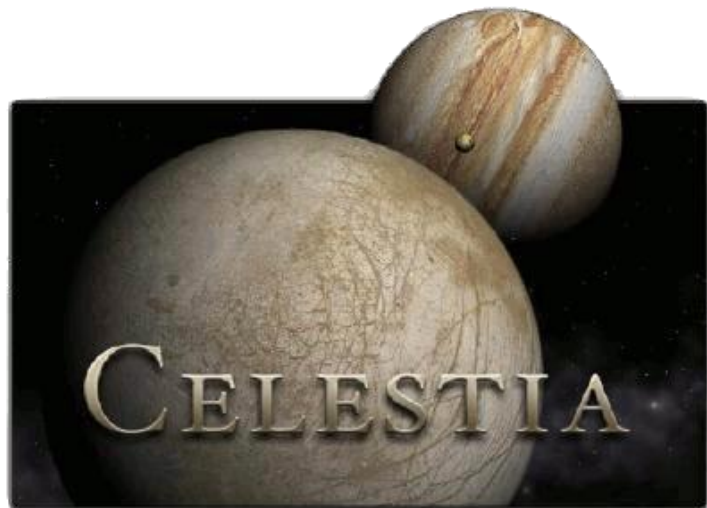


E Agora Eu Sou Galileu Com o Celestia



Aprovada a publicação por decisão da Comissão Editorial de 8 de Março de 2010.



Licença Creative Commons da Casa das Ciências

**CURSO DE FORMAÇÃO - GALILEO TEACHER TRAINING PROGRAM
“DESCOBRE O TEU UNIVERSO! VAMOS APRENDER E... ENSINAR ASTRONOMIA?”**

E Agora Eu Sou Galileu Com o Celestia

Nelson Carlos Marques Alves Correia

**Escola Básica 2,3 Manuel de Figueiredo
Torres Novas - Julho 2009**

1 - INTRODUÇÃO

O curso de formação de professores “Descobre o Teu Universo! Vamos Aprender e... Ensinar Astronomia?”, realizou-se no Centro Ciência Viva de Constância - Parque de Astronomia, entre os dias 1 e 3 de Julho de 2009. Este curso integrou-se no projecto “Galileo Teacher Training Program”¹, uma das actividades do Ano Internacional da Astronomia (AIA)², sendo da responsabilidade da Agência Nacional Ciência Viva.

No âmbito deste curso, elaborou-se um guião de utilização do programa Celestia³, que também está disponível na Casa das Ciências⁴, o qual foi inspirado numa actividade do AIA denominada “E agora eu sou Galileu”⁵, que pretende recriar as observações de Galileu com o telescópio.

Este guião poderá ser aplicado em clubes de astronomia ou no âmbito de conteúdos disciplinares, nomeadamente na disciplina de Ciências Físico-Químicas, abordando conteúdos do tema “Terra no Espaço” (7º ano), através da utilização do programa Celestia. Os alunos devem estar numa sala com computadores, para que todos utilizem o Celestia.

Após uma breve descrição das principais observações e descobertas de Galileu, descreve-se como se pode utilizar o Celestia para viajar no tempo até 1609, 1610 e 1618, de modo a explorar o céu de Itália, tal como Galileu fez, nomeadamente a Lua, as constelações, os planetas, as luas de Júpiter, o Sol e os cometas. Por fim, apresenta-se em anexo a lista dos controlos do rato e do teclado para o Celestia.

Com este guião, pretende-se atingir os seguintes objectivos:

- Realizar actividades práticas de Astronomia na sala de aula;
- Utilizar as novas tecnologias no processo de ensino-aprendizagem da Astronomia, nomeadamente o programa Celestia;
- Conhecer as principais observações e descobertas de Galileu;
- Caracterizar os astros do Sistema Solar;
- Caracterizar os movimentos dos astros.

¹ <http://www.galileoteachers.org>

² <http://www.astronomia2009.org>

³ <http://www.shatters.net/celestia>

⁴ <http://www.casadasciencias.org>

⁵ http://www.astronomia2009.org/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=38&Itemid=129

2 - OBSERVAÇÕES E DESCOBERTAS DE GALILEU

Galileu nasceu no ano 1564, em Pisa (Itália). Foi professor de Matemática nas Universidades de Pisa e de Pádua, Físico, Astrónomo e Filósofo. Inventou instrumentos importantes, como o compasso geométrico militar, e foi o primeiro a estudar os astros com um telescópio. Fundou a ciência moderna, recorrendo à experimentação, observação, registo dos resultados e sua publicação em livros e cartas, de modo a divulgar as suas conclusões a todas as pessoas.

Em 1608, na Holanda, o fabricante de óculos Hans Lippershey inventou uma luneta (o nome telescópio só foi utilizado em 1611, em Roma), feita com lentes de óculos sobrepostas, cujo poder de observação era muito limitado.

No Verão de 1609, em Pádua (Itália), Galileu adquiriu uma destas lunetas e decidiu aperfeiçoá-la, polindo as lentes de vidro e calculando a sua forma e posição ideais. Deste modo, aumentou a capacidade de focagem de objectos muito distantes, como navios e a Lua.

No Outono de 1609, Galileu conseguiu observar a Lua focada. Em Novembro, fabricou um telescópio que ampliava 20 vezes os objectos. Em Dezembro, fez vários desenhos pormenorizados da Lua em diferentes fases, observando montanhas, vales, crateras e sombras. Afinal a Lua não era uma esfera perfeita e lisa, e era iluminada pela luz solar!

Da Lua, viajou pelas “estrelas fixas”, que giravam em torno da Terra uma vez por dia, e “estrelas móveis” (os planetas Mercúrio, Vénus, Marte, Júpiter e Saturno), que se moviam num padrão complexo. Observou que as constelações e a Via Láctea eram constituídas por estrelas até então nunca vistas. Afinal existiam mais estrelas no céu!

No princípio de Janeiro de 1610, Galileu fez a sua descoberta mais importante: um sistema planetário em miniatura, constituído por quatro “planetas” em órbita de Júpiter (as luas Io, Europa, Ganimedes e Calisto). Esta descoberta levou a que fosse nomeado Matemático-Chefe da Universidade de Pisa, Filósofo e Matemático do Grão-Duque da Toscana.

No Verão de 1610, em Florença (Itália), observou Vénus a mudar de tamanho e de forma (as fases de Vénus), e registou a posição das quatro luas de Júpiter, para determinar os seus períodos orbitais.

Ao ver Saturno, Galileu não identificou os seus anéis, pensando que possuía dois corpos muito próximos, grandes e imóveis, que pareciam luas.

Em Setembro e Novembro de 1618, apareceram três cometas (os primeiros a serem observados com telescópios), mas Galileu não os viu por estar doente. Em toda a sua vida, só viu o grande e brilhante cometa de 1577, mas o telescópio ainda não tinha sido inventado, pelo que Galileu achava que os cometas eram reflexos da luz do Sol em vapores, a altitudes elevadas da atmosfera da Terra.

Galileu também observou manchas negras no Sol, que se moviam, afirmando que estavam na superfície do Sol e que o seu movimento era provocado pela rotação do Sol, a qual durava cerca de um mês lunar. Hoje sabemos que as manchas solares são zonas mais frias da superfície do Sol, provocadas pelo seu campo magnético, cujo tamanho pode ser muito maior do que a Terra.

Galileu elaborou registos quase fotográficos das manchas (tal como das outras observações). Para evitar prejudicar a vista, devido à observação do Sol com telescópio, deixou que a imagem do Sol incidisse num papel branco, marcou as manchas solares no papel e reorientou a imagem invertida do telescópio. No entanto, Galileu acabou por ficar cego em 1637, tendo falecido em 1642.

As suas observações e descobertas forneceram provas credíveis que confirmaram a teoria heliocêntrica de Nicolau Copérnico, publicada em 1543, a qual afirmava que a Terra e os outros planetas movem-se à volta do Sol. Finalmente foi rejeitada a teoria geocêntrica de Ptolomeu, a qual afirmava que a Terra estava parada no meio do Universo, com as estrelas e os planetas a rodarem à sua volta.

3 - VIAJAR NO TEMPO ATÉ 1 DE DEZEMBRO DE 1609

O Celestia funciona como um simulador de voo, em que controlamos uma nave espacial que se desloca no espaço, à superfície dos astros e no tempo. Se viajarmos para fora do Sistema Solar, podemos voltar ao Sol carregando nas teclas [H] e [G]. Ao longo deste guião de utilização do Celestia, as teclas que devem ser carregadas estão escritas dentro de parênteses rectos.

O campo de visão, com a posição e o movimento dos astros, pode ser copiado com [Ctrl + C] e colado num documento de texto como um *link* para o Celestia, que deverá estar instalado no computador. Neste guião, existem *links* para campos de visão do Celestia (o endereço começa por “cel://Follow”), que podem ser utilizados para facilitar a sua visualização. Se o *link* não funcionar deve-se carregar em [Ctrl + Y], ou reiniciar o Celestia, e clicar novamente no *link*.

Se não existirem informações no ecrã (como a data/hora no canto superior direito e o campo de visão “FOV” no canto inferior direito) deve-se carregar em [V].

Durante a utilização de um projector poderá ser útil carregar em [Ctrl + Y] e [{}], para aumentar a magnite e facilitar a visualização das estrelas, galáxias e nebulosas. Mais informações sobre os controlos do rato e do teclado para o Celestia, podem ser consultadas em Anexo.

Para viajar no tempo até 1 de Dezembro de 1609, deve-se clicar no menu “Hora: Definir Hora” ou seguir manualmente as seguintes etapas:

- [Espaço] para parar o tempo.
- [J] para recuar no tempo.
- [L] nove vezes para tornar o tempo mais rápido.
- [Espaço] para para viajar no tempo até [1 de Dezembro de 1609](#).
- [Espaço] para parar o tempo.
- Acertar a data com [J] para recuar ou avançar no tempo, [K] para tornar o tempo mais lento e [Espaço] para parar ou iniciar o tempo.
- Arrastar a Terra com o botão direito do rato, até aparecer a Itália no centro.

Nos capítulos seguintes, apresentam-se as etapas que devem ser seguidas para se realizarem as várias actividades incluídas no guião “E agora eu sou Galileu com o Celestia”.

4 - EXPLORAR A LUA

Viajar até [1 de Dezembro de 1609](#) (ver capítulo 3).

[Enter] e escrever Lua.

[Enter] e [G] para ir para a Lua.

Explorar a Lua, arrastando em várias direcções com o botão direito do rato.

Parece que a Lua está a rodar, mas é o utilizador que está a dar a volta à Lua, como se estivesse numa nave espacial.

Afastar e arrastar a Lua com o botão direito do rato, até aparecer a Terra no lado direito.

Ver o [outro lado da Lua](#), que nunca se encontra virado para a Terra.

[L] para tornar o tempo mais rápido (100000 x).

[Espaço] para avançar no tempo.

Arrastar a Lua para o canto inferior esquerdo do ecrã (com o botão esquerdo do rato).

Arrastar a Lua para baixo (com o botão direito do rato), até a Terra ficar no canto superior direito do ecrã.

Clicar na Lua e em [Y] para efectuar uma órbita geoestacionária da Lua.

[Espaço] para o tempo avançar.

Verificar que [este lado da Lua nunca está virado para a Terra](#).

Voltar ao [outro lado da Lua](#).

[End] 10 vezes para nos afastarmos.

Arrastar a Terra para a direita (com o botão esquerdo do rato).

[Espaço] para o tempo avançar.

Verificar que a [Lua roda à volta de si própria](#), mantendo sempre o mesmo lado virado para a Terra.

Voltar ao [outro lado da Lua](#).

Registar a data/hora.

Colocar o rato sobre um ponto da Lua perto do Equador.

[Espaço] para o tempo avançar.

Observar a rotação da Lua.

Quando o ponto da Lua (marcado com o rato) atingir o mesmo local, carregar em [Espaço] para parar o tempo.

Registar a data/hora.

Verificar que o movimento de rotação da Lua dura cerca de 28 dias.

Voltar ao [outro lado da Lua](#).

Clicar na Terra e em [T], para manter a Terra no centro do ecrã (seguir a rota da Terra).

Clicar na Lua.

[Ctrl + K] para acticar os marcadores.

[Ctrl + P] para marcar a Lua, de modo a facilitar a sua localização.

[O] para ver a órbita da Lua à volta da Terra.

[End] para nos afastarmos até se ver a órbita completa da Lua.

Arrastar a imagem para baixo (com o botão direito do rato), até que a órbita da Lua seja uma circunferência no centro do ecrã.

Registar a data.

Colocar o rato sobre a Lua.

[Espaço] para o tempo avançar.

Observar o [movimento de translação da Lua à volta da Terra](#).

Quando a Lua atingir o mesmo local, carregar em [Espaço] para parar o tempo.

Registar a data/hora.

Verificar que o movimento de translação da Lua à volta da Terra dura cerca de 28 dias.

5 - EXPLORAR O CÉU DE ITÁLIA EM 1609

Viajar até [1 de Dezembro de 1609](#) (ver capítulo 3).

Clicar na Terra e em [Y] para efectuar uma órbita geoestacionária da Terra.

[Home] para nos aproximarmos de Itália, até uma distância de 1 km.

[*] para ver o céu.

[.] e [.] para diminuir ou aumentar o campo de visão (zona do céu visível).

[P] e [M] para ver a legenda dos planetas e das luas.

[=] e [/] para ver as constelações.

{ [] } e { [] } para diminuir ou aumentar a magnitude (brilho das estrelas).

Reparar que com um telescópio (com a magnitude no máximo) são visíveis muito mais estrelas do que a olho nu (com a magnitude no mínimo).

Com o telescópio, Galileu descobriu que existem mais estrelas do que as que são visíveis a olho nu. Acabou por desistir de tentar cartografar as que existiam numa única constelação, Oriente, confessando sentir-se “arrebataado pela enorme quantidade de estrelas”.

[Explorar o céu](#) arrastando com o botão esquerdo do rato, e carregando nas setas de navegação [<] e [>].

Encontrar a Lua, Saturno, Júpiter, Oriente (com as Três Marias), Cassiopeia, Ursa Maior e Ursa Menor (com a estrela Polar, que indica o norte).

[L] para tornar o tempo mais rápido (1000 x).

[Espaço] para o tempo avançar.

Observar a variação da posição dos astros devido à rotação da Terra (movimento aparente).

Clicar num astro (ponto luminoso) para ver o seu nome no canto superior esquerdo do ecrã.

[G] para viajar até esse astro.

Explorar o astro, arrastando a imagem em várias direcções (com o botão direito do rato).

[H] e [G] para voltar ao Sol.

Clicar no Sol.

[Ctrl + K] para acticar os marcadores.

[Ctrl + P] para marcar o Sol, de modo a facilitar a sua localização.

[End] até sair da Via-Láctea.

Explorar a [Via Láctea](#), arrastando a imagem em várias direcções (com o botão direito do rato), até ver os braços da espiral (com o Sol marcado) e encontrar a Pequena Nuvem de Magalhães (SMC) e a Grande Nuvem de Magalhães (LMC).

6 - EXPLORAR OS PLANETAS

Viajar até [1 de Dezembro de 1609](#) (ver capítulo 3).

Quando estamos no Sistema Solar, podemos viajar até aos planetas carregando no respectivo número e em [G]:

- [Mercúrio](#) – [1];
- [Vénus](#) – [2]. Clicar em I para ver Vénus com ou sem nuvens;
- [Marte](#) – [4];
- [Júpiter](#) – [5];
- [Saturno](#) – [6];
- [Úrano](#) – [7]. O planeta Úrano foi descoberto em 1781 por William Herschel;
- [Neptuno](#) – [8]. O planeta Neptuno foi descoberto em 1846 por astrónomos de diferentes países.

Explorar os planetas, arrastando a imagem em várias direcções (com o botão direito do rato).

[Espaço] e [L] até ver o movimento de rotação dos planetas.

Viajar até [1 de Dezembro de 1609](#).

[O] para ver a órbita dos planetas à volta do Sol.

[P] para ver a legenda dos planetas.

[End] até se ver a órbita de Marte.

Clicar no Sol e em [T], para seguir a rota do Sol.

[L] 5 vezes e [Espaço] para o tempo avançar.

Observar as [órbitas e os movimentos dos planetas rochosos](#) (Mercúrio, Vénus, Terra e Marte).

Verificar que o planeta mais rápido é Mercúrio e o mais lento é Marte.

[End] até se ver a órbita de Neptuno.

Observar as [órbitas e os movimentos dos planetas gasosos](#) (Júpiter, Saturno, Úrano e Neptuno).

Verificar que o planeta mais rápido é Júpiter e o mais lento é Neptuno.

Verificar que os planetas mais próximos do Sol deslocam-se mais rapidamente e que os planetas mais afastados deslocam-se mais lentamente.

7 - EXPLORAR AS FASES DE VÉNUUS

Viajar até [1 de Dezembro de 1609](#) (ver capítulo 3).

[2] e [G] para viajar até Vénus.

[3] e [:] para fixar a direcção Terra-Vénus.

[L] para tornar o tempo mais rápido (1000000 x).

[End] para nos afastarmos de Vénus, até ficar com um diâmetro de três dedos.

[Espaço] para o tempo avançar.

Observar as [fases de Vénus](#).

Verificar que o tempo de duração das quatro fases de Vénus é cerca de 7 meses.

[O] para aparecer a órbita de Vénus.

[Ctrl + K] para acticar os marcadores.

[Ctrl + P] para marcar Vénus, de modo a facilitar a sua localização.

[End] até aparecer a [órbita de Vénus à volta do Sol](#).

Arrastar com os botões do rato de modo a que a órbita de Vénus seja visível por cima.

Clicar no Sol e [T] para manter o Sol no centro do ecrã.

Clicar em Vénus e [F] para aparecer a sua órbita e mantê-lo no ecrã (seguir Vénus).

Registar a data/hora.

Colocar o rato por cima de Vénus e deixar nessa posição.

[Espaço] para o tempo avançar.

Quando Vénus atingir o mesmo local, carregar em [Espaço] para parar o tempo.

Registar a data/hora.

Verificar que o movimento de translação de Vénus, à volta do Sol, dura cerca de 7 meses.

Este movimento é responsável pelas fases de Vénus, pelo que o tempo de duração destes fenómenos é igual.

8 - EXPLORAR AS LUAS DE JÚPITER

Viajar até [1 de Dezembro de 1609](#) (ver capítulo 3).

[L] cinco vezes para tornar o tempo mais rápido.

[Espaço] para para viajar no tempo até [7 de Janeiro de 1610](#).

Acertar a data com [J] para recuar ou avançar no tempo, [K] para tornar o tempo mais lento e [Espaço] para parar ou iniciar o tempo.

Arrastar a Terra com o botão direito do rato, até aparecer a Itália no centro.

[*] para ver o céu.

[P] e [M] para ver a legenda dos planetas e das luas.

[.] para aumentar o campo de visão até aparecer [Júpiter](#).

Clicar em Júpiter e [G] para viajar até ao planeta.

[End] até aparecerem as [quatro luas principais](#): Io, Europa, Ganimedes e Calisto.

[K] para tornar o tempo mais lento (10000 x).

Registar a data/hora.

Clicar em Io e deixar o rato nessa posição.

[Espaço] para o tempo avançar.

Quando Io atingir o mesmo local, carregar em [Espaço] para parar o tempo.

Registar a data/hora.

Verificar que o movimento de translação de Io dura cerca de 42h (2 dias).

Repetir este processo para as outras três luas.

Verificar que o movimento de translação de Europa dura cerca de 85h (3,5 dias).

Verificar que o movimento de translação de Ganimedes dura cerca de 172h (7 dias).

Verificar que o movimento de translação de Calisto dura cerca de 400h (17 dias).

[O] para ver a órbita das luas à volta de Júpiter.

Arrastar para baixo com o botão direito do rato, até que as [órbitas das quatro luas](#) referidas sejam visíveis de cima.

[End] até se ver as [órbitas das 27 luas de Júpiter](#).

[Enter] e escrever o nome duma lua.

[Enter] e [G] para viajar até ela.

Explorar a lua, arrastando a imagem em várias direcções (com o botão direito do rato).

[Espaço] e [L] até ver o movimento de rotação da lua.

Repetir este processo para outras luas.

9 - EXPLORAR AS MANCHAS SOLARES

Viajar até [1 de Dezembro de 1609](#) (ver capítulo 3).

[H] e [G] para viajar até ao Sol.

[Home] para nos aproximarmos mais do Sol.

Explorar o Sol, arrastando-o em várias direcções (com o botão direito do rato).

[L] para tornar o tempo mais rápido (100000 x).

Registar a data/hora.

Colocar o rato sobre uma mancha solar situada perto do equador.

[Espaço] para o tempo avançar.

Ver o [movimento de rotação do Sol](#).

Quando a mancha atingir o mesmo local, carregar em [Espaço] para parar o tempo.

Registar a data/hora.

Verificar que o movimento de rotação do Sol dura cerca de 26 dias.

10 - EXPLORAR OS COMETAS

Para explorar os cometas é necessário instalar um ficheiro extra ao Celestia. Depois de fazer o *download* em “The Celestia Motherlode > Solar System: Comets > Catalog of comets”⁶, deve-se descompactar o ficheiro “DIRL_comets_v3.02.ssc” e copiar para o directório “extras” do Celestia (por ex., C:\Programas\Celestia\extras). Finalmente, deve-se reiniciar o Celestia.

Voltar a [Explorar o céu](#) (ver capítulo 5).

[L] cinco vezes para tornar o tempo mais rápido.

[Espaço] para para viajar no tempo até [28 de Novembro de 1618](#), pelas 10:00 h UTC.

Acertar a data com [J] para recuar ou avançar no tempo, [K] para tornar o tempo mais lento e [Espaço] para parar ou iniciar o tempo.

[P] e [M] para ver a legenda dos planetas e das luas.

Encontrar Úrano, arrastando com o botão esquerdo do rato, e carregando nas setas de navegação [<] e [>].

[.] para diminuir o campo de visão para 29°.

Encontrar sete cometas por cima de Úrano (três à esquerda, um na vertical e três à direita):

138P Shoemaker-Levy 7, 31P Schwassmann-Wachmann 2, 60P Tsuchinshan 2, 73P Schwassmann-Wachmann 3-B, 32P Comas Sola, 145P Shoemaker-Levy 5 e 123P West-Hartley. Os cometas mais brilhantes e com cauda visível são os 60P Tsuchinshan e 32P Comas Sola.

[,] e [.] para variar o campo de visão e ajudar a encontrar os outros cometas pouco brilhantes, provavelmente invisíveis a olho nu (se aumentarmos o campo de visão para 122°, apenas ficam visíveis os [dois cometas mais brilhantes](#)).

Galileu não observou nenhum destes cometas por se encontrar de cama devido a uma doença!

[Ctrl + K] para acticar os marcadores.

Clicar nos cometas e [Ctrl + P] para os marcar, de modo a facilitar a sua localização.

Clicar duas vezes num cometa para o centrar no ecrã.

[,] para diminuir o campo de visão, de modo a se ver a [cabeleira e a cauda do cometa](#).

[.] para aumentar o campo de visão para 29°.

Repetir este processo para os outros cometas. Deste modo, estamos a simular a utilização de um telescópio e a confirmar que o ponto brilhante observado é mesmo um cometa.

⁶ http://www.celestiamotherlode.net/catalog/show_addon_details.php?addon_id=646

[J] para recuar no tempo.

[L] cinco vezes para tornar o tempo mais rápido.

Viajar no tempo até [1 de Abril de 1577](#), pelas 04:00 h UTC.

Acertar a data com [J] para recuar ou avançar no tempo, [K] para tornar o tempo mais lento e [Espaço] para parar ou iniciar o tempo.

[.] para aumentar o campo de visão para 123°.

Encontrar o cometa 73P Schwassmann-Wachmann 3-B, arrastando com o botão esquerdo do rato, e carregando nas setas de navegação [<] e [>].

Este foi o único cometa que Galileu observou, com apenas 13 anos e muito antes do telescópio ser inventado!

[Espaço] para ver o movimento aparente do cometa, devido à rotação da Terra.

Verificar que a distância do cometa à Terra diminui até ao dia [16 de Abril](#) (9:00 h UTC), atingindo um valor de 0,16447 UA.

[Espaço] para parar o tempo.

Clicar no cometa e [G] para viajar até ao seu [núcleo rochoso](#).

Explorar o núcleo do cometa, arrastando a imagem em várias direcções (com o botão direito do rato).

[End] até a [cauda do cometa](#) terminar em Júpiter.

Arrastar o cometa (botão esquerdo do rato) para o canto superior direito do ecrã.

Arrastar o cometa (botão direito do rato) para baixo até Neptuno sair do ecrã.

Arrastar o cometa (botão esquerdo do rato) para baixo.

[O] para ver a órbita do cometa à volta do Sol.

[L] para tornar o tempo mais rápido (1000000 x).

[Espaço] para ver o [movimento de translação do cometa](#) à volta do Sol.

Verificar que a cauda do cometa está sempre do lado oposto ao Sol, mudando de direcção durante o seu movimento, e que diminui de intensidade quando o cometa se afasta do Sol.

[Espaço] para parar o tempo.

Clicar no Sol e [F] para manter o Sol no ecrã (seguir o Sol).

Clicar no cometa para aparecer a sua órbita.

[Ctrl + K] para acticar os marcadores.

[Ctrl + P] para marcar o cometa, de modo a facilitar a sua localização.

[End] até aparecer a [órbita do cometa à volta do Sol](#).

Arrastar com os botões do rato de modo a que a órbita do cometa seja visível por cima.

Registar a data/hora.

Colocar o rato por cima do cometa e deixar nessa posição.

[L] para tornar o tempo mais rápido (10000000 x).

[Espaço] para o tempo avançar.

Quando o cometa atingir o mesmo local, carregar em [Espaço] para parar o tempo.

Registar a data/hora.

Verificar que o movimento de translação do cometa dura cerca de 5 anos, 4 meses e 6 dias.

Verificar que a velocidade do movimento de translação do cometa é maior quando ele passa perto do Sol.

BIBLIOGRAFIA

Correia, N. (2009). *Explore o Universo*. <http://cientistacurioso.blogspot.com/2009/06/celestia.html> (22 Julho 2009).

Ferris, T & McNally, J. (2009). Visão Cósmica. *National Geographic*. 100, 44-63.

Sobel, D. (1999). *A Filha de Galileu*. Braga: Círculo de Leitores.

ANEXO

Controlos do Rato e do Teclado para o Celestia

Funções do Rato

Botão esquerdo e arrastar - Orientar a câmara

Botão direito e arrastar - Orbitar o objecto seleccionado

Roda - Ajustar a distância ao objecto seleccionado

Botão direito + Botão esquerdo e arrastar - Ajustar a distância ao objecto seleccionado

Ctrl + Botão esquerdo e arrastar - Ajustar a distância ao objecto seleccionado

Shift + Botão esquerdo e arrastar - Alterar o campo de visão (por ex., visão telescópica)

Clicar na Roda (botão do meio) - Alternar o campo de visão entre 45º e o campo de visão anterior (por ex., visão telescópica)

Botão esquerdo - Seleccionar objecto

Botão esquerdo duplo clique - Centrar na selecção

Botão direito - Fazer aparecer o menu contextual

Comandos do Teclado

Navegação:

H - Seleccionar o Sol (Casa)

C - Centrar o objecto seleccionado

G - Ir para o objecto seleccionado

F - Seguir o objecto seleccionado

Y - Orbitar o objecto seleccionado a um ritmo sincronizado com a sua rotação
(órbita geoestacionária)

: - Fixar no objecto seleccionado

" - Perseguir o objecto seleccionado (a orientação é baseada na velocidade do objecto seleccionado)

T - Seguir a rota do objecto seleccionado (manter o objecto seleccionado centrado)

HOME - Aproximar do objecto

* - Olhar para trás

END - Afastar do objecto

ESC - Cancelar o movimento ou o *script*

Shift+C - Centrar/orbitar -- Centrar o objecto seleccionado sem mudar a posição do objecto de referência

Setas Direita/Esquerda - Rolar a câmara

Setas Cima/Baixo - Alterar a inclinação vertical da câmara

Shift + Setas - Orbitar o objecto

1-9 - Seleccionar planetas à volta da estrela mais próxima

Tempo:

Espaço - Parar o tempo

L - Tempo 10x mais rápido

K - Tempo 10x mais lento

J - Inverter o tempo

! - Definir o tempo para a hora actual

? - Mostrar o atraso da viagem da luz entre o observador e o objecto seleccionado

- - Subtrair o atraso da viagem da luz para a hora da simulação actual

Legendas:

= - Ligar/Desligar legendas das constelações

B - Ligar/Desligar legendas das estrelas

E - Ligar/Desligar legendas das galáxias

M - Ligar/Desligar legendas das luas

W - Ligar/Desligar legendas dos asteróides e dos cometas

N - Ligar/Desligar legendas das naves espaciais

P - Ligar/Desligar legendas dos planetas

& - Ligar/Desligar legendas das localizações

V - Alterar a quantidade de texto informativo

Opções:

I - Ligar/Desligar texturas de nuvens

U - Ligar/Desligar renderização de galáxias

O - Ligar/Desligar órbitas dos planetas

/ - Ligar/Desligar diagramas das constelações

^ - Ligar/Desligar renderização de nebulosas

% - Ligar/Desligar tabelas de cores estelares

; - Mostrar uma esfera equatorial de coordenadas baseada na Terra

[- Se a magnitude automática estiver OFF: Diminuir a magnitude (menos estrelas visíveis).
 Se a magnitude automática estiver ON: Diminuir a magnitude num campo de visão de 45°

] - Se a magnitude automática estiver OFF: Aumentar a magnitude (mais estrelas visíveis).
 Se a magnitude automática estiver ON: Aumentar a magnitude num campo de visão de 45°

{ - Diminuir a iluminação ambiente
 } - Aumentar a iluminação ambiente

(- Diminuir o brilho das galáxias independentemente do brilho das estrelas
) - Aumentar o brilho das galáxias independentemente do brilho das estrelas

, - Diminuir o campo de visão
 . - Aumentar o campo de visão

BACKSPACE - Cancelar a actual selecção

Ctrl+A - Ligar/Desligar atmosferas

Ctrl+B - Ligar/Desligar as fronteiras das constelações

Ctrl+E - Ligar/Desligar a renderização de sombras de eclipses

Ctrl+K - Ligar/Desligar os marcadores

Ctrl+L - Ligar/Desligar os mapas dos lados nocturnos dos planetas (poluição luminosa)

Ctrl+P - Marcar o objecto seleccionado

Ctrl+S - Alternar o estilo de estrelas entre pontos indistintos, pontos e discos à escala

Ctrl+T - Ligar/Desligar a renderização de caudas de cometas

Ctrl+V - Alternar entre os caminhos de renderização OpenGL suportados

Ctrl+W - Ligar/Desligar modo wireframe

Ctrl+X - Ligar/Desligar linhas anti-serrilhadas

Ctrl+Y - Ligar/Desligar magnitude automática, ou seja, a adaptação automática da visibilidade estelar ao campo de visão

r ou R - Baixar ou aumentar a resolução das texturas

+ - Alternar entre as texturas artísticas e as do limite do conhecimento nos planetas

Multipanorama:

Ctrl+R - Dividir o panorama verticalmente

Ctrl+U - Dividir o panorama horizontalmente

TAB - Alternar o panorama activo

DEL - Apagar o panorama activo

Ctrl+D - Apagar todos os panoramas excepto o activo

Comandos da nave:

F1 - Parar

F2 - Definir a velocidade para 1 km/s

F3 - Definir a velocidade para 1 000 km/s

F4 - Definir a velocidade para a velocidade da luz

F5 - Definir a velocidade para 10x a velocidade da luz

F6 - Definir a velocidade para 1 UA/s

F7 - Definir a velocidade para 1 a.l./s

A - Aumentar a velocidade

Z - Diminuir a velocidade

Q - Inverter o sentido

X - Definir a direcção do movimento para o centro do ecrã

Bloco numérico:

4 - Virar para a esquerda

6 - Virar para a direita

8 - Descer

2 - Subir

7 - Rolar à esquerda

9 - Rolar à direita

5 - Parar a rotação

Outros:

D - Correr a demonstração

F8 - Activar o *joystick*

F10 - Capturar a imagem para um ficheiro

` - Mostrar as *frames* por segundo

ENTER - Escolher um objecto escrevendo o seu nome

Ctrl+C, Ctrl+INS - Copiar a localização (campo de visão), através de um endereço que pode ser colado num *link*

Joystick

Eixo X - Virar

Eixo Y - Subir/Descer

Gatilho Esq - Rolar à esquerda

Gatilho Dir - Rolar à direita

Botão 1 - Mais devagar

Botão 2 - Mais depressa