

**EDSON JOAQUIM CHAVES**

**ORIENTADOR: ARTUR JUSTINIANO**



**DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE UMA  
UNIDADE DE ENSINO UTILIZANDO  
FENÔMENOS SOLARES**



**EDSON JOAQUIM CHAVES**

**DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE UMA UNIDADE DE ENSINO  
UTILIZANDO FENÔMENOS SOLARES**

Produto apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre pelo Mestrado Profissional em Ensino de Física / MNPEF, polo da Universidade Federal de Alfenas, MG. Linha de Pesquisa: Física no Ensino Médio. **Produto:** Desenvolvimento e aplicação de uma unidade de ensino utilizando fenômenos solares. **Orientador:** Prof. Dr. Artur Justiniano Roberto Junior.

ALFENAS / MG

2019

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Modelo Geocêntrico de Ptolomeu .....	14
<b>Figura 2</b> – Modelo Heliocêntrico de Copérnico .....	15
<b>Figura 3</b> – Representação da câmara escura.....	22
<b>Figura 4</b> – Imagem interna da câmara escura.....	23
<b>Figura 5</b> – Imagem do sol projetada no interior da câmara escura.....	23
<b>Figura 6</b> – Satélite orbitando a Terra.....	24
<b>Figura 7</b> – Como determinar a posição da mancha solar.....	30
<b>Figura 8</b> – Manchas solares 17/04 .....	32
<b>Figura 9</b> – Manchas solares 18/04.....	33
<b>Figura 10</b> – Ejeção de massa coronal do Sol 29/07 8:42:37.....	37
<b>Figura 11</b> – Ejeção de massa coronal do Sol 29/07 20:18:06.....	37

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** – Diâmetro dos planetas e distância até o Sol..... 16

**Tabela 2** – Medindo o diâmetro do Sol. .... 24

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>7</b>
<b>3 Estrutura da sequência didática e o cronograma das aulas.....</b>	<b>7</b>
<b>4 Os temas da sequência didática e suas respectivas aulas .....</b>	<b>8</b>
4.1 Questionário prévio .....	9
4.2 Tema 1: O sistema solar em escala.....	12
4.3 Tema 2: Uso da câmara escura para calcular o diâmetro do Sol.....	18
4.4 Tema 3: Período de rotação do Sol.....	26
4.5 Tema 4: Velocidade de ejeção de massa coronal.....	32
<b>5 Avaliação diagnóstica.....</b>	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>42</b>

## APRESENTAÇÃO

Desde pequeno, eu, Edson Joaquim Chaves, era muito curioso e queria saber como tudo funcionava, desde uma simples chuva, até o funcionamento dos brinquedos e veículos. Meu pai, por morar em sítio, sempre fazia consertos em suas coisas e na residência onde morávamos. E eu sempre ficava atento a tudo, tentando aprender. Minha mãe era professora de Física e eu sempre perguntava a ela o que eram aquelas expressões que estavam em suas provas e ela me respondia que um dia eu iria aprender.

Chegando ao Ensino Médio, não só conheci o que eram aquelas expressões, mas várias outras explicações para o meio em que vivemos, despertando em mim um grande interesse pela Física. Após o término do terceiro ano do Ensino Médio, na Escola Estadual Doutor José Mesquita Neto, Campo do Meio-MG, ingressei no curso de licenciatura em Física, dando, assim, início à minha caminhada profissional como professor. Nessa sequência de trabalho e constante busca pelo aperfeiçoamento profissional, soube do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), na Universidade Federal de Alfnas, onde encontrei uma ótima oportunidade para aprimorar e adquirir novos conhecimentos em Física, com o intuito de melhorar o ensino de Física nas escolas públicas e particulares, que a cada dia vem se degradando com o descaso dos coordenadores educacionais que estão priorizando o chamado ciclo, que, infelizmente, têm formado uma massa de analfabetos funcionais, pois recebemos educandos de Ensino Fundamental que não sabem tabuada, expressões algébricas, divisão, noções sobre universo e sistema solar entre vários outros assuntos, incluindo interpretação de textos. Em geral, não conseguem observar o que acontece a sua volta e nem tem interesse em adquirir habilidades e capacidades simples que tornariam mais fácil o Ensino de Física. Por isso, aventurei-me e fiz a inscrição para este mestrado, com a intenção de melhorar meus conhecimentos para contribuir com o Ensino de Física nos estabelecimentos educacionais, que a cada dia que passa, fica menos priorizado e desestimulante para os educandos, devido à falta de recursos educacionais, como laboratórios, materiais complementares e principalmente a parte experimental que cativa e incentiva os alunos, mostrando realmente como as coisas funcionam.

Por este motivo, resolvi desenvolver atividades que foram aplicadas em minhas próprias aulas de Física, de acordo com a minha realidade docente, de meus alunos e da escola onde leciono. Estas atividades, que ensinam Astronomia para os alunos da educação básica, foram concretizadas no projeto de mestrado que resultou no produto educacional aqui apresentado, mostrando para os educandos a importância do estudo desta área da Ciências, que estimula o cérebro melhorando o raciocínio e facilita o entendimento de tudo que acontece no dia a dia do ser humano. Acreditando sempre nas palavras de FREIRE (1989): “Se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela tão pouco a sociedade muda”.

## **1 INTRODUÇÃO**

Este produto educacional apresenta uma sequência didática que utiliza fenômenos solares para ensinar conteúdos de Física no ensino médio, propondo uma interação entre a Física teórica e prática. Estes conteúdos serão estudados com aulas teóricas e práticas de acordo com os temas organizadores da sequência.

Os temas que foram apresentados estão embasados nos Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI,1992) sendo o referencial metodológico utilizado. Este referencial permite que o aluno apresente seus conhecimentos prévios, para que os professores possam problematizar os fenômenos astronômicos que serão utilizados na sequência didática e organizem o conhecimento para aplicá-los com as atividades práticas e avaliação diagnóstica.

Nas próximas seções será apresentado os objetivos desta sequência didática, a estrutura e a organização das aulas propostas.

## **2 Objetivos**

1. Desenvolver uma unidade de ensino com quatro temas de Física solar.
2. Aplicar essa unidade de ensino utilizando os Três Momentos Pedagógicos.
3. Utilizar o Sol para desenvolver os quatro conteúdos de Física.

## **3 Estrutura da sequência didática e o cronograma das aulas**

Observando os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+, BRASIL (2002), resolvemos incorporar a Astronomia, especificamente fenômenos solares, no ensino médio para auxiliar nos conteúdos trabalhados com os alunos de primeiros e segundos anos. Depois de selecionarmos os conteúdos, utilizamos o livro Nossa Estrela: O Sol (SILVA-VALIO,2006), para elaborarmos as aulas.

Organizamos a sequência didática com quatro temas, que são:

- a) tema 1: O sistema solar em escala;
- b) tema 2: Uso da câmara escura para calcular o diâmetro do Sol;
- c) tema 3: Período de rotação do Sol;
- d) tema 4: Velocidade de ejeção de massa coronal.

Os temas foram organizados para serem aplicados inicialmente em três aulas de 50 minutos cada uma. Na primeira, imprimir os planos e entregar aos grupos, pré-formados pelo professor, para que eles façam a análise dos temas e conteúdos propostos com a orientação do professor. Na segunda aula, o professor trabalha o conteúdo proposto pelo plano de aula juntamente com a classe, expondo as teorias e equações necessárias, na terceira aula orienta os alunos na montagem de cada instrumento utilizado durante os trabalhos dando prazo de uma semana para que as montagens sejam feitas.

Para trabalhar com as aulas práticas, devem ser utilizadas mais duas aulas de 50 minutos, uma para que os alunos demonstrem seus projetos e outra aula de 50 minutos para aplicação da avaliação diagnóstica, totalizando 6 aulas de 50 minutos e mais uma semana para execução do projeto na casa dos discentes.

#### **4 Os temas da sequência didática e suas respectivas aulas**

Para fazer a aplicação da unidade de ensino, primeiro deve se aplicar o questionário prévio que visa conceituar o entendimento atual dos alunos em Astronomia, condizendo com a problematização inicial. Em seguida, imprimir os planos de ensino e distribuir para os alunos que vão desenvolver os temas, fazendo a organização do conhecimento, conforme os procedimentos necessários e finalmente a aplicação do conhecimento utilizando os produtos produzidos por cada grupo juntamente com a avaliação diagnóstica.

Para uma melhor abordagem sobre cada tema, mostrar a importância da Astronomia no nosso dia-a-dia, conciliando tecnologia, importância do Sol e suas relações com a Terra.

#### 4.1 Questionário prévio.

A aplicação do questionário prévio tem a intenção de diagnosticar os conhecimentos prévios de cada aluno, conforme o primeiro momento pedagógico, para posteriormente fazer a organização do conhecimento.

	<p><b>Nome Da Escola</b></p> <p>“Não permita que o quê você é, impeça, o que você pode vir a ser.!”</p>		
ALUNO(A):		Nº	SÉRIE:
QUESTIONÁRIO PRÉVIO		PROFESSOR:	

1- O Sol é?

- a) um planeta.
- b) um meteoro.
- c) uma estrela.
- d) uma Lua

2- O tamanho do Sol em relação a Terra é?

- a) menor
- b) maior
- c) igual

3- Quais são os principais elementos que compõe o Sol?

- a) oxigênio e enxofre
- b) nitrogênio e oxigênio
- c) hidrogênio e hélio
- d) hélio e metano

4- O que são manchas solares?

- a) regiões mais frias?

- b) regiões cobertas por nuvens
- c) regiões sem energia
- d) não existem.

5- Quanto tempo dura o ciclo solar?

- a) 11 anos
- b) 22 anos
- c) 100 anos
- d) 1 000 000 anos

## UOL notícias Ciência e Saúde

ÚLTIMAS ▾ CIÊNCIA E SAÚDE ECONOMIA ▾ INTER JORNAIS POLÍTICA ELEIÇÕES 2018 UOL

### Vento solar atinge a Terra nesta quarta-feira; veja possíveis consequências 18



7.mar.2016 - Aurora boreal colore céu de Lietzen, na Alemanha. O fenômeno, mais comum em países nórdicos, é produzido por partículas de vento solar canalizadas pelo campo magnético terrestre

Uma corrente de vento solar chegará à Terra na quarta-feira (14), um fenômeno que pode afetar as telecomunicações e provocar efeitos naturais como auroras boreais, segundo informou a UNAM (Universidade Nacional Autônoma do México).

O diretor do Laboratório Nacional de Clima Espacial do Instituto de Geofísica da UNAM, Américo González Esparza, explicou que entre os dias 14 e 18 de março o planeta pode experimentar falhas nas telecomunicações por causa do vento solar de uma tempestade geomagnética de intensidade moderada que se originou no Sol há 27 dias.

A tempestade geomagnética que se espera a partir de amanhã tem origem em estruturas chamadas "buracos coronais", que giram no eixo do Sol. Neste caso, a estrutura se formou há 27 dias, o tempo que demorou para chegar à Terra.

6- Vento solar é?

- a) o que provoca chuva

b) a emissão de partículas de sua superfície

c) produto de sua movimentação

d) não existe

7- Qual a temperatura média da superfície do Sol?

a) 1000k

b) 3000k

c) 5000k

d) 10000k

8- Quem é responsável pela formação das auroras?

a) gravidade

b) frio dos polos

c) lua

d) vento solar

9- Que fenômeno é responsável pela energia que o Sol libera?

a) fissão

b) fusão

c) radiação

d) insolação

10- O Sol tem movimento de rotação?

a) sim

b) não

c) às vezes

## 4.2 O sistema solar em escala

Objetivo	Conteúdo trabalhado	Tempo estimado	Avaliação	TEMA
<p>→Mostrar as dimensões do Sistema Solar, representando os planetas e o Sol por esferas em escala reduzida e na mesma escala as distâncias médias dos planetas em relação ao Sol.</p>	<p>→Dimensões</p> <p>→Escala</p>	<p>→200min</p>	<p>→Montagem do sistema solar em escala.</p>	<p>→Universo, terra e vida.</p> <p>→</p>

### Introdução ao sistema solar

É marcante o fascínio que as pessoas sentem pelo céu. Quem nunca admirou um pôr do Sol ou ficou impressionado com uma tempestade? Todavia, ainda hoje, os fenômenos celestes e atmosféricos que fazem parte de nosso cotidiano não são compreendidos por grande parte da humanidade. E, infelizmente, ainda hoje ocorre a mitificação desses fenômenos naturais.

Imagine-se em um passado muito remoto, mais precisamente na pré-história (de 100 mil anos atrás até cerca de 8 mil a.C.), quando o ser humano ainda vivia em pequenos grupos nômades. A preocupação com a sobrevivência num ambiente natural e hostil era crucial. Caçar, pescar, procurar frutas e raízes comestíveis, fugir de animais perigosos e abrigar-se das variações climáticas faziam parte do cotidiano do homem pré-histórico. O homem dessa época tinha que se adaptar a alternância do claro-escuro e a mudança das estações. Certamente, o Sol foi o primeiro astro a ser notado. As razões são óbvias: é o Sol que proporciona a mais evidente alternância de

claro-escuro da natureza (o dia e a noite) e que atua como a principal fonte de calor para nós. A Lua foi o segundo astro a ser percebido, visto que ilumina a escuridão da noite, especialmente em sua fase cheia. As estrelas devem ter sido notadas em seguida, como pontos brilhantes em contraste a um céu bastante escuro.

Ainda na pré-história, uma observação mais detalhada e atenciosa do céu noturno mostrou ao homem que certos pontos luminosos no céu se movimentavam contra um fundo de estrelas aparentemente fixas. Esses objetos celestes foram chamados de planetas pelos gregos, que significa astro errante, astro que se move. Para os gregos os planetas eram sete: Sol, Lua, Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter, Saturno. Pois apresentam um movimento diferente daquele das estrelas. Hoje o significado da palavra planeta é diferente. Já faz alguns séculos que não mais chamamos a Lua de planeta. Plutão, por outro lado, deixou de ser classificado como planeta recentemente (em 2006).

### **Modelo Geocêntrico**

Muito se pensou sobre como os astros estão distribuídos no espaço e se, de algum modo, eles se relacionam com o restante do Universo. Qual ponto luminoso está mais próximo de nós? O modelo que respondia essa pergunta e que dominou o pensamento filosófico europeu até o século XVI é o chamado modelo geocêntrico (“*geo*”, em grego, significa “*Terra*” – “*cêntrico*” significa “*centrado*”). Proposto pelo filósofo grego Aristóteles (384 a.C - 322 a.C.), tal modelo é aquele que coloca a Terra no centro do Universo. E nele, todos os demais astros visíveis no céu orbitariam (girariam ao redor) a Terra, o centro do Universo! É importante lembrar que o Universo dessa época era formado pelo Sol, Terra, planetas e estrelas fixas. Assim, o nosso conceito de sistema solar, como parte de um Universo muito maior, não existia.

Esse modelo foi sistematizado por Ptolomeu (astrônomo, matemático e geógrafo) no século II, a partir das ideias preexistentes dos gregos. A distância de um planeta à Terra, por exemplo, era considerada proporcional ao tempo gasto por ele para completar uma volta ao redor da Terra, isto é, retornar ao mesmo ponto do céu em relação às estrelas fixas. As estrelas fixas ficavam todas a uma mesma distância, muito maior do que a do planeta considerado o mais distante na época, Saturno. Hoje sabemos que a distância entre uma estrela e a Terra pode ser muitíssimo diferente daquela de outra estrela aparentemente vizinha da primeira. O modelo geocêntrico

não era apenas um modelo filosófico do Universo, se tornara também um modelo matemático que reproduzia com suficiente precisão as observações dos planetas. Não obstante, para explicar corretamente os movimentos e brilhos observados dos planetas, o modelo ptolomaico necessitava de uma série de complicações geométricas, como os *equantes* e *deferentes*, que são representados na Figura 1.

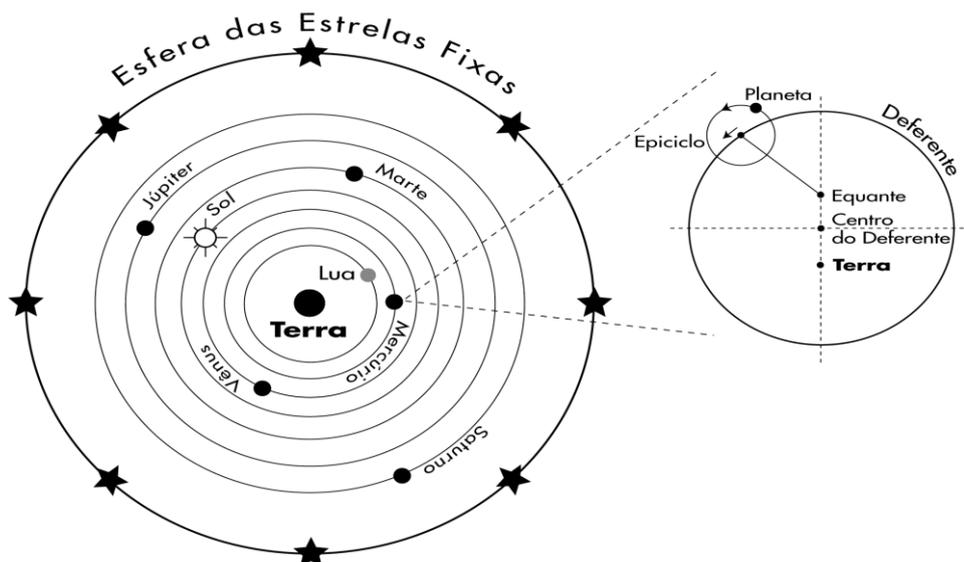


Figura 1: Esquema do modelo Geocêntrico formulado por Ptolomeu (120 d.C.) a partir das ideias de Aristóteles (350 a.C);

Fonte: Inpe<sup>1</sup>

### Modelo Heliocêntrico

Com o objetivo de explicar com mais simplicidade o movimento dos planetas, o astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473 - 1543) propôs, em 1543, o modelo heliocêntrico (“Hélio”, em grego, significa Sol). Nesse modelo o Sol encontrava-se no centro do Universo e os planetas orbitavam ao seu redor, inclusive a Terra. A única exceção era a Lua, que continuava orbitando em torno da Terra (Figura 2). Outros já haviam proposto um Universo com o Sol na posição central, Aristarco de Samos (281 a.C.) e Nicolas de Cusa (1401 - 1464), porém, sem maiores repercussões. Essas propostas não incluíam um tratamento matemático, o que só foi feito por Copérnico.

<sup>1</sup> Disponível em: [http://www.das.inpe.br/ciaa2017/aulas\\_pdfs/sistemasolar/sistema\\_solar2015.pdf](http://www.das.inpe.br/ciaa2017/aulas_pdfs/sistemasolar/sistema_solar2015.pdf) Acesso em 12 abril 2019.

Seu modelo heliocêntrico era mais simples e, tal como o modelo de Ptolomeu, explicava e previa os movimentos planetários. Além disso, Copérnico determinou os raios e períodos das órbitas dos planetas com uma precisão muito boa, apesar de considerá-las circunferências, conforme a Figura 2.

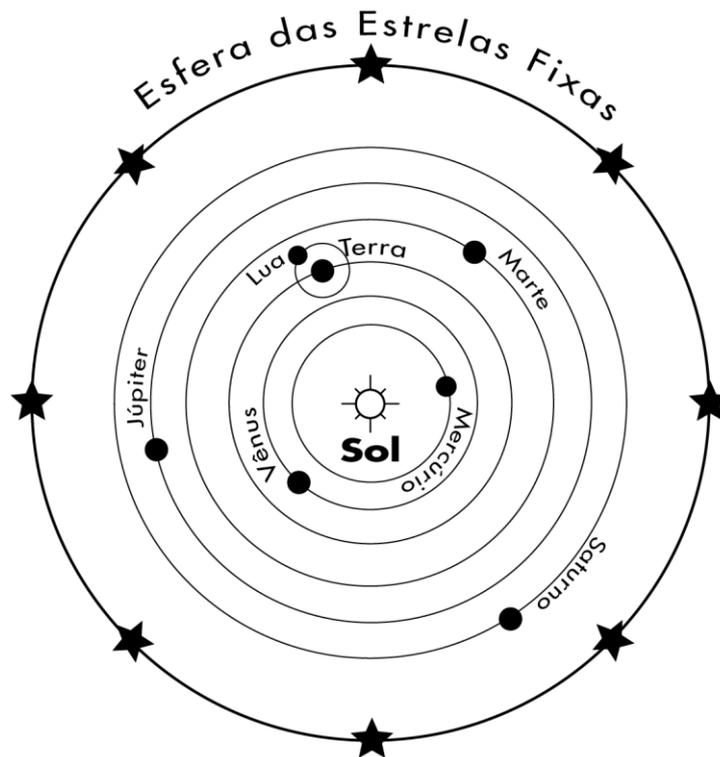


Figura 2: Esquema do modelo Heliocêntrico proposto por Copérnico em 1543, onde colocava o Sol como próximo ao centro do universo, e todos os demais astros girando ao seu redor, com exceção da Lua, que continuava orbitando a Terra.

Fonte: Docsity <sup>2</sup>

Hoje essa configuração do Sol e planetas nos parece bastante natural, mas esse modelo não foi muito bem aceito na época de Copérnico. Esse modelo tirava a Terra e, portanto, o Homem, do centro do Universo. Ele era contrário a um paradigma de muitos séculos, baseado na tradição clássica, e seriam necessários argumentos fortes para modificar a visão do Universo ortodoxa.

<sup>2</sup> Disponível em: <https://www.docsity.com/pt/copernico-kepler-galileu/4784228/> >Acesso em 12 abril 2019.

### Procedimento

Adotar uma escala onde o Sol será representado por uma esfera de 80,0 cm de diâmetro que corresponderá a uma dimensão da ordem de 1.392.000 km (que é o diâmetro do Sol) e por simples “regra de três” os diâmetros dos astros, da Lua e as distâncias médias dos astros ao Sol podem ser calculadas.

A tabela 1, mostra a massa e o diâmetro médio dos astros e suas distâncias médias ao Sol; o diâmetro do Sol (800 mm) e dos astros na escala mencionada, bem como suas distâncias médias (em metros).

**TABELA 1**

Astro	Massa (kg)	Diâmetro		Distância	
		(km)	(mm)	(km)	(m)
Sol	$1,99 \times 10^{30}$	1.392.000	800,0	.-.	.-.
Mercúrio	$0,33 \times 10^{24}$	4.860		57.900.000	
Vênus	$4,87 \times 10^{24}$	12.100		108.000.000	
Terra	$5,97 \times 10^{24}$	12.760		149.600.000	
Marte	$0,64 \times 10^{24}$	6.800		228.000.000	
Júpiter	$1899 \times 10^{24}$	143.000		778.000.000	
Saturno	$568 \times 10^{24}$	120.000		1.430.000.000	
Urano	$87,2 \times 10^{24}$	50.800		2.870.000.000	
Netuno	$102 \times 10^{24}$	49.400		4.500.000.000	
Plutão	$0,02 \times 10^{24}$	2.740		5.900.000.000	
Lua	$73,5 \times 10^{21}$	3.840			

TABELA 1 – Diâmetro dos planetas e distâncias até o Sol - essa tabela é para ser preenchida pelos alunos durante a aplicação da sequência.

Para representar o Sol use uma bexiga de aniversário cheia de ar com diâmetro de 80cm, para enchê-la é só utilizar uma bomba comum. Para determinar o diâmetro

da bexiga use um barbante com comprimento de 2,51 m com suas pontas amarradas, o qual deve ser colocado ao redor da bexiga, conforme ela for enchendo.

Um aluno vai segurar a bexiga (o Sol) e uma ponta da linha, outro em Mercúrio, outro em Vênus e outro na Terra esticando a linha. Os demais alunos poderão então ter uma ideia das distâncias dos astros ao Sol, assim como dos seus tamanhos em relação ao Sol.

### **Comentários**

Com esta demonstração prática dos tamanhos e distâncias dos três primeiros planetas (Mercúrio, Vênus e Terra), é possível ver a imensidão do sistema solar. Não representamos os demais astros porque precisaríamos de muito mais linha e espaço.

Nesta escala, Marte estaria a uma distância de 131,0 m e para Plutão o mais afastado estaria, a uma distância de 3.390,8 m ou seja a 3,39 km! Esta distância é cerca de 40 vezes a distância entre a Terra e o Sol.

### 4.3 Uso da câmara escura para calcular o diâmetro do Sol

Objetivo	Conteúdo trabalhado	Tempo estimado	Avaliação	TEMA
<p>→ Compreender a formação de imagens no interior de uma câmara escura.</p> <p>→ Compreender a relação entre tamanho do objeto e o da imagem formada na câmara escura.</p> <p>→ Determinar o diâmetro do Sol.</p>	<p>→ PROPAGAÇÃO RETILÍNEA DA LUZ</p> <p>→ CÂMARA ESCURA DE ORIFÍCIO.</p>	→ 200 MIN	→ Questionários e exercícios durante as aulas.	<p>→ Universo, terra e vida.</p> <p>→ Som, imagem e informação.</p>

### INTRODUÇÃO AO ESTUDO DA ÓPTICA

**ÓPTICA FÍSICA:** É o estudo dos fenômenos luminosos, cuja descrição depende da natureza ondulatória da luz, como emissão, composição, polarização, absorção, interferência e difração da luz.

**ÓPTICA GEOMÉTRICA:** É a parte da óptica que estuda a propagação da luz por meios dos raios de luz. Os fenômenos que essa área abrange são: propagação retilínea da luz, reflexão e refração da luz, espelhos e lentes.

**Fontes de luz** denominamos fontes de luz os corpos que emitem luz. As fontes se classificam em primárias e secundárias.

**Fontes Primárias** → Emitem luz própria. Exemplo: Sol, estrelas, lâmpada acesa, fogo, etc.

**Fontes Secundárias** → Refletem a luz que provem das fontes primárias. Exemplo: Lua, lâmpada apagada, nós mesmos, etc.

**Fontes Pontuais** → São aquelas cuja as dimensões são muito pequenas ou que estão tão distantes que a convergência dos raios luminosos as deixa com dimensões desprezíveis. Exemplo: Led, estrelas.

**Fontes Extensas** → São aquelas cuja as dimensões são relevantes em relação ao referencial. Exemplo: Lâmpada fluorescente, refletor.

### Propagação da luz

**Raio de luz** → É representado por uma linha reta orientada que representa, geometricamente, a propagação da luz.

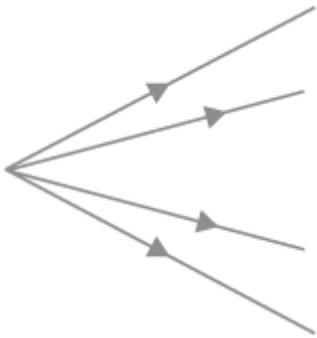


**Feixe ou pincel de Luz** → Conjunto de raios de luz que se propagam pelo espaço de três maneiras, que são:

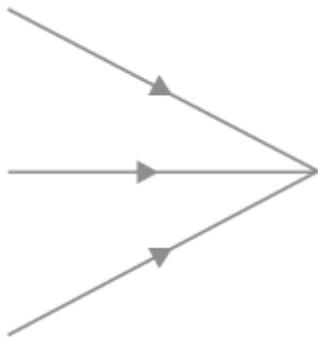
**Feixe Paralelo** → Raios nunca se cruzam. Exemplo: Laser, canhão de luz.



**Feixes Divergentes** → Raios se espalham para várias direções. Exemplo: Lanterna.



**Feixes Convergentes** → Raios de luz que se convergem a um ponto. Exemplo: Luz ao passar por uma lupa.



**Velocidade da luz** → É a maior velocidade conhecida pelo ser humano e seu valor é de 299792,458 km/s, aproximadamente 300000 km/s.

**Um ano-luz** → Distância que a luz percorre em um ano:

$$d = V \cdot t \rightarrow d = 300000 \frac{km}{s} \cdot 31536000 s \rightarrow \text{tem valor aproximado de } 9,46 \times 10^{12} \text{ km.}$$

**Os princípios fundamentais da óptica.**

**Princípio da Propagação Retilínea:** a luz sempre se propaga em linha reta;

**Princípio da Independência de raios de luz:** os raios de luz são independentes, podendo até mesmo se cruzarem, não ocasionando nenhuma mudança em relação à direção dos mesmos;

**Princípio da Reversibilidade da Luz:** a luz é reversível. Por exemplo, se vemos alguém através de um espelho, certamente essa pessoa também nos verá. Assim, os raios de luz sempre são capazes de fazer o caminho na direção inversa.

## Propagação da luz

**Os meios transparentes** → Permitem a passagem ordenada dos raios de luz, dando a possibilidade de ver os corpos com nitidez. Exemplos: vidro polido, ar atmosférico, etc.

**Meios translúcidos** → A luz também se propaga, porém de maneira desordenada, fazendo com que os corpos sejam vistos sem nitidez. Exemplos: vidro fosco, plásticos, etc.

**Meios opacos** → são aqueles que impedem completamente a passagem de luz, não permitindo a visão de corpos através dos mesmos. Exemplos: portas de madeira, paredes de cimento, pessoas, etc.

### Câmara escura.

- O funcionamento da câmara escura é de natureza física. O princípio da propagação retilínea da luz permite que os raios luminosos que atingem o objeto e passem pelo orifício da câmara sejam projetados no anteparo fotossensível na parede paralela ao orifício. Esta projeção produz uma imagem real invertida do objeto na superfície fotossensível. Quanto menor o orifício, mais nítida é a imagem formada, pois a incidência de raios luminosos vindos de outras direções é bem menor.
- Discutir o funcionamento da câmara escura, mostrando a relação entre os dois triângulos demonstrados na Figura 3..

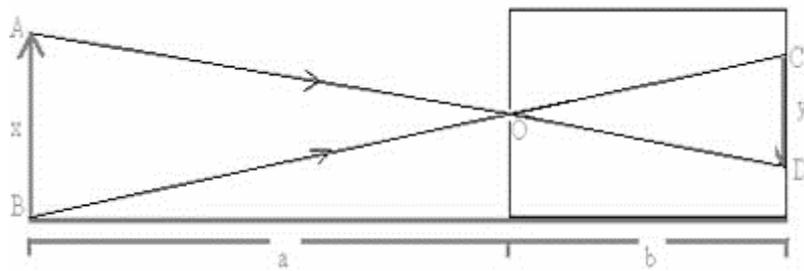


Figura 3 – Representação da câmara escura.  
Fonte: O autor

Os triângulos ABO e CDO são semelhantes, logo temos a seguinte relação:  $a/b = x/y$

$x$  = tamanho do objeto (m)

$y$  = tamanho da imagem (m)

$a$  = distância objeto câmara (m)

$b$  = distância entre a parede do orifício e a parede oposta (m)

### Construção de uma câmara escura

Você vai precisar de:

1 caixa de sapatos

1 pedaço de papel vegetal

1 tesoura

1 prego

1 tubo de cola

Tinta preta para pintar o interior da caixa

- Faça um furo com o prego na caixa
- Recorte a lateral menor da caixa.  
Recorte o papel vegetal com diâmetro de aproximadamente 1 cm maior que a lateral da caixa.
- Pinte de preto o interior da caixa.
- Cole o papel vegetal na abertura (no lugar da lateral da caixa).
- Corte uma régua e cole no papel vegetal (anteparo) para fazer as medidas da imagem.
- Está pronta sua câmara escura de orifício.

- Em um quarto escuro, acenda a vela e posicione sua câmara, com o orifício voltado para a vela, e veja o resultado.
- Lembre-se de utilizar um prego bem fino para furar a caixa. Assim a imagem formada pela câmara será mais nítida.



Figura 4- Imagem interna da câmara escura construída pelos alunos.

Fonte: O Autor.

### O Diâmetro do Sol

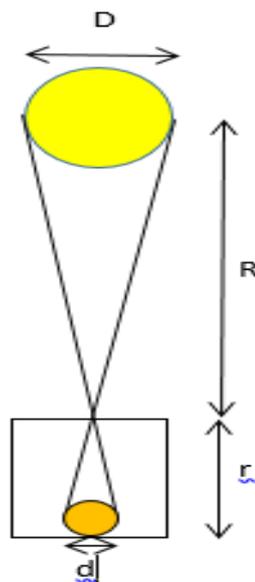


Figura 5 – Imagem do Sol projetada no interior da câmara escura e suas dimensões.

Fonte: O autor

A Figura 5 mostra a imagem do Sol sendo projetada e a representação da semelhança de triângulos usada nos cálculos

- Meça o diâmetro ( $d$ ) da imagem do Sol projetada no anteparo e a distância ( $r$ ) entre o anteparo e o orifício da câmera.
- Faça mais duas medidas de  $d$  e  $r$ , mudando a distância da câmera ao anteparo.
- Coloque os valores destas medidas na tabela.
- Substituindo os valores na equação (2), determine o valor do diâmetro do Sol.
- Coloque os valores obtidos dos diâmetros na tabela 1 e determine o valor médio do diâmetro do Sol.

#### Determinando o valor médio do diâmetro do Sol.

- Cálculo com auxílio da tabela.
- Cada grupo deve realizar três medidas usando sua própria câmara escura.
- Transferir os valores para a tabela.
- Calcular para cada medida o diâmetro do Sol.
- Determinar o valor médio, somando os três resultados e dividindo por três.

Tabela : Medida do diâmetro do Sol			
R (km)	r (km)	d (km)	D (km)
$1,5 \times 10^8$			
$1,5 \times 10^8$			
$1,5 \times 10^8$			
Valor médio:			

Tabela 2 – Medidas encontradas do diâmetro do Sol em três posições diferentes.

Fonte: O Autor.

#### Atenção:

Fazer o experimento para medida do diâmetro do Sol, num dia com céu aberto, sem nuvens.

- Nunca olhe diretamente para o Sol.
- Quando o aluno for projetar a imagem do Sol, oriente-o para que a imagem projetada do Sol seja circular.
- Use:  $R = \text{distância Terra-Sol} = 150.000.000 \text{ km} = 1,5 \times 10^8 \text{ km}$   
 $1 \text{ cm} = 10^{-5} \text{ km}$   
 $1 \text{ m} = 10^{-3} \text{ km}$

### **Usando a câmara**

- Discutir questões relacionadas a câmara escura, mostrando as possibilidades dela ser usada com outros fins além de determinar o diâmetro do Sol.
- Solicite ao grupo, que obteve um melhor resultado que faça uma exposição, ressaltando os cuidados que foram tomados para se obter uma medida de melhor qualidade e reduzir o erro.

### **Recursos Complementares**

No endereço abaixo você aprenderá a construir uma câmara escura

<http://www.youtube.com/watch?v=aa2zFGiYb1Y&feature=related>

#### 4.4 Período de rotação do Sol

Objetivo	Conteúdo trabalhado	Tempo estimado	Avaliação	TEMA
<p>→ Compreender o movimento circular uniforme e as grandezas envolvidas nele.</p>	<p>→ Reconhecer no movimento circular uniforme, MCU, as grandezas: velocidade tangencial, raio, período, frequência e aceleração centrípeta.</p> <p>→ Resolver problemas envolvendo a velocidade escalar no MCU, o raio e o período ou a frequência.</p>	<p>→ 200 MIN</p>	<p>→ Questionários e exercícios durante as aulas.</p>	<p>→ Universo, terra e vida.</p> <p>→ Som, imagem e informação.</p>

#### Rotação: um movimento periódico

Imagine uma roda de bicicleta ou a polia de um motor girando. Durante esse movimento, cada ponto da roda ou da polia descreve circunferências, continuamente. Em outras palavras, durante o movimento, cada ponto passa repetidas vezes pela mesma posição. Por isso, o movimento de rotação é considerado um movimento periódico.

A quantidade de voltas ou ciclos completados num determinado intervalo de tempo é a frequência ( $f$ ) desse movimento. Assim, se cada ponto da polia de um motor completa 600 voltas (ciclos) em 1 minuto, dizemos que essa polia gira com uma frequência de 600 ciclos por minuto. Nesse caso, ao invés de ciclos, costuma-se dizer

rotações. Logo, a frequência é de 600rpm (rotações por minuto). Se adotar o Sistema Internacional de Unidades (SI) a unidade de tempo deve ser o segundo.

No caso da polia que completa 600 rotações por minuto e lembrando que 1min = 60s, temos a seguinte expressão: 600 ciclos por minuto = 600 ciclos em 60 segundos  
 600 ciclos/ 60 segundos = 10 ciclos/s

A unidade ciclos/s (ciclos por segundo) é denominada hertz, cujo símbolo é Hz. Se um corpo em movimento periódico possui uma frequência de 5Hz, isso significa dizer que em 1 segundo ele realizou cinco voltas completas.

Se um ponto passa várias vezes pela mesma posição, há um intervalo de tempo mínimo para que ele passe duas vezes por essa posição. É o intervalo de tempo mínimo que ele gasta para descrever apenas uma volta ou ciclo. Esse intervalo de tempo é denominado período do movimento e é representado pela letra T. Ou seja, o tempo gasto para uma volta completa é o período do movimento.

O valor do período T é sempre o inverso do valor da frequência f e podem ser relacionados pelas equações a seguir:

$$f = \frac{1}{T} \quad T = \frac{1}{f}$$

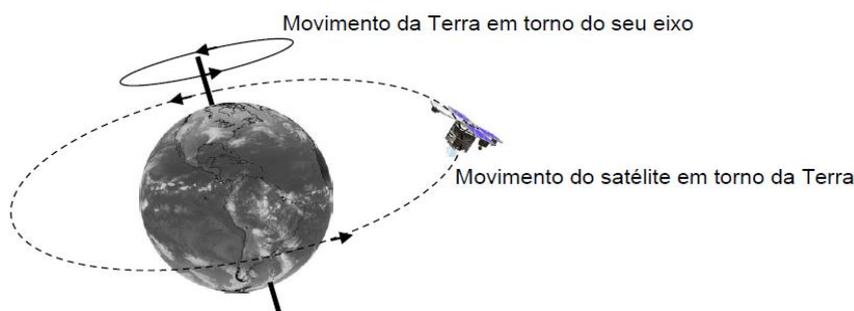


Figura 6 –Satélite Orbitando a Terra.

Fonte: USP.<sup>3</sup>

Para que o satélite fique parado em relação à Terra conforme a Figura 6, é preciso que ele acompanhe o movimento de rotação do planeta. Isso significa que, quando a Terra der uma volta em torno do seu eixo, o satélite também deverá fazer o

<sup>3</sup> Disponível em: [http://www.cdcc.usp.br/cda/oba/aeb/satelites\\_alta\\_resolucao\\_31jul07.pdf](http://www.cdcc.usp.br/cda/oba/aeb/satelites_alta_resolucao_31jul07.pdf) >Acesso em 12 abril 2019

mesmo. Logo, o período  $T$  do satélite é igual ao período da Terra, que é o tempo que nosso planeta demora para dar uma volta completa ao redor do seu eixo, que é igual a 1 dia.

Portanto  $T = 1 \text{ dia} = 24 \text{ h}$ .

E lembrando que  $1 \text{ h} = 3.600 \text{ s}$  teremos em 24 h, um total de 86.400 s.

Então o satélite estacionário possui período  $T = 86.400 \text{ s}$ .

Lembrando que  $f = \frac{1}{T}$

$$f = 1/86400 = 0,000012 \text{ Hz}$$

### **Velocidade angular**

Suponha que um disco está girando. Num intervalo de tempo  $\Delta t$ , seus raios descrevem ou varrem um determinado ângulo  $\Delta\varphi$ . A relação entre o ângulo e o tempo gasto para descrevê-lo é a velocidade angular ( $\omega$ ) do disco. Matematicamente:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

Se a velocidade angular do disco for constante, ele descreve ângulos iguais em tempos iguais. Isso significa que o tempo gasto para dar uma volta completa, que corresponde a um ângulo de  $360^\circ$  ou  $2\pi \text{ rad}$ , será sempre igual. Conseqüentemente, o período e a frequência do disco serão constantes. Além disso, é possível relacionar as grandezas velocidade angular, período e frequência através das equações:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

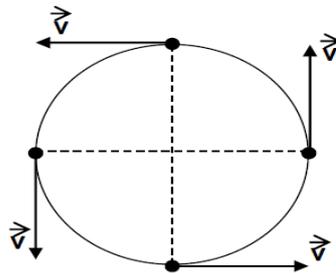
$$\text{Como } T = \frac{1}{f}$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

### **Velocidade de um ponto em MCU**

Até agora só falamos da velocidade angular de um ponto material. Entretanto, estando em movimento, um corpo vai percorrer distâncias em intervalos de tempo. Ou seja, além da velocidade angular ( $\omega$ ) ele também tem uma velocidade ( $v$ ). A figura mostra a variação de direção do vetor velocidade em alguns pontos. Como o movimento é uniforme, o valor da velocidade (M.U.) será dado por:

$$v = \frac{d}{t}$$



O tempo que a partícula gasta para efetuar uma volta completa é o período  $T$  do movimento. O espaço percorrido pela partícula, durante um período, é o comprimento da circunferência que vale  $2 \pi R$ . Substituindo, na expressão anterior, o valor da velocidade será dado:

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{T}$$

Ou

$$v = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot f$$

Lembrando ainda que, se:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

Então podemos relacionar a velocidade linear com a angular:

$$v = \omega \cdot R$$

Observando as expressões apresentadas até agora, pode-se perceber duas propriedades muito importantes do movimento circular:

A velocidade  $v$  do ponto material depende da frequência (ou do período) do movimento e do raio da circunferência.

A velocidade angular  $\omega$  depende apenas da frequência (ou do período), mas não depende do raio.

### ATIVIDADE PRÁTICA

**Objetivo:** Medir a rotação da superfície em função da latitude solar a partir do movimento das manchas solares.

**Material:** Imagens do sol durante um período com manchas em diferentes latitudes, régua e calculadora.

**Obtendo as imagens do Sol:** Acessar a página <http://bbso.njit.edu/arm> e baixar as imagens que estão anexadas no site, como demonstra a Figura 7, ou anotar as latitudes e longitudes expostas abaixo da imagem.

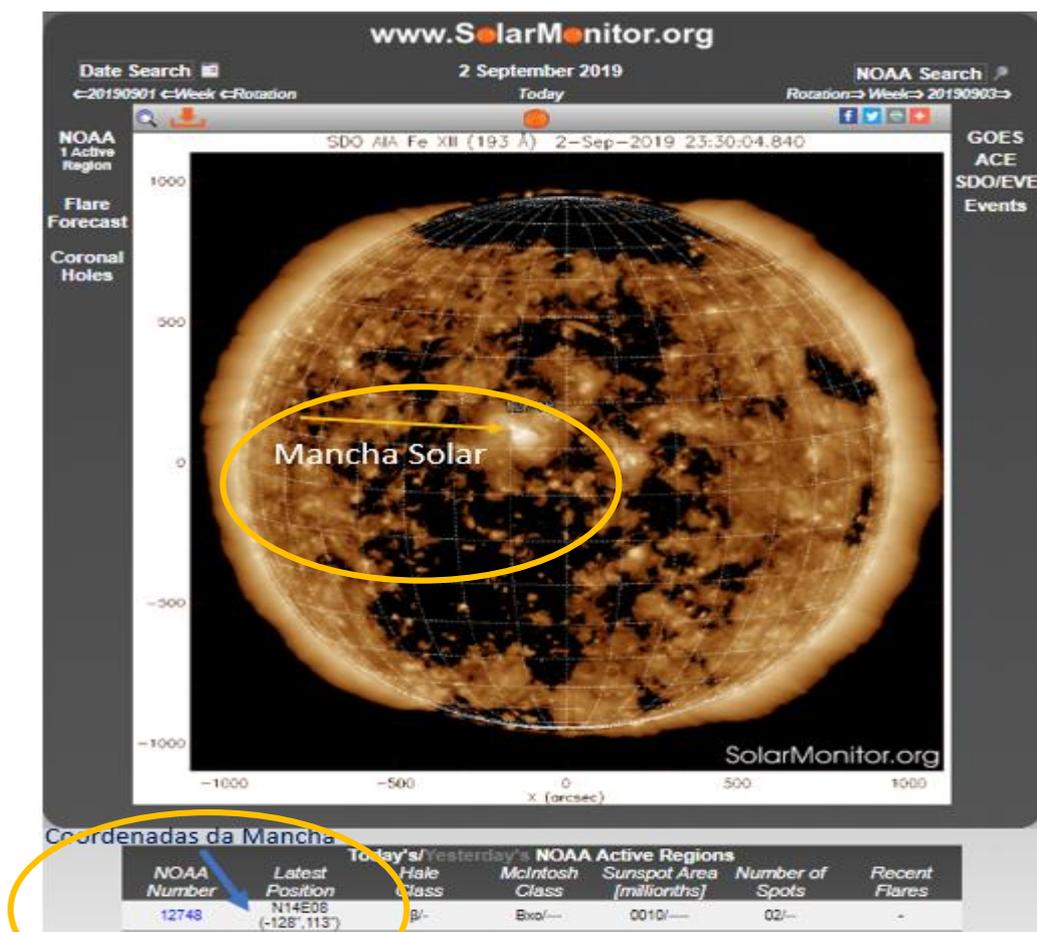


Figura 7 – Como determinar a posição da mancha solar.

Fonte: Telescópio SOHO (2019)<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Disponível em : <http://bbso.njit.edu/arm> > Acesso em 19 setembro 2019.

**Calculando a velocidade:**

→ Monte uma tabela com os valores da latitude e longitude das regiões escolhidas a cada dia (quanto maior o número de observações, melhor a estimativa) e os dias que foram feitas as observações.

Obs. Os valores das longitudes estão na parte inferior da figura.

→ A rotação pode ser estimada escolhendo-se dois pontos das anotações e dividindo a diferença das longitudes pelo intervalo de tempo entre elas. Ex.  $[52^\circ - (-47^\circ)] = 99^\circ$  dividido por 7 dias (tempo entre as longitudes) =  $14,14^\circ$  por dia. Como a circunferência de qualquer esfera mede  $360^\circ$ , o período de rotação é obtido por uma regra de três.

$$\frac{14,14^\circ}{360^\circ} = \frac{1 \text{ dia}}{P} \rightarrow P = 25 \text{ dias}$$

→ Repita o procedimento para outras latitudes para demonstrar a rotação diferencial do Sol.

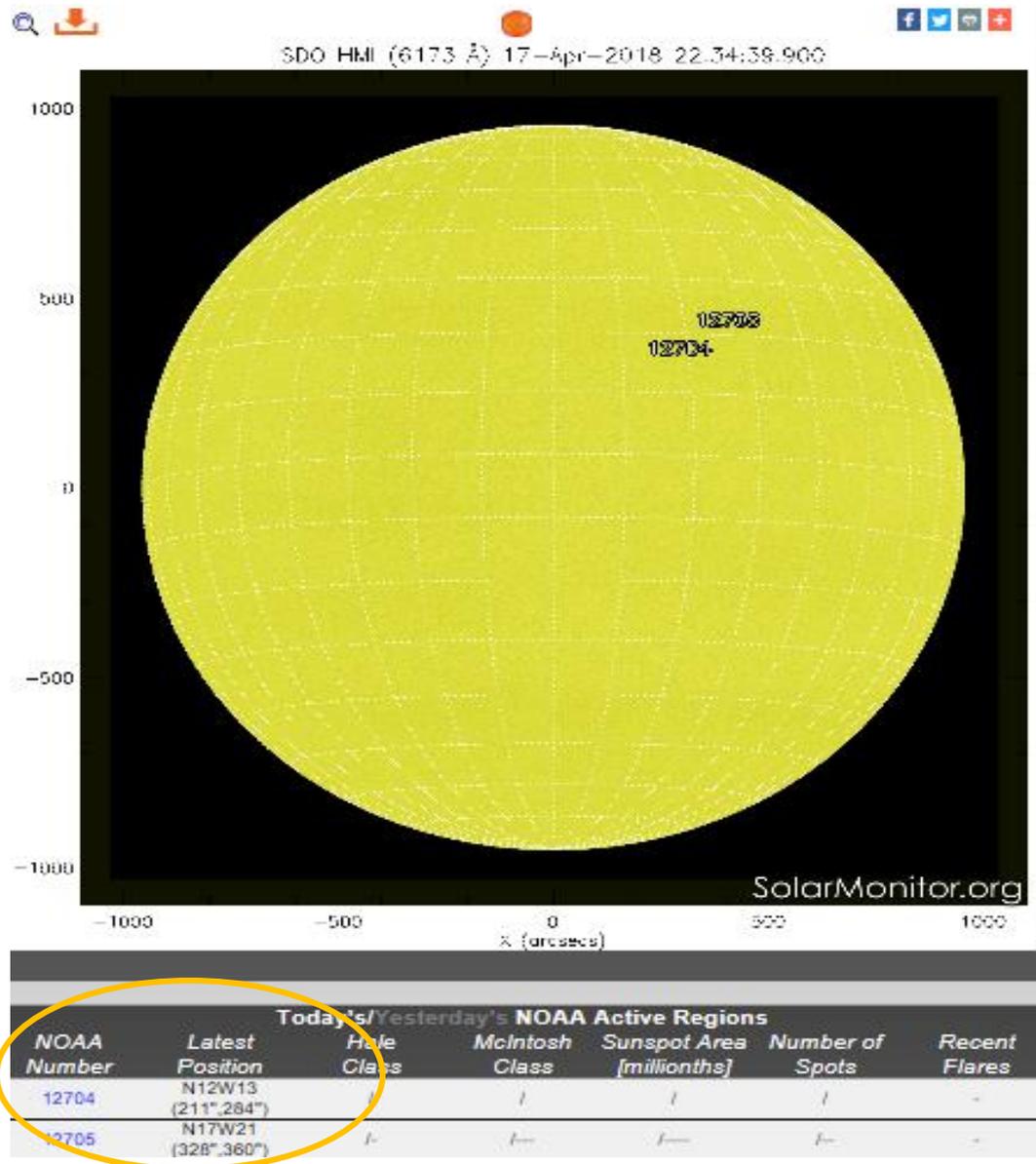


Figura 8 – O Sol com a posição de duas manchas solares retirada em 17/04/2018.

Fonte: Telescópio SOHO (2018)<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Disponível em : <http://bbsso.njit.edu/arm> > Acesso em 17 abril 2018

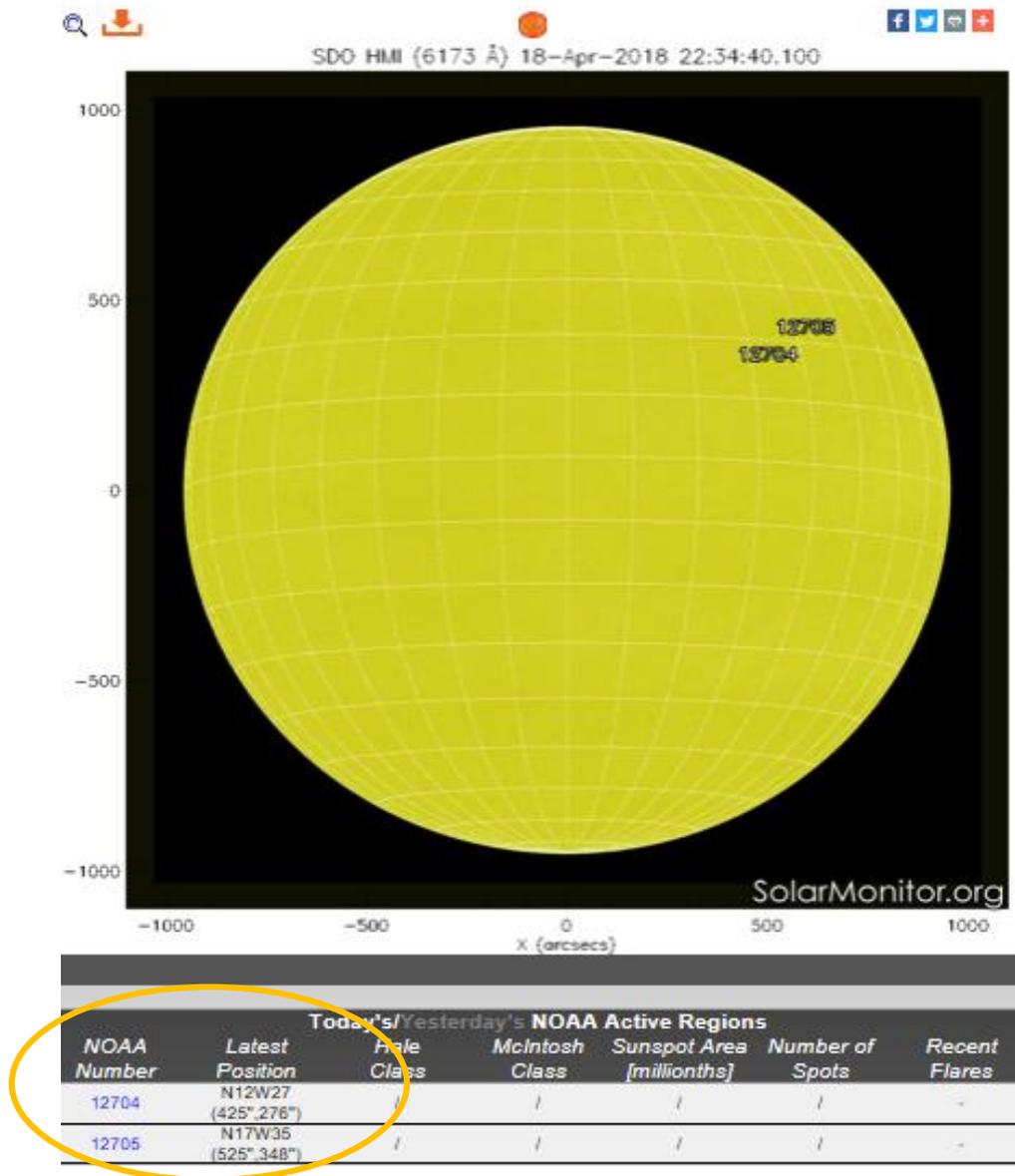


Figura 9 – O Sol com a posição de duas manchas solares retirada em 18/04/2018.

Fonte: Telescópio SOHO (2018)<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Disponível em : <http://bbsso.njit.edu/arm> > Acesso em 17 abril 2018

#### 4.5 Velocidade de ejeção de massa coronal

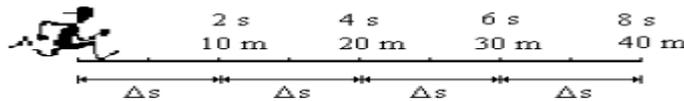
Objetivo	Conteúdo trabalhado	Tempo estimado	Avaliação	TEMA
<p>→ Reconhecer uma situação física onde se aplica o movimento retilíneo uniforme.</p> <p>→ Conceitos de velocidade média.</p> <p>→ Calcular a velocidade de um corpo em movimento retilíneo uniforme.</p>	<p>→ Reconhecer no movimento uniforme, M.U. E suas grandezas: velocidade, distância e tempo.</p> <p>→ Resolver problemas envolvendo a velocidade escalar média, deslocamento e tempo.</p>	→ 200 MIN	→ Questionários e exercícios durante as aulas.	<p>→ Universo, terra e vida.</p> <p>→</p>

#### Características do movimento

Nas grandes cidades, devido ao intenso trânsito de veículos é praticamente impossível manter constante a velocidade de um carro. Mas, ao efetuarmos uma viagem, dependendo das condições da rodovia, conseguimos manter o carro em velocidade constante durante um bom tempo. Quando isso acontece, dizemos que o movimento do carro é uniforme. O movimento de uma pessoa transportada numa escada rolante, o da Lua em torno da Terra e o dos ponteiros de um relógio são exemplos de movimentos praticamente uniformes. O movimento uniforme (M.U.) pode ser dividido em Movimento retilíneo uniforme (M.R.U.) e Movimento circular uniforme (M.C.U.). Se a trajetória for uma reta, temos o Movimento Retilíneo Uniforme (M.R.U.).

Observe no nosso exemplo que o rapaz percorre espaços iguais em tempos iguais. Ele leva 2 s para percorrer cada 10 m, ou seja, quando está a 10 m se

passaram 2 s, quando está em 20 m se passaram 4s e assim sucessivamente, de tal forma que se calcularmos sua velocidade em cada uma das posições descritas (comparadas com a posição inicial), a velocidade média será a mesma. Portanto quando falamos de M.R.U. não tem mais sentido em utilizar o conceito de velocidade média, já que a velocidade não se altera no decorrer do movimento, logo:  $\mathbf{V} = \mathbf{V}_m$ .



### Principais características do MRU

→ Velocidade escalar constante – Um móvel realiza um movimento uniforme quando percorre espaços iguais em tempos iguais, ou seja, quando o espaço que ele percorre varia uniformemente ao longo do tempo. Isso só ocorre quando a velocidade do móvel permanece constante durante todo o trajeto.

→ No MRU a aceleração do corpo em estudo é nula, porque a força resultante sobre os corpos serem igual a zero ( $a = 0$ ).

### Função horária dos espaços (Expressão matemática do MU)

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S - S_0}{t - t_0}$$

Quando  $t_0 = 0$  temos:

$$V_m = \frac{S - S_0}{t}$$

$$V_m = V = \text{constante} \neq 0$$

$$\mathbf{V \cdot t = S - S_0}$$

Portanto a função horária do MRU é dada por:  $\mathbf{S = S_0 + v \cdot t}$

Se os espaços aumentarem a velocidade será positiva e o movimento classificado como progressivo. Se os espaços diminuïrem, o sinal da velocidade será negativo e o movimento classificado como retrógrado.

### **Medindo a velocidade da ejeção de massa coronal do sol.**

**Material:** régua, calculadora, imagens de ejeção de massa coronal.

- 1- Observar o vídeo explicativo encontrado no link <https://www.youtube.com/watch?v=TtOTNhM3EQI&t=341s>.
- 2- Obter 5 imagens das ejeções no site <https://www.swpc.noaa.gov/products/lasco-coronagraph>.
- 3- Ir mudando as datas da observação até conseguir achar uma ejeção que possa ser medida, como a ejeção demonstrada na Figura 10 e 11, que são da data de 29/07/2016.
- 4- As datas podem ser modificadas clicando abaixo das imagens em Data.
- 5- Medir com a régua a distância percorrida pelas partículas entre as imagens, sabendo o diâmetro do Sol ( $1,4 \times 10^9\text{m}$ ), fazer uma regra de três para determinar a distância percorrida pelas partículas.
- 6- Observar o tempo gasto entre as capturas.
- 7- Passar as unidades para o sistema internacional e usual.
- 8- Fazer a divisão da distância percorrida pelo tempo gasto para descrever a mesma.
- 9- Determinar a velocidade de ejeção, tempo para chegar até a Terra e comparar com as velocidades conhecidas.
- 10- Montar a função horária do espaço.
- 11- Descrever o gráfico do movimento.
- 12- Pedir aos alunos uma pesquisa sobre os efeitos das colisões dessas partículas com a Terra e quais danos podem ocasionar, assim como a formação das auroras boreais.



Figura 10 – Ejeção de massa coronal do Sol retirada em 29/07/16 8:42:44  
Fonte: Cronógrafo Lasco (2016)<sup>7</sup>



Figura 11 – Ejeção de massa coronal do Sol retirada em 29/07/16 20:18:06  
Fonte: Cronógrafo Lasco (2016)<sup>8</sup>

<sup>7/8</sup>Disponível em:< <https://www.swpc.noaa.gov/products/lasco-coronagraph>> Acesso em 12 abril 2019.

## 5 AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

1- Quais são características do Sol?

- a) Gasoso - ocupa a maior massa do sistema;
- b) Sólido - menor que a Terra;
- c) Sólido/Gasoso - o maior corpo do Universo;
- d) Líquido - do mesmo tamanho que a Terra.

2- O que são manchas solares?

- a) Locais cobertos por planetas;
- b) Locais sem Luz;
- c) Não existem;
- d) Regiões mais frias.

3- Como podemos provar a rotação solar?

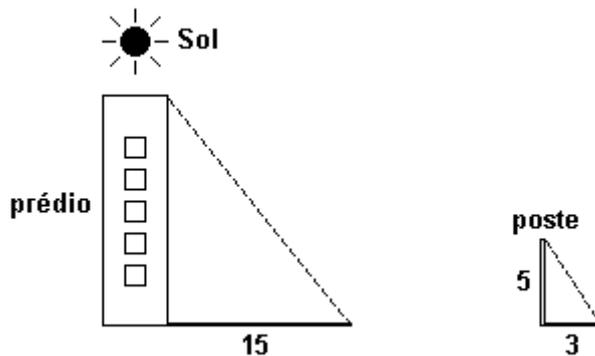
- a) Pela ejeção de massa;
- b) Pelas manchas solares;
- c) Comparando-o com a Lua;
- d) Ele não rotaciona.

4- Como a atividade solar afeta a Terra?

- a) Destruindo nosso campo magnético;
- b) Atrapalhando as comunicações;
- c) Aumentando a temperatura da Terra;

d) Gera chuva de meteoros.

5- A sombra de um prédio, num terreno plano, numa determinada hora do dia, mede 15 m. Nesse mesmo instante, próximo ao prédio, a sombra de um poste de altura 5 m mede 3 m.



A altura do prédio, em metros, é?

- a) 25;
- b) 29;
- c) 30;
- d) 45.

6 - O professor Edson pede aos grupos de estudo que apresentem à classe suas principais conclusões sobre os fundamentos para o desenvolvimento do estudo da óptica geométrica.

Grupo I. Os feixes de luz podem apresentar-se em raios paralelos, convergentes ou divergentes.

Grupo II. Os fenômenos de reflexão, refração e absorção ocorrem isoladamente e nunca simultaneamente.

Grupo III. Enquanto num corpo pintado de preto fosco predomina a absorção, em um corpo pintado de branco predomina a difusão.

Grupo IV. Os raios luminosos se propagam em linha reta nos meios homogêneos e transparentes.

São corretas as conclusões dos grupos:

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

7- Uma câmara escura de orifício é utilizada para fotografar um filamento incandescente de 10 cm de altura, colocada a 50 cm do filamento. Se a profundidade da câmara é de 20 cm, determine a altura da imagem no filme.

- a) 0,2cm;
- b) 0,4cm;
- c)0,6cm;
- d 0,8cm.

8- . Para que um satélite artificial em órbita ao redor da Terra seja visto parado em relação a um observador fixo na Terra é necessário que:

- a) sua velocidade angular seja a mesma que a da Terra;
- b) sua velocidade escalar seja a mesma que a da Terra;
- c) sua órbita não esteja contida no plano do equador;
- d) sua órbita esteja contida num plano que contém os polos da Terra.

9- Um foguete se deslocou, percorrendo, em média, 40.000 km/h. Qual foi o deslocamento, em quilômetros, realizado pelo foguete durante 9 h?

- a) 5000;

b) 30000;

c) 360000;

d) 4200000.

10 - É dada a função horária  $S = 20 - 4t$ , no (S.I), que descreve o movimento de um ponto material num determinado referencial. Qual o espaço inicial, velocidade escalar, o tipo do movimento e o espaço do móvel quando  $t = 2s$ ?

a) 4m; 20m/s; progressivo e 28m;

b) 2m; -4m/s; retrógrado e 20m;

c) 20m; -4m/s; retrógrado e 12m;

d) 20m; 4m/s; progressivo e 28m.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. PCNs+ **Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, MEC, 2002.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.
- Doccity, Esquema do modelo Heliocêntrico proposto por Copérnico em 1543, onde colocava o Sol como próximo ao centro do universo, e todos os demais astros girando ao seu redor, com exceção da Lua, que continuava orbitando a Terra. **Doccity**. 2015. Disponível em: : <https://www.doccity.com/pt/copernico-kepler-galileu/4784228/> Acessado em: Abril 2019.
- FREIRE, Paulo; QUIROGA, Ana Pampliega de; GAYOTTO, Maria Leonor Cunha. **O processo educativo segundo Paulo Freire & Pichon-Rivière**. 1989
- INPE, Esquema do modelo Geocêntrico formulado por Ptolomeu (120 d.C.) a partir das ideias de Aristóteles (350 a.C). **INPE**. 2015. Disponível em: [http://www.das.inpe.br/ciaa2017/aulas\\_pdfs/sistemasolar/sistema\\_solar2015.pdf](http://www.das.inpe.br/ciaa2017/aulas_pdfs/sistemasolar/sistema_solar2015.pdf). Acessado em: Abril 2019.
- LANGHI, R.; NARDI, R. **Educação em astronomia: repensando a formação de professores**. São Paulo: Escrituras Editora, 2012.
- SILVA-VALIO, A, **Nossa estrela: o Sol** - 1.<sup>a</sup> ed. - São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.
- USP, Satélite Orbitando a Terra. **USP**. 2007. Disponível em: [http://www.cdcc.usp.br/cda/oba/aeb/satelites\\_alta\\_resolucao\\_31jul07.pdf](http://www.cdcc.usp.br/cda/oba/aeb/satelites_alta_resolucao_31jul07.pdf)>Acessado em: Abril 2019.