

**UNICAMP**

**Instituto de Física Gleb Wataghin**

**IFGW**

**F 609 – Tópicos de ensino de Física**

## **Relatório Final**

Uso de um teodolito na observação do ciclo lunar e  
relações com o ano bissexto



**Aluna:** Larissa Garcia Alfonsi    **RA:** 033860  
**e-mail:** [larissa\\_sophia@yahoo.com.br](mailto:larissa_sophia@yahoo.com.br)

**Orientador:** Prof. Fernando J. da Paixão  
**e-mail:** [paixão@ifi.unicamp.br](mailto:paixão@ifi.unicamp.br)

**Coordenador:** Prof. Dr. José Joaquim Lunazzi  
**e-mail:** [lunazzi@ifi.unicamp.br](mailto:lunazzi@ifi.unicamp.br)

**Novembro de 2008**

## Índice

1. Descrição do projeto.....	3
2. Importância didática do trabalho.....	3
3. Originalidade.....	4
4. Montagem do instrumento.....	4
4.1. Lista de materiais.....	5
4.2. Montando um teodolito.....	5
5. Alguns resultados.....	9
6. Elaboração dos textos.....	9
Texto para o professor.....	10
Texto para o aluno.....	13
7. Conclusão.....	15
8. Comentários do orientador.....	15
9. Agradecimentos.....	15
10. Referências bibliográficas.....	15
11. Apêndice.....	16

## **Teodolito para a observação do ciclo lunar e relações com o ano bissexto**

### **1. Descrição:**

O experimento a ser realizado é destinado a crianças do Ensino Básico I, de primeira a quarta série. Será construído um teodolito composto (mobilidade angular horizontal e vertical) com material de baixo-custo, com o qual se poderá fazer observações da posição da Lua ao longo de, pelo menos, dois meses e assim, medir o seu período em relação à Terra, em dias. Esta observação tem como intuito comprovar a necessidade de uma fração de dia para determinar o período da Lua, que é idêntico ao conceito de ano bissexto.

O teodolito servirá como instrumento para observação da Lua, sendo que esta observação deve ser feita, ao longo de dois meses, durante o dia e na mesma hora. Com elas os alunos poderão perceber que após 29 dias ela está um pouco antes e com 30 dias estará um pouco depois da posição inicial. Passados 59 dias a Lua terá voltado praticamente à sua posição inicial, tendo cumprido dois ciclos. O ciclo lunar dura aproximadamente 29,5 dias. Esta é uma observação que pode ser inferida de qualquer calendário através das fases da Lua. Entretanto em duas Luas cheias, ora temos 29 dias ora temos 30 dias. Fazendo as observações será possível explicar que a cada dois períodos da Lua, temos que adicionar um dia. Isto é idêntico ao que fazemos com o ano bissexto, onde a regra mais simples é: a cada quatro anos um dia a mais. As crianças que farão esta atividade estarão envolvidas num projeto de mais longo prazo que busca fazê-los descobrir por que existe o ano, o que caracteriza um ano, a origem do calendário. O período da Lua inspirou o tamanho do mês e vários calendários ainda utilizados até hoje como o chinês e o judeu.

Com esta observação o aluno poderá, com ajuda do professor e de um texto auxiliar, compreender a razão do ano bissexto. Serão produzidos dois textos a respeito deste experimento, um desses textos será direcionado às crianças, para que o professor possa utilizar em sala de aula, e o outro será direcionado ao professor.

### **2. Importância didática do trabalho:**

A simplicidade e o baixo custo deste instrumento são características importantes que viabilizam seu uso em sala de aula, mesmo em escolas desprovidas de recursos financeiros.

O projeto pode ser utilizado com pessoas de qualquer idade, mas tem como público alvo crianças de sete a dez ou onze anos (das antigas, primeira à quarta série do Ensino Fundamental), envolvendo o conceito de medida do tempo. Na abordagem do experimento não serão introduzidos conceitos como ângulos, devido ao período escolar do público alvo. Serão discutidas questões acerca da medição do tempo, apenas. Por serem estudantes muito novos, faz-se necessária uma abordagem bastante cautelosa, não introduzindo mais de um conceito e não exigindo concepções prévias ou suporte teórico.

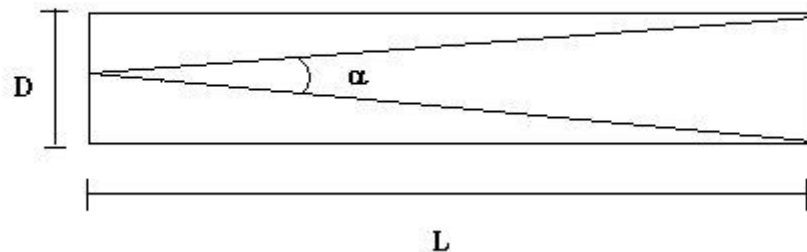
É importante ressaltar que este trabalho se soma a um material que já é aplicado a crianças desta faixa etária. O material produzido poderá ser aplicado oportunamente.

### 3. Originalidade:

Este trabalho, ao que nós sabemos, nunca foi feito no IFGW, é uma montagem de baixo custo e pode ser utilizado em outras experiências que utilizem um teodolito.

### 4. Montagem do instrumento:

O primeiro procedimento para a construção do teodolito foi fazer um estudo sobre suas dimensões. Para deixar o experimento interessante, acordamos (eu e o orientador) em fazermos tal construção que a Lua pudesse ser vista com o teodolito numa posição fixa por cerca de dez minutos apenas. Saindo, depois de transcorrido este tempo, do campo visual do teodolito. Para isso, tendo um período de “dia lunar” de 24 horas e 48 minutos, pudemos calcular a abertura angular para uma observação no tempo determinado, e fixando um comprimento (L) de cerca de 20 centímetros para o cano (por onde a lua é observada), obtivemos o diâmetro (D) do cano a ser usado.



*Pela trigonometria temos que:*

$$\text{tg} (\alpha/2) = D/2L;$$

$$\alpha = 10(\text{min}). 360^\circ/1488(\text{min}) = 2,42^\circ$$

$$L = 20 \text{ cm}$$

*Portanto:*

$$D \cong 1 \text{ cm}$$

Como, muito provavelmente, a lua será centralizada no campo visual do cano, e não em sua extremidade, quando este for fixado para a observação, usamos um cano com diâmetro de 2 cm para a obtenção do efeito.

Esse procedimento (de limitar a visualização da Lua para um intervalo de tempo relativamente pequeno) permite às crianças a noção real do movimento da Lua em relação à Terra.

Feito isso, a montagem do teodolito foi pensada. Como o movimento da Lua em relação à Terra é bidimensional, e não unidimensional, o instrumento deveria contemplar uma “varredura” bidimensional do céu, portanto, um teodolito composto por dois transferidores móveis, de forma a permitir tal “varredura”.

#### **4.1. Lista de materiais:**

##### *Material usado:*

- Um tubo de PVC com diâmetro de aproximadamente 2 cm e 20 cm de comprimento;
- 2 Transferidores;
- Uma base de madeira;
- Um suporte móvel (haste rígida de madeira);
- Parafusos;
- Anel de plástico;
- Tintas PVA para artesanato (decoreção);
- Durepoxi (fixação do cano).

##### *Ferramentas e materiais de suporte:*

- Furadeira;
- Cola branca;
- Cola PVC;
- Régua;
- Esmeril;
- Pincéis;
- Lixa.

#### **4.2. Montando um teodolito**

Fui à busca do material a ser usado. Numa madeireira perto de minha casa, encontrei um pedaço quadrado de madeira que usei como base para o teodolito, o fato de ser uma madeira grossa (pesada) permitiu uma boa sustentação ao instrumento. Em minha própria casa encontrei um outro pedaço de madeira, que foi usado como haste para apoio de um dos transferidores, bem como os parafusos utilizados para fixação das peças. Os transferidores foram comprados numa papelaria (com baixíssimo custo, menos de um real).



Figura 1: Teodolito em processo inicial de montagem

*A montagem inicial foi feita da seguinte forma:*

1. Lixei os pedaços de madeira (base e haste).
2. Furei a base (com uma furadeira) aproximadamente em seu centro bem como uma das bases da haste (até uma profundidade adequada para a total entrada do parafuso que a liga à base).
3. Na haste foi feita uma “ranhura” na qual posteriormente foi encaixado um dos transferidores.
4. Um parafuso uniu a base à haste, passando pelo furo na base e entrando no furo da base da haste, permitindo rotação da haste em relação à base (mobilidade angular horizontal).
5. Um segundo parafuso uniu o segundo transferidor à haste, próximo à base oposta à do furo. Esse parafuso também foi colocado de forma a permitir mobilidade angular vertical do teodolito.



Figuras 2 e 3: Teodolito em processo intermediário de montagem

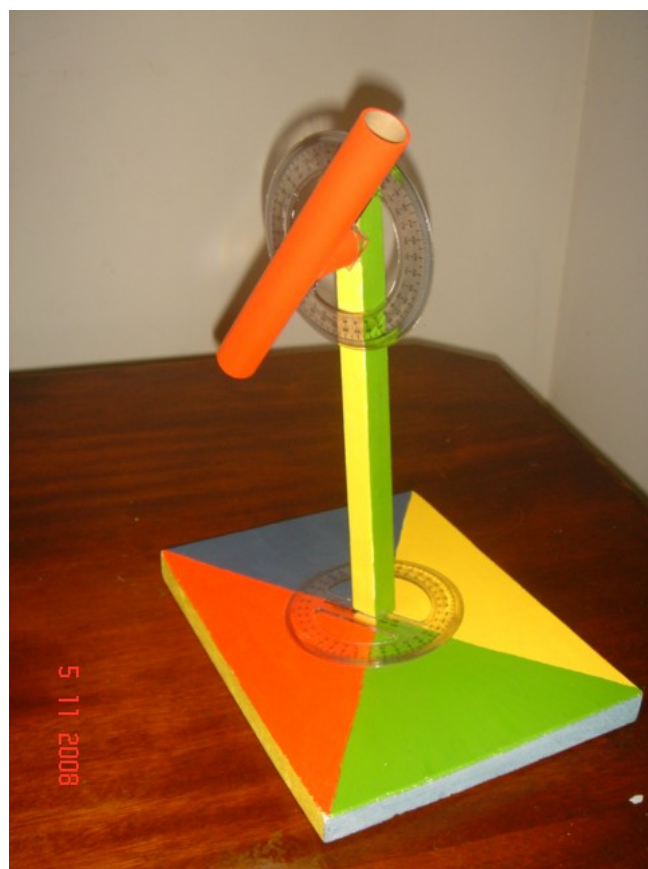
Como havia o intuito de pintar o teodolito, a fixação do cano de PVC na haste vertical foi feita no final da montagem, para facilitar a pintura. O instrumento é destinado a crianças, portanto procurei fazer uma pintura colorida e atraente.

A pintura foi feita, conforme dito, visando deixar o instrumento atrativo, dando continuidade ao processo de montagem:

**6.** Pintura da base de madeira, da haste e do cano de PVC com intas PVA para artesanato.

**7.** Fixação do cano por meio de um segundo pedaço do mesmo cano. Nesta etapa cortei um pedaço de cerca de 3 cm de comprimento do cano de PVC e, com um esmeril, abaquei uma de suas seções, de forma a encaixar a parte lateral (arredondada) do cano de observação, mantendo a outra face reta, conforme o corte inicial. Na face abaulada colei o cano, em seguida fixei ao restante da montagem, pela face cortada reta, encaixando e colando o pequeno cano no parafuso e transferidor da haste.

**8.** Fixação do segundo transferidor na extremidade inferior da haste. Foi feita uma ranhura na qual o segundo transferidor foi encaixado, como a ranhura foi feita mais larga que a espessura do transferidor, este foi fixado na ranhura com auxílio de durepoxi.



Figuras 4 e 5: Teodolito terminado



## 5. Alguns Resultados:

O teodolito foi previamente planejado e sua montagem foi realizada com sucesso. Os transferidores móveis na base e na extremidade superior da haste permitem uma varredura bidimensional do céu, possibilitando a observação da lua ao longo do tempo proposto sem necessidade de mover o instrumento (a base).

A fixação do transferidor na extremidade superior da haste se deu por meio de um parafuso que atravessa a haste e está colado ao transferidor e este procedimento deixou esse transferidor “vertical” com o eixo um pouco apertado, exigindo certo cuidado em seu manuseio.

O instrumento permite perfeita observação do céu e, mesmo não fornecendo uma precisão muito grande em suas possíveis medidas angulares, desempenha bem a função a qual foi destinado, permitindo ao observador acompanhar o ciclo lunar através da posição da lua, a partir de uma posição inicial.

Não foi possível fazer a observação da lua a fim de determinar seu período, dado que seriam necessários 59 dias, que não se completaram desde o término da montagem do teodolito até a apresentação deste trabalho final.

A lua aparece em alguns dias específicos durante a manhã, dependendo da posição geográfica e do período do ano em que são feitas as observações. Infelizmente nos dias em que a Lua esteve no céu, pela manhã, na cidade de Campinas, no mês de outubro e início do mês de novembro, nos quais me preparei para a observação, o céu estava nublado ou chuvoso, impossibilitando o uso do instrumento para tal.

De qualquer forma, testei o teodolito para observar o céu mesmo sem lua, seja em sua mobilidade, seja no campo de visão delimitado pelo cano de observação.

## 6. Elaboração dos textos

Foram escritos dois textos, conforme o proposto no projeto, de forma a auxiliar o uso do teodolito para a observação do período lunar. Conforme o que foi dito na descrição do projeto, nestes textos há orientação para a interpretação do resultado obtido na medição temporal do ciclo lunar, que é de 29,5 dias, tanto para o professor quanto para o aluno.

Esses textos dão suporte para interpretação desse resultado, trazendo ao aluno o conceito de fração. Esse conceito é apresentado a partir da inexatidão na contagem dos dias do ciclo, mostrando que tem 29 dias e “mais um pedaço”, que é a metade de um dia. O texto traz que somando-se duas metades tem-se um inteiro, fazendo com que contemos para um ciclo lunar um período de 29 dias e para o seguinte de 30 dias.

O conceito de fração é estendido ao entendimento do ano bissexto, no qual a cada quatro anos tem-se um dia a mais no ano, pois “uma fração de dia que sobrou” na contagem de cada ano somou-se até formar um dia inteiro.

A elaboração desses dois textos levou boa parte do tempo destinada ao desenvolvimento do projeto, evidenciando a dificuldade da produção textual na linguagem infantil. Essa produção soma-se a um trabalho desenvolvido há mais

de 4 anos por parte do orientador deste projeto e poderá vir a ser aplicado em sala de aula por professores que já utilizam esse trabalho em suas aulas.

### **6.1. Texto para o professor:**

#### **O uso do teodolito para fazer medições do ciclo lunar e relações com o ano bissexto**

*Alguma vez você já se perguntou por que o mês tem cerca de 30 dias, e não 20, ou 50? Você já pensou por que existem essas divisões temporais e como elas foram determinadas?*

*Você já deve ter percebido que a lua assume formas diferentes (lua cheia, lua nova, minguante, crescente) e ocupa lugares diferentes no céu ao longo do tempo, se não percebeu, confira, é só olhar para o céu de vez em quando. O tempo que a lua leva para partir de um lugar e voltar a ele é entre 29 e 30 dias e foi a lua, com esse movimento periódico, que inspirou o tamanho do mês.*

*Você pode conferir! Observando a lua frequentemente, num mesmo horário e de um mesmo lugar na Terra, você verá que a lua completa um ciclo entre 29 e 30 dias. Foi isso que, há muito tempo, grupos de pessoas fizeram, observaram o céu e determinaram, a partir do movimento dos astros como a lua, o sol e as estrelas, qual seria o tamanho do mês, do ano, do dia... O céu pode ser um relógio para nós!*

*A contagem do tempo como conhecemos, as horas, a semana, o mês, são como são porque há muito tempo grupos de pessoas foram moldando e determinando como é feita a contagem do tempo. Mas... por quê? Por que contamos o tempo? O que inspirou essa contagem?*

*Resumidamente, a razão de contarmos o tempo é a necessidade de prevermos o clima na posição geográfica em que estamos, podendo assim planejar plantios e colheitas, épocas de rios cheios, dentre outros fenômenos naturais [1].*

*Uma das formas de contagem do tempo é feita a partir da posição relativa entre a Terra e o Sol, sendo que, fixando uma posição inicial, quando essa posição é novamente atingida temos um ano. Os egípcios foram os primeiros a estabelecer que um ano com 365 dias, mas o ano tem mais que 365 dias e menos que 366 dias, portanto, tem um número de dias não inteiro.*

*O fato do período das fases da Lua não ser um número inteiro de dias pode ser utilizado para entender o papel do ano bissexto [2] e o conceito de fração.*

*Ao fazer observações da lua durante um certo tempo, você vai perceber que a lua leva um pouco mais de 29 dias e um pouco menos de 30 dias para voltar à posição inicial de suas observações. Continuando a observar depois desse tempo, você verá que em 59 dias teremos a lua na posição inicial, mas terão se passado dois ciclos. Sabemos, então que, se dois ciclos levam 59 dias para se completarem, um ciclo dura 29 dias e meio.*

*Essa observação pode ser feita com um instrumento simples chamado teodolito, que permite que observemos o céu a cada dia, podendo mover o teodolito tanto num eixo horizontal (mobilidade para os lados) quanto vertical (mobilidade para cima e para baixo), por conta de dois transferidores móveis, com um eixo central fixo, apropriadamente arranjados.*

*As pessoas gostam de números inteiros, por isso não inventaram meses com 29 dias e meio. Assim, quando vamos contar o período lunar ao longo do tempo, dizemos que, num mês esse ciclo tem 29 dias, e no próximo mês, o ciclo tem 30 dias. Isso porque, no primeiro ciclo sobra “meio dia” (12 horas) e no segundo essa metade de um dia soma com a metade de um dia do segundo ciclo, formando um dia inteiro, fazendo com que o ciclo assuma um período de 30 dias. Assim, não temos números não-inteiros na nossa contagem, as metades vão se somando em um inteiro, nos dando um ciclo com 29 e outro com 30 dias, sucessivamente. Vá até seu calendário conferir e surpreenda-se!*

*A mesma coisa acontece com o ano bissexto. Assim como a cada dois meses temos um dia a mais no ciclo da lua, temos a cada 4 anos um dia a mais no ano. O mesmo tipo de raciocínio pode ser feito para entendermos o ano bissexto. Hoje sabemos, uma vez que adotamos o calendário gregoriano (solar), que o ano tem 365 dias e 6 horas, aproximadamente. Essas seis horas são uma “sobra” de tempo quando contamos os 365 dias do ano, mas não são computadas, às 24 horas do 365º dia comemoramos a virada do ano, sem sequer pensar que o ano ainda não terminou. Essas seis horas também não aparecem no calendário que temos sobre nossas mesas. O que acontece é parecido com o descrito acima.*

*Quando observa-se as posições relativas entre Terra e Sol a fim de determinar o período para que os astros partam de uma posição e voltem a esta, o ano, vê-se que esse período não é um número exato de dias, mas possui uma “fração” de dia, além dos 365. Essa fração de dia é somada até que se complete um dia inteiro, e, neste caso, ocorre de quatro em quatro anos. Então, a cada quatro anos, as seis horas que não são consideradas ano a ano, são somadas e resultam em 24 horas, ou seja, um dia. Esse quarto ano, em que as frações de dia somam um inteiro, tem um dia a mais, portanto 366 dias, e é chamado ano bissexto.*

*O fato de observar a lua e perceber que dois ciclos se completam em 59 dias, portando um ciclo entre 29 e 30 dias, pode ajudar os alunos a entender o conceito matemático “fração” mais facilmente e com uma enorme motivação, podendo fazer analogia com o ano bissexto, com tamanhos de metragem não inteira, com pesagens, etc. A observação permite também uma introdução ao conceito de ângulos, bem como sua relação com comprimentos, pois a observação é feita mudando-se os ângulos nos transferidores do teodolito.*

*No caso do ano bissexto, aproximamos a fração de dia que “sobra” para 0,25 dia, no entanto, essa fração equivale a 0,2422, então, temos ainda um erro nessa aproximação, que acarreta no atraso de um dia a cada 128 anos.*

*Na realização das observações, que devem ser freqüentes para que os resultados sejam atingidos, podem surgir alguns problemas. A lua aparece no céu durante no período matutino em dias específicos, portanto deve ser feita uma pesquisa sobre quais são esses dias, que variam de acordo com o período em que serão feitas as observações, bem como das coordenadas geográficas do local de observação. Além disso, nos dias em que observações serão feitas, pode acontecer de o céu estar nublado ou mesmo estar chovendo, o que impossibilita a atividade.*

*O tubo por onde se olha a lua, no teodolito, de um diâmetro de aproximadamente 2 centímetros. A lua e a Terra estão em movimento, há movimento relativo entre elas, portanto, ao fixar-se o teodolito num ponto da Terra e a partir dele começar a observar a lua num dado momento, deve-se ter em mente que, dado esse movimento relativo, passado um tempo a lua sairá do campo de visão delimitado pelo teodolito. Dadas as dimensões do*

*instrumento, o tempo necessário para que a lua saia desse campo de visão, tendo-se a princípio centralizado-a no espaço observado pelo tubo do teodolito, é de cerca de dez minutos.*

*Esse fator deve ser apresentado às crianças de forma a evidenciar o movimento dos astros, estimulando-as a refletir sobre o movimento da própria Terra.*

## **6.2. Texto para o aluno:**

### **O uso do teodolito para fazer medições do ciclo lunar e relações com o ano bissexto**

*Você já se perguntou por que o mês tem cerca de 30 dias, e não 20, ou 50? Quem determinou isso e porquê?*

*Você já deve ter percebido que a lua assume formas diferentes (lua cheia, lua nova, minguante, crescente) e ocupa lugares diferentes no céu ao longo do tempo, se não percebeu, confira, é só olhar para o céu de vez em quando. O tempo que a lua leva para partir de um lugar e voltar a ele é entre 29 e 30 dias e foi a lua, com esse movimento periódico, que inspirou o tamanho do mês.*

*Você pode conferir! Observando a lua frequentemente, num mesmo horário e de um mesmo lugar na Terra, você verá que a lua completa um ciclo entre 29 e 30 dias. Foi isso que, há muito tempo, grupos de pessoas fizeram, observaram o céu e determinaram, a partir do movimento dos astros como a lua, o sol e as estrelas, qual seria o tamanho do mês, do ano, do dia... O céu pode ser um relógio para nós!*

*Também foi através do movimento dos corpos celestes que o ano foi determinado, sendo o tempo que leva para a Terra e o Sol voltarem a ocupar uma posição relativa igual a uma posição inicial. Foi assim que o período que chamamos de “ano” foi determinado. Os primeiros a fazerem essa observação e contagem do tempo foram os egípcios, um povo antigo muito sábio, que criaram os primeiros calendários da história, ao que sabemos.*

*Ao fazer observações da lua durante um certo tempo, você vai perceber que a lua leva um pouco mais de 29 dias e um pouco menos de 30 dias para voltar à posição inicial de suas bservações. Continuando a observar depois desse tempo, você verá que em 59 dias teremos a lua na posição inicial, mas terão*

*se passado dois ciclos. Sabemos, então que, se dois ciclos levam 59 dias para se completarem, um ciclo dura 29 dias e meio.*

*Para fazer suas observações você pode usar um instrumento chamado teodolito, que tem um cano através do qual você olha a lua. Esse cano está arranjado de forma que você consegue girar o cano para os lados e para cima e para baixo.*

*As pessoas gostam de números inteiros, por isso não inventaram meses com 29 dias e meio. Assim, quando vamos contar o período lunar ao longo do tempo, dizemos que, num mês esse ciclo tem 29 dias, e no próximo mês, o ciclo tem 30 dias. Isso porque, no primeiro ciclo sobra “meio dia” (12 horas) e no segundo essa metade de um dia soma com a metade de um dia do segundo ciclo, formando um dia inteiro, fazendo com que o ciclo assuma um período de 30 dias. Assim, não temos números não-inteiros na nossa contagem, as metades vão se somando em um inteiro, nos dando um ciclo com 29 e outro com 30 dias, sucessivamente. Vá até seu calendário conferir e surpreenda-se!*

*A mesma coisa acontece com o ano bissexto. Assim como a cada dois meses temos um dia a mais no ciclo da lua, temos a cada 4 anos um dia a mais no ano. Nosso ano tem 365 dias e aproximadamente 6 horas, mas, como você já percebeu, as pessoas gostam de números inteiros para contar o tempo, então, deixamos o ano com 365 dias e a cada quatro anos essas horas se somam em um dia inteiro e o ano tem 366 dias, chamado ano bissexto.*

*Como você já sabe, a Lua e a Terra estão em movimento. É importante lembrar, então, que quando você estiver olhando para a lua através do cano do teodolito, depois de um tempo a lua sumirá do campo de visão do teodolito, ou seja, do espaço limirado pelo cano. Nesse teodolito, o tempo é de cerca de dez minutos, sendo que esse tempo depende do tamanho do cano o teodolito. Pode acontecer também de o tempo estar nublado ou chuvoso e você não conseguir ver a lua, mas apesar disso, a experiência tem tudo para dar certo.*

## **7. Conclusão:**

A realização deste trabalho trouxe-me muito aprendizado. O fato de precisar de um instrumento e ter que construí-lo por completo trouxe dificuldades diferentes das encontradas nas atividades experimentais que já

desenvolvi. Tive que me preocupar com o quê eu precisava nesse instrumento, desde a possibilidade de observação do objeto até a precisão mais adequada. Sendo a proposta construir o instrumento com material de baixo custo, também tive que “garimpar” os materiais utilizados. Aprendi a buscar alternativas, superar dificuldades, e mesmo manusear algumas ferramentas.

Na elaboração dos textos encontrei um pouco de dificuldade com a linguagem, e mesmo com a exploração dos conceitos envolvidos, dada a faixa etária do público-alvo. Reescrevi os textos diversas vezes e confesso ter aprendido muito com isso. Acostumei-me com a linguagem científica formal, que precisou ser quase totalmente abandonada para que os textos pudessem envolver seus leitores. Essa prática me ajudou a superar a barreira da escrita e permitiu que eu me aproximasse do contexto escolar infantil, o que me trouxe muito prazer e satisfação.

O projeto como um todo foi um sucesso, em minha opinião, podendo ser utilizado em sala de aula. Trouxe-me uma enorme motivação e alegria em minha futura profissão de educadora. O auxílio do orientador Fernando Paixão foi crucial na elaboração dos textos e trouxe-me muita inspiração e aprendizagem, compartilhou suas experiências com crianças já envolvidas no projeto por ele desenvolvido, somando ao trabalho aqui apresentado um enorme sentido de ser.

## **8. Comentários do orientador:**

Foi um prazer trabalhar com a Larissa este semestre. Estabelecido o que seria o projeto o teodolito estava pronto em meados de setembro. De lá para cá, conversamos muito sobre como escrever os textos para o professor e o outro para o aluno. Esta foi a parte da tarefa mais demorada deste projeto. O resultado deste trabalho será adicionado ao portal do projeto, Física para crianças das séries iniciais.

## **9. Agradecimentos:**

Agradeço primeiramente ao professor Fernando Jorge da Paixão, que aceitou meu pedido de ser meu orientador, auxiliando bastante o desenvolvimento do presente trabalho, pela paciência e disposição, pela amizade. Agradeço ao professor Joaquim J. Lunazzi, coordenador da disciplina, que fez desta uma atividade significativa e muito construtiva em minha formação de educadora. Agradeço também ao meu pai, Marcos Alfonsi, que me ajudou na montagem do teodolito e contribuiu com parte do material.

## **10. Referências:**

[1] <http://calendario.incubadora.fapesp.br/portal/textos/aluno/atexto05> Texto: “O ano bissexto”, de Fernando J. Paixão, fevereiro de 2008 (acessado de setembro a novembro de 2008).

[2] <http://calendario.incubadora.fapesp.br/portal/textos/professor/ptexto05>  
Texto: “A Terra, a Lua, o Sol: os nossos relógios”, de Fernando J. Paixão,  
(acessado de setembro a novembro de 2008).

[3] <http://calendario.incubadora.fapesp.br/portal/Members/paixao> : website do professor Fernando J. Paixão, orientador deste projeto, onde está o material já produzido, e disponível para uso dos professores e alunos, do projeto ao qual pode se somar este pequeno trabalho (acessado de setembro a novembro de 2008).

[4] [http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530\\_F590\\_F690\\_F809\\_F895/F809.htm](http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809.htm)

*Pesquisa na internet com palavra-chave “ano bissexto”:*

[5] [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ano\\_bissexto#Por\\_que\\_um\\_dia\\_a\\_mais.3F](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ano_bissexto#Por_que_um_dia_a_mais.3F) :  
Página da internet com explicações sobre o ano bissexto: calendários,  
considerações astronômicas, origem do nome bissexto e curiosidades.  
(acessado em outubro de 2008).

*Pesquisa na internet com palavra-chave “Movimento da lua” e “dia lunar”:*

[6] <http://www.astrosoft.mocho.pt/hu/viag/lua.html> : Página da internet com informações sobre o ciclo lunar e as fases da lua. (acessada em outubro de 2008)

[7] <http://astro.if.ufrgs.br/lua/lua.htm>: Página da internet com informações sobre o ciclo e as fases da lua (acessada em outubro de 2008).



## 11. Apêndice

Ref. [1] <http://calendario.incubadora.fapesp.br/portal/textos/aluno/atexto05>


### O ano bissexto

por [admin\\_antonio](#) — Última modificação 26/02/2008 18:02

Contribuidores: Fernando J. da Paixão

Creative Commons

Os egípcios perceberam que o ano era um pouco maior do que 365 dias, mas menor do que 366 dias. Porque o bissexto é importante?

 Foram os egípcios os primeiros que estabeleceram o ano com 365 dias. A motivação deles era prever quando o Rio Nilo iria encher, e as suas águas transbordarem pelas suas margens, cobrirem as suas terras que férteis, facilitar a agricultura. Foi este fenômeno climático o que motivou a descoberta do ano. Mas, o ano é maior do que 365 dias e menor do que 366 dias. Isto também foi percebido pelos egípcios que passaram a dizer que a medida do ano era 365 e  $\frac{1}{4}$  de dia ou 6 horas

Estas 6 horas, um quarto de um dia é uma informação muito importante e que precisa ser utilizada. Uma maneira simples de fazê-lo é ter um ano bissexto, um ano com um dia a mais a cada quatro anos. Mas você pode se perguntar, será mesmo necessário? E se nada fosse feito o que aconteceria?

Para perceber a importância do ano bissexto vamos imaginar que não fosse utilizado e mostrar o que aconteceria. Como um século tem cem anos, se não utilizássemos a regra você deixaria de adicionar vinte e cinco dias a cada século cem dividido por quatro. Em dois séculos seriam cinquenta dias, em três séculos setenta e cinco dias, em quatro cem dias e assim por diante. O que aconteceria se nós não adicionássemos estes dias ao calendário?

A razão para a invenção do calendário foi sempre prever o clima durante o ano. A nossa experiência cotidiana nos ensina que o clima se repete de forma aproximada. Por exemplo, o clima do dia 11 de janeiro de 2008 dificilmente será exatamente o mesmo clima do dia de 11 de janeiro de 2009. Mas o clima dos meses de janeiro, da maioria dos anos, é muito parecido entre si. O clima do mês de janeiro é um pouco diferente do clima mês anterior, dezembro, e do mês seguinte fevereiro. O clima de janeiro é muito diferente dos climas do meses de abril e outubro.

Agora veja, se nós não adicionarmos este dia a mais a cada quatro anos após um século deixaríamos de adicionar vinte e cinco dias, mais ou menos um mês, e o clima característico de um mês passaria a ser o do mês anterior. Veja que em quatro séculos sem bissexto faltariam 100 dias e o clima mês de janeiro ficaria parecido com setembro e outubro. Muitas festas na nossa sociedade correspondem a uma celebração de plantio ou de colheita. Se você não plantar na época adequada a sua plantação ou se perde ou produzirá

pouco. A regra do bissexto permite preservar o clima e indicar quando é melhor plantar.

Mas hoje não é apenas a questão da agricultura que é importante. Analise o seu calendário escolar e nele você poderá perceber que o período de férias mais longo ocorre no verão. Para nós que moramos no hemisfério sul, os meses de dezembro, janeiro e fevereiro que são os mais quentes e por isto de férias. No hemisfério norte as férias mais longas são nos meses de junho, julho e agosto. O verão no hemisfério norte é nesta época. Perceba que os países planejam o calendário escolar de forma a que, no verão, vocês estão de férias. Já imaginaram, na época mais quente do ano e vocês dentro de uma sala de aula? Só se você estiver muito doente é que você fica dentro do seu quarto, trancado, no mês de janeiro.

Quer saber mais, quando é que ocorrem os jogos de futebol? As férias dos jogadores no Brasil são em dezembro e começo de janeiro, depois disto eles se apresentam e começa a temporada que vai até início de dezembro. Já na Europa, os campeonatos começam em setembro, às vezes param perto do natal por causa do frio e neve, continuam em janeiro e terminam em maio. Querem evitar tanto jogar num clima muito quente, verão ou sob a neve, perto do Natal.

Vejam que a agricultura, a escola, e o futebol todos teriam problemas se não houvesse a regra dos bissextos.

Mas, o que é o ano? Um ano é o tempo que gasta a Terra e o Sol para que se repita a posição relativa entre eles. As mudanças no nosso clima durante o ano são consequência da mudança desta posição relativa. Para medir o ano, que é um fenômeno periódico, nós utilizamos outro movimento periódico, mais curto, o dia. Ao fazer esta medida sobra um pedaço de dia.


Ref. [2] <http://calendario.incubadora.fapesp.br/portal/textos/professor/ptexto05>

### **A Terra, a Lua, o Sol: os nossos relógios.**

por admin\_antonio — Última modificação 18/11/2007 18:25

Contribuidores: Fernando J. da Paixão

Como a Rotação da Terra, o movimento da Lua com suas fases e o movimento do Sol relativo a Terra definem como medimos a passagem do tempo no nosso calendário.

 Observar o céu é uma atividade prazerosa. Há uma quantidade enorme de fenômenos que podemos observar no céu, principalmente a noite. Além disto os corpos celestes nos forneceram os movimentos periódicos que nos ensinaram a medir a passagem do tempo e a para estabelecer o calendário.

O nosso calendário possui as seguintes características, o dia, o ano com 365 ou 366 dias, os meses com 28, 29, 30 ou 31 dias e a semana de 7 dias. O que motivou cada uma destas características?

A Rotação da Terra em torno de um eixo que passa pelo seu centro determina o dia. É com este relógio que medimos as outras características. Utilizar o dia para medir a passagem do tempo é uma característica de quase todas as civilizações. O que você percebe da Terra é o nascer e o por do Sol.

O ano é determinado pelo movimento relativo entre o Sol e a Terra e a sua medida é de 365,2422. Como não é um número inteiro de dias leva a inclusão de um dia a mais nos anos bissextos. É possível medir o ano através de uma experiência simples. Se você medir periodicamente a sombra produzida pelo Sol. Muitas civilizações procuraram medir o ano, como elas fizeram. Um dos exemplos mais interessantes é o de uma civilização que nos deixou o monumento de Stonehenge. Esta civilização desapareceu, mas está lá o monumento e até hoje é possível medir o ano com ele. Recentemente pesquisadores descobriram no Peru um observatório capaz de medir o ano.

A semana de 7 dias está presente no livro do Gênesis, há relatos em que os gregos chegaram a dividir o mês em três períodos de 10 dias. Mas muitas línguas indicam ser uma influência do Sol, Lua e dos 5 planetas visíveis, Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno. Você observa isto pelo nome dos dias da semana. Por exemplo em inglês Sunday é o dia do Sol.

Um outro movimento periódico é o da Lua e ele aparece para nós através das suas fases. Elas se repetem a cada 29,5 dias e isto deve ter inspirado o tamanho do mês. A Lua tem um movimento periódico bem mais longo do que o dia mas bem menor do que o ano. Ou seja, entre duas luas cheias consecutivas há um intervalo de 29 ou 30 dias, mas entre duas Luas cheias 59 dias. O fato do período das fases da Lua não ser um número inteiro de dias pode ser utilizado para entender o papel do ano bissexto.

É muito interessante entendermos porque enxergamos a Lua numa certa forma, porque em alguns dias ela é vista a noite e noutros durante o dia. A Lua é o corpo celeste mais próximo de nós e é chamado de satélite. Diversos planetas do sistema solar possuem satélites.

O que a Lua causa na Terra? Qual é a sua influência? Esta foi uma questão não entendida durante muitos séculos e cuja resposta foi dada por Galileu. A Lua é responsável pelo movimento das mares. Quem já foi a praia e ficou algumas horas pode perceber o movimento das marés, as maré sobe e desce. Antes desta explicação havia diversas hipóteses para entender este movimento uma delas, muito curiosa, era dizer que isto era a Terra respirando. Galileu explicou as marés como sendo resultado da posição da Lua em relação a Terra.

Acho que a coisa mais interessante de se entender é formato das fases da Lua. Esta é uma questão que com algum tempo e paciência as crianças podem aprender. Para isto acessem um programa feito em Java por um aluno

de doutoramento da Universidade de Wisconsin mostrando as fases da Lua. Brincando com este programa nós podemos entender as fases da Lua.

Se você olhar o céu, numa noite de Lua, na mesma hora de dois dias seguidos, você verá que a Lua vai caminhando de oeste para leste, enquanto o Sol faz o movimento no sentido inverso, de leste para oeste. Você também pode enxergar a Lua durante muitos dias durante o mês. Porque nós enxergamos a Lua? Por que ela reflete a luz do Sol. Quando a luz do Sol bate na Lua ela ilumina sempre uma metade a outra metade fica sempre escura. O formato que vemos a Lua depende de como a Lua se encontra em relação a Terra. Quando enxergamos a Lua ela sempre se encontra do lado oposto do Sol. Se for a tarde a Lua aparece a leste se for de manhã aparece no oeste.

Ref.[5] [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ano\\_bissexto#Por\\_que\\_um\\_dia\\_a\\_mais.3F](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ano_bissexto#Por_que_um_dia_a_mais.3F)

### **Ano bissexto**

**Origem: Wikipédia, a enciclopédia livre.**

Ir para: navegação, pesquisa

Chama-se **ano bissexto** o ano ao qual é acrescentado um dia extra, ficando ele com 366 dias, um dia a mais do que os anos normais de 365 dias. Isto é feito com o objetivo de manter o calendário anual ajustado com a translação da Terra e com os eventos sazonais relacionados às estações do ano.

A origem do nome **bissexto** advém da implantação do Calendário Juliano em 45 a.C. que se modificou evoluindo para o Calendário Gregoriano que hoje é usado em muitos países a todos os quais ocorrem os **anos bissextos**.

Dentro de um contexto histórico, a inclusão deste dia extra, dito dia intercalar, ocorreu e é feita em calendários ditos solares em diferentes meses e posições. No Calendário Gregoriano é acrescentado ao final do mês de Fevereiro, sendo seu 29º dia.

Hoje a expressão **bissexto** vez ou outra é associada ao duplo seis (66) da expressão 366, o que expressa uma coerência mnemônica popular, porém, aos estudiosos é um grande e histórico equívoco.

### **Motivação**

Acrescenta-se um dia a mais para se corrigir a discrepância entre o ano-calendário convencional e o tempo de translação da Terra em volta do Sol tomando-se o ano trópico que utiliza o equinócio vernal (ou seja, o equinócio de primavera no hemisfério norte) como referência. A Terra demora aproximadamente 365,2422 dias solares (1 ano trópico) para dar uma volta completa ao redor do Sol, enquanto o ano-calendário comum (por convenção) tem 365 dias solares. Sobram, portanto, aproximadamente 5h48m46 (0,2422

dia) a cada ano trópico. As horas excedentes são somadas e adicionadas ao calendário na forma inteira de um dia (4 x 6h = 1 dia).

No caso do Calendário Gregoriano este dia extra é incluído no final do mês de fevereiro, que passa a ter 29 dias (ano com 366 dias) em lugar dos 28 dias de anos normais (ano de 365 dias).

### ***Determinação dos anos bissextos***

As regra para determinação do **ano bissexto** são distintas em três períodos:

#### **Calendário Juliano**

O Calendário Juliano vigorou inicialmente de 45 a. C. até 7 d. C.. Em 46 a. C. o ditador Júlio César, no final de seu governo, modifica radicalmente o calendário de Numa Pompílio e a partir de 45 a. C. e durante todo este período inicial de uso deste calendário, o dia extra era acrescentado após o dia 25 de *Februarius* e deveria ocorrer de três em três anos.

Foi neste período e em consequência da forma com que os romanos contavam os dias do mês que estes anos com um dia a mais ficaram conhecidos como **anos bissextos**. O erro da inserção de anos bissextos de a cada três anos em vez de quatro só foi detectado cerca de trinta anos mais tarde. Julga-se que este erro tenha sido corrigido pela não existência de anos bissextos entre 12 a. C. e 3 d. C., ou seja, os anos bissextos do calendário juliano foram abandonados nesse período.<sup>[*carece de fontes?*]</sup>

#### **Calendário Augustiano**

O Calendário Augustiano vigorou de 8 d. C. até 1581. Em 8 d.C. o imperador César Augusto fez uma correção no calendário e a partir deste ano e durante todo este período até 1581 o dia extra era acrescentado após o dia 24 de *Februarius* e deveria ocorrer de quatro em quatro anos. Com o passar dos anos, aquela forma de contagem dos dias do mês foi mudando e em lugar de ser interpretado como um duplo dia 24 ele já passou a ser interpretado como um dia a mais que era incluído no final do mês de Fevereiro.

O senado romano homenageou o imperador trocando o nome do mês *Sextilius* para *Augustus* que passou de 30 para 31 dias, sendo retirado de *Februarius* que passou de 29 para 28 dias o que afetou o ponto de inclusão do dia extra.

O Calendário Augustiano ou Juliano/Augustinado é considerado muitas vezes como uma revisão pequena do Calendário Juliano, prevalecendo o entendimento de que o Calendário Juliano vigorou de 45 a. C. a 1581.

## Calendário Gregoriano

Em 1582, para corrigir o atraso acumulado, o Papa Gregório XIII modificou e ajustou o calendário, que ficou conhecido como Calendário Gregoriano. Definiu-se que o ajuste deveria ser feito de forma que o equinócio de março caísse no dia 21 daquele mês, o que estava em conformidade com o primeiro Concílio de Niceia (325 d.C). Para isso o Papa Gregório encomendou estudos que permitissem corrigir os erros dos calendários passados buscando definir os ajustes de acordo Páscoa cristã, atrelada ao equinócio de março. Buscou também uma regra muito mais precisa para os anos bissextos.

Entre 325 e 1582 passaram-se 1257 anos. Como no sistema juliano a cada 128 anos haveria a necessidade retirar 1 dia do calendário, acumularam-se, depois de 1257 anos, aproximadamente 10 dias (9,82 dias). Portanto, em 1582, na transição entre os Calendários Juliano e Gregoriano, o dia 4 de outubro foi seguido pelo dia 15 de outubro. Os 10 dias entre eles foram retirados do calendário e não existem na sequência cronológica de contagem do tempo.<sup>[1]</sup>

Feitas as correções de calendário definiu-se a nova regra para o cálculo dos anos bissextos:

1. De 4 em 4 anos é ano bissexto.
2. De 100 em 100 anos não é ano bissexto.
3. De 400 em 400 anos é ano bissexto.
4. Prevalece as últimas regras sobre as primeiras.<sup>[2]</sup>

Para melhor entender

- São bissextos todos os anos múltiplos de 400, p.ex: 1600, 2000, 2400, 2800
- Não são bissextos todos os múltiplos de 100 e não de 400, p.ex: 1700, 1800, 1900, 2100, 2200, 2300, 2500...
- São bissextos todos os múltiplos de 4 e não múltiplos de 100, p.ex: 1996, 2004, 2008, 2012, 2016...
- Não são bissextos todos os demais anos.

Essa regra aproxima o ano trópico pelo valor de 365,2425 dias.

Em função da nossa longevidade média, é comum e compreensível que nos lembremos apenas da primeira regra, a de quatro em quatro anos, embora a correção dos anos bissextos seja mais complexa.

Como curiosidade, o ano de 2000 foi o segundo ano onde as três regras. Contudo, como foi ano bissexto, o ano de 1900 foi última vez que a regra da divisão por 100 foi aplicada até os dias atuais; a próxima ocorrerá apenas em 2100.

## Algoritmo de determinação

Eis um pseudocódigo que determina quando um ano é bissexto ou não:

**Se** ano módulo 400 é 0 **então** bissexto  
**Senão se** ano módulo 100 é 0 **então** não\_bissexto  
**Senão se** ano módulo 4 é 0 **então** bissexto  
**Senão** não\_bissexto

## Considerações astronômicas

O fundamento dos anos bissextos rege-se através da astronomia no sentido de se corrigir o início dos calendários solares com o início do ano trópico. O ano trópico da Terra ao redor do Sol é de, aproximadamente 365,242190 dias. Dessa forma a aproximação dos anos bissextos através dos Calendários Juliano e Gregoriano importam em pequenas diferenças acumuladas.

## Calendário Juliano

O Calendário Juliano, implantado em 46 a. C. por Júlio César e válido a partir de 45 a. C., tinha uma regra mais simples que a atual, seriam bissextos, sem exceção, todos os anos múltiplos de três. A regra foi válida de 45 a. C. até 8 d. C. quando o imperador César Augusto viria a modificar para todos os anos múltiplos de quatro.

Dessa forma a duração média de um ano segundo o Calendário Juliano ( $T_j$ ) em dias solares é:

- $T_j = 365 + 1/4 = 365,25$

O 1/4 da fórmula acima refere-se ao fato de que há 1 ano bissexto no calendário juliano a cada 4 anos. A diferença entre a duração de 1 ano trópico e  $T_j$  é dada por:

- $D_j = \text{ano trópico} - T_j$
- $D_j = 365,242190 - 365,250000$
- $D_j = - 0,00781$

Como a duração média do ano no calendário juliano ( $T_j$ ) é maior que a duração do ano trópico, para que o ajuste entre o ano sazonal e o ano trópico se mantenha, essa diferença de 0,00781 dia acarreta a necessidade de retirarmos 1 dia do calendário anual a cada 128 anos. Portanto essa fórmula de correção do ano bissexto acaba causando, a longo prazo, atrasos nas estações do ano, o inverso do que ocorreria se nada fosse feito. Veja a conta abaixo:

- Anos para ajuste de 1 dia  $= 1 / 0,00781 = 128$  anos

Apesar da existência dessa pequena diferença nada foi feito até 1582 para corrigir a ocorrência dos atrasos, que passaram a ser relevantes para o início das estações do ano.

### **Calendário Gregoriano**

Estabeleceu-se para o calendário gregoriano que seriam bissextos todos os anos múltiplos de 4, exceto se, sendo um ano múltiplo de 100 (1600, 1700 (...)), não fosse também múltiplo de 400 (1700 por exemplo). Na prática isso significa que há 97 anos bissextos a cada 400 anos. Portanto a duração média de um ano de acordo com o calendário gregoriano ( $T_g$ ) é:

- $T_g = 365 + 1/4 - 1/100 + 1/400$
- $T_g = 365 + 97/400$
- $T_g = \mathbf{365,2425}$

Então a diferença entre 1 ano trópico e  $T_g$  é:

- $D_g = \text{ano trópico} - T_g$
- $D_g = 365,242190 - 365,242500$
- $D_g = - 0,00031$

Ou seja, ainda há um erro mas é muito menor que o proporcionado pelas regras do calendário juliano. Nessa nova regra adotada pelo calendário gregoriano o erro de 1 dia de atraso ocorrerá só depois de mais de 3000 anos.

### **A origem do nome bissexto**

A origem da expressão bissexto foi uma consequência da adoção do Calendário Juliano em 45 a.C. quando Júlio César fez várias modificações no irregular Calendário Romano de Numa Pompílio: acrescentou dois meses *Unodecembri* e *Duodecembri* ao ano deslocando assim *Januarius* e *Februarius* para o início do ano. Fixou os dias dos meses em uma sequência de 31, 30, 31, 30... de *Januarius* a *Duodecembri* (*Duodecembri* com 30 dias), à exceção de *Februarius* que ficou com 29 dias e que, a cada três anos, seria de 30 dias.

Como os romanos dividiam o mês em Kalendas, Nonos e Idos, coincidentes com fases lunares, ao passar dos Idos e próximo ao final do mês eles se expressavam em linguagem regressiva dizendo algo como: faltam 6 dias para as Kalendas de Março, faltam 5 dias para as Kalendas de Março... e também eles o faziam de forma inclusiva, ...faltam 4 dias, faltam 3 dias, dia anterior e dia. Nesta época era mais importante contar desta forma, pois, ela representava as fases lunares as quais eram muito mais significativas para a vida cotidiana da população.

Com esta forma de contagem, e não pela numeral seqüencial que hoje usamos, nestes anos de 366 dias o mês de *Februarius* teria então dois dias "**Ante die VI (sextum) Kalendas Martias**", sendo daí a origem da expressão "**bis sextum**", hoje por nós conhecidos como anos **bissexto**. Transpostada e



obedecida esta forma de contagem, hoje seria algo equivalente ao mês de Fevereiro ter dois dias 25.

Veja o exemplo, desde a sua implantação em 45 a.C. até sua alteração em 8 d.C.:

Como a contagem era inclusa, observe que não existia um 2° dia antes das *Calendae*. Então o dia antes das *Calendae* e o 2° dia antes das *Calendae* significavam a mesma coisa.

Na prática, fazendo um paralelo entre a forma de expressão romana e a forma de expressão atual, nos anos de 365 dias após 45 a. C. com a implantação do Calendário Juliano, o final do mês de *Februarius* se apresentaria da seguinte forma:

7° dia antes das *Calendae* de março (*ante diem septimum kalendas martias*) = 24 de fevereiro

6° dia antes das *Calendae* de março (***ante diem sextum kalendas martias***) = 25 de fevereiro

5° dia antes das *Calendae* de março (*ante diem quintum kalendas martias*) = 26 de fevereiro

4° dia antes das *Calendae* de março (*ante diem quartum kalendas martias*) = 27 de fevereiro

3° dia antes das *Calendae* de março (*ante diem tertium kalendas martias*) = 28 de fevereiro

o dia antes das *Calendae* de março (*pridie kalendas martias*) = 29 de fevereiro

*Calendae* de março (*primus kalendas martias*) = 1° de março

Fazendo novamente um paralelo entre a forma de expressão romana e a forma de expressão atual, nos anos de 366 dias, quando se incluía o dia extra próximo ao final de *Februarius* a expressão de tempo à época ficava da seguinte forma:

7° dia antes das *Calendae* de março (*ante diem septimum kalendas martias*) = 24 de fevereiro

6° dia antes das *Calendae* de março (***ante diem sextum kalendas martias***) = 25 de fevereiro

**5° dia antes das *Calendae* de março (*ante diem sextum kalendas martias*) = 26 de fevereiro**

4° dia antes das *Calendae* de março (*ante diem quintum kalendas martias*) = 27 de fevereiro

3° dia antes das *Calendae* de março (*ante diem quartum kalendas martias*) = 28 de fevereiro

2° dia antes das *Calendae* de março (*ante diem tertium kalendas martias*) = 29 de fevereiro

o dia antes das *Calendae* de março (*pridie kalendas martias*) = 30 de fevereiro

*Calendae* de março (*primus kalendas martias*) = 1° de março

O dia era inserido após o sexto dia antes das *Calendae* de Março e com isto este mês tinha dois dias **ante diem sextum kalendas martias**, ou seja, era um ano "**bis sextum**". Isso também explica que o dia extra do mês de *Februarius* era inserido no 25º dia e não no 29º.

Após 8 d. C., com a alteração de César Augusto da regra do "**bis sextum**" de três em três anos para de quatro em quatro anos e após ser retirado um dia de *Februarius* que ficou com 28 dias, a expressão à época para o final deste mês *Februarius*, nos anos de 366 dias, ficava da seguinte forma:

7º dia antes das *Calendae* de março (*ante diem septimum kalendas martias*) = 23 de fevereiro

6º dia antes das *Calendae* de março (***ante diem sextum kalendas martias***) = 24 de fevereiro

**5º dia antes das *Calendae* de março (*ante diem sextum kalendas martias*) = 25 de fevereiro**

4º dia antes das *Calendae* de março (*ante diem quintum kalendas martias*) = 26 de fevereiro

3º dia antes das *Calendae* de março (*ante diem quartum kalendas martias*) = 27 de fevereiro

2º dia antes das *Calendae* de março (*ante diem tertium kalendas martias*) = 28 de fevereiro

o dia antes das *Calendae* de março (*pridie kalendas martias*) = 29 de fevereiro

*Calendae* de março (*primus kalendas martias*) = 1º de março

O que mostra que após a modificação feita por César Augusto em 8 d. C., nestes anos de 366 dias, o mês de *Februarius* possuía o equivalente a ter dois dias 24 em função da forma de contagem que à época era praticada pelos romanos.

### **O ano bissexto e outros calendários**

Ao longo do tempo o Calendário Gregoriano foi sendo adotado por diferentes países que procederam a iguais ajustes e supressões de dias e que hoje, como nós, convivem com o ano "**bis sextum**".

Outros calendários solares seguiram regras de compensação semelhante, porém, inserindo o dia extra em meses e posições diferentes que é o caso do Calendário Persa onde ele é inserido no fim do ano.

Calendários lunares e luni-solares onde o ciclo anual é de 354 dias, semelhantemente ao que existia na época de Numa Pompílio, inserem meses intercalares ou dias extras em lugar de apenas um dia como no Calendário Gregoriano, por exemplo, no Calendário hebraico para compensar a diferença de 11 dias, se insere a cada 3 anos, após o último mês do ano, *Adar*, um mês intercalar de 29 dias, *Adar II* e ainda se complementa com um dia a mais em dois outros meses.

Os cristãos ortodoxos não seguiram a Igreja do Ocidente e permaneceram com o Calendário Juliano, melhor dizendo, permaneceram com o Calendário Juliano/Augustinado, no qual o ano bissexto é sempre de quatro em quatro anos e por isto mesmo, não corrigido, acumula atualmente uma diferença de 13 dias em relação ao Gregoriano. Que dia é hoje no calendário juliano?: Hoje é dia 17 Outubro 2008

O Calendário Gregoriano ainda apresenta alguns erros que foram reduzidos em outros calendários, como exemplo o Calendário Persa reformado em 1925, adotado pelo Irã e Afeganistão, que melhor equilibra os dias dos meses com a excentricidade do movimento de translação da terra, ela é mais próxima do sol e mais lenta no outono e inverno do hemisfério sul e é mais afastada e mais rápida na primavera e verão, e que adota uma outra regra para determinar os anos que chamamos de bissexto. Nele o ano se inicia no equinócio de março (19 a 22), os seis primeiros meses são de 31 dias seguidos por cinco de 30 dias e o último é de 29 ou 30 e o ano bissexto ocorre em ciclos de 33 anos, sendo sete anos bissextos em intervalos de quatro anos seguido por um ano bissexto com um intervalo de cinco anos.

### **Curiosidades**

- Há ainda outro tipo de calendário, o Calendário da Paz, também chamado de Calendário Maia. Os Maias, como se sabe, eram extremamente avançados em astronomia, e fizeram portanto um calendário de 13 luas de 28 dias, mais um dia "extra" chamado o *dia fora do tempo*. Assim, são  $13 \times 28$  dias = 364, mais um dia fora do tempo, 365 dias.

- Na década de 1920 as igrejas Ortodoxas do Leste Europeu criaram um mecanismo diferente para determinar os anos bissextos. Substituíram o "divisível por 400 é bissexto" por "os anos que divididos por 900 apresentarem resto da divisão igual a 200 ou 600 são bissextos". Isso significa que os anos de 1900, 2100, 2200, 2300, 2500, 2600, 2700, 2800 são comuns (não bissextos) e os anos 2000, 2400 e 2900 são bissextos. Isso não cria conflitos com o resto do mundo até o ano de 2800. Na prática significa que há 218 anos bissextos a cada 900 anos, o que faz a duração média do ano nesse sistema ser de 365,24222 dias ( $365 + 218/900$ ), o que é mais preciso que o adotado pelo calendário gregoriano.

- O calendário gregoriano possui 970 anos bissextos a cada 4000 anos. Há estudiosos que defendem uma regra na qual ocorram 969 anos bissextos em cada 4000 anos (365,24225). A média ficaria mais próxima da duração do ano trópico que no atual modelo. A regra consiste em excluir os anos múltiplos de 4000 como sendo bissextos. Assim como o método sugerido pelas igrejas Ortodoxas do Leste Europeu esse sistema é compatível com o atual por muito tempo, ou seja, pode-se postergar até próximo do ano 4000 do calendário gregoriano para debater o assunto.

- Os anos bissextos sempre foram cercados de mitos e tradições. Uma das mais divertidas surgiu no século XIII, na Escócia. Em um ano bissexto, eram as mulheres (e não, como de costume, os homens) que tinham o direito de escolher quem desejassem para marido. E se o escolhido não concordasse com o casamento, era obrigado a pagar uma multa de respeito.

- Nos países não católicos a mudança foi feita mais tarde; a Inglaterra e suas colônias fizeram a mudança em 1752, onde o dia 2 de setembro precedeu o dia 14 de setembro e o dia de ano novo foi mudado de 25 de março para 1º de janeiro.

- Há pessoas que julgam que o ano bissexto assim se chama justamente por ser composto de 366 dias (dois seis, bissexto), ao contrário dos 365 nos demais anos. O que expressa uma coerência mnemônica popular e aos estudiosos um grande e histórico equívoco.

### **Referências**

1. ↑ *Gregorian calendar*. Britannica Concise Encyclopedia.
2. ↑ *Leap Years: the rule*. U.S. Naval Observatory (14 September 2007).

Ref. [6] <http://www.astrosoft.mocho.pt/hu/viag/lua.html>

A Lua é o astro mais perto da Terra mas está relativamente longe, se compararmos a distância da Terra à Lua com as distâncias na Terra. Tem um tamanho muito menor do que o da Terra. A Lua está a 380 000 km da Terra e tem um raio de 1700 km, que é praticamente um quarto do raio da Terra (ver Tabela 1.1). O primeiro astronauta a caminhar na Lua, o norte-americano Neil Armstrong, fê-lo em 20 de Julho de 1969, um dia histórico para a Humanidade (figura 1.19). Os astronautas que foram à Lua demoraram cerca de 4 dias a chegar lá. Mas a luz do Sol (corpo luminoso) reflectida na Lua (corpo iluminado) demora só cerca de um segundo a chegar à Terra. Essa luz chama-se, como sabemos, luar.



	Raio	Massa	Distância à Terra	Período de rotação	Período de translação
Terra	6400 km	$6,0 \times 10^{24}$ kg	0 km	24 h	1 ano
Lua	1700 km	$7,3 \times 10^{22}$ kg	384 000 km	27,3 h	27,3 h
Sol	700 000 km	$2,0 \times 10^{30}$ kg	$150 \times 10^6$ km	30 dias	$2,2 \times 10^7$ anos

Tabela 1.1 Dados comparativos da Lua, da Terra e do Sol.

Desde 1972 que o homem não voltou à Lua. Mas a imagem e o som dos astronautas, quando estes emitiam ondas de televisão ou de rádio da Lua para a Terra, demorava cerca de um segundo a chegar até nós. Um raio *laser* (luz muito concentrada) enviada da Terra a um espelho que os astronautas deixaram na Lua demora também esse tempo a ir e o mesmo tempo a voltar.

A Lua anda em volta da Terra tal como a Terra anda em volta do Sol. A Lua também possui, como a Terra, um movimento simultâneo de rotação e translação. O período de rotação da Lua é igual ao período de translação (27 dias) de tal maneira que vemos sempre a mesma face da Lua. A outra face é a chamada face escondida da Lua... Só os astronautas que foram à Lua viram directamente a face escondida da Lua quando se encontravam em órbita da Lua (durante esse tempo interrompiam-se as comunicações com a Terra pois as ondas de rádio não atravessavam a Lua).

A Lua apresenta diferentes aspectos ou **fases** quando vista da Terra (figura 1.21):

- **Lua Cheia** (disco cheio).

- **Quarto Minguante** (com a forma de um C; é fácil de fixar pois Minguante significa Decrescente, o contrário de crescente; diz-se que a Lua “é mentirosa”).
- **Lua Nova** (disco escuro).
- **Quarto Crescente** (com a forma de um D).

Cada uma dessas fases demora cerca de uma semana, de modo que o conjunto das quatro fases demora um período lunar, quase um mês (o nosso calendário está pois baseado na Astronomia). Essas fases explicam-se pela posição relativa do Sol, da Terra e da Lua. Quando esses três astros estão em linha, há Lua Cheia ou Lua Nova, conforme a Terra esteja entre o Sol e a Lua ou a Lua esteja entre o Sol e a Terra. Os Quartos Crescente e Minguante correspondem a posições intermédias respectivamente entre Lua Nova e Lua Cheia e entre Lua Cheia e Lua Nova. Num jornal diário pode encontrar-se a fase da Lua nesse dia.

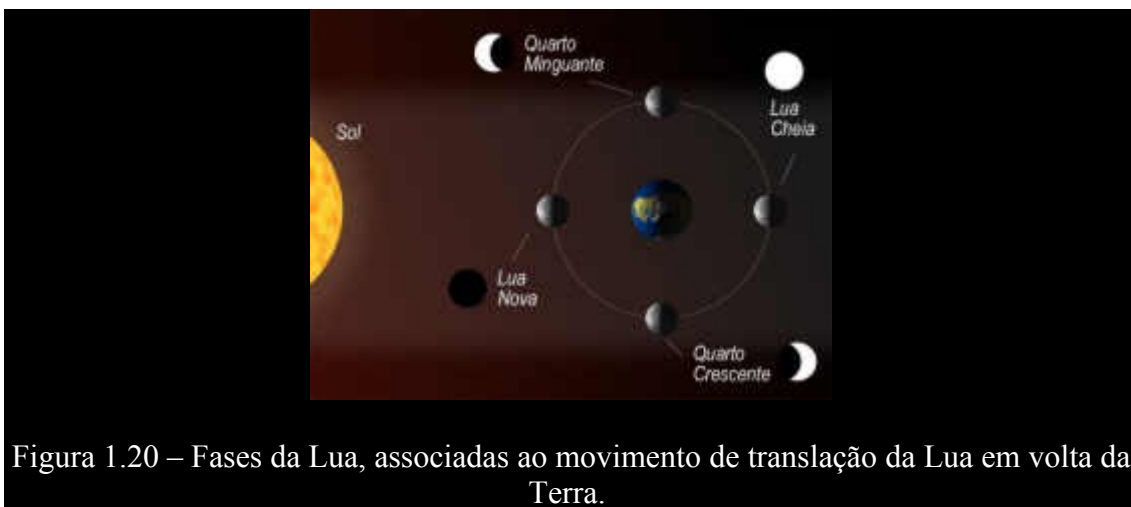


Figura 1.20 – Fases da Lua, associadas ao movimento de translação da Lua em volta da Terra.

A Lua entra em fenómenos curiosos, chamados **eclipses**. Nessa altura, deixamos de ver um astro no céu, pois foi tapado por outro. Os eclipses em que entra a Lua são de dois tipos, conforme se deixar de ver o Sol ou a Lua:

- **eclipse do Sol,**
- **eclipse da Lua.**

Existe um eclipse do Sol quando a Lua está exactamente entre o Sol e a Terra, de modo que a luz do Sol aparece tapada em alguns lugares da Terra (figura 1.21). O eclipse total do Sol só se observa numa zona limitada da Terra e dura só alguns minutos. De dia fica então de noite... Para uma descrição mais completa deste espectacular fenómeno ver adiante a Unidade 4, “A luz e a visão”. Porque é que não há sempre um eclipse todos os meses, quando há Lua Nova? Porque o plano da órbita da Lua em volta da Terra *não* é o mesmo que o plano da órbita da Terra em volta do Sol... Só há alinhamento dos três astros em certas ocasiões, que os astrónomos prevêem com precisão: ver a tabela 1.2 com os próximos eclipses do Sol.

Por outro lado, existe um eclipse da Lua (figura 1.21) quando a Terra está exactamente entre o Sol e a Lua. A Terra projecta a sua sombra sobre a Lua, tapando-a da nossa vista (observando o bordo da sombra da Terra sobre a Lua

comprovamos que a Terra tem forma esférica!). Porque é que não há um eclipse da Lua todos os meses, sempre que há Lua Cheia? A resposta é semelhante à de trás. A tabela 1.2 inclui também os próximos eclipses da Lua.



Figura 1.21 – Fotografias dos eclipses totais da Lua (em cima) e do Sol (em baixo). Em cima, vêem-se cinco imagens da Lua tiradas sucessivamente. Em baixo, notar que os discos do Sol e da Lua têm praticamente o mesmo tamanho vistos da Terra.