Aglomerados e Nebulosas	Galáxias e vida extraterrena
Cosmologia	Buracos Negros
Missões espaciais	Satélites artificiais e naturais

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

O interessante de que o cartaz tenha o mínimo de palavras possível faz com que cada equipe fale sobre o seu cartaz e para isso eles precisarão estudar o seu tema escolhido.

Cada equipe terá oito minutos para apresentar os seus experimentos e cartazes.

## **3º Módulo – A Física do Cosmo**

No primeiro dia desse módulo falaremos sobre os tópicos mais relevantes da gravitação universal para que no segundo e terceiro dia possamos fazer uma oficina de questões de física relacionadas ao tema.

No último dia, aplicaremos dois jogos que foram feitos para sedimentar os assuntos abordados nos três dias anteriores.

### **7º Encontro: Gravitação universal**

O objetivo desse dia é recordar o conteúdo de gravitação universal previamente trabalhado de modo que o aluno tenha uma visão geral sobre o tema. Para isso, utilizaremos uma aula expositiva com apostila e apresentações em Power point como recursos didáticos. A apostila que utilizamos é mostrada no Anexo B.

### **8º e 9º Encontro: Oficina de exercícios**

Nesses aplicaremos a oficina de exercício de gravitação universal. O professor deve ter em mente que estes passos não é simplesmente entregar baterias de exercícios e ajudar os alunos a resolver. Não existe uma receita padrão para a resolução de problemas de física, contudo, destacamos alguns métodos na resolução de problemas.

No 2º dia dividimos a turma em quatro equipes com quatro baterias de exercícios contendo 11 questões, e cada equipe fica encarregada de resolver uma bateria de exercícios.

Ao final da aula entregamos todas as baterias de exercícios para todos os alunos resolverem em casa e tirar dúvidas sobre as questões na aula seguinte.

No 3º dia verificamos as respostas dos alunos. No anexo C, podemos ver todas as quatro baterias que podemos utilizar.

Jonh Dewey (1910) destaca alguns aspectos importantes na hora de resolver problemas, são eles:

- O aluno deve estar em um estado de dúvida, de estar perplexo cognitivamente, frustração e consciente da dificuldade;

- O aluno deve identificar o problema proposto para poder compreender o que se procura, ou seja, saber qual objetivo deve ser alcançado;
- Relacionar a situação problema com a estrutura cognitiva do aluno, ativando subçunçores preexistentes e relevantes que já estão no aluno e gerando proposições da solução ou criando hipóteses;
- Comprovar suas hipóteses e reformulá-las, se necessário;
- E por fim, incorporar a solução do problema na estrutura cognitiva (compreender) e aplicar a mesma solução do problema em problemas semelhantes.

No livro “A arte de resolver problemas” de G. Polya, é proposto a resolução de problemas através de uma série passos. *“Primeiro, temos de compreender o problema, perceber claramente o que é necessário. Segundo, temos de ver como os diversos itens estão inter-relacionados, como a incógnita está ligada aos dados, para termos a ideia da resolução, para estabelecermos um plano. Terceiro, executamos o nosso plano. Quarto, fazemos um retrospecto da resolução completa, revendo-a e discutindo-a”* (Polya, G.). Assim, para polya é necessário:

1. Compreender o problema – O aluno deve reunir informações que o problema oferece e tentar responder algumas perguntas: O que o problema quer? O que é desconhecido? Quais os dados que o problema dá?
2. Delinear um plano – A partir dos seus conhecimentos prévios vindos de outras experiencias com outros problemas o aluno deve recordar de *como o problema foi resolvido? é possível utilizá-lo? Faz-se necessário introduzir algum outro elemento auxiliar?* É difícil imaginar um problema absolutamente novo, sem qualquer semelhança ou relação com algum outro que já tenha sido objeto de estudo; se um tal problema pudesse existir, ele seria insolúvel. Ao tentar solucionar um problema sempre tentamos aproveitar alguma coisa de um problema solucionado antes e usando o seu resultado e/ou seu método para tentar resolver;
3. Colocar um plano em execução – O aluno faz o caminho que vai desde a compreensão do problema até estabelecer um plano que pode ser longo e tortuoso, conferindo cada passo. Nesse ponto, estabelecer um plano de ação

se torna fácil; paciência é o que ele mais precisa. Esse plano serve como um roteiro geral e precisamos estar convictos que os detalhes pois devemos examiná-los, um após o outro, com paciência até que tudo fique perfeitamente claro e que não reste nenhum detalhe que possa ocultar algum erro.

4. Olhar retrospectivamente – Após resolver o problema, o aluno deve examinar o resultado obtido com o intuito de verificar se ele condiz com a realidade. Muitos bons alunos ao chegarem no resultado de um problema fecham o livro ou mudam para outro assunto, perdendo um estágio importante e instrutiva do trabalho de resolução. Sem uma retrospectiva completa da resolução e que caminho que levou até ele, os alunos não poderão consolidar o seu conhecimento e aperfeiçoar a sua capacidade de resolver problemas.

Baseado em Dewey e Polya, implementamos uma estratégia de resolução de problemas da seguinte forma:

1. Ler o enunciado do problema com atenção, buscando à sua compreensão, uma boa prática é a capacidade de imaginar a cena que a pergunta descreve, nem tudo o que está escrito pode ser entendido, mas podemos ficar atentos aos detalhes;
2. Representar a situação-problema por desenhos, gráficos ou diagramas para melhor visualizá-la. Fazer um desenho esquemático ajuda na visualização do problema. Um desenho esquemático com sentido, direção e valores envolvidos no problema;
3. Listar os dados (expressando as grandezas envolvidas em notação simbólica);
4. Listar a(s) grandeza(s) incógnita(s) (expressando-a(s) em notação simbólica);
5. Verificar se as unidades das grandezas envolvidas fazem parte de um mesmo sistema de unidades; em caso negativo, estar atento para as transformações necessárias;
6. Analisar qualitativamente a situação problema, elaborando as hipóteses necessárias;
7. Quantificar a situação-problema, escrevendo uma equação de definição, lei ou princípio em que esteja envolvida a grandeza incógnita e que seja adequada ao problema. Uma equação só faz sentido quando sabemos o que ela significa;
8. Situar e orientar o sistema de referência de forma a facilitar a resolução do problema;
9. Desenvolver o problema literalmente, fazendo as substituições numéricas apenas ao seu final ou ao final de cada etapa;

10. Analisar criticamente o resultado encontrado. Ao achar um número, interprete o que significa aquele número para um problema. Devemos ser capazes de chegar a uma conclusão. Erros nas contas são coisas comuns é por isso que avaliar o resultado é uma coisa imprescindível;
11. Registrar, por escrito, as partes ou pontos chave no processo de resolução do problema;
12. Considerar o problema como ponto de partida para o estudo de novas situações-problema.

## Módulo 4 – Cosmologia e vida extraterrena

No penúltimo módulo abordaremos assuntos referentes sobre a origem, estrutura e evolução do universo, vida extraterrena e fixaremos os exercícios feitos no módulo 3 através de dois jogos.

### 10º Encontro: Cosmologia e vida extraterrena

Começaremos o primeiro dia do módulo 4 com uma aula expositiva sobre cosmologia e Vida extraterrena.

Cosmologia é a ciência que estuda a origem, estrutura, evolução e composição do universo. Já a astrofísica estuda as propriedades dos objetos celestes.

Nos últimos 50 anos de nossa existência houve significativos avanços científicos graças ao desenvolvimento de alta precisão. Contudo, sabemos que a matéria escura e a energia escura é grande parte do universo e é feita de algo que ainda não sabemos.

O tamanho do universo observável é cerca de 13 bilhões de anos-luz enquanto que o perímetro terrestre é de 0,1 segundo-luz e a distância da galáxia mais próxima a nossa é cerca de 2 milhões de anos-luz.

Isto quer dizer que, quando olhamos para nossa galáxia mais próxima Andrômeda, estamos olhando para o seu passado. Ou seja, a luz que observamos hoje de Andromeda é na verdade a imagem de 2 milhões de anos atrás.

Saber que o universo está em expansão é, sem dúvida, uma das maiores descobertas do século XX. Pensava-se que o universo era estático e imutável, pois não havia evidências experimentais que diziam ao contrário. Foi o astrônomo Edwin Hubble (1889-1953) observou que as galáxias estão se afastando uma das outras.

Se sabemos que as galáxias estão em expansão, podemos imaginar um momento em que elas estavam muito próximas umas das outras.

A teoria que descreve a evolução do universo através do tempo é denominada de *big-bang*, muitas pessoas pensam erroneamente, que o big-bang foi uma “explosão” de um átomo primordial onde toda a matéria do universo estava agregada, muito densa e quente que se explodiu e se espalhou tudo por aí.

Na verdade, o big-bang não é uma explosão de um único ponto, mas sim uma rápida expansão em todos os pontos do espaço e essa expansão fez o universo atingir um certo grau de desordem das partículas que permearam o universo aleatoriamente.

Seria a terra o único lugar no universo que existe vida?

Essa questão de longe é a mais antiga e a mais difícil de ser respondida pela humanidade.

A teoria geocêntrica, defendida pelo grego Claudio Ptolomeu, não só defendia que a terra estivesse no centro do universo. Ela implica também que somos seres especiais por vivermos no centro do universo.

Cerca de dois mil anos depois, Quando Copérnico estabeleceu a teoria heliocêntrica, colocando o Sol no centro do Universo, e deixando a Terra como apenas mais um planeta dos seis planetas conhecidos na época, provocou não só uma grande perturbação no meio científico, mas também nos meios filosóficos, culturais e religiosos.

Em seu trabalho “a pluralidade dos mundos”, Giordano Bruno acreditava que havia um universo infinito e que haviam muitos planetas, estrelas e infinitas formas de vida.

Mas antes de tentar entender a existência (ou não) da vida fora da terra temos que discutir o que é vida.

Na verdade, não temos uma boa teoria de como a vida surgiu, o que acreditamos é que pra existir vida ela tem que ter duas coisas: capacidade de extrair energia do ambiente para poder sobreviver e a capacidade de se reproduzir.

Todas as formas de vidas que conhecemos são baseadas na química do carbono, não que isto seja uma regra universal, apesar de que todas as formas de vida que conhecemos tem o carbono como elemento central. Além de precisar de água.

Alguns aminoácidos (pequenas peças que constroem as proteínas) são encontrados em meteoritos e os cometas contém moléculas orgânicas. Então, sabemos que moléculas orgânicas complexas existem em outros lugares.

Em nuvens moleculares densas que existem em grande quantidade nas galáxias, foram encontradas mais de cem espécies de moléculas, inclusive orgânica. Isso nos evidencia que existem moléculas complexas fora do sistema solar.

Uma hipótese cósmica denominada panspermia sugere que a vida tenha surgido na terra, trazida em formas primitivas através de meteoros. Também sugere que a vida não tenha surgido na terra mas sim tenha surgido na evolução de moléculas orgânicas simples em moléculas orgânicas compostas que exige um ambiente rico em hidrogênio ocorrido em outro lugar do sistema solar e na fase de grandes colisões, pedaços de meteoritos com esse tipo de moléculas tivesse caído na terra e que o universo está repleto desses “mensageiros” carregando moléculas complexas.

A evidencia de vida mais difícil de detectar é verificar se existe oxigênio livre no universo. O interessante nessa evidência não é o fato de que o oxigênio nos permita respirar, mas por que ele é um subproduto da vida, é o “lixo” que é dispensado pela fotossíntese. O próximo passo seria verificar a existência de água.

## **11º Encontro: Usando jogos**

Nesse encontro, aplicamos dois jogos. O primeiro jogo é chamado de tira-varetas que consistia em um tubo de garrafa PET com vários furinhos ao seu redor e atravessado por varetas de cores diferentes com bolas de gude dentro do tubo. Os alunos respondiam perguntas e se errassem, deveriam tirar as varetas. Perdia quem deixasse as bolinhas de gude cair.

### **CONTEÚDO DO JOGO:**

- ✓ 40 bolinhas de gude de tamanho médio
- ✓ 40 espetos de churrasco coloridos em suas pontas nas cores verde, vermelho, azul e amarelo.
- ✓ Cartas de perguntas de múltipla escolha
- ✓ Um tubo perfurado feito de garrafa PET.
- ✓ Uma roleta.

**OBJETIVO DO JOGO:** Deixar cair o menor número de bolinhas de gudes do suporte de PET.



A estrutura de PET terá uma linha pintada de preto em seu meio, separando-a na parte escura (lado inferior da linha) e parte clara (lado superior da linha).

A disposição das bolinhas de gude será da seguinte forma: coloca-se 10 palitos de churrasco e 10 bolinhas de gude, 10 palitos de churrasco e 10 bolinhas de gude assim, sucessivamente até chegar na borda

O jogo pode ser jogado individualmente até 6 pessoas ou em uma turma distribuída em 6 equipes.

Cada jogador tirará duas perguntas para respondê-la e as regras está disposta na Tabela D.4.

Tabela D.4: regras do jogo “tira varetas”.

Acertando as duas perguntas	não tira nenhum palito de churrasco da estrutura
Acertando uma e errando a outra	Escolhe qual palito de churrasco tirará da estrutura
Errando as duas perguntas	Girará a roleta e está determinará qual a cor e em que parte tirará o palito de churrasco.  Obs.: se a roleta determinar uma cor que não esteja mais no jogo, o jogador tirará um palito do lado que a roleta indicou.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Dentre as perguntas, haverá cartas bônus que mudará temporariamente as regras do jogo. O modelo esquemático do jogo está na Figura D.6.

O segundo jogo foi o “Batalha de Física”. Nessa atividade os alunos serão desafiados a participar de um jogo de tabuleiro onde será dividido em 6 equipes. A Figura D.7 mostra o tabuleiro do jogo e as bases dos competidores, cada base é

Figura D.6: (a) Corpo do jogo pronto para ser jogado e (b) Carta, varetas e bolinhas de gude usadas no jogo.

(a)



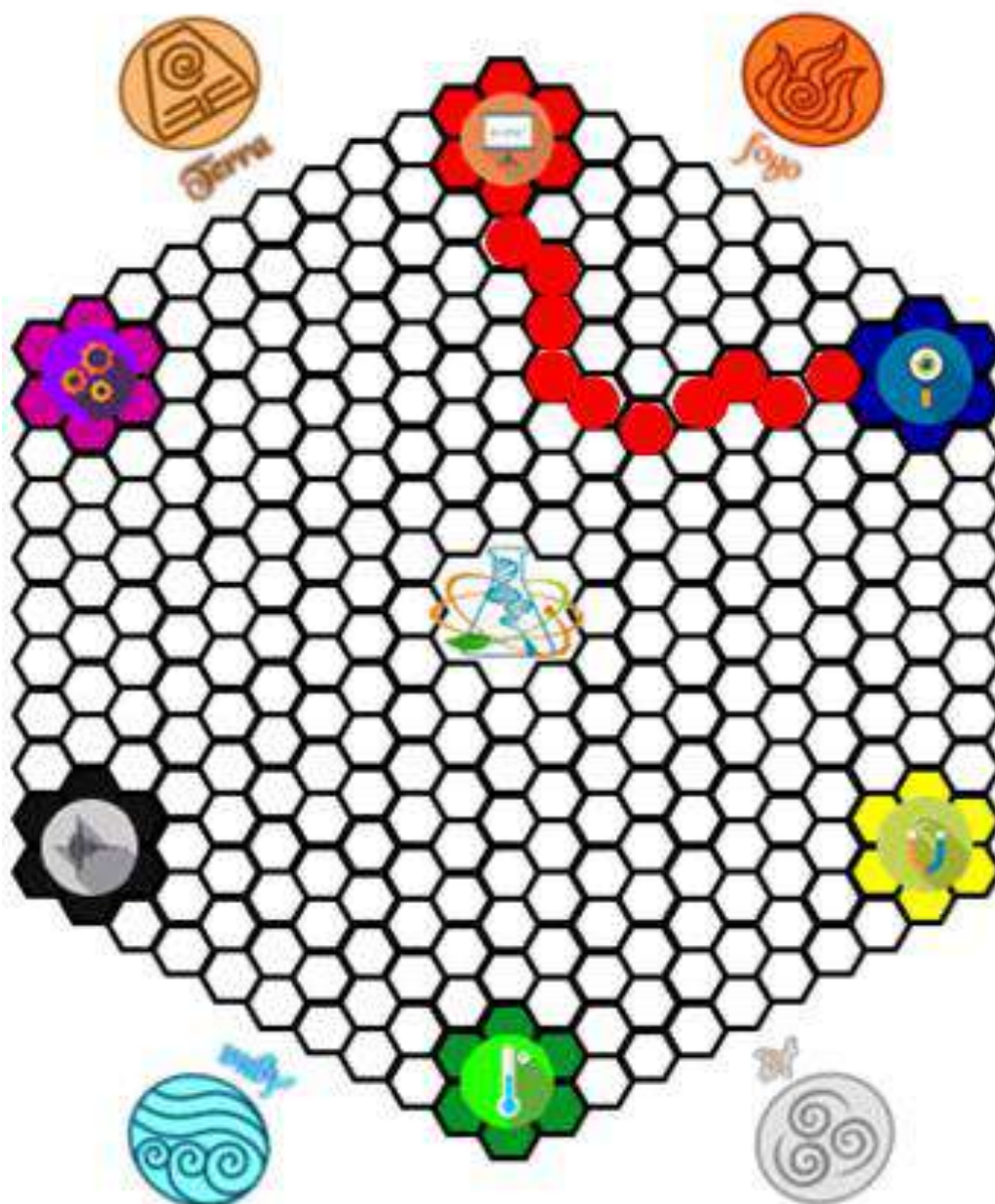
(b)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

representada por um tópico da Física como Mecânica, Ondulatória, Óptica, Termologia, Eletromagnetismo e Física moderna. No tabuleiro também consta os quatro elementos Terra, Fogo, Água e Ar que no desenrolar do jogo serão poderes que os participantes podem adquirir.

Figura D.7: Imagem do tabuleiro do jogo ‘Batalha da Física’.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

**OBJETIVO DO JOGO:** vence quem colocar cada um dos seus cinco peões nas cinco bases adversárias.

**CONTEÚDO DO JOGO:**

- ✓ 5 peões e 40 fichas na cor vermelha;
- ✓ 5 peões e 40 fichas na cor amarela;
- ✓ 5 peões e 40 fichas na cor azul;
- ✓ 5 peões e 40 fichas na cor verde;

- ✓ 5 peões e 40 fichas na cor cinza;
- ✓ 5 peões e 40 fichas na cor rosa;
- ✓ 4 fichas maiores para representas os quatro elementos;
- ✓ Uma ampulheta ou relógio que marque 3 minutos;
- ✓ Uma roleta;
- ✓ Cartões de perguntas;
- ✓ Cartões de sorte;

A Figura D.8 mostra as peças.

Figura D.8: (a)Peões e fichas e (b)Pedras, roleta, dado e ampulheta usadas no jogo.

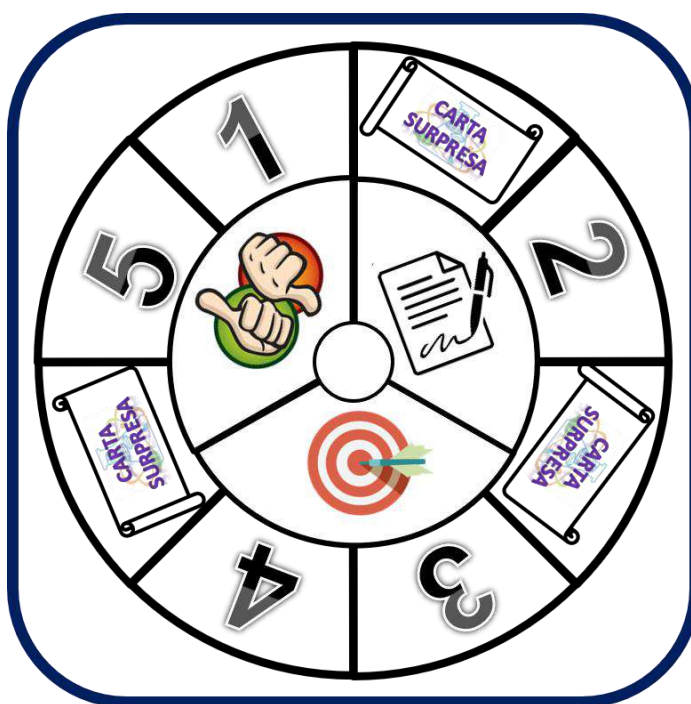


Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

### COMO SE JOGA:

Cada equipe deverá cuidar de sua base colocando fichas de sua cor impedindo as equipes adversárias invadam sua base. E colocar seus peões nas bases inimigas. Na roleta conforme mostrada na Figura D.9, mostra que na sua borda tem números de 1 a 5 que indica quantas casas os peões poderão andar e a logo de cartas surprises que dá instruções adicionais ao jogo. Internamente a roleta, temos as figuras que representam o nível das perguntas que serão utilizadas para os duelos.

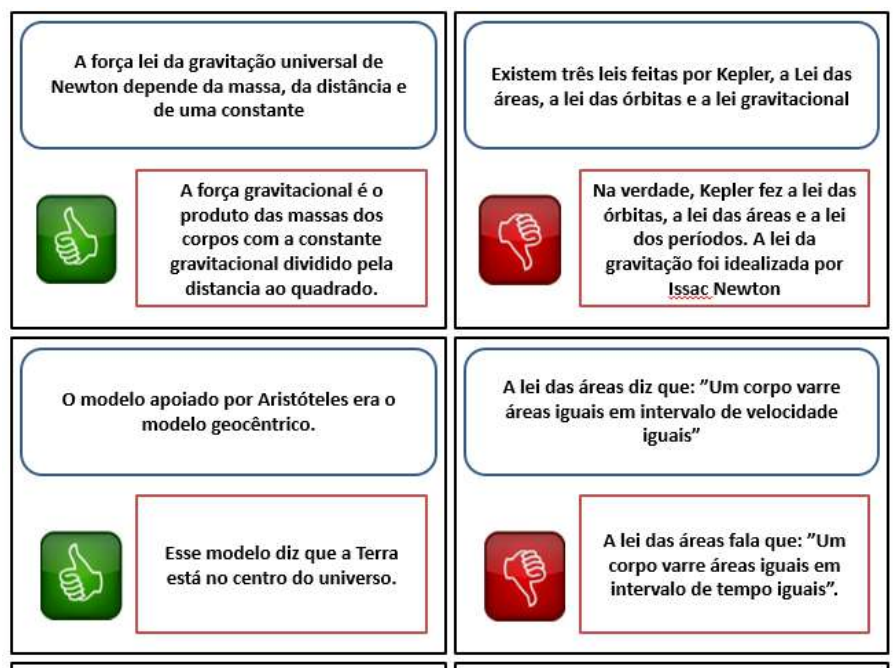
Figura D.9: Representação da roleta.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Através do dado, sorteia-se a primeira equipe a jogar. A primeira equipe, responderá uma pergunta de Nível I conforme Figura D.10 que são assertivas em que o aluno deverá verificar se ela está certa ou errada.

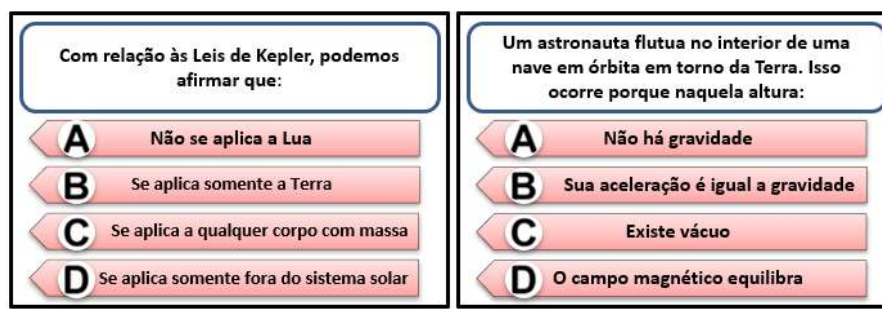
Figura D.10: cartas de nível I, assertivas em que o aluno deverá dizer se ela está certa ou errada.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Se a equipe acertar a pergunta de Nível I ela terá o direito de responder a uma pergunta de Nível II que já se trata de perguntas de múltiplas escolhas conforme a Figura D.11 e de jogar o dado para saber quantas casas ele poderá andar pelo tabuleiro. Se ela errar é a vez da próxima equipe.

Figura D.11: cartas de nível II, perguntas de múltipla escolha.



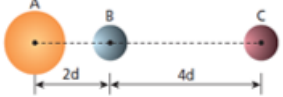
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Caso ela também responda corretamente a pergunta de Nível II ela terá o direito de responder a pergunta de Nível III conforme mostra a Figura D.12, que são perguntas dissertativas onde a equipe deverá responder no tempo de 3 minutos, e girar a roleta que indicará o número de fichas da cor da equipe que ela pode colocar no tabuleiro para impedir que os adversários avancem a sua base. Se ela errar é a vez do próximo jogador.

Figura D.12: pergunta dissertativa que o aluno terá um minuto para responder.

Em determinado instante, três corpos celestes A, B e C têm seus centros de massa alinhados e distanciados, conforme mostra o esquema ao lado.

Sendo dada a distância  $x$  e a Constante da Gravitação ( $G$ ), calcule, no instante da figura, a intensidade da força resultante das ações gravitacionais de A e C sobre B.



Na Terra, onde a aceleração da gravidade vale  $10 \text{ m/s}^2$ , um astronauta vestido com seu traje espacial pesa  $2,0 \cdot 10^3 \text{ N}$ . Sabendo que o diâmetro de Marte é a metade do da Terra e que a massa de Marte é um décimo da terrestre, determine:

- a) a massa do conjunto astronauta-traje em Marte;
- b) o peso do conjunto astronauta-traje em Marte.

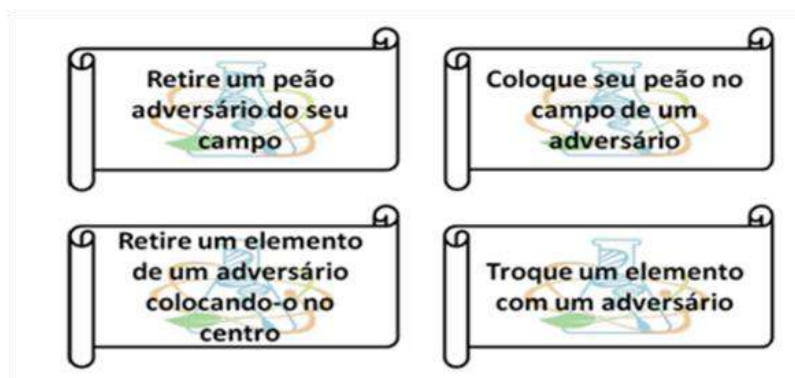
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Se a turma responder corretamente a pergunta de Nível III ela vai jogar o dado e o número sorteado indica quantas fichas suas a equipe pode MOVER do tabuleiro e quantas casas ele pode andar sobre o mesmo e girar a roleta para dizer quantas fichas a equipe poderá colocar nos espaços em branco. As fichas poderão ser colocadas em qualquer espaço em branco do tabuleiro.

### CARTAS ESPECIAIS

Haverá cartas especiais que pode mudar o destino do jogo mostradas na Figura D.13. Estas cartas poderão ser adquiridas quando rodar a roleta e caindo no local.

Figura D.13: Modelo de cartas especiais.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Para cada equipe que chegar no centro do tabuleiro, terá o direito de escolher uma pedra elementar, e cada uma pedra tem um poder específico. Serão quatro pedras elementares. Se caso todas as pedras estiverem distribuídas pelas equipes e outra equipe chegar ao centro do tabuleiro na falta da pedra o jogador que chegar no centro poderá escolher de quem ele quer roubar a pedra.

TERRA: O grupo que possuir essa pedra poderá andar por barreiras adversárias.

ÁGUA: O grupo que possuir essa pedra pode pular uma pergunta que não saiba responder e poderá responder outra.

AR: escolhe um grupo para responder por ele, se este errar fica duas rodadas sem jogar. Se acertar e como se o jogador tivesse respondido corretamente.

FOGO: O jogador que a possuir estará imune a qualquer tipo de carta surpresa.

## **O DUELO**

Para retirar fichas adversárias do tabuleiro, a equipe deverá se abster da sua jogada normal e duelar com a outra equipe que ele queira retirar as fichas dela.

Para isso, a equipe desafiada rodará a roleta que vai indicar o nível da pergunta que ela deve responder e, em seguida, é a vez da equipe desafiante. Vence quem responder corretamente três perguntas ou se a outra equipe errar uma pergunta. O vencedor terá o direito de jogar o dado e o número obtido será o número de barreiras que será tirado.



## Módulo 5 – Olhando o céu

Este módulo falaremos sobre equipamentos de observação celeste e será feito em uma aula expositiva com duração de 50 minutos.

### 12º Encontro: Principais equipamentos de observação celeste

O principal equipamento óptico para a observação celeste é o olho humano. Porém ele somente pode capturar astros de magnitudes pequenas de até 5.5 a 6 (que é uma escala de medida do brilho dos astros), após adaptação ao escuro e com noites com boas visibilidades. Além disso, a capacidade visual diminui com a idade.

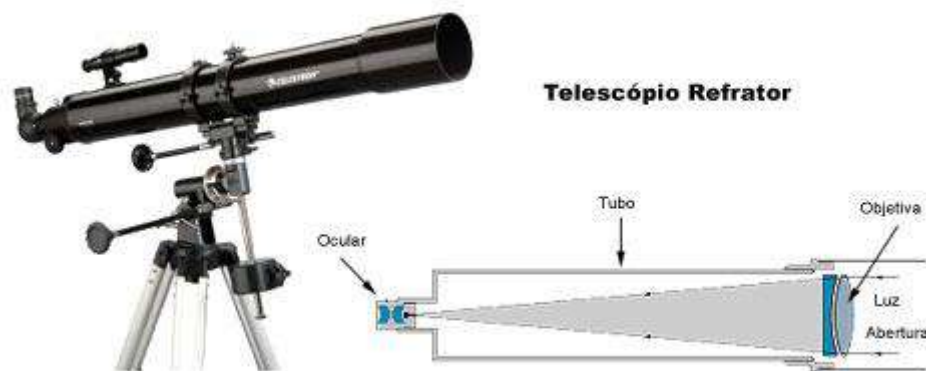
Os telescópios tem por função captar a luz, ampliando imagens e deixando-as invertidas. Dependendo do tipo de equipamentos podemos ver planetas, a lua, o Sol e objetos do céu profundo.

Existem dois tipos de telescópios, os Refratores e os refletores. O que diferencia um telescópio refrator de um refletor é a sua objetiva que é a primeira superfície óptica em que os raios de luz vindo do céu alcançam e tem como função a captura de luz.

Se o telescópio tiver como objetiva uma lente, dizemos que ele é refrator trabalhando com o fenômeno da refração em lentes. Se o telescópio tiver como objetiva um espelho, chamaremos ele de refletor e utiliza um jogo de espelhos em sua montagem trabalhando com o fenômeno da reflexão.

O telescópio refrator consiste basicamente em um tubo com duas lentes convergentes: a objetiva e a ocular como podemos ver na Figura D.14. A lente objetiva é uma lente de grande diâmetro (abertura) e com distância focal longa, que fornece uma imagem real e invertida do objeto observado. A imagem será então aumentada por meio da lente ocular e observada por meio desta.

Figura D.14 Foto e modelo esquemático de um telescópio refrator.

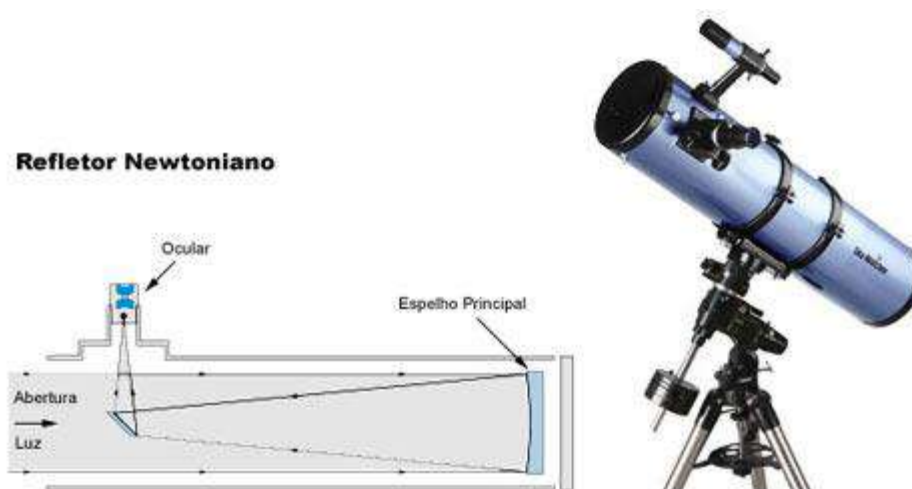


Fonte: <http://cognitiobr.blogspot.com/2010/08/astronomia-amadora-telescopios.html>

Esses tipos de telescópios são fáceis de utilizar, o seu tubo é fechado e são bons para a observação de planetas, da lua e do Sol. Algumas desvantagens é a aberração cromática e tem pequena abertura (lente pequena).

A invenção do telescópio refletor foi uma Invenção do Físico inglês Isaac Newton, a objetiva é um espelho esférico parabólico como podemos ver na Figura D.15. Esse formato curvo, associado ao próprio fato de ser um espelho, evitava aberrações cromáticas e diminuía os problemas com de esfericidade.

Figura D.15: foto e modelo esquemático de um telescópio refletor newtoniano.



Fonte: <https://www.hardmob.com.br/threads/549921-OficialMOB-Telescopios-lunetas-e-binoculos>

Os telescópios refletores tem os melhores custo-benefício e prestam-se a fazer todo o tipo de observações (visualização de Planetas, lua e sol e o céu profundo). Porém, seus espelhos requerem ajustes frequentes, o seu tubo é aberto o que possibilita a superfície do espelho ficar exposta podendo sujar e turbulência do ar dentro do tubo.

Os telescópios ópticos refratores e refletores precisam de luz visível para produzir suas imagens, ou seja, somente captam ondas eletromagnéticas que esteja na faixa da luz visível.

Os radiotelescópios captam ondas eletromagnéticas que estão fora dessa faixa, aparentam ser grandes antenas parabólicas como podemos verificar na Figura D.16, eles determinam características dos corpos celestes a partir de ondas de rádio, raio x, luz infravermelha entre outros.

Figura D.16: Radiotelescópio ALMA, localizado no norte do Chile

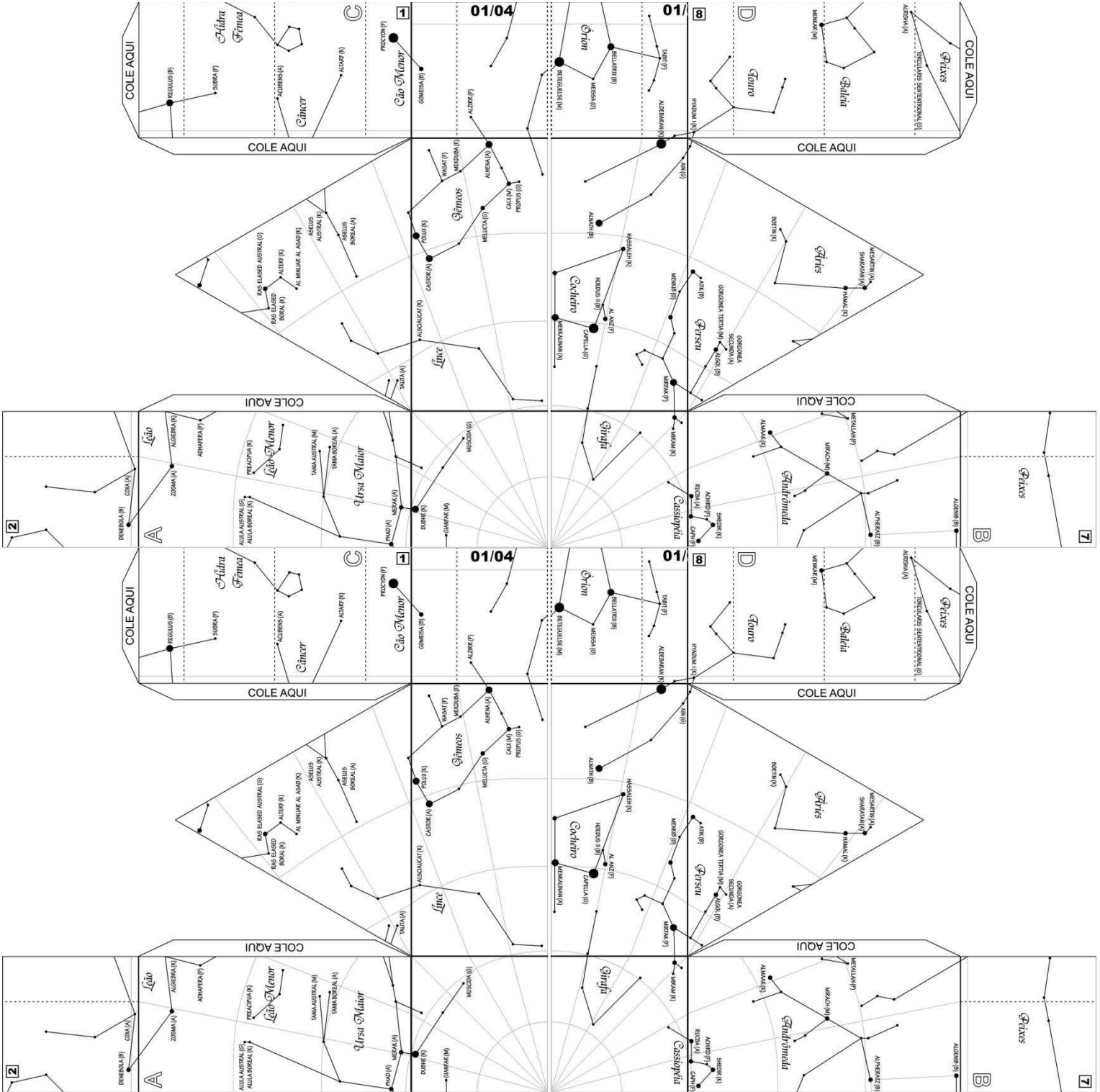


Fonte: <http://www.encyclopedia.com/radiotelescopio-alma-amplia-capacidade-e-cria-telescopio-do-tamanho-da-terra/>

O esquema de funcionamento de um radiotelescópio funciona por que corpos celestes como estrelas, galáxias nebulosas, entre outros, emitem radiação eletromagnética de forma natural, os radiotelescópios capturam essas ondas eletromagnéticas em um determinado intervalo de tempo e depois, com a ajuda de computadores, convertem esses sinais em imagens do objeto observado.

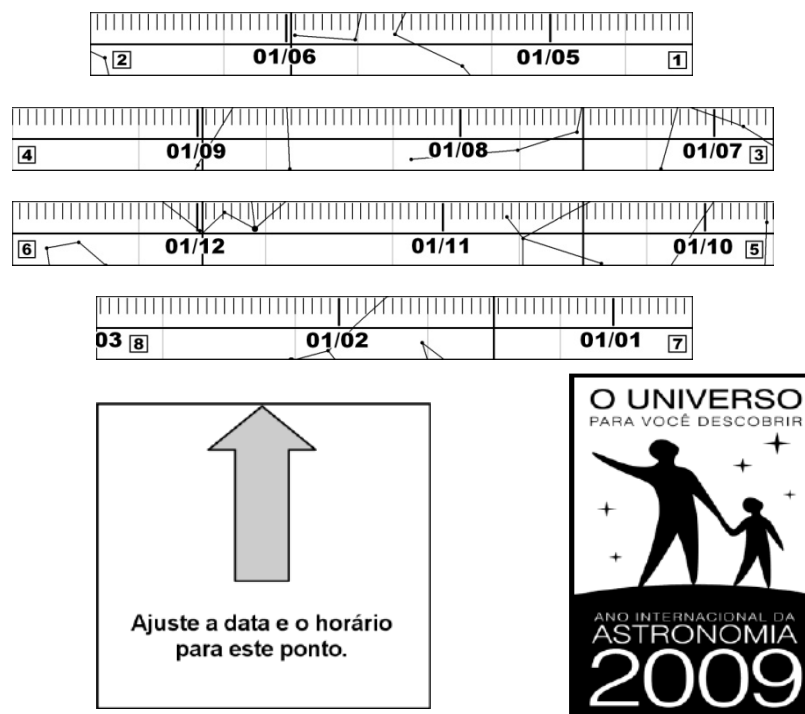


Figura A.2 – Hemisfério celeste Norte.



Recorte a Figura A.3 e cole no globo formado com as figuras A.1 e A.2.

Figura A.3: Restante das peças a serem cortadas para a montagem do miniplanetário.



### Hemisfério Celeste Sul

# MINI-PLANETÁRIO

**Este material foi desenvolvido por Demetrius dos Santos Leão como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) em sua graduação em Física (Licenciatura) na Universidade Católica de Brasília (UCB) e posteriormente aprimorado durante seu ingresso no Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC), na Universidade de Brasília (UnB).**

O mini-planetário mostrará a céu de 00h00min do dia que está indicado pela ponta da seta que está na lateral da base. Para ajustar a hora, gire o mini-planetário no sentido horário de for antes da meia noite e, no sentido anti-horário, se for depois da meia-noite. A distância entre cada linha radial (que está destacada pelas linhas pontilhadas na parte central) representa uma hora. Por exemplo, se você quiser visualizar o céu do dia 1º de fevereiro, às 21 horas, proceda do seguinte modo: posicione o traço que indica o dia 01/02 na ponta da seta cinza lateral, rente à borda da caixa. Gire o corpo principal do mini-planetário no sentido horário (por que é antes da meia-noite) o espaço correspondente a 3 horas (24h menos 21h é igual a 3). Pratique este exemplo e invente outros da maneira que quiser. Bom divertimento!

**MAGNITUDES**

● ● ● ● ●

**-1 0 1 2 3**

Fonte: Leão, D.S.; Laranjeiras, C.C Miniplanetário: um projetor portátil de baixo custo. PPGEC – UnB Volume 7, Pág. 16, 2012.

## Experimento 2 – Comparação entre os planetas

Existe uma diferença de volume gigantesca entre o Sol e os planetas. É possível constatar isso em tabelas que apresentam dimensões como diâmetro e volume do Sol e dos planetas. Essas tabelas, porém, não ajudam muito, porque é difícil imaginar as diferenças de tamanho apenas vendo valores numéricos. Mas, como é possível visualizar concretamente a diferença de tamanho entre os planetas e destes com o Sol?

### Materiais

- 1 rolo de barbante
- 1 compasso
- 1 régua
- 2 lápis
- Folhas de papel pardo ou cartolinas amarelas.
- 1 folha de Papel A4
- Papel alumínio
- Jornais usados
- 1 balão de látex gigante, amarelo

Para permitir uma visão concreta do tamanho dos planetas e do Sol, represente o Sol por uma esfera ou disco de 800 mm (80 cm) de diâmetro e, conseqüentemente, represente os planetas por esferas ou discos com os seguintes diâmetros: Mercúrio (2,9 mm), Vênus (7,0 mm), Terra (7,3mm), Marte (3,9 mm), Júpiter (82,1 mm), Saturno (69,0 mm), Urano (29,2 mm), Netuno (27,9 mm) e Plutão, o planeta anão (1,3 mm).

Para fazer o disco do Sol, pode-se utilizar uma folha de papel pardo ou duas cartolinas amarelas devidamente emendadas. Para traçar o círculo de 80 cm de diâmetro, use um barbante com 82 cm de comprimento. Dobre o barbante ao meio e amarre as pontas com uma laçada.

Improvise um compasso colocando um lápis em cada uma das extremidades do barbante dobrado e amarrado. Fixe um dos lápis na dobra do barbante e com o outro lápis fixo na laçada, desenhe o círculo que representa o Sol sobre o papel pardo ou a cartolina, como mostrado na Figura A.3;

Figura A.3 – Desenho feito que representa o Sol.



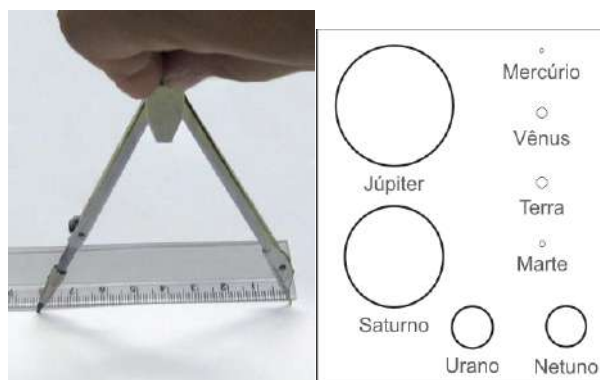
Fonte: Programa AEB na escola.

Usando a régua, abra o compasso de acordo com o raio de cada planeta. Lembre-se que o raio é igual à metade do diâmetro. Desenhe sobre a folha de papel A4 cada um dos discos dos planetas e de Plutão, de acordo com as Figura A.4.

Figura A.4 – (a) Faça círculos com o transferidor com a (b)proporção apresentada na figura.

(a)

(b)



Fonte: Programa AEB na escola.

Agora vamos comparar os volumes desses astros. Para isso, faça os planetas menores amassando papel alumínio. Para fazer Júpiter e Saturno amasse jornal e sobre ele coloque o papel alumínio conforme a Figura A.5. Vá colocando cada “planeta” sobre o disco correspondente.



Figura A.5 – Amasse o papel alumínio como apresentado na figura.



Fonte: Programa AEB na escola.

Para representar o Sol, uma opção é usar um balão de látex amarelo grande (balão de aniversário), que é encontrado em casas de artigos para festas. Para encher o balão até o tamanho adequado, use um pedaço de barbante de comprimento (C) igual a 2,51 m, com as pontas amarradas. Lembre-se que  $C = 3,14 \times D$ , sendo  $D = 0,8$  m (o diâmetro que o balão deve ter). À medida que o balão vai enchendo, coloque o barbante no seu equador até que o barbante circunde, perfeitamente, o balão. Depois de prontos, coloque o “Sol” e os “planetas” lado a lado para comparar a diferença entre suas dimensões como na Figura A.6.

Figura A.6 – Amasse o papel alumínio conforme a figura.



Fonte: Programa AEB na escola.

Fonte: Programa AEB na escola.

### Experimento 3 – Estações do Ano.

João Batista Garcia Canalle  
Instituto de Física - UERJ

#### ✓ Introdução

Este fenômeno que atinge a todos é de fácil explicação para quem já o entendeu e de difícil compreensão para quem está tentando entendê-lo,

principalmente quando se está usando os livros e suas figuras para entendê-lo. Como já tivemos oportunidade de constatar junto a professores da Rede Pública de Ensino, da pré-escola ao segundo grau, as dificuldades dos professores em entenderem este fenômeno a partir de textos e figuras, desenvolvemos o experimento abaixo descrito, que é de fácil construção e de baixo custo, para facilitar a compreensão deste fenômeno.

✓ **A Montagem do Experimento**

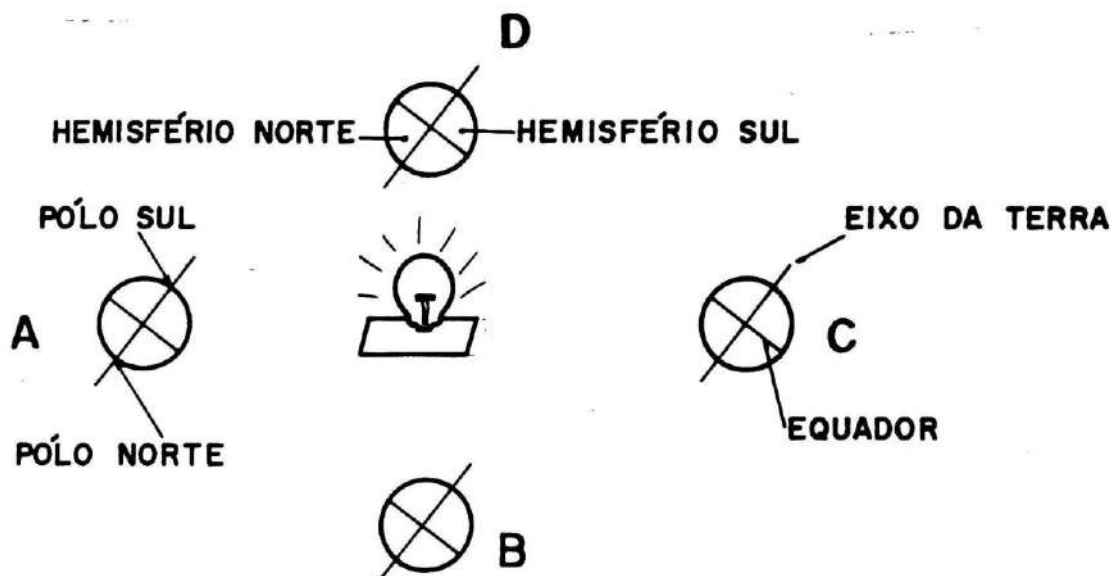
Providencie cerca de 3 m de fio branco paralelo, conecte um plug numa das extremidades e um soquete na outra. Fixe este soquete num pedaço de madeira (use soquete que já tenha um furo em seu interior próprio para passar um parafuso e assim fixar na madeira). Isole com fita isolante os terminais do fio no soquete. Coloque uma lâmpada de 60 W neste soquete e sobre a lâmpada fixe, com fita adesiva (durex), um disco de papel alumínio com cerca de 5 cm de diâmetro, para que ela não ofusque sua vista e a dos alunos que estarão ao seu redor.

Se você dispuser de um globo terrestre, use-o, caso contrário, providencie uma bola de isopor de 15 a 30 cm de diâmetro. Essas bolas são separáveis em dois hemisférios que se encaixam. Separe os dois hemisférios e fure-os em seus centros (de dentro para fora) com uma vareta de pipa ou similar. Feche a bola e atravesse-a com a vareta. A vareta representará o eixo de rotação da Terra. Providencie algum suporte para a lâmpada (livros, cadernos, caixa de sapatos, etc.) tal que seu filamento fique aproximadamente na mesma altura do centro da bola de isopor. Ligue o plug numa tomada e terá o “Sol” aceso e iluminando a Terra (bola de isopor). Claro que para isso você precisa de um ambiente escurecido. Também é bom que se chame à atenção para o fato de que a bola de isopor e a lâmpada que representam a Terra e o Sol estão fora de escala.

✓ **A Explicação do Fenômeno**

Geralmente se realiza esta demonstração sobre uma mesa. Note, então, que se a vareta (eixo da Terra) estiver perpendicular à mesa, os dois hemisférios da Terra são igualmente iluminados e se assim fosse, não haveria estações do ano, pois a luz solar atingiria os mesmos pontos da Terra sempre com a mesma intensidade. Incline, então, o eixo da Terra (vareta de pipa que você está segurando) cerca de 23,5 graus (ou seja, aproximadamente  $\frac{1}{4}$  de 90 graus). Veja a Figura A.7 abaixo.

Figura A.7 – Esquema das posições A, B, C, D do globo



Agora sim é visível que um hemisfério está mais iluminado do que o outro. Naquele mais iluminado é verão e no outro é inverno. Vamos supor que você começou inclinando sua Terra (bola de isopor) como mostramos no ponto A, então é verão no hemisfério Sul e inverno no Norte, se você deslocar a bola para a posição C (posição da Terra 6 meses depois de A) você verá que o hemisfério Sul está menos iluminado do que o Norte, logo, será inverno no hemisfério Sul e verão no Norte. Nas posições B e D ambos hemisférios são igualmente iluminados, como você pode ver se fizer a experiência (ou conseguir imaginá-la). Em B, no hemisfério Sul, será outono e no Norte será primavera. Em D, no hemisfério Sul será primavera e no Norte será outono. Se você estiver usando um globo terrestre o eixo já vem inclinado de 23,5 graus, pois esta é a inclinação do eixo da Terra em relação ao plano da sua órbita (trajetória) ao redor do Sol.

O globo tem o polo sul na sua parte inferior, mas isso é só costume do fabricante em colocá-lo assim, nada impede que você inverta seu globo. Se você quiser aumentar mais o contraste entre a parte mais iluminada e a menos iluminada, incline um pouco mais o eixo da Terra, digamos uns 45 graus, mas avise seus alunos que você está exagerando.

Outro ponto fundamental desta demonstração é que o eixo da Terra está sempre paralelo a ele mesmo, ou seja, se você começou a demonstração com o eixo da Terra apontando em direção a uma parede da sua sala, por exemplo, então ele deverá continuar apontando da mesma forma para a mesma parede quando a bola passar pelos pontos A, B, C e D. Como você está vendo a explicação não tem nada a ver com a distância da Terra ao Sol.

## Experimento 4 – Astrolábio rudimentar.

### Introdução

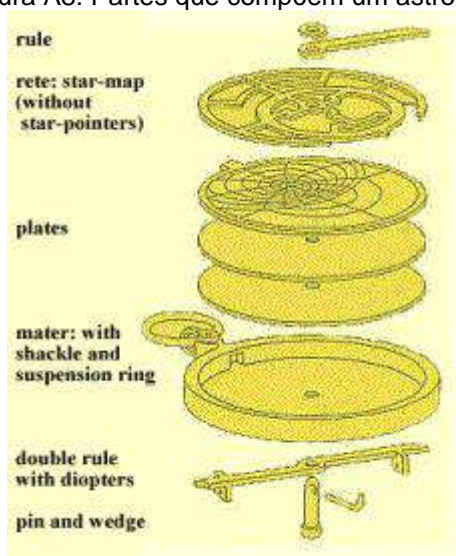
As origens do astrolábio remontam à Grécia antiga, com Apolônio, o grande estudioso de cônicas. Foi Hiparco de Nicéia que, apesar de não ter inventado o astrolábio, desenvolveu toda a teoria de projeções sem a necessidade de trigonometria esférica, fornecendo os alicerces teóricos para a construção do astrolábio.

Um astrolábio é uma representação da esfera celeste num plano. Seu nome deriva do grego astron, que significa corpo celeste, e lambanien, que significa apanhador, sendo astrolábio, portanto, o apanhador de corpos celestes. O astrolábio sofreu diversas modificações com o decorrer do tempo. Inicialmente, ele consistia apenas num instrumento para medir a altura dos astros em relação ao horizonte e resolver problemas trigonométricos. Com o passar do tempo ele evoluiu para um instrumento astronômico com diversas funções, dentre elas

- medir posição de objetos celestes;
- medir o horário;
- medida altura de objetos no céu em relação ao horizonte;
- estimar a região visível do céu em determinada noite;
- determinar a latitude.

O astrolábio moderno consiste num disco-mãe, que segura um ou dois pratos. Estes pratos são \_únicos para uma dada latitude e contém uma projeção estereográfica, que por sua vez contém círculos de altitude e azimute. Estes círculos também podem indicar a porção da esfera celeste visível em um dado horário. O disco-mãe contém graduações angulares. Acima dos pratos há um aparato projeção do plano da eclíptica. Alguns astrolábios contém uma espécie de carta celeste, que quando rotacionada, indica coordenadas nos pratos. Uma rotação completa deste aparato indica a passagem de um dia. [6, 7, 8] A Figura A.8 mostra as partes que compõem um astrolábio moderno.

Figura A8: Partes que compõem um astrolábio.



Importância Didática, Aplicabilidade e Propostas de Uso

O astrolábio foi largamente utilizado durante o período das Grandes Navegações. O astrolábio simples aqui construído, apesar de não possuir todas as funções dos mais modernos, permite obter a altura de um astro em relação ao horizonte.

Este experimento pode ser introduzido em vários contextos. Tem utilidade para ensino de história, devido ao seu vasto uso para navegação, e geografia, por permitir a determinação da latitude a partir da altura de um astro no céu. Na matemática é possível estimar a altura de objetos através da medida do ângulo com o astrolábio e da distância até a base do objeto.

No ensino de física, o astrolábio possibilita a melhor compreensão do movimento dos astros no céu. O registro das alturas dos astros no céu por longos períodos de tempo, permite compreender por que, no verão, os dias têm duração maior que no inverno, isto é, o mecanismo das estações do ano.

A primeira atividade consiste em medir a altura de prédios utilizando o ângulo medido pelo astrolábio, e a distância até a base do edifício. A outra atividade proposta de medir a altura do sol semanalmente e observar variações.

Como atividade complementar que se propõe aqui é que se realize uma medida semanal por um longo período de tempo (mais que 6 meses). O que deverá observar é o valor da altura do Sol nos solstícios e equinócios.

#### Materiais Utilizados e Procedimento de Construção

Os materiais necessários para este experimento são:

- transferidor;
- canudinho;
- fita adesiva;
- roela;
- barbante;

conforme mostrado na Figura A.9.

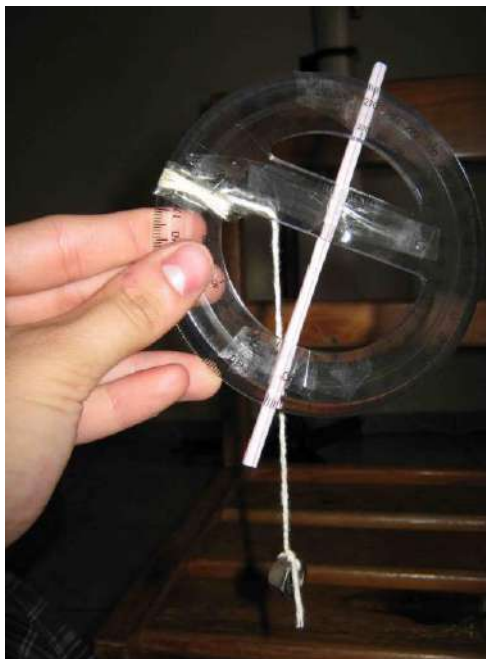
Figura A.9: Materiais utilizados para a construção do astrolábio.



Este experimento consistiu na construção de um astrolábio rudimentar, com a função de medir a altura dos astros no céu. Sua construção é bastante simples. Pegue um transferidor e atache-se um canudinho a seu centro. Com a fita adesiva, cola-

se um barbante perpendicularmente ao canudinho. Na extremidade deste barbante amarra-se uma roela, de modo que o barbante passe a funcionar como um fio de prumo. O resultado final é mostrado na Figura A.10.

Figura A.10 – Astrolábio concluído.



✓ Considerações Gerais

Este experimento foi muito bem-sucedido em sua proposta de ser um astrolábio rudimentar para medir a altura de astros no céu. Uma possível melhoria na montagem seria usar um transferidor que fosse de 0 a 90 graus, para facilitar a leitura.

## Anexo B - Apostila

Olhando para o céu e acompanhando o movimento do Sol, da lua, dos outros planetas e das outras estrelas, temos “nítida” impressão de que todos esses astros celestes estão deslocando-se ao redor da Terra.

Com base nessas “evidências”, a humanidade aceitou, durante cerca de 2000 anos, a teoria geocêntrica, acreditando que a Terra fosse o centro do Universo. Do ponto de vista meramente cinemático, não há nada de errado – todo movimento é relativo. Para qualquer observador na Terra, o Sol nasce, percorre o céu e se põe.

Sob o enfoque da Dinâmica, porém, explicar os porquês das trajetórias observadas - especialmente as dos planetas - transformou-se em uma grande questão. Graças aos trabalhos de Copérnico, Galileu, Newton e outros, depois de anos de observação, registros de dados e regula cálculos e toques de genialidade, estabeleceu-se a teoria heliocêntrica: a terra, juntamente com os demais planetas, gira ao redor do Sol.

### OS MODELOS PLANETÁRIOS

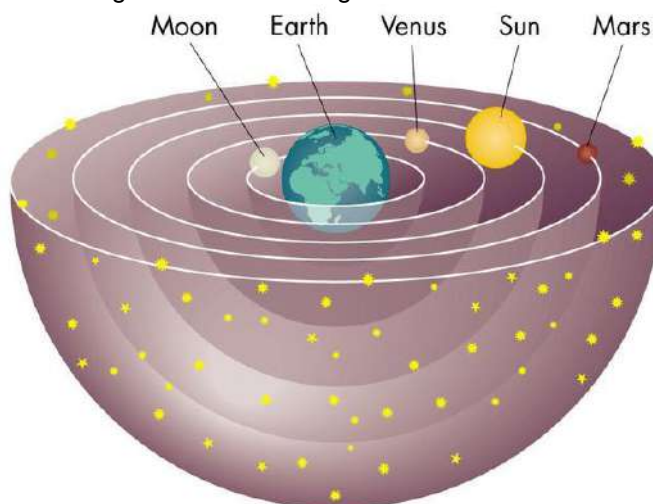
Imagine-se dentro de um caminhão baú, totalmente fechado, a bordo de um navio que viaja lentamente por uma estrada bem tranquila e bem calma.

Sem olhar por alguma fresta ou janela que o caminhão possa ter, você não seria capaz de dizer se esse caminhão está em repouso ou em movimento em relação à terra ponto com perceber o movimento do veículo, se você está se movendo junto com ela?

A questão do movimento dos astros é, historicamente, bem parecida. Como perceber que a terra está em movimento, se nos movimentamos junto com ela?

Com base nas aparências, surgiu o modelo geocêntrico como mostra a Figura B.1 aperfeiçoado por Ptolomeu. Como o próprio nome sugere, imagina-se assim a Terra como centro do universo e que todos os outros astros giravam ao redor dela. foi o modelo aceito até o final do século XV perdurou enquanto a ciência e religião não guardavam entre si uma distinção Clara, em um período em que ambas apoiavam esse modelo. Alguns dos Defensores do geocentrismo foram Aristóteles século 4 a.C Cláudio Ptolomeu século 2 d.C.

Figura B.1 – Modelo geocêntrico de Ptolomeu.

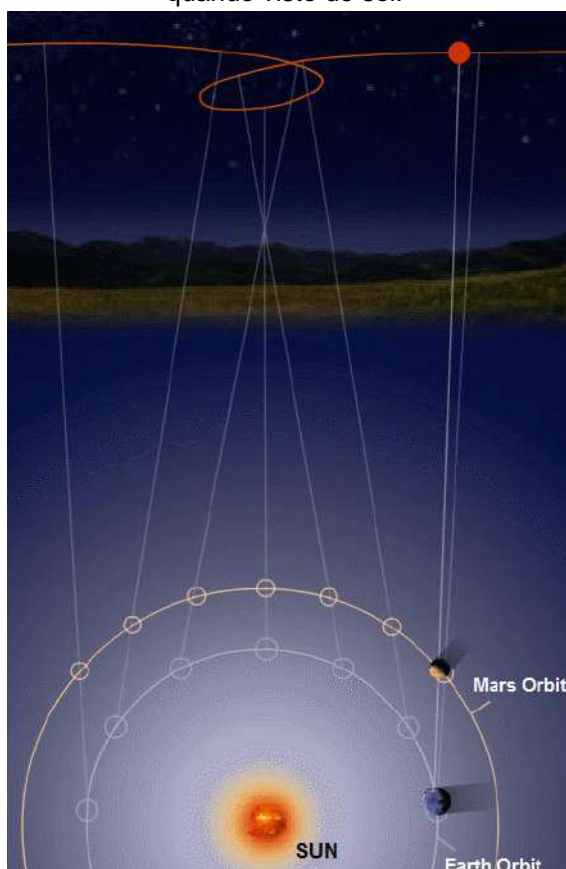


Fonte: <http://infofisicaquimica.blogspot.com/2015/10/sintese-de-conteudos-7ano-3-modelos-do.html>

Sobre bases mais racionais, propõe-se o modelo heliocêntrico – o sol como centro do nosso sistema planetário. Aristarco (310 a c 230 ac) chegou a propor ainda na Grécia antiga, baseado em cálculos que mostravam que o sol era muito maior do que a Terra e que ele, portanto, deveria ser o corpo Central. Nicolau Copérnico, em sua obra publicada antes dele morrer, defendia a ideia de que os movimentos dos corpos no céu deviam ser explicados de modo simples. Para Copérnico, todos os planetas, incluindo a terra, girava em torno do sol em órbitas circulares. mas houve resistência: na mesma época, Martinho Lutero (1483 - 1546), teólogo alemão e pai da reforma protestante, chegou a afirmar que admitir a terra girando ao redor do sol era com pessoa que não é a carroça que vai para frente, mas os burros é que fazem o chão ir para trás.

Galileu Galilei (1564 1642), em Sua obra diálogo sobre dois ciências, mostrou que todo movimento é relativo e levantou a seguinte questão: para um observador que se move junto com a terra, perceber o movimento dela não é possível. O problema não era simplesmente escolher qual o corpo ficar imóvel no centro, mas se explicar as trajetórias esquisitas que alguns planetas descreviam. As explicações sobre as trajetórias ficavam mais simples quando se tomava o sol como referência como mostra a Figura B.2 abaixo:

Figura B.2 – Comparação esquemática das trajetórias de Marte quando visto da Terra e quando visto do sol.



. Fonte: <http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/Retrogrado/retrogrado.html>



O astrônomo alemão Johannes Kepler (1571-1630), de posse das medidas precisas das posições dos planetas feitas a olho nu por Ticho Brahe (1546-1601), aperfeiçoou o modelo de Copérnico e elaborou três leis que explicam o movimento dos planetas em torno do sistema solar. A contribuição de Kepler à astronomia é apresentada em três leis que descrevem os movimentos dos planetas em torno do sol – as leis de Kepler.

Finalmente, com a teoria da gravitação universal elaborada por Isaac Newton (1642-1727), a humanidade pôde entender melhor como a Terra e os demais planetas do sistema solar mantêm-se em órbitas elípticas em torno do sol,

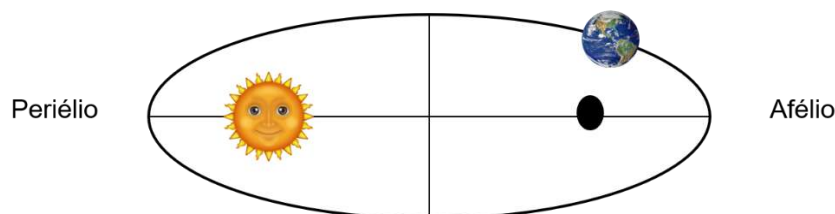
## ✚ AS LEIS DE KEPLER

O período de 1601 a 1612 foi o mais produtivo da vida de Johannes Kepler. Nesse período, Kepler, trabalhando em Praga como matemático Imperial, elaborou as três leis que descrevem os movimentos planetários.

### ✚ PRIMEIRA LEI DE KEPLER: A LEI DAS ÓRBITAS

Todos os planetas, inclusive a Terra, giram em torno do sol em órbitas elípticas. Em cada uma dessas órbitas, o sol ocupa um dos focos da elipse. Veja a Figura B.3.

Figura B.3 – Esquema da trajetória eclíptica de um planeta em torno do Sol.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Os oito planetas conhecidos do Sistema Solar Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno e Netuno giram ao redor do sol em órbitas elípticas. Cada planeta, nesse movimento, passa pelos pontos denominados periélio e afélio.

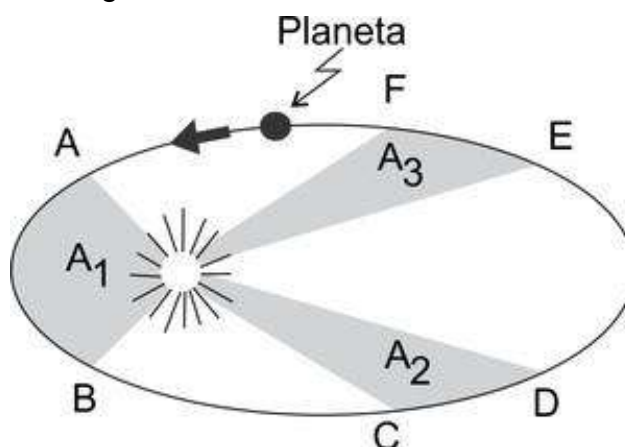
O periélio é o ponto de maior proximidade do planeta em relação ao sol; e o Afélio, o ponto de maior afastamento do planeta em relação ao sol. No caso da Terra, o periélio ocorre no final do mês de dezembro encontra-se a 147 milhões de quilômetros do Sol e, o afélio, no mês de junho a 152 milhões de quilômetros.

De acordo com a primeira Lei de Kepler, as órbitas dos planetas são elípticas, com o sol ocupando um dos focos da elipse. A órbita circular pode ser entendida como o caso extremo em que os focos da elipse coincidem; nesse caso, o sol faria o centro da circunferência descrita pelo planeta.

## ✚ SEGUNDA LEI DE KEPLER: A LEI DAS ÁREAS

A segunda lei de Kepler diz respeito a velocidade de um planeta que gira em torno do sol. Um planeta, em sua órbita em torno do sol, se move de tal forma que o vetor posição com origem no centro do Sol e extremidades no centro do planeta varre áreas iguais em intervalos de tempos iguais. Conforme a Figura B.4.

Figura B.4 – Modelo de leis das áreas.



Fonte: <http://educacao.globo.com/fisica/assunto/mecanica/leis-de-kepler.html>

Pela definição de velocidade média, podemos escrever:

$$v_1 = \frac{\Delta s_1}{\Delta t_1} \quad v_2 = \frac{\Delta s_2}{\Delta t_2}$$

Se:  $\Delta t_1 = \Delta t_2$  e  $\Delta s_1 > \Delta s_2$

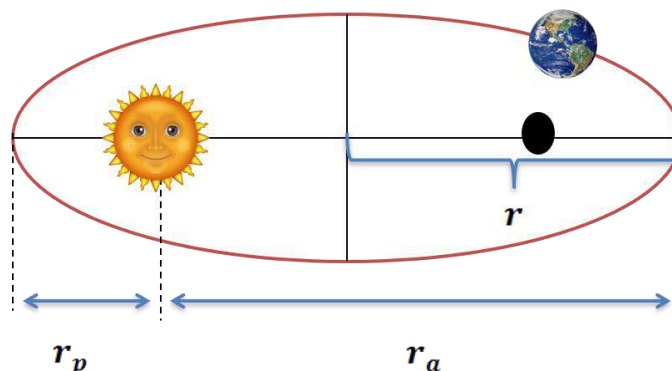
Concluimos que:  $v_1 > v_2$

Um planeta qualquer do Sistema Solar move-se ao redor do corpo central com velocidade variável, apresentando um valor máximo no periélio e um valor mínimo no afélio. No caso específico da terra, a velocidade no periélio a cerca de 30,3 km/s; no afélio, cerca de 29,3 km/s.

## ✚ TERCEIRA LEI DE KEPLER: A LEI DOS PERIODOS

Esta lei relaciona o intervalo de tempo gasto por um planeta numa volta completa ao redor do sol(período) com a distância média do planeta até ao Sol (raio médio da órbita), como mostra a Figura B.5.

Figura B.5 – Desenho esquemático das distâncias médias.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Para uma órbita circular, o raio médio é o próprio raio da órbita. Para órbita circular elíptica, o raio médio é a medida do semieixo maior do eclipse veja a relação abaixo:

$$r = \frac{r_a + r_p}{2}$$

O quadrado do período de revolução é diretamente proporcional ao cubo do raio médio da órbita. Sendo  $T$  o período de revolução de um planeta ao redor do sol e  $r$  o raio médio da órbita descrita pelo planeta.

$$\frac{T^2}{r^3} = \textit{Constante}$$

Essa constante não depende da massa do corpo que está orbitando, mas sim da massa do corpo central.

As leis de Kepler valem também para o movimento de satélites ao redor dos planetas. Nesses casos, o corpo central é o próprio planeta.

## LEI DA GRAVIDAÇÃO UNIVERSAL

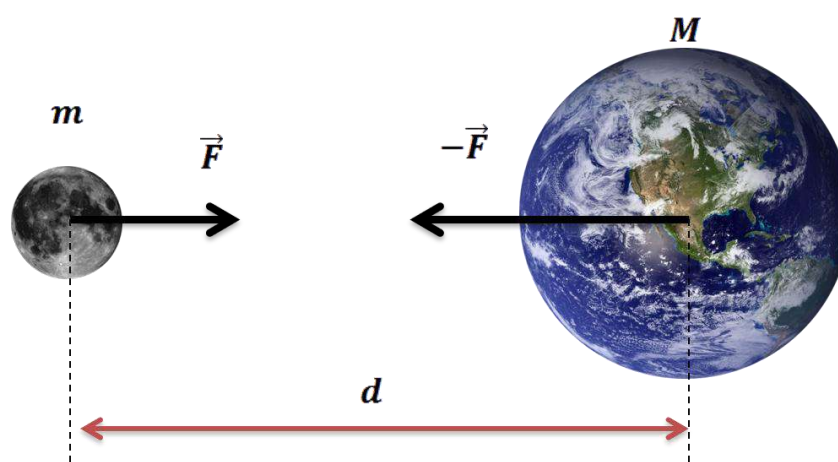
As leis de Kepler descrevem corretamente o movimento dos planetas, mas não explica a razão dessas trajetórias. Explicação foi elaborada por Isaac Newton.

Em 1687, com publicação de *princípios matemáticos da filosofia natural*, Newton lançou as bases da física clássica, propondo a lei da atração gravitacional para explicar os movimentos dos planetas em torno do sol. Os planetas são mantidos em órbita em torno do sol devido a uma ação mútua, ou seja, devido à força entre o sol e os planetas.

Exaustivamente verificada por processos experimentais, a lei da gravitação universal, associada às leis de Newton, foi um passo decisivo na astronomia. Permitiu explicar e prever as trajetórias de todos os corpos sobre ação gravitacional.

Segundo a lei da gravitação universal, “matéria atrai matéria na razão direta do produto entre suas massas e na razão inversa do quadrado da distância que as separa”. Veja a Figura B.6 e sua relação algébrica:

Figura B.6 – esquema da lei da atração gravitacional.



$$F = G \frac{M \cdot m}{d^2}$$

$\vec{F} - \vec{F}$  - Força entre as massas  
 $m$  - massa da lua  
 $M$  - massa da Terra  
 $d$  - distância entre a terra e a lua  
 $G$  - constante da gravitação universal  
 (6,67.10<sup>-11</sup>N.m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>)

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

A força de atração gravitacional se aplica a quaisquer dois corpos de massa  $m_1$  e  $m_2$ , independentemente do meio em que estejam imersos, mas somente se torna perceptível quando pelo menos um deles possui massa extremamente grande, como no caso do sistema solar, em que o sol é muitíssimo maior que os planetas.

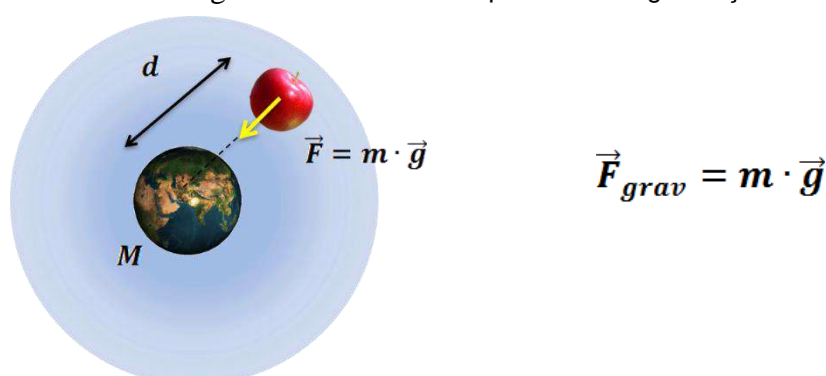
Todo o corpo material origina, na região do espaço ao seu redor, um campo de força e denominado campo gravitacional.

Embora não possamos ver ou tocar o campo gravitacional, podemos sentir os seus efeitos. Essa afirmação pode ser verificada facilmente por meio de um experimento simples: basta colocar nessa região um pequeno corpo de prova. Devido ao campo gravitacional, o corpo de prova fica sujeita a uma força de atração gravitacional. É o que acontece, por exemplo, com os corpos colocados no campo gravitacional da Terra: todos são atraídos para o seu centro. As fontes do campo gravitacional são os corpos massivos. O corpo de prova pode ser qualquer pequeno objeto, uma vez que a única exigência é que ele tenha massa, propriedade inerente a todos os corpos.

A força gravitacional é uma força de campo, ou seja, existem sem a necessidade de contato entre os quando dois corpos de massa  $m_1$  e  $m_2$  se atraem, dizemos que cada um deles se encontra imerso no campo de força gerado pelo outro.

Observe a Figura B7. Para cada ponto do espaço que circunda um corpo de massa  $M$ , associamos um vetor denominado vetor campo gravitacional  $\vec{g}$  ou simplesmente campo gravitacional, definido de tal forma que, quando nesse ponto colocarmos um corpo de massa  $m$  corpo de prova, este fica sujeito a uma força dada por:

Figura B7 – Desenho esquemático da gravitação universal.



Como  $F_{grav} = G \frac{M \cdot m}{d^2}$  e  $F_{grav} = m \cdot g$

Assim temos:

$$m \cdot g = G \frac{M \cdot m}{d^2}$$

## Anexo C – bateria de exercícios



(1) - Adotando o Sol como referencial, aponte a alternativa que condiz com a 1ª Lei de Kepler da Gravitação (Lei das órbitas):

- a) As órbitas planetárias são quaisquer curvas, desde que fechadas.
- b) As órbitas planetárias são espiraladas.
- c) As órbitas planetárias não podem ser circulares.
- d) As órbitas planetárias são elípticas, com o Sol ocupando o centro da elipse.
- e) As órbitas planetárias são elípticas, com o Sol ocupando um dos focos da elipse.

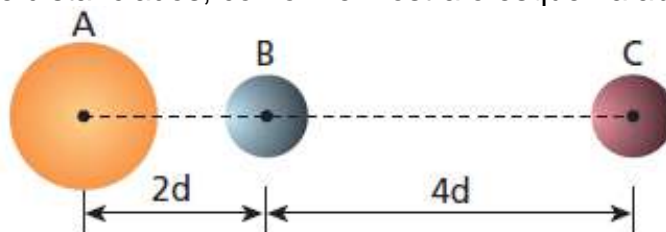
(2) - (Cesgranrio-RJ) Um satélite de telecomunicações está em sua órbita ao redor da Terra com período  $T$ . Uma viagem do Ônibus Espacial fará a instalação de novos equipamentos nesse satélite, o que duplicará sua massa em relação ao valor original. Considerando que permaneça com a mesma órbita, seu novo período  $T'$  será:

- a)  $T' = 9T$ .    b)  $T' = 3T$ .    c)  $T' = T$ .    d)  $T' = 1/3T$ .    e)  $T' = 1/9T$ .

(3) - Admita que o período de revolução da Lua em torno da Terra seja de 27 dias e que o raio da sua órbita valha  $60R$ , sendo  $R$  o raio da Terra. Considere um satélite geostacionário, desses utilizados em telecomunicações. Em relação ao referido satélite, responda:

- a) Qual o período de revolução?
- b) Qual o raio de órbita?

(4) - Em determinado instante, três corpos celestes **A**, **B** e **C** têm seus centros de massa alinhados e distanciados, conforme mostra o esquema abaixo:



Sendo dada a distância  $x$  e a Constante da Gravitação ( $G$ ), calcule, no instante da figura, a intensidade da força resultante das ações gravitacionais de **A** e **C** sobre **B**.

(5) - Leia com atenção os quadrinhos abaixo:



Considere as proposições apresentadas a seguir:

- (01) Num planeta em que a aceleração da gravidade for menor que a da Terra, o gato Garfield apresentará um peso menor.
- (02) Num planeta em que a aceleração da gravidade for menor que a da Terra, o gato Garfield apresentará uma massa menor.
- (04) Num planeta de massa maior que a da Terra, o gato Garfield apresentará um peso maior.
- (08) Num planeta de raio maior que o da Terra, o gato Garfield apresentará um peso menor.
- (16) Num planeta de massa duas vezes maior que a da Terra e de raio duas vezes maior que o terrestre, o gato Garfield apresentará um peso equivalente à metade do apresentado na Terra.
- (32) O peso do gato Garfield será o mesmo, independentemente do planeta para onde ele vá.

Dê como resposta a soma dos números associados às proposições corretas.

(6) - Um astronauta flutua no interior de uma nave em órbita em torno da Terra. Isso ocorre porque naquela altura:

- a) não há gravidade.
- b) a nave exerce uma blindagem à ação gravitacional da Terra.
- c) existe vácuo.
- d) o astronauta e a nave têm aceleração igual à da gravidade, isto é, estão numa espécie de “queda livre”.
- e) o campo magnético terrestre equilibra a ação gravitacional.

(7) - (UFSC) Sobre as leis de Kepler, assinale a(s) proposição(ões) verdadeira(s) para o sistema solar.

- (01) O valor da velocidade de revolução da Terra em torno do Sol, quando sua trajetória está mais próxima do Sol, é maior do que quando está mais afastada do mesmo.
- (02) Os planetas mais afastados do Sol têm um período de revolução em torno do mesmo maior que os mais próximos.
- (04) Os planetas de maior massa levam mais tempo para dar uma volta em torno do Sol, devido à sua inércia.
- (08) O Sol está situado num dos focos da órbita elíptica de um dado planeta.

(16) Quanto maior for o período de rotação de um dado planeta, maior será o seu período de revolução em torno do Sol.

(32) No caso especial da Terra, a órbita é exatamente uma circunferência.

(8) - (UDESC-MODELO ENEM) – Na figura abaixo, o sul-africano Mark Shuttleworth, que entrou para história como o segundo turista espacial, depois do empresário norte-americano Dennis Tito, “flutua” a bordo da Estação Espacial Internacional que se encontra em órbita baixa (entre 350km e 460km da Terra).



Sobre Mark, é correto afirmar:

- a) tem a mesma aceleração da Estação Espacial Internacional, que é a aceleração da gravidade nos pontos da órbita (todo o conjunto está em queda livre).
- b) está livre da força gravitacional aplicada pela Terra.
- c) tem o poder da levitação.
- d) permanece flutuando devido a inércia.
- e) tem velocidade menor que a da Estação Espacial Internacional.

(9) - A lei da gravitação universal de Newton diz que:

- a) os corpos se atraem na razão inversa de suas massas e na razão direta do quadrado de suas distâncias.
- b) os corpos se atraem na razão direta de suas massas e na razão inversa do quadrado de suas distâncias.
- c) os corpos se atraem na razão direta de suas massas e na razão inversa de suas distâncias.
- d) os corpos se atraem na razão inversa de suas massas e na razão direta de suas distâncias.
- e) os corpos se atraem na razão direta do quadrado de suas massas na razão inversa de suas distâncias.

(10) - (UMC-SP) A lei de atração gravitacional entre dois corpos foi enunciada, no século XVII, por Isaac Newton e diz que um corpo atrai outro corpo na razão direta das massas e na razão inversa do quadrado da distância que os separa.

Uma nave espacial deslocando-se da Terra para a Lua encontra-se num ponto em que as forças gravitacionais que a Terra e a Lua exercem sobre ela se anulam.

Com base na lei de Newton e considerando-se que a massa da Terra é 81 vezes maior que a da Lua, pode-se afirmar que a razão entre a distância da nave à Terra e a distância da nave à Lua é:

- a) 3   b) 6   c) 1   d) 9   e) 8

(11) – (PUC-RJ) Um certo cometa desloca-se ao redor do Sol. Levando-se em conta as leis de Kepler, pode-se com certeza afirmar que:

- a) a trajetória do cometa é uma circunferência, cujo centro o Sol ocupa.
- b) num mesmo intervalo de tempo  $\Delta t$ , o cometa descreve a maior área, entre duas posições e o Sol, quando está mais próximo do Sol.



- c) a razão entre o cubo do seu período e o cubo do raio médio da sua trajetória é uma constante.  
 d) o cometa, por ter massa bem menor que a do Sol, não é atraído por ele.  
 e) o raio vetor que liga o cometa ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais.



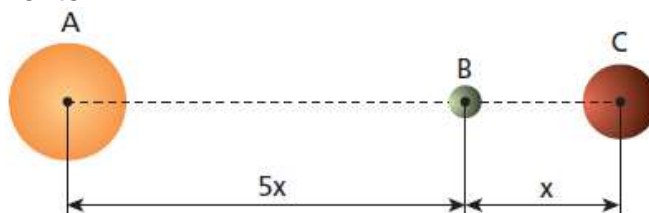
(1) - A 2ª Lei de Kepler (Lei das áreas) permite concluir que:

- a) as áreas varridas pelo vetor-posição de um planeta em relação ao centro do Sol são diretamente proporcionais aos quadrados dos respectivos intervalos de tempo gastos;  
 b) a intensidade da velocidade de um planeta ao longo de sua órbita em torno do Sol é máxima no periélio;  
 c) a intensidade da velocidade de um planeta ao longo de sua órbita em torno do Sol é máxima no afélio;  
 d) o intervalo de tempo gasto pelo planeta em sua translação do afélio para o periélio é maior que o intervalo de tempo gasto por ele na translação do periélio para o afélio;  
 e) o movimento de translação de um planeta em torno do Sol é uniforme, já que sua velocidade areolar é constante.

(2) - Em torno de um planeta fictício gravitam, em órbitas circulares e coplanares, dois satélites naturais: Taurus e Centaurus. Sabendo que o período de revolução de Taurus é 27 vezes o de Centaurus e que o raio da órbita de Centaurus vale  $R$ , determine:

- a) o raio da órbita de Taurus;  
 b) o intervalo de valores possíveis para a distância que separa os dois satélites durante seus movimentos em torno do planeta.

(3) - Considere uma estrela **A** e dois planetas **B** e **C** alinhados em determinado instante, conforme indica a figura. A massa de **A** vale  $200M$  e as massas de **B** e **C**,  $M$  e  $2M$ , respectivamente.



Sendo dada a distância  $x$  e a Constante da Gravitação ( $G$ ), calcule, no instante da figura, a intensidade da força resultante das ações gravitacionais de **A** e **C** sobre **B**.

- (4) - Sabemos que a Constante da Gravitação vale, aproximadamente,  $6,7 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ . Nessas condições, qual é a ordem de grandeza, em newtons, da força de atração gravitacional entre dois navios de 200 toneladas de massa cada um, separados por uma distância de 1,0 km?  
 a)  $10^{-11}$ . b)  $10^{-6}$ . c)  $10^{-1}$ . d)  $10^5$ . e)  $10^{10}$ .

(5) - Admita que, na superfície terrestre, desprezados os efeitos ligados à rotação do planeta, a aceleração da gravidade tenha intensidade  $g_0$ . Sendo  $R$  o raio da Terra, a que altitude a aceleração da gravidade terá intensidade  $g_0/16$ ?

(6) - (UFSC) Sobre as leis de Kepler, assinale a(s) proposição(ões) verdadeira(s) para o sistema solar.

(01) O valor da velocidade de revolução da Terra em torno do Sol, quando sua trajetória está mais próxima

do Sol, é maior do que quando está mais afastada do mesmo.

(02) Os planetas mais afastados do Sol têm um período de revolução em torno do mesmo maior que os mais próximos.

(04) Os planetas de maior massa levam mais tempo para dar uma volta em torno do Sol, devido à sua inércia.

(08) O Sol está situado num dos focos da órbita elíptica de um dado planeta.

(16) Quanto maior for o período de rotação de um dado planeta, maior será o seu período de revolução em torno do Sol.

(32) No caso especial da Terra, a órbita é exatamente uma circunferência.

(7) – (Fafeod-MG) A figura representa o movimento da Terra em torno do Sol. Sejam  $A_1$  e  $A_2$  as áreas indicadas e  $\Delta t_1$  e  $\Delta t_2$  os intervalos de tempo gastos para percorrer os arcos AB e CD, respectivamente. Se  $A_1 = 2 \cdot A_2$ , é correto afirmar que:

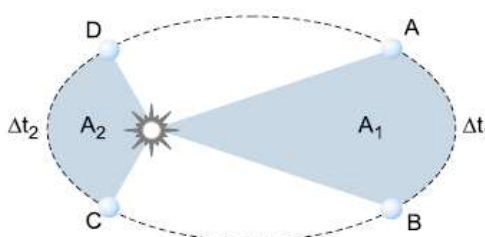
a)  $\Delta t_1 = \Delta t_2$

b)  $\Delta t_2 = 2 \cdot \Delta t_1$

c)  $\Delta t_1 = 2 \cdot \Delta t_2$

d)  $\Delta t_1 = 4 \cdot \Delta t_2$

e)  $\Delta t_2 = 4 \cdot \Delta t_1$



(9) – (Uespi) Assinale a alternativa correta, com relação às leis de Kepler para o movimento dos planetas.

a) As três leis de Kepler são o resultado de observações de natureza puramente empírica, que contrariam a mecânica newtoniana.

b) As leis de Kepler baseiam-se no fato de que a força gravitacional entre planetas varia com o inverso do cubo da distância entre os centros de tais planetas.

c) A primeira lei de Kepler diz que as órbitas descritas pelos planetas são circunferências perfeitas.

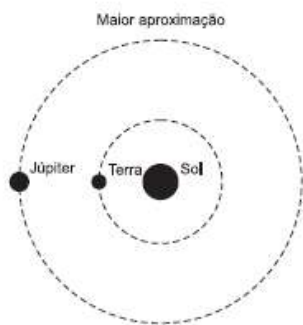
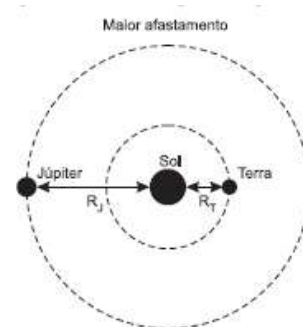
d) A segunda lei de Kepler diz que o módulo da velocidade de translação de um planeta (velocidade areolar) ao redor do Sol é constante.

e) A terceira lei de Kepler diz que a razão entre o quadrado do período de revolução de um planeta ao redor do Sol, e o cubo do semieixo maior da trajetória, de um quarto.

(9) - (UNICAMP-2012-MODELO ENEM) – Em setembro de 2010, Júpiter atingiu a menor distância da Terra em muitos anos. As figuras abaixo ilustram a situação de maior afastamento e a de maior aproximação dos planetas, considerando-se que suas órbitas são circulares, que o raio da órbita terrestre ( $R_T$ ) mede  $1,5 \times 10^{11} \text{m}$  e que o raio da órbita de Júpiter ( $R_J$ ) equivale a  $7,5 \times 10^{11} \text{m}$ .

Sabendo-se que a massa de Júpiter é  $m_J = 2,0 \times 10^{27} \text{kg}$  e que a massa da Terra é  $m_T = 6,0 \times 10^{24} \text{kg}$ , o módulo da força gravitacional entre Júpiter e a Terra, no momento de maior proximidade, é:

- a)  $1,4 \times 10^{18} \text{ N}$ . b)  $2,2 \times 10^{18} \text{ N}$ .  
 c)  $3,5 \times 10^{19} \text{ N}$ . d)  $1,3 \times 10^{30} \text{ N}$ .  
 e)  $1,5 \times 10^{30} \text{ N}$ .



$$\text{Adote } G = 6,7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{(\text{kg})^2}$$

(10) - A força de atração gravitacional entre um rapaz de massa 70 kg que se encontra a 10 m de uma jovem de massa 50 kg é, aproximadamente:

(11) - Um planeta imaginário, Terra Mirim, tem a metade da massa da Terra e move-se em torno do Sol em uma órbita igual à da Terra. A intensidade da força gravitacional entre o Sol e Terra Mirim é, em comparação à intensidade dessa força entre o Sol e a Terra,

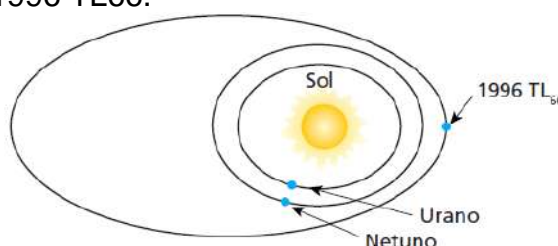
- a) o quádruplo.  
 e) a mesma  
 b) o dobro.  
 c) a metade.

(12) - Durante a narração do lançamento de uma nave espacial, um locutor de rádio diz, num dado instante, que a nave acaba de deixar o campo gravitacional da Terra. Um estudante, levando ao pé da letra o que acaba de ouvir e conhecedor dos fenômenos físicos, conclui que, nesse instante, a nave está:

- a) entre a Lua e a Terra.  
 b) entre a atmosfera e o vácuo.  
 c) do outro lado da Lua.  
 d) no centro da Terra.  
 e) fora do sistema solar.



(1) - (PUC-MG) A figura abaixo representa o Sol, três astros celestes e suas respectivas órbitas em torno do Sol: Urano, Netuno e o objeto na década de 1990, descoberto, de nome 1996 TL<sub>66</sub>.



Analise as afirmativas a seguir:

- I. Essas órbitas são elípticas, estando o Sol em um dos focos dessas elipses.
- II. Os três astros representados executam movimento uniforme em torno do Sol, cada um com um valor de velocidade diferente dos outros.
- III. Dentre os astros representados, quem gasta menos tempo para completar uma volta em torno do Sol é Urano.

Indique:

- a) se todas as afirmativas são corretas.
- b) se todas as afirmativas são incorretas.
- c) se apenas as afirmativas I e II são corretas.
- d) se apenas as afirmativas II e III são corretas.
- e) se apenas as afirmativas I e III são corretas.

(2) - Dois satélites de um planeta têm períodos de revolução iguais a 32 dias e 256 dias, respectivamente. Se o raio da órbita do primeiro satélite vale 5 unidades, qual o raio da órbita do segundo?

(3) - (Uniflor-CE) A força de atração gravitacional entre dois corpos de massas **M** e **m**, separados de uma distância **d**, tem intensidade **F**. Então, a força de atração gravitacional entre dois outros corpos de massas **M/2** e **m/2**, separados de uma distância **d/2**, terá intensidade:

- a)  $F/4$ . b)  $F/2$ . c)  $F$ . d)  $2F$ . e)  $4F$ .

(4) - (Fuvest-SP) Um satélite artificial move-se em órbita circular ao redor da Terra, ficando permanentemente sobre a cidade de Macapá.

- a) Qual o período de revolução do satélite em torno da Terra?
- b) Por que o satélite não cai sobre a cidade?

(5) - Na Terra, onde a aceleração da gravidade vale  $10 \text{ m/s}^2$ , um astronauta vestido com seu traje espacial pesa  $2,0 \cdot 10^3 \text{ N}$ . Sabendo que o diâmetro de Marte é a metade do da Terra e que a massa de Marte é um décimo da terrestre, determine:

- a) a massa do conjunto astronauta-traje em Marte;
- b) o peso do conjunto astronauta-traje em Marte.

(6) - Um planeta orbita uma estrela, descrevendo trajetória circular ou elíptica. O movimento desse planeta em relação à estrela:

- a) não pode ser uniforme;
- b) pode ser uniformemente variado;
- c) pode ser harmônico simples;
- d) tem características que dependem de sua massa, mesmo que esta seja desprezível em relação à da estrela;
- e) tem aceleração exclusivamente centrípeta em pelo menos dois pontos da trajetória.

(7) - (U. Tocantins-TO) Um astronauta, em órbita da Terra a bordo de uma espaçonave, está submetido à ação da gravidade. No entanto, ele flutua em relação aos objetos que estão dentro da espaçonave. Tal fenômeno ocorre porque:

- a) O somatório das forças que atuam sobre a nave é igual a zero.
- b) A formulação da questão está incorreta, pois eles não flutuam.
- c) A velocidade centrífuga da nave é que torna inviável a queda.
- d) O astronauta e tudo o que está dentro da nave “caem” com a mesma aceleração, em direção à Terra.
- e) A Lua atrai a nave com uma força igual à da Terra, por isso a nave se mantém em equilíbrio, não caindo sobre a Terra.

(8) - (VUNESP-2012-MODELO ENEM) – Em seu livro *O Pequeno Príncipe*, o escritor francês Antoine de Saint-Exupéry imagina a existência de um pequeno planeta, o B612, onde viveria seu personagem. Suponha que o módulo da aceleração da gravidade na superfície terrestre seja dez milhões de vezes maior que na superfície do planeta B612 e que o raio terrestre seja um milhão de vezes maior que o do planeta B612.

Considerando-se a massa da Terra  $6,0 \cdot 10^{24}$ kg, segundo as leis da mecânica gravitacional, a massa do planeta B612 seria comparável à de um

- a) saco de cimento (50kg).
- b) automóvel de passeio (1 500kg).
- c) caminhão carregado (30t).
- d) avião de passageiros (100t).
- e) navio cargueiro (600t).

(9) – (Unopar-PR) A força gravitacional é uma força que atua sobre dois corpos quaisquer e depende de suas massas e da distância entre eles. Entre a Terra e a Lua existe, portanto, uma força gravitacional. Se a distância da Lua à Terra caísse à metade, a força gravitacional seria:

- a) quatro vezes maior.
- b) duas vezes maior.
- c) quatro vezes menor.
- d) duas vezes menor.
- e) igual.

(10) – (UFMS) Um satélite artificial está em órbita em torno da Terra, de forma que mantém sempre a mesma posição relativa a um ponto na superfície da Terra. Qual(is) da(s) afirmação(ões) abaixo é(são) correta(s)?

01. A velocidade angular do satélite é igual à velocidade angular de rotação da Terra.

02. A velocidade tangencial do satélite é igual à velocidade tangencial de um ponto na superfície da Terra.

04. A força centrípeta que atua sobre o satélite é a força gravitacional e tem o mesmo valor da força centrípeta de um corpo na superfície da Terra.

08. A velocidade tangencial do satélite depende da altura de órbita em relação à Terra.

16. A aceleração gravitacional do satélite é nula porque ele está em órbita.

Some os números dos itens corretos.

(11) – (UFMG) Tendo em vista as leis de Kepler sobre o movimento dos planetas, pode-se afirmar que:

a) o Sol encontra-se situado exatamente no centro da órbita elíptica descrita por um dado planeta.

b) a velocidade de um planeta, em sua órbita, aumenta à medida que ele se afasta do Sol.

c) o período de translação de um planeta é tanto maior quanto maior for sua distância do Sol.

d) o período de translação é tanto menor quanto maior for a sua massa.

e) o período de rotação de um planeta, em torno de seu eixo, é tanto maior quanto maior for o seu período de translação.



(1) - O astrônomo alemão Johannes Kepler apresentou três generalizações a respeito dos movimentos planetários em torno do Sol, conhecidas como Leis de Kepler.

Fundamentado nessas leis, analise as proposições a seguir:

(01) O quociente do cubo do raio médio da órbita pelo quadrado do período de revolução é constante para qualquer planeta do Sistema Solar.

(02) Quadruplicando-se o raio médio da órbita, o período de revolução de um planeta em torno do Sol octuplica.

(04) Quanto mais próximo do Sol (menor raio médio de órbita) gravitar um planeta, maior será seu período de revolução.

(08) No Sistema Solar, o período de revolução dos planetas em torno do Sol cresce de Mercúrio para Netuno.

(16) Quando a Terra está mais próxima do Sol (região do periélio), a estação predominante no planeta é o verão.

Dê como resposta a soma dos números associados às proposições corretas.

(2) - Com relação às Leis de Kepler, podemos afirmar que:

a) não se aplicam ao estudo da gravitação da Lua em torno da Terra;

b) só se aplicam ao Sistema Solar a que pertencemos;

c) aplicam-se à gravitação de quaisquer corpos em torno de uma grande massa central;

d) contrariam a Mecânica de Newton;

e) não preveem a possibilidade da existência de órbitas circulares.

(3) - Duas partículas de massas respectivamente iguais a  $M$  e  $m$  estão no vácuo, separadas por uma distância  $d$ . A respeito das forças de interação gravitacional entre as partículas, podemos afirmar que:

a) têm intensidade inversamente proporcional a  $d$ ;

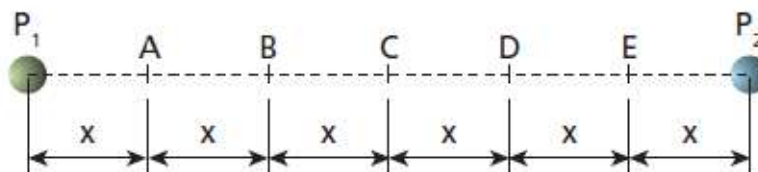
b) têm intensidade diretamente proporcional ao produto  $M m$ ;

c) não constituem entre si um par ação-reação;

d) podem ser atrativas ou repulsivas;

e) teriam intensidade maior se o meio fosse o ar.

(4) - Na situação esquematizada na figura, os corpos  $P_1$  e  $P_2$  estão fixos nas posições indicadas e suas massas valem  $8M$  e  $2M$ , respectivamente.



Deve-se fixar no segmento que une  $P_1$  a  $P_2$  um terceiro corpo  $P_3$ , de massa  $M$ , de modo que a força resultante das ações gravitacionais dos dois primeiros sobre este último seja **nula**. Em que posição deve-se fixar  $P_3$ ?

a) A. b) B. c) C. d) D. e) E.

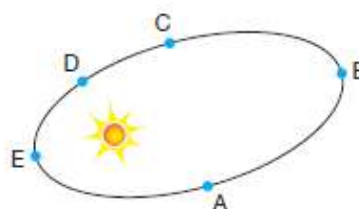
(5) - Em um planeta **X**, onde a aceleração da gravidade tem intensidade  $4,0 \text{ m/s}^2$ , uma pessoa pesa  $240 \text{ N}$ . Adotando para a aceleração da gravidade terrestre o valor  $10 \text{ m/s}^2$ , responda: qual a massa e qual o peso da pessoa na Terra?

(6) - As quatro estações do ano podem ser explicadas:

- pela rotação da Terra em torno de seu eixo.
- pela órbita elíptica descrita pela Terra em torno do Sol.
- pelo movimento combinado de rotação e translação da Terra.
- pela inclinação do eixo principal da Terra durante a translação.
- pelo movimento de translação da Terra.

7 - Na figura, que representa esquematicamente o movimento de um planeta em torno do Sol, a velocidade do planeta é maior em:

- A
- B
- C
- D
- E



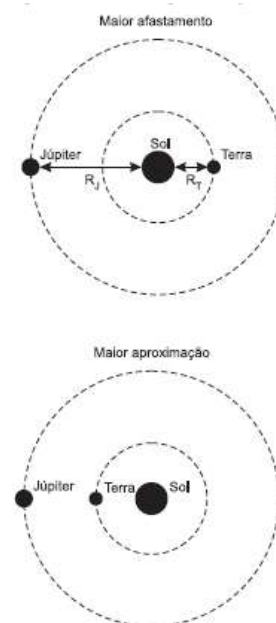
(8) - (UE Sudoeste da Bahia-BA) um planeta **X** tem massa três vezes maior que a massa da Terra e raio cinco vezes maior que o raio da Terra. Uma pessoa de massa  $50 \text{ kg}$  deve pesar, na superfície do planeta **X**, aproximadamente:

- $40 \text{ N}$
- $60 \text{ N}$
- $50 \text{ N}$
- $70 \text{ N}$
- $80 \text{ N}$

(9) - (UNICAMP-2012-MODELO ENEM) – Em setembro de 2010, Júpiter atingiu a menor distância da Terra em muitos anos. As figuras abaixo ilustram a situação de maior afastamento e a de maior aproximação dos planetas, considerando-se que suas órbitas são circulares, que o raio da órbita terrestre ( $R_T$ ) mede  $1,5 \times 10^{11} \text{ m}$  e que o raio da órbita de Júpiter ( $R_J$ ) equivale a  $7,5 \times 10^{11} \text{ m}$ .

Considerando-se as órbitas circulares representadas na figura, o valor do período de translação de Júpiter, em anos terrestres, é mais próximo de

- $0,1$
- $5$
- $11$
- $125$
- $250$



$$\text{Adote } G = 6,7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{(\text{kg})^2}$$



(10) – (Vunesp) A força gravitacional entre um satélite e a Terra é  $F$ . Se a massa desse satélite fosse quadruplicada e a distância entre o satélite e o centro da Terra aumentasse duas vezes, o valor da força gravitacional seria

- a)  $F/4$
- b)  $F/2$
- c)  $3F/4$
- d)  $F$
- e)  $2F$

(11) – (Fuvest-SP) Dentro de um satélite em órbita, em torno da Terra, a tão falada “ausência de peso”, responsável pela flutuação de um objeto dentro do satélite, é devida ao fato de que:

- a) a órbita do satélite se encontra no vácuo e a gravidade não se propaga no vácuo.
- b) a órbita do satélite se encontra fora da atmosfera, não sofrendo assim efeitos da pressão atmosférica.
- c) a atração lunar equilibra a atração terrestre e, conseqüentemente, o peso de qualquer objeto é nulo.
- d) a força de atração terrestre, centrípeta, é muito menor que a força centrífuga dentro do satélite.
- e) o satélite e o objeto que flutua têm a mesma aceleração, produzida unicamente por forças gravitacionais.

(12) – (UFPB) Deseja-se colocar um satélite em órbita circular sobre o equador terrestre de forma que um observador, situado sobre a linha equatorial, veja o satélite sempre parado sobre sua cabeça.

Considerando-se as afirmações abaixo.

- I. Não é possível tal situação, pois o satélite cairia sobre a Terra devido à força de gravitação.
- II. O período de tal satélite deve ser de 24 horas.
- III. O raio da órbita tem de ser muito grande, para que a força gravitacional seja praticamente nula.
- IV. O cubo do raio da órbita (medido a partir do centro da Terra) é proporcional ao quadrado do período do satélite.

Pode-se concluir que é (são) verdadeira(s) apenas:

- a) I
- b) III
- c) I e III
- d) II e IV
- e) IV

## Bibliografia

AFONSO, G. B.; NADAL, C. A.; ***História da Astronomia do Brasil***; in Oscar T. Matsura (Org.); *Arqueoastronomia no Brasil*; vol. 1; 2013.

AMARAL, P.; ***O ensino de Astronomia nas séries finais do ensino fundamental: uma proposta de material didático de apoio ao professor***; Programa de pós-graduação no ensino de ciências; Mestrado Profissional no Ensino de Ciência; Universidade de Brasília; 2008.

ARAGÃO, Rosália Maria Ribeiro. **Ensino de Ciências: Fundamentos e abordagens**. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000. 182 P.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva 1.**ª Edição PT-467-Janeiro de 2003 p. 130 e 131.

BELLUCCO, Alex; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, [s.l.], v. 31, n. 1, p.30-59, 25 nov. 2013. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n1p30>.

BRASIL, 1999. **Parâmetros curriculares nacionais do ensino médio** / ministério da educação, secretário de educação média e tecnológica, Brasília, MEC, SEMTEC, 2002, p. 360.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN: Parâmetros Curriculares Nacionais - ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC. 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais - ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC. 2002.

DIAS, C. A. C. M. e SANTA RITA, J. R.; ***Inserção da astronomia como disciplina curricular do ensino médio***; VÉRTICES, v. 9, n. 1/3, jan./dez. 2007; pág. 161-170.

GALIAZZI, Maria do Carmo; GONÇALVES, Fábio Peres. **A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em Química**. Química Nova na Escola, São Paulo, v 27, n.2, p. 326-331, 2004.

GASPAR, Alberto. **Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental**. São Paulo: Ática, 2003.

HUIZINGA, J. 1938. **Homo Ludens**. Trad. João Paulo Monteiro. São Paulo, PERSPECTIVA S.A. 2000.

KISHIMOTO, T. M. (Org.) **Jogo, Brinquedo, Brincadeira e Educação**. 14. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

MELO, Júlio de Fatima Rodrigues. de. **Desenvolvimento de atividades práticas experimentais no ensino de Ciências**- um estudo de caso. 2010, 75f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de Brasília. Brasília, 2010.

MORAES, M. C. **Informática educativa no Brasil**: um pouco de história. *Em Aberto*. Brasília, v.12, n.57, p.17-26, jan/mar. 1993.

MORAES, R.; GOMES, V. Uma Unidade de Aprendizagem sobre Unidades de Aprendizagem. In: GALIAZZI, M C; AUTH, M; MORAES, R; MANCUSO, R. (org.) **Construção Curricular em Rede na Educação em Ciências – uma proposta de pesquisa na sala de aula**. Ijuí: ed.Unijuí, 2007.

MORAIS, Marta Boissou; ANDRADE, Maria Hilda de Paiva. **Ciências - ensinar e aprender**. Belo Horizonte:Dimensão, 2009.

MOREIRA, M.A. (2006). **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da UnB.

Moreira, M.A. e Masini, E.A.F. (2006). **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2ª ed. São Paulo: Centauro Editora.

MOREIRA, M.A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Porto Alegre: Instituto

MOREIRA, Marco Antônio. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: UNB, 2006.

MUNFORD, Danusa; LIMA, *Maria Emília Caixeta de Castro*. **Ensinar Ciências por investigação**: em que estamos de acordo? 2008.

OSTERMAN, F; CAVALCANTI, C. **Teorias da aprendizagem**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Instituto de Física, 2010.

PIAGET, J. **Seis estudos de Psicologia**. Tradução Maria Alice Magalhães D'Amorim e Paulo Sérgio Lima Silva. 24. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1999.

RAMOS, Luciana Bandeira da Costa; ROSA, Paulo Ricardo da Silva. **O ensino de Ciências**: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do ensino fundamental. *Investigação em ensino de Ciências*. V.13, n.3, p.299-331, 2008.

RICCI, T. F; GRAVINA, M. H. **Física Conceitual**. 9ªed, editora: ARTMED, pg. 544-588. Porto Alegre, 2002, reimpressão: 2008.

VEIGA, I. P. A. **Profissão docente**: novos sentidos, novas perspectivas. Campinas (SP): ed. Papyrus, 2008.

VIGOTSKI, L.; **A Formação Social da Mente**. Martins Fontes, 2007.

VYGOTSKY, L.S. (1987). **Pensamento e linguagem**. 1º ed. brasileira. São Paulo, Martins Fontes.