

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**FACULDADE DE EDUCAÇÃO**  
METODOLOGIA DE ENSINO DE FÍSICA I

**MÓDULO DE ENSINO INOVADOR**

Quanto tempo o tempo tem?

Fabiano de Assis Flausino    n° USP: 3306420  
Luciano de Paula Gimenes    n° USP: 5125075  
Osvaldo Rodrigues Pereira    n° USP: 4895837

## APRESENTAÇÃO:

Não há um só momento em que o Homem esteja livre das preocupações ou das limitações que o Tempo lhe impõe. Isso não só com referência a um giro de um relógio ou com a sugestão de uma folhinha em cima da mesa. Tudo e sempre fala do Tempo que se escoa sem avanço e sem atraso, mostrando-se e fazendo-se sentir no amadurecimento dos frutos, na ida e vinda do calor e do frio, na chuva e na estiagem, no montar e descer das marés, na infância que se torna juventude e na velhice que tateia a morte, na memória que vacila, nos retratos amarelecidos, nos sonhos olvidados, no vinho que sazona e na canção que se perde!

O objetivo deste módulo de ensino inovador é mostrar que o Homem não pode fugir ao sacrifício que o Tempo lhe exige e que ciente disto passou toda a sua história criando sistemas, construindo aparelhos, conferindo dados, apelando para os astros no esforço de conhecer, medir e controlar o Tempo. Sua finalidade é ser um esboço da História desta tentativa jamais concluída, nunca satisfatória e sempre renovada como nos mostram a evolução do conceito de tempo e os calendários, por exemplo, pois enquanto houver homem e houver tempo, haverá luta entre ambos.

## JUSTIFICATIVA:

No aspecto histórico da evolução das civilizações, o Tempo apresentou-se ao homem, e o conhecimento pelo homem de que o Tempo existe e deve ser medido seria bastante para sobrepor o homem ao animal. A definição do que seria o Tempo e sua contagem relacionando-o a eventos na natureza é de suma importância na evolução das civilizações. Mas este estudo infelizmente não é aplicado no Ensino Médio das escolas públicas brasileiras e por isto ele foi escolhido, por ser de conteúdo inovador.

## OBJETIVO GERAL:

Pretende-se que o aluno, ao final deste módulo de ensino inovador, obtenha um conhecimento histórico de quando foi que o Homem tomou ciência da existência do Tempo, em outras palavras, como ocorreram as evoluções dos processos de conhecer e regular a passagem do Tempo, e que habilidades e instrumentos usaram os diferentes povos, nas diversas eras.

## PÚBLICO ALVO:

Este módulo pode ser aplicado em qualquer série do Ensino Médio por ser em sua quase totalidade de conteúdo histórico.

## NÚMERO DE AULAS:

Este módulo foi programado para ser ministrado em 10 aulas de 50 minutos cada uma, disposta em aulas teóricas e aulas de exercícios com alguns trabalhos e experiências em sala de aula.

## CONTEÚDO FÍSICO:

Pode-se definir este módulo como uma Introdução à História do Calendário seguindo uma linha cronológica dividida em sub-temas, que são facilmente identificados durante sua leitura. São elas:

- O Tempo se apresenta ao homem:
  - O dia e a noite
  - A semana
  - O mês
  - O ano
  - Outras medidas
- Os instrumentos de contar o Tempo
- A biografia de nosso calendário

Procuramos não nos ater a conteúdos que levassem a resolução de exercícios subsidiados por fórmulas, mesmo que fossem as mais simples, pois entendemos que isso não seria necessário dentro deste módulo.

## TEMÁTICA DE INTERESSE:

Os tópicos abordados neste módulo têm estrita relação ao cotidiano dos alunos à medida que os mesmos descobrem as dificuldades que nossos ancestrais tiveram e as descobertas que foram sendo realizadas pelos mesmos para que hoje dispuséssemos de tecnologias tão avançadas para a contagem do Tempo.

## QUADRO SINTÉTICO:

1ª AULA		
Tema:	O tempo se apresenta ao homem	
Atividade:	Tempo:	
Problematização	15 min	
Introdução	10 min	
O dia e a noite	25 min	

2ª AULA		
Tema:	Semanas, meses, anos e outras medidas	
Atividade:	Tempo:	
A semana	10 min	
O mês	10 min	
O ano	10 min	
Estações	15 min	
Eras	5 min	

3ª AULA		
Tema:	Analisando as Estações	
Atividade:	Tempo:	
Aula de atividade	50 min	

4ª AULA		
Tema:	Instrumentos de medir o Tempo	
Atividade:	Tempo:	
Problematização	15 min	
Relógio de Sol	10 min	
Clepsidra	10 min	
Ampulheta	10 min	
Relógio Atômico	5 min	

5ª AULA		
Tema: Construindo um Relógio de Sol		
Atividade:	Tempo:	
Aula de atividade	50 min	

6ª AULA		
Tema: Construindo um Relógio de Sol (continuação)		
Atividade:	Tempo:	
Aula de atividade	50 min	

7ª AULA		
Tema: Calendário Egípcio, Babilônico e Romano		
Atividade:	Tempo:	
Introdução	5 min	
Calendário Egípcio	15 min	
Calendário Babilônico	15 min	
Calendário Romano	15 min	

8ª AULA		
Tema: Atividade com Calendários		
Atividade:	Tempo:	
Aula de Atividade	50 min	

9ª AULA		
Tema: Calendário Juliano		
Atividade:	Tempo:	
Introdução	5 min	
História	20 min	
Atividade em aula	25 min	

10ª  
AULA

Tema: Outros Calendários

Atividade:

Tempo:

Biografia

30 min

Calendário Universal

10 min

Conclusão

10 min

## DESCRIÇÃO AULA-A-AULA:

### **1ª AULA: O Tempo se apresenta ao Homem**

#### Objetivo:

O aluno deve entender quais as relações entre o dia e noite e porque surgiu a necessidade de dividi-los em escalas ou unidades menores.

#### Problematização:

A todo o momento fazemos referência a algum sistema de contagem do tempo sem nos darmos conta das dificuldades que surgiram para sua padronização e sua adequação com os fenômenos sazonais.

Mas qual teria sido a origem da designação dos nossos dias, até chegarmos a uma estrutura como a conhecemos hoje?

Por que o ano tem 12 meses e a semana sete dias?

Por que o ano começa em 1º de janeiro?

Por que alguns anos são bissextos e outros não?

Por que os meses e dias da semana têm esses nomes?

#### Conteúdo:

Não se tem uma data específica, sobre o dia em que o homem teve uma impressão de que o mundo obedecia a uma certa ordem superior quanto à relação entre o dia e a noite. Sabe-se que isso foi há muitos milênios. Então, nesse momento é que o homem se volta primeiramente aos astros para procurar uma resposta à sua inquietude.

Os astros já eram velhos conhecidos. No livro sagrado do *Gênesis* ( capítulo 1 e 2 ) lemos a descrição do *Hexaemeron*, ou seja, a descrição da obra da criação do mundo em seis dias, lá tínhamos que no quarto dia, ao criar três categorias de astros ( Sol, Lua e Estrelas ) Deus lhes confiara três missões: iluminar a Terra, distinguir o dia da noite e marcar as porções de tempo. No Alcorão, bem mais próximo de nós, lemos que: “Alá criou a Lua e apontou para as suas casas, para que os homens pudessem conhecer o número dos anos e a medida do tempo”. Dos astros vinham a luz e as trevas, frio e calor, a esperança e o medo, Sol e Lua, respectivamente, deles é que viriam mais adiante as semanas, os meses e os anos.

As exigências da vida naqueles primeiros momentos da espécie não eram muitas, só o imediato valia: o comer, o beber, o dormir, ... Desse modo, ligado tanto ao claro quanto ao escuro o Homem verificou que entre o mínimo de dois períodos de trevas mediava um espaço claro dedicado ao trabalho, à caça, à vida exterior, e entre dois períodos de luz um espaço escuro de sono, sustos, medos! Eram o dia e a noite.

## O dia e a noite

O dia é a base de todas as medidas de tempo. Para alguns povos foi calculado de aurora a aurora e para outros significava o espaço intercalado entre dois crepúsculos vespertinos ou matutinos. É quase dos nossos tempos o dia legal e geográfico, que principia a meia-noite. Para astrônomos e navegantes, por exemplo, começa ao meio-dia.

Mas, no amanhecer do mundo, os nossos ancestrais fizeram algo importante: O homem e todos os animais do planeta percebem o dia e a noite. O comportamento dos seres vivos se altera de acordo com a presença ou ausência de luz solar, mas saber como ocorrem os dias e as noites foi uma descoberta bastante demorada. Acreditava-se que o dia e a noite ocorriam porque o céu girava ao redor da Terra enquanto ela permanecia parada. Sem saber com o que lidavam, estabeleceram a duração do movimento de rotação da Terra e criaram assim o dia e a noite.

Mas a vida ia se tornando sempre mais complexa e ela impunha ao homem fazer divisões novas e maiores para esses crepúsculos. Foram então que surgiram as horas, sendo o dia dividido em dois períodos com 12 horas cada e os minutos e os segundos, com 60 unidades cada. Hoje a tecnologia está tão avançada que já se fazem cálculos com décimos e centésimos de segundo. Para a noite, devido a sua semelhança com dia em intervalos foram feitas as mesmas divisões.

Mais exigente mostrou-se a ciência com relação a mensuração do tempo que hoje temos distintamente três tipos ou formas de calcular as horas:

*Hora Sideral* - Vigésima quarta parte do dia sideral, isto é, do tempo empregado por uma estrela no percorrer o seu círculo diurno. Atribuindo-se a este 23 horas, 56 minutos e 40.091 segundos de tempo médio. Também conhecido como Hora Astronômica.

*Hora Solar Verdadeira* - A vigésima quarta parte do espaço de tempo que flui entre duas passagens consecutivas do Sol pelo meridiano do lugar. A hora solar é dada pelos quadrantes solares.

*Hora Solar Média* - A hora indicada nos relógios. Espaço de tempo correspondente à vigésima quarta parte do tempo que um Sol fictício, denominado Sol Médio, gastaria para produzir no equador o movimento médio do Sol Verdadeiro. Sua duração é de cerca de quatro minutos mais longa do que a da hora sideral.

### Recursos utilizados:

Retroprojektor e transparências, para agilizar a exposição do conteúdo da aula.

## **2ª AULA: Semanas, meses , anos e outras medidas**

### Objetivo:

Assim como houve a divisão para o dia e a noite, entender a criação das semanas, dos meses e dos anos como um processo de divisão de espaços de tempo maiores. O aluno também deve entender que esses processos correspondiam com observações de certas repetições nos movimentos dos corpos celestes.

### Conteúdo:

#### A Semana

Pouco se sabe da origem dos dias da semana. Há quem sustente que trata-se de uma absoluta irracionalidade pois o ciclo de 7 dias não satisfaz qualquer condição astronômica. A semana, tal como a conhecemos hoje vem de Roma, adotada no século II ou I a.C. Não se sabe se essa divisão vem da tradição judaica seguindo a história da criação bíblica. Se o dia fora um ensinamento do Sol, a semana sê-lo-ia da Lua. Sabia o homem que a Lua não variava além dos limites de suas fases: *Nova*, *Crescente*, *Cheia* e *Minguante*, disposto a encontrar uma medida para os espaços de tempo entre uma fase e outra, marcou esses intervalos e criou assim o que denominamos a Semana composta de 7 dias, intervalo aproximado de cada fase.

Vale abrir um outro parênteses para explicar a denominação dos dias da semana e suas diferenças:

Os dias da semana estão ordenados da seguinte maneira: dia do Sol, dia da Lua, dia de Marte, dia de Mercúrio, dia de Júpiter, dia de Vênus e dia de Saturno. Notamos que aparentemente esta ordem não tem nenhum sentido. No sistema aristotélico, a ordem de afastamento dos "planetas" da Terra era: Lua, Mercúrio, Vênus, Sol, Marte, Júpiter e Saturno. Esta origem atribui-se ao hábito, na Antigüidade, de dedicar-se cada hora e cada dia a um planeta que influenciaria esta hora ou este dia. Os planetas eram ordenados do mais afastado para o mais próximo.

A língua portuguesa não dividiu os dias segundo o nome dos planetas, porque no começo do Cristianismo a Páscoa durava uma semana, sendo o trabalho reduzido ao mínimo possível e o tempo destinado exclusivamente a orações. Esses dias eram os *feriaes*, ou seja, feriados. Para enumerar os *feriaes*, começou-se pelo sábado, como os hebreus faziam. O dia seguinte ao sábado seria o *feria-prima* (domingo), depois seria o *segunda-feria* (segunda-feira), e assim por diante. O sábado origina-se de *Shabbath*, dia do descanso para os hebreus. O imperador Flávio Constantino após se converter ao Cristianismo, substituiu a denominação de *Dies Solis* ou *Feria-prima* para *Dominica* (dia do Senhor), que por sua vez foi adotada por povos latinos. ( **Tabela 1** )

## O Mês

O mês tem em comum com a semana a sua origem, que vem da observação da Lua. O homem observou que entre uma e outra Lua Nova, havia regularidade, ou seja, transcorria um certo número de dias certos, então criou o que conhecemos como Calendário Lunar, o primeiro usado pelas civilizações. Havia um costume de se consagrar os meses, costume esse que remonta à criação da medida de tempo. Nada de se estranhar, portanto que os meses tenham tido seus “protetores” mais diversos, tais como: aves, animais, demônios e até vegetais. Temos até provérbios que se relacionavam com os meses. Se a todo o momento estamos fazendo referencia a eles, por motivos vários e os mais diversos, foi de Roma que adquirimos essa cultura e os nomes dos atuais meses.

## O Ano

O tempo a que os homens chamavam mês mostrou-se impróprio para os planos que se faziam sobre o futuro e as comemorações de fatos não tão recentes. Dessa necessidade surgiu a verificação do espaço de tempo a que chamamos de ano e que reforçada pela observação que os homens tinham das estrelas tinha a princípio 12 meses lunares, mas essa constatação logo se tornou ineficaz pois havia uma diferença de vários dias. A idéia de ano era boa, e a procura de um processo melhor para computá-lo se fez necessário. A rigor, o ano é o espaço de tempo gasto pela Terra numa translação completa ao redor do Sol. Se é tão fácil definir esta medida de tempo, é difícil um acordo em todos os outros aspectos do assunto pois são varias as diferentes épocas em que se pretendeu, e se pretende, que ele tenha início. Vejamos algumas formas de anos conhecidas:

*Ano sideral* - Corresponde ao intervalo decorrido entre duas passagens consecutivas do Sol por uma mesma estrela. É o mais exato e mais fácil de ser calculado.

*Ano astronômico, equinocial, solar ou tropical* – Principia quando o Sol cruza uma linha imaginária paralela ao equador. É o equinócio de verão onde o dia e a noite têm a mesma duração. Quando ocorre outro cruzamento do equinócio de verão, sabemos que se completou um ano, no sentido astronômico, deixando porém um saldo de 5 horas, 48 minutos e 46,7 segundos.

## Outras medidas

Comovente é esse nervoso e incansável espírito humano a perseguir o domínio do tempo que o cerca. De quantos artifícios ele foi capaz para alcançar esse domínio! Além dos segundos, minutos, dias, semanas,... Aqui e ali ao longo da história dos povos mais diversos, o homem se viu criando novas maneiras de determinar o tempo, vejamos algumas delas:

**Estações:** A inclinação do eixo da Terra, em relação ao movimento de translação que ela faz é que produza as estações, mas esse conceito é relativamente novo e o homem aprendeu a reconhecê-lo através de seus sentidos corpóreos.

Muitos de nós aprendemos que a órbita da Terra (trajetória em torno do Sol) é elíptica, mas se desenharmos corretamente essa órbita não conseguiremos diferenciar a elipse de uma circunferência. Mas, por ter uma órbita elíptica muitos acreditam que as estações ocorrem porque a Terra ora fica mais próxima do Sol e ora mais afastada. Cuidado, as estações não acontecem por causa disso! Se isso fosse verdade como se explica o fato do Natal ocorrer numa época fria (até nevar) nos países do hemisfério norte e no Brasil ocorrer numa época de muito calor? Será que metade da Terra está mais próxima do Sol e a outra metade está mais afastada? Isso não faz sentido, concorda? Se as estações ocorressem pelo fato da órbita da Terra ser elíptica o comportamento climático no planeta seria uniforme, ou seja, num mesmo mês o clima seria do mesmo jeito em todo lugar, pois não há como partes da Terra estarem mais próximas ou mais afastadas do Sol para produzir climas diferentes. No entanto, em cada região do planeta as estações apresentam-se de formas diferentes, mesmo se forem observadas na mesma data (Natal frio no hemisfério norte e quente no hemisfério sul). Então vamos entender como ocorrem as estações. A ocorrência das estações do ano depende de duas propriedades do eixo da Terra:

1ª) ele está inclinado com relação à órbita que a Terra faz ao redor do Sol;

2ª) essa inclinação é sempre a mesma ou seja, o eixo aponta sempre para a mesma posição. ( **Figura 1** )

Durante o percurso que a Terra fez de um lado para outro do Sol os habitantes que estão entre os trópicos tiveram pelo menos um dia de Sol sobre suas cabeças ao meio dia. Os habitantes que estão entre os trópicos e os pólos nunca tem o Sol sobre suas cabeças. ( **Figura 2** )

**Eras:** No perpassar dos impérios, no suceder-se das dinastias, tem o homem fixado um acontecimento importante. Fixam nesses momentos o ponto de partida para uma contagem particular sob a denominação de era ou época. Eis algumas principais:

- Era cristã ou era de Jesus Cristo;
- Era judaica ou dos judeus;
- Era babilônica ou das Olimpíadas;
- Era romana;
- Era Seleucida ou do Rei Seleuco
- Era hispânica ou de César;
- Era dos mártires ou de Diocleciano;
- Era da paz da Igreja;
- Era da Hégira ou Maometana;
- Era Republicana ou da Revolução Francesa;
- Período Juliano.

### Recursos utilizados:

Retroprojektor e transparências, para agilizar a exposição do conteúdo da aula.

### **3ª AULA: Atividade - Analisando as estações**

#### **Objetivo:**

Esta é uma aula com a aplicação de uma tarefa para que os alunos tenham através da prática, uma noção da incidência dos raios solares na Terra e a importância da inclinação da Terra na determinação das estações.

#### **Conteúdo:**

Todo o conteúdo desta atividade se encontra em um arquivo em anexo. Além da construção dos modelos, será realizada uma tomada de dados e informações, descritas na própria tarefa.

## 4ª AULA: Instrumentos de Medir o Tempo

### Objetivo:

O aluno após o término da aula, deve conhecer quais os métodos de que o homem se utilizou para a construção de métodos e instrumentos de anotar, descrever e medir o tempo. Além de conhecer os instrumentos, deve entender os motivos e a razão pela qual cada um criado, dentro de seu contexto social, entendendo assim a evolução desse processo.

### Problematização:

Que horas são agora?

Porque tivemos uma diferença, ainda que pequena ( com certeza será de  $\pm 5$  min ) na determinação da hora exata? Os relógios estão errados?

Porque temos certeza de que a hora é essa que foi falada e não uma outra hora qualquer, isto é, mesmo que todos os relógios estivessem marcando a mesma hora, aqui na classe o que nos garante a exatidão da hora?

Como está padronizada a hora para nossa classe, nosso país em relação a outras horas ao redor do mundo?

### Conteúdo:

Por fim, o homem da idade antiga completara a divisão do tempo, chegando a uma exatidão que não estava demasiadamente longe dos conhecimentos atuais. Assinalara a duração do ano, dividira-o em meses, limitara a estes a quatro semanas nas quais cabiam os dias, horas e minutos. É fácil, portanto, imaginar as dificuldades encontradas quando se tratava de fixar temporalmente algumas atividades: cerimônias religiosas, abertura de portas da cidade pela manhã e fechamento da mesma à tarde, a partida dos navios, a hora das refeições, a troca da guarda, ... O tempo, a essa altura era sentido, então precisava ser medido. Para esse fim vários aparelhos foram criados, desde os mais rústicos como hastes, pedra ou ossos plantados em um terreno bastante amplo que possibilitasse receber sol o dia inteiro (**Figura 3**), até os mais precisos relógios atômicos.

A rigor, o Sol era o supremo mandatário das atividades humanas. Marcava o despertar e o recolher, amadurecia as colheitas, balizava as estações do ano. Fora o primeiro sinal e limite na divisão do tempo. Nada mais justo do que ser a fonte de inspiração para o primeiro instrumento de medição do Tempo. Do que se tem notícia, utilizando-se de nada mais do que uma haste aceitavelmente reta, de pedra ou de osso, plantada num lugar bastante largo para receber luz do sol durante todo o dia, o ano inteiro, ao homem bastou apenas dividir o período ensolarado da haste em partes que mostrassem o quanto o dia já fora vencido.

A idéia, originária dos chineses por volta de 1100 a.C., era a de se ter conhecimento, a qualquer momento, de quanto tempo havia decorrido desde a aurora e quanto faltava para o crepúsculo. O que se sabe é que a divisão do dia em porções chamadas horas foi uma conquista longa e para isto vários instrumentos tiveram a sua importância. Abaixo está uma descrição dos mais importantes:

## Relógio de Sol

Era construído com metade de um disco, chamado também de boião. Esta metade que olhava para o Sol, era dividida em 12 fatias iguais, riscadas no material, comumente barro por um traço colorido e trazia uma conta presa no centro. À medida que o Sol avançava no céu, a conta ou haste projetava uma linha de sombra, em arco, superando sucessivamente os espaços marcados e que poderíamos chamar de "hora". Por causa de muitos inconvenientes, como a diferença da duração do dia em cada estação, o relógio de Sol necessitou de um aperfeiçoamento surgindo assim o Quadrante Solar, que se constituía de uma haste que seguisse a direção norte-sul e que projetava sua sombra numa superfície plana onde estavam traçadas linhas retas e curvas. As retas determinavam as *linhas horárias*, e as curvas, chamadas *linhas diurnas*, correspondiam aos meses e anos. Era tão eficiente esse medidor de tempo que logo foi adotado por vários povos da Ásia Menor, Grécia e Roma. Outro instrumento também similar foi o obelisco, na verdade uma variante bem grande da haste adotada pelos chineses. Não se sabe ao certo em que época surgiram mas como um registro escrito podemos citar a Bíblia: "Eis que farei retroceder dez graus a sombra lançada pelo Sol declinante no Relógio de Acaz. Assim retrocedeu o Sol os dez graus que já havia declinado ( Is. 38.8 ), essa citação é datada de aproximadamente 735 a.C. **(Figura 4)**

## Clepsidra, ou Relógio de água

Se o Sol não incidia diretamente em toda parte possibilitando o uso do Quadrante, outro elemento, a água, podia com maior eficiência ser empregada na medição das horas. Quem primeiro teve essa idéia foram os Assírios e o artefato criado por eles também era muito simples, sendo um recipiente preparado para isso, que deixava a água contida no seu interior escoar gota a gota, neste recipiente haviam traços com certo espaçamento entre si, dependendo do escoamento, que determinavam as horas. Após a invenção da roda dentada e da cremalheira a Clepsidra pode se mais aperfeiçoada. Ela possuía, no tubo de ligação entre dois tanques, uma roda com dentes (engrenagem) e um escape, que era uma peça em forma de "T" presa à engrenagem e que tinha um pêndulo na ponta. Com o movimento do pêndulo de um lado para o outro, a ponta do escape prendia os dentes da engrenagem, que era girada pelo fluxo da água, e permitia que apenas um dente "escapasse" de cada vez, marcando intervalos regulares. Hoje, esta peça é fundamental para os relógios mecânicos. **(Figura 5)**

## Ampulheta

A Ampulheta , praticamente foi desenvolvida pelos povos do Oriente Médio, nômades que não dispunham de água em abundância e nem da possibilidade de construir relógios de Sol fixos, pois estavam sempre em excursões. A ampulheta é constituída de duas ampolas cônicas de vidro, sobrepostas, em oposição uma da outra, com um orifício bem fino, ligando os seus vértices. A parte superior possui uma certa quantidade de areia que pela gravidade escoar para a parte inferior. Quando o conteúdo que estava em cima era todo escoado é que foi concluído mais um período pré-determinado, ou seja, era findado mais um ciclo. Para continuar a aferição bastava apenas virar ou inverter a posição da Ampulheta, sendo que a parte eu estava em cima ficaria em baixo para receber novamente o escoar da areia. Pela sua praticidade de locomoção, se considerada em relação à Clepsidra, e fácil utilização, este instrumento tornou-se bastante popular, havendo muita resistência ao abandono de sua utilização. **(Figura 6)**

Pequenos outros recursos foram utilizados, aqui e ali, para indicar às criaturas o escoar do tempo. Isso foi um passo importante para a disseminação da arte relojoeira como a conhecemos atualmente. Na Europa culta dos séculos XI e XII, especialmente na França, Itália, Alemanha e Inglaterra, os relógios de areia, água e Sol eram raros, os instrumentos movidos à roda substituíam-nos. Essa foi a época em que o continente assistiu a uma verdadeira corrida na construção e exibição de relógios monumentais, ricos de movimento, como é o caso do relógio de Courtrai, o de Estrasburgo, o de Schwilgue, o de Nurembergue, cujo construtor Peter Heilein ficou também famoso por construir o primeiro modelo de relógio de pulso, o de Londres, ... A evolução foi tanta que hoje podemos ter todos os tipos de relógios que se pode pensar. **(Figura 7)**

## Relógio atômico

Um segundo em mil anos. Esse é o erro máximo possível de mensuração que nos promete a técnica da frequência atômica. Dizemo-lo relógio por fidelidade à tradição pois ele indica o fluir do tempo sem mostrador, sem leitura digital ou qualquer sinal audível. Este relógio funciona seguindo o princípio de que os átomos podem emitir ou absorver pulsos de energia e são um padrão a referência básica para calibrar os relógios de quartzo. **(Tabela 2)**

## Recursos utilizados:

Retroprojektor e transparências, para agilizar a exposição do conteúdo da aula.

## **5ª AULA: Construindo um Relógio de Sol**

### **Objetivo:**

Criar nos alunos uma idéia de como era o funcionamento dos instrumentos utilizados pelos povos antigos na contagem dos períodos diurnos.

### **Conteúdo:**

Esta é uma aula onde será desenvolvida com os alunos uma atividade de construção de um modelo bem simples de um relógio de Sol. É necessário que se faça a arrecadação ou se peça anteriormente para os alunos trazerem os materiais necessários para a fabricação deste “instrumento”. Esta atividade deve ser estendida para a 6ª aula devido ao tempo que se tem para as etapas de construção do aparelho. Todo o conteúdo desta atividade se encontra em um arquivo em anexo.

## **6ª AULA: Construindo um Relógio de Sol (continuação)**

### **Conteúdo:**

Após o término da construção do Relógio de Sol, levar os alunos para um lugar amplo, com bastante incidência de luz Solar e realizar a montagem e aferição do instrumento. Deve se discutir com os alunos o porque de algumas escolhas, tais como: a inclinação da garrafa, a posição da tampa, ...

## **7ª AULA: Calendário Egípcio, Babilônico e Romano**

### **Objetivo:**

Entender quais os aspectos considerados para a construção dos calendários e quais os parametros que regiam os calendários das civilizações mais antigas.

### **Conteúdo:**

O dia e a noite, o Sol e a Lua, o mar e o deserto falavam com idêntica linguagem aos homens da Mesopotâmia, da Índia e da América: os mesmos anseios e provações iguais no dia-a-dia da luta pela vida, temores semelhantes quanto ao futuro e ao além da morte ... Aos astros eram dirigidas as mesmas perguntas e o correr das estações serviu para as deduções a respeito do tempo que passa ... A preocupação de conhecer e medir esse tempo esteve com o homem, qualquer que fosse a sua pátria. Por toda a parte empenharam-se em fixar calendários que regulassem o tempo. A palavra calendário vem do vocábulo *Kalendae* que significa chamar e era usado na linguagem sacra para designar a convocação do povo feita pelos pontífices da Igreja Romana pagã, quando no céu aparecia a primeira lua crescente. *Kalendae* é o primeiro dia do mês lunar.

### **Calendário Egípcio**

Esse calendário foi o primeiro a ser determinado por regras fixas. Consistia de 12 meses de 30 dias seguidos por 5 dias adicionais ao final do ano. Não havia correção para o ano trópico. Como consequência, o ano egípcio retrocedia em um ciclo de 1460 anos com respeito ao ano trópico. Esse período era conhecido como "ciclo sótico". Havia três estações determinadas pelo fluxo do Nilo: *Cheias*; *Semeio e Colheita*. A relação entre as estações definidas pelo Nilo e as estações naturais era feita pelo nascer heliacal da estrela Sirius, conhecida dos egípcios pelo nome de Sothis. A primeira aparição da estrela no céu da manhã, depois da sua conjunção com o sol determinava o início da contagem das estações das Cheias. Hoje a conjunção de Sirius com o sol se dá em 2 de julho e a primeira aparição subsequente no céu da cidade do Cairo é em 10 de dezembro. A origem deste calendário foi lunar. Ele regulava os festivais em função das fases da lua. Aparentemente "ajustes" foram feitos, *a posteriori*, para conformar tal calendário a uma relação fixa com o calendário civil. O calendário egípcio foi reconhecido pelos astrônomos gregos e tornou-se o calendário de referência da astronomia por muito tempo. O ano egípcio correspondendo 23-22 aC possui o mês correspondente a agosto com 30 dias. A partir de então, este mesmo mês voltou a possuir 29 dias salvo nos anos bissextos, quando tinha um dia a mais. Esse novo calendário passou a se chamar Alexandrino. Esta reforma não foi aceita integralmente e os dois calendários permaneceram paralelos até pelo menos 238 dC. Os astrônomos e astrólogos mantiveram a notação antiga. Ptolomeu usava-o, salvo no tratado de fenômenos anuais em que o novo calendário tinha mais conveniência. Os persas adotaram o antigo calendário egípcio em 500 aC. Não é bem certo se foi adotado

exatamente ou com modificações. Os armênios ainda o adotam. Os três últimos meses do calendário armênio correspondem aos três primeiros do antigo calendário egípcio.

### Calendário Babilônico

O calendário na Babilônia era constituído de 12 meses lunares (divididos em quatro semanas) de 29 ou 30 dias cada um. O primeiro dia do mês era declarado quando aparecia a primeira lua no crepúsculo após a lua nova (que para eles era "sem lua"). Para ajustar este sistema ao período definido pelas estações, um mês adicional era, casualmente, introduzido. Os gregos, que adotaram o calendário babilônico fizeram uma modificação importante no ano de 432 aC através do matemático ateniense Meton. Este introduziu um critério de correção do ano lunar, através de 7 intercalações num período de 19 anos, conhecido por ciclo metônico. O astrônomo Callippus de Cizicus, em 330 aC, modificou este período, com uma correção a cada 4 desses ciclos, perfazendo um período de 76 anos, conhecido como período calípco, fazendo o ano médio, neste ciclo, valer 365,25 dias, muito mais próximo ao ano trópico verdadeiro. Os babilônios adotaram essas correções 50 anos depois. Apesar das modificações tornarem a contagem dos anos lunares ajustados ao ano trópico, o calendário greco-babilônico não foi adotado em todas as regiões, visto que os países eram constituído por cidades-estados independentes. O resultado é que a datação de eventos na contagem do tempo juliano, por exemplo, é bastante difícil.

### Calendário Romano

A exemplo dos gregos, os romanos também adotaram o calendário babilônico. É dito que o Rômulo, o fundador de Roma, proclamou o calendário baseado no grego nos anos de 700 aC. Contudo, contava-se apenas 10 meses, perfazendo 304 dias no ano. Os últimos seis meses se referiam ao número do mês no ano: aparentemente os romanos não faziam muita questão de considerá-los, pelo menos no início. Procurando-se um pouco, verifica-se o mesmo entre as luas nova e quarto crescente.

**Março** vem de *Marte*, o deus romano da guerra. Tirando esse termo e os que denotam o número do mês, os nomes dos outros meses são objeto de uma certa polêmica.

**Abril:** Enquanto existem aqueles que associam o termo a uma corruptela de *Aphrodite*, *aphrilis*,

**Aper** ou **Aprus.Maio:** Homenagem à deusa *Maia*, filha de *Atlas*.

**Junho:** referência à deusa *Juno*. Contudo há referências a alusões que *maio* e *junho* vêm de "velho" e "jovem".

**Julho:** Em uma revisão do calendário, em 8 aC, o imperador Augusto ofereceu a mudança de nome do mês "quintilis" para *julius* em homenagem a grande imperador Júlio César, e de *quebra*, aproveitou e mudou o mês "sextilis" para

**Agosto** ou *augustus*. O segundo rei de Roma, Numa Pompilius adicionou os dois meses que faltavam no ano. Não há consenso se os meses de **janeiro** e **fevereiro** tenham sido adicionado ao final do ano ou se janeiro tenha sido acrescentado no início e fevereiro

no fim. Sabe-se que já em 425 aC, janeiro se encontrava no início do ano e o mês de fevereiro foi levado a intercalar entre janeiro e março. Uma corrente defende que, para os romanos o ano iniciava em março e terminava em fevereiro. A reforma do calendário promovida por Júlio César, criando o calendário juliano, acrescentou o ano bissexto. Fevereiro, que possuía, inicialmente, 23 dias, passou, mais tarde a ter 28 dias, ganhou um dia a mais, de quatro em quatro anos.

**Janeiro** é um nome que deriva da homenagem ao velho deus *Janus*, associado à origem do universo, regendo o caos.

**Fevereiro** parece derivar de *februa*, chicote de pele de carneiro com o que se procurava "purificar" ou "penitenciar-se". Nos "idos" deste mês, os romanos observavam o festival da *Lupercalia*, quando mulheres estéreis eram chicoteadas na esperança de se tornarem férteis. Tal associação, contudo, dizem os historiadores ser improvável. De qualquer forma o verbo *februare*, parece se relacionar com penitência. Antes da reforma juliana, os meses chegaram a possuir, alguns, 22 ou 23 dias. O ano chegava a ter, no máximo 355 dias.

Para corrigir para o ano trópico, um mês era acrescentado. Chamava-se *Mercedinus*, em referência a *merces*, ou salário, pois se dava na época do pagamento de empregados. Podia também se chamar "intercalaris", de onde a palavra moderna deriva. Após a marcação de "Ides", a metade do mês, a contagem se dava regressivamente. O período de "kalendas" era, portanto, o mais longo de todos. Cobrindo, logo após a proclamação da lua cheia até logo depois da lua nova. A duração do mês, as intercalações, etc, eram de atribuição dos Pontífices que a usavam, muitas vezes, para suas conveniências, para alongar ou encurtar o período de um cargo eletivo, sendo objeto de muita corrupção. A reforma juliana veio para colocar um fim a essas ações arbitrárias. Essa reforma, também, fixou as datas, a contagem dos dias e a relação entre os meses, fazendo o calendário se parecer bastante com o que se tem hoje.

### Recursos utilizados:

Retroprojektor e transparências, para agilizar a exposição do conteúdo da aula.

## **8ª AULA: Atividade com Calendários**

### **Objetivo:**

Fazer uma comparação entre os três tipos de calendários estudados na aula passada, verificando a precisão de cada um e a importância da sua escolha de modelo ( solar ou lunar ). Esta é uma atividade que possui como intuito fazer com que os alunos aperfeiçoem suas habilidades de organização e raciocínio, e principalmente fazer com que, através do próprio entretenimento e dedicação dos alunos, eles possam aprofundar os seus conhecimentos que estão desenvolvendo-se, pois associa cada um dos calendários propostos nas atividades com o calendário atual do nosso cotidiano.

### **Conteúdo:**

Será apresentado a seguir as características de cada um dos três calendários: Babilônico, Egípcio e Romano. A partir deles, vocês deverão ser capazes de estipular, com um intuito de otimizar a produção agrícola, os períodos ideais para cada processo.

Para isso, baseando-se apenas nos calendários:

Como vocês adotariam o melhor período de plantio?

E quanto ao período de colheita?

Por que estão adotando essas datas?

Quais possíveis datas seriam mais convenientes para venda e obtenção de capital?





## Romano

MARTIUS	APRILIS	MAJUS	IUNIUS	QUINTILIS	SEXTILIS	SEPTEMBER	OCTOBER	NOVEMBER	DECEMBER
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
31		31		31			31		

## **9ª AULA: Calendário Juliano**

### Objetivo:

Verificar a importância das reformas nos modelos antigos no sentido de se ter um aperfeiçoamento e uma melhor exatidão na contagem dos anos através dos calendários.

### Conteúdo:

Em meados do século I aC, Júlio César engajou o astrônomo Alexandriano Sosígenes para oferecer sugestões para uma grande reforma no calendário. Em 45 aC Júlio César baixou as leis modificando o calendário. Para ajustar o ano trópico de 365,25 dias, adotou-se o sistema de ano bissexto (de 3'66', dois seis seguidos) a cada quatro anos. Augusto teria introduzido mais modificações, mas não se sabe delas por completo. A contagem dos anos, a partir da era cristã, dá-se quando a igreja solicita ao abade romano Dionysius Exiguus que calculasse o ano de nascimento de Jesus. Naquela época, 325 dC contava-se os anos a partir do início do governo do grande imperador Deocliciano, embora já vigorasse a religião cristã como oficial. Exiguus determinou que o ano 248 da era deocliciana correspondia a 332 dC. Sabe-se, hoje, que Exiguus errou o cálculo de 4 anos. Por tradição, contudo, festeja-se o ano cristão como o definido por Exiguus. O sistema cristão inicia a era no ano I. O ano anterior a este é -I ou I aC. Muitos países adotam a notação I aD, para denotar o ano I, depois de Cristo. "AD" representa a abreviação latina de *anno dominum*, ano de Cristo. Nos catálogos astronômicos adota-se o chamado "Dia Juliano", contagem em que o dia começa ao meio-dia do dia civil anterior. A contagem do dia juliano é contínua. Valores quebrados, indicando momentos do dia, são admitidos. Adota-se o dia juliano "1" o primeiro dia ao meio-dia de 4713 aC.

Dentre as modificações introduzidas temos:

- O ano se inicia em *Januarius* e não mais em *Martius*. Para isso ele fez com que *calendas januaris* ( 1º de janeiro ) coincidissem com a primeira Lua nova depois do solstício de inverno.
- O ano teria 365 dias, sendo que de quatro em quatro anos haveria excedente em *Februarius*: o bis VI antedie[m] calendas martii.

### Recursos utilizados:

Retroprojetor e transparências, para agilizar a exposição do conteúdo da aula.

### Atividade:

Para esta aula foi desenvolvida uma atividade que consiste na descoberta do dia juliano, utilizando-se para isso um algoritmo criado por Hilbert.

## **10ª AULA: Outros Calendários**

### **Objetivo:**

Ter um levantamento sobre quais os principais calendários criados e suas principais características e curiosidades.

### **Conteúdo:**

Nesta aula, como descrito no objetivo, procura-se fazer uma breve biografia sobre os diversos calendários, além daqueles já estudados, das diversas civilizações, antigas e contemporâneas, analisando-se suas principais características inovadoras em relação à outros.

- Calendário de Nipur da Suméria: o espaço entre a repetição de dois fenômenos celestes foi dividido em doze partes fixas, que mais tarde tiveram a companhia de mais uma parte ocasional.
- Calendário Chinês: os meses tinham 29 ou 30 dias, segundo as luas correspondentes. A semana era composta de um ciclo de 60 dias.
- Calendário Hindu: teve como ponto de partida as entradas do Sol nos vários signos do Zodíaco. Doze signos, doze meses. Havia meses mais ou menos longos, sendo o mais comprido com 32 dias. O dia estava dividido em 60 *vipalas* e 1 *vipala* em 30 *palas*, que correspondem cada uma a 24 segundos nossos.
- Calendário Hebraico: tinha influência babilônica, contudo os meses eram lunares de 29 e  $\frac{1}{2}$  dias. Tinha um período de 19 anos ( ciclo ). O dia e a noite eram divididos em 4 grupos e cada hora dividia-se em 1080 partes.
- Calendário Muçulmano: teve início em 16/07/622 ( ano da *Hégira* ). É de base lunar, com 354 dias divididos em 12 meses de 29 e 30 dias alternados. O princípio do ano deve coincidir com a aproximação da Lua Nova. Existe um ciclo de 30 anos, dentro do qual, onze vezes no fim do ano se acrescenta um dia extra, de modo que o ciclo soma trinta anos e mais onze dias.
- Calendário Maia: impressiona pela sua precisão de apenas 52 milésimos de dia em um ciclo de 1508 anos comuns, isto devido à forma de contar o tempo. O calendário completo estava enfiado em um ciclo de 52 anos. Os dias e os meses eram expressos pela reunião de dois nomes diferentes e mais dois números, que formavam quatro sinais, o ano era composto de 365 dias com 18 meses de 20 dias ( contados de 0 a 19).

- Calendário Gregoriano: o ano tinha 365 dias, havendo a intercalação de quatro em quatro anos de um ano com 366 dias. Os dias passaram a ter contagens cardinais ( 1, 2, 3, ... )

Com o passar dos anos e avolumar-se da necessidade ou da oportunidade, os esforços condensaram-se ao redor de um plano único ao qual já aderiram varias nações que é a criação de um calendário perpétuo com os anos uniformizados. Dessa iniciativa foi planejado o que se conhece, hoje, por Calendário Universal. As vantagens desse calendário estão no rigor de comparações estatísticas porque todos os meses terão sempre 26 dias úteis, e os semestres, bem como os trimestres, serão sempre da mesma duração. Haverá a eliminação das festas móveis e o Natal e o Ano Novo coincidirão com o fim de semana. Mas a vantagem principal residirá na perpetuidade e no equilíbrio das subdivisões do ano garantindo permanente igualdade dos anos entre si, coincidência esta que pelo sistema em uso ocorre somente ao fim de ciclos de 28 anos.

### Recursos utilizados:

Retroprojektor e transparências, para agilizar a exposição do conteúdo da aula.

## CONCLUSÃO:

Muito do que foi escrito neste trabalho, em especial na descrição aula-a-aula é insuficiente para descrever e comentar todos os pormenores de uma aula em sala, mas espero que o objetivo deste trabalho seja alcançado que é o de fornecer um guia para o tema **História do Calendário** que muito tem a oferecer para as classes de Ensino Médio na disciplina de Física em termos de conteúdo. Aparentemente não há ligação entre o tema escolhido e sua aplicação à Física como muitos a entendem e mesmo a vêm em sala de aula mas quando se estuda a fundo o tema percebe-se que muitos conceitos e conquistas foram realizados devidos a conhecimentos físicos prévios. Fica então a indicação a apreciação e aplicação deste Módulo de Ensino Inovador.

## ANEXOS:

Latim litúrgico	Português	Latim	Espanhol	Francês	Saxão	Inglês	Alemão
<i>Dies Dominica</i>	Domingo	<i>Solis dies</i>	<i>Domingo</i>	<i>Dimanche</i>	<i>Sun's day</i>	<i>Sunday</i>	<i>Sonntag</i>
<i>Feria Secunda</i>	Segunda-feira	<i>Lunae dies</i>	<i>Lúnes</i>	<i>Lundi</i>	<i>Moon's day</i>	<i>Monday</i>	<i>Montag</i>
<i>Feria Tertia</i>	Terça-feira	<i>Martis dies</i>	<i>Martes</i>	<i>Mardi</i>	<i>Tiw's day</i>	<i>Tuesday</i>	<i>Dienstag</i>
<i>Feria Quarta</i>	Quarta-feira	<i>Mercurie dies</i>	<i>Miercoles</i>	<i>Mercredi</i>	<i>Wonden's day</i>	<i>Wednesday</i>	<i>Mittwoch</i>
<i>Feria Quinta</i>	Quinta-feira	<i>Jovis dies</i>	<i>Juéves</i>	<i>Jeudi</i>	<i>Thor's day</i>	<i>Thursday</i>	<i>Donnerstag</i>
<i>Feria Sexta</i>	Sexta-feira	<i>Veneris dies</i>	<i>Viernes</i>	<i>Vendredi</i>	<i>Friga's day</i>	<i>Friday</i>	<i>Freitag</i>
<i>Sabbatum</i>	Sábado	<i>Saturni dies</i>	<i>Sábado</i>	<i>Samedi</i>	<i>Saterne's day</i>	<i>Saturday</i>	<i>Samstag</i>

Tabela 1 – Nomes dos dias da semana nas principais culturas.

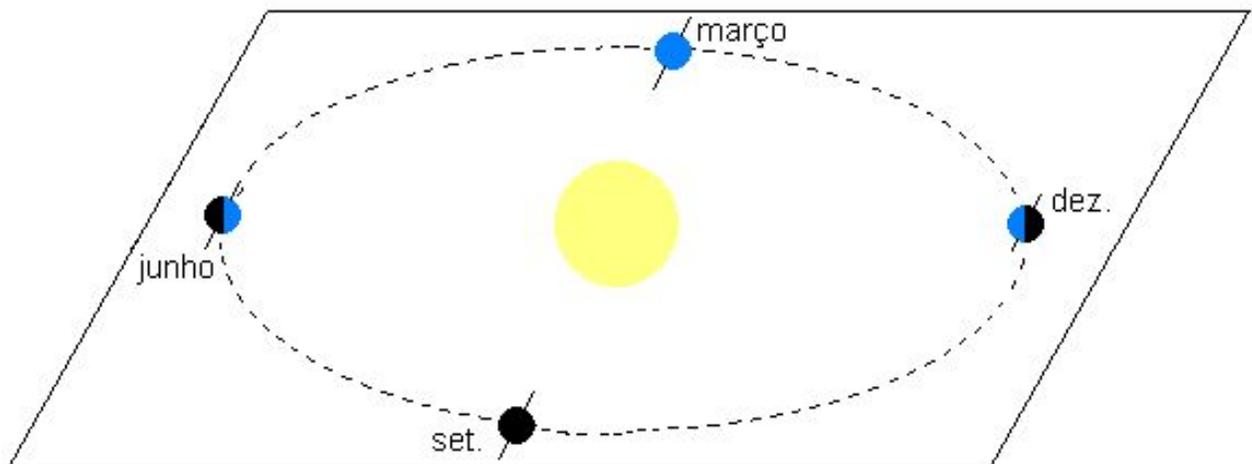


Figura 1 - A inclinação da Terra se mantém constante quando caminha ao redor do Sol. Note que a incidência de luz muda nos pólos.

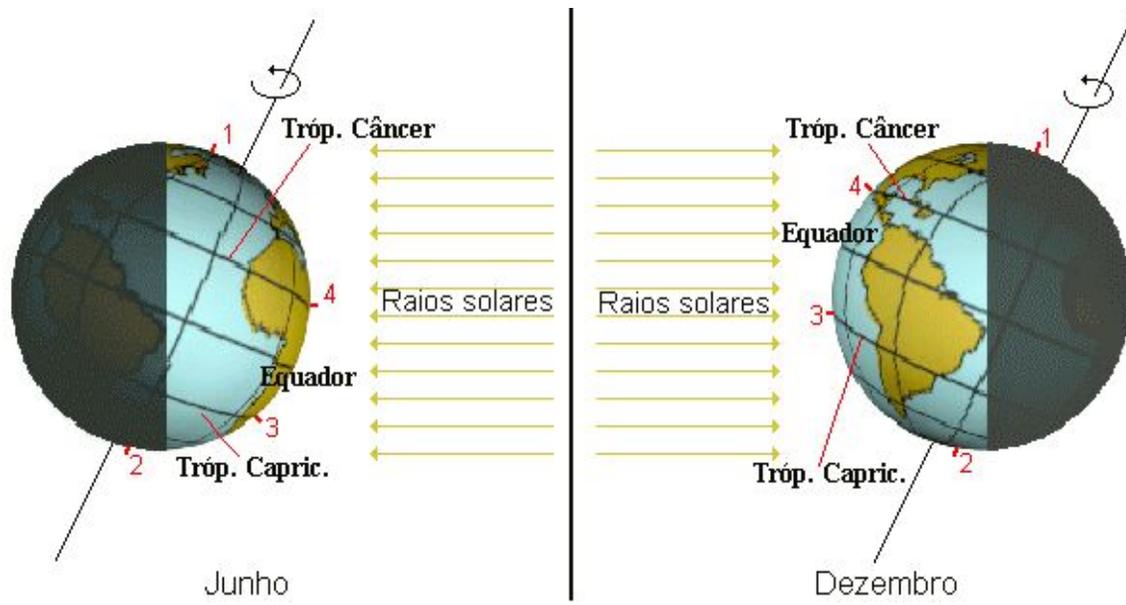


Figura 2 – Incidência de Raios Solares na Terra

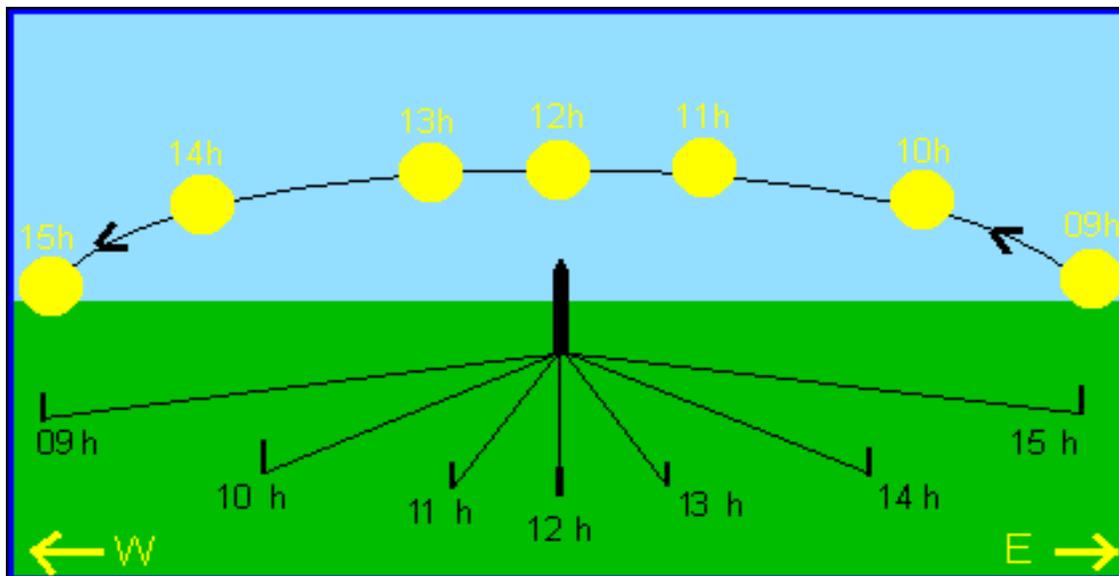


Figura 3 – Representação da haste utilizada pelos chineses na mensuração do dia

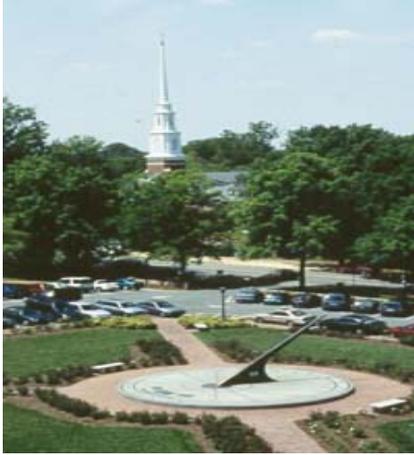


Figura 4 – Alguns modelos de Relógio de Sol

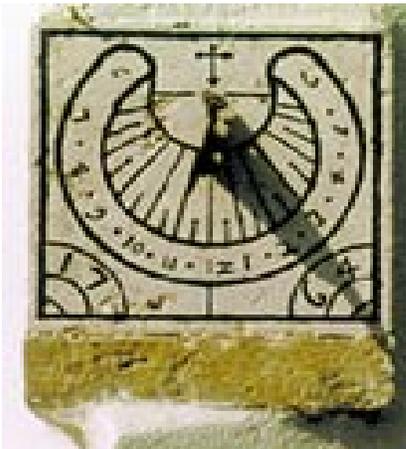




Figura 5 – Modelos de Clepsidras

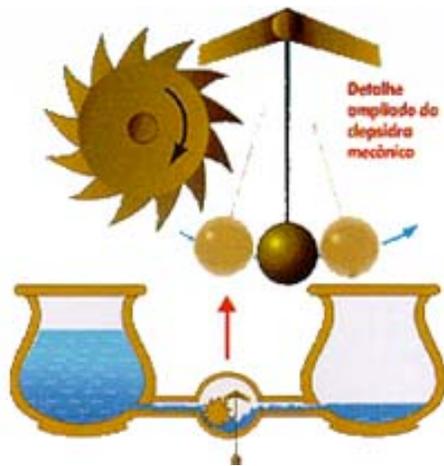




Figura 6 – Modelos estilizados de ampulheta



Figura 7 – Relógios atuais de modelos variados



## A PRECISÃO NECESSÁRIA NO DIA-A-DIA

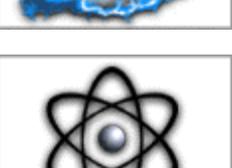
	TIPO DE RELÓGIO	MARGEM DE ERRO	UTILIZAÇÃO
	OSCILADORES CONVENCIONAIS	Cerca de um segundo a cada dia	Relógios de pulso Relógios caseiros Redes de computadores Radar de polícia rodoviária Cronômetros esportivos
		Cerca de um segundo a cada três anos	Transmissão de rádio e TV Padrões de voltagem Astronomia convencional Sismologia
	RELÓGIO ATÔMICO CONVENCIONAL	Cerca de um segundo a cada 3 mil anos	Sistema de telecomunicações Redes de telefonia Sistemas de navegação Comunicação codificada Padronização do comprimento Pesquisas espaciais
	RELÓGIO ATÔMICO APERFEIÇOADO (cavidade longa de radiofrequência)	Cerca de um segundo a cada 1 milhão de anos	Radioastronomia Navegação mais precisa Sistemas de posicionamento global Estudos geofísicos Estudos de ondas gravitacionais Padrões de tempo e frequências
	RELÓGIO ATÔMICO DE ÁTOMOS FRIOS	Cerca de um segundo a cada 3 bilhões de anos	Testes de teorias da gravitação Testes de teorias atômicas

Tabela 2 – Comparações entre relógios atômicos e outros.