

Modelo dinâmico do Sistema Solar em *actionscript* com controle de escalas para ensino de astronomia

(Dynamic model of the Solar System in *actionscript* with control ranges to astronomy and astrophysics teaching)

Anderson de Vechi, Alessandro Ferreira de Brito, Delma Barboza Valentim, Maria Estela Gozzi, Anderson Reginaldo Sampaio, Ronaldo Celso Viscovini¹

Departamento de Ciências, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil

Recebido em 13/1/2012; Aceito em 14/3/2013; Publicado em 28/5/2013

Neste trabalho é apresentado um *software* de simulação dinâmica do Sistema Solar, onde as escalas relativas entre as dimensões do Sol, dos planetas e suas órbitas podem ser ajustadas para melhorar a visualização e compreensão dos seus movimentos. Ele foi desenvolvido em linguagem *Actionscript* (Flash Professional[®] 8) que pode ser implementada em diferentes plataformas de *hardware*. A programação é explicada em detalhe para incentivar os que quiserem apreender a linguagem. Além de despertar um grande interesse nos alunos, esse *software* possibilita uma melhor visualização da grandeza do Sistema Solar e seus constituintes principais do que os modelos e as maquetes geralmente presentes nas escolas e livros didáticos.

Palavras-chave: Sistema Solar, planetas, simulação de órbitas planetárias.

This paper presents a dynamic software simulation of the solar system, where the relative scales between the size of the Sun, the planets and their orbits can be adjusted to improve the visibility and understanding of their movements. It was developed using *Actionscript* (Flash Professional[®] 8) that can be ported to different hardware platforms. The program is explained in detail to encourage those who want to learn the language. Besides arousing a great interest in students, this software allows a better visualization of the greatness of the Solar System and its main constituents than the models that are usually present in schools and textbooks.

Keywords: Solar System, planets, and simulation of planetary orbits.

1. Introdução

Olhar as estrelas no céu noturno e tentar explicá-las é uma das mais antigas práticas da humanidade. De observações metódicas das estrelas, do Sol, da Lua e suas posições surgiu a ciência da astronomia, e também a sua irmã astrologia. Durante séculos estas duas foram estudadas indistintamente, buscando suas correlações com eventos climáticos / meteorológicos (estações do ano), presságios de sorte ou de azar, efeitos de marés, destino de reinos e de guerras, ocorrências de eclipses, evolução de enfermidades e pestes. Astrólogos (ou astrônomos) eram financiados para estudar os astros, buscando prever suas posições celestiais e o seu significado para a humanidade [1].

Neste contexto, os mais intrigantes astros eram os planetas, com seus complexos movimento no céu. No antigo modelo cosmológico geocêntrico, a Terra imóvel no centro do universo é rodeada por astros girando em órbitas circulares, sendo este modelo perfeitamente compatível com a física dos pensadores gregos, como

Aristóteles. Entretanto, mesmo com as correções dos epiciclos de Ptolomeu, o modelo não concordava com as precisas medidas de astrônomo Tycho Brahe.

Um novo modelo heliocêntrico com órbitas elípticas foi proposto por Johannes Kepler no começo do século XVII. Este modelo se ajustava as medidas celestiais, mas discordava profundamente da física / filosofia aristotélica, que moldou o pensamento científico por quase dois milênios [2].

Em seu *Dialogo Sopra i Due Massimi Sistemi del Mondo* de 1632, Galileu Galilei apresenta uma sutil defesa do modelo heliocêntrico. Posteriormente Isaac Newton utilizou este modelo na formulação das leis da mecânica e da gravitação, que pavimentaram a física que é ensinada até hoje no Ensino Fundamental, no Ensino Médio e, em grande parte, no Ensino Superior.

Sintonizados com a estreita relação entre astronomia e as ciências físicas, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para Ciências Naturais do terceiro e quarto ciclo do Ensino Fundamental define o estudo da Terra e Universo como um dos seus quatro Eixos

¹E-mail: viscovin@gmail.com.

Temáticos [3]:

Um céu estrelado, por si só, é algo que proporciona inegável satisfação e sensação de beleza. O fascínio pelos fenômenos celestes levaram os seres humanos a especular e desenvolver idéias astronômicas desde a mais distante antiguidade. Há registros históricos dessas atividades há cerca de 7000 anos na China, na Babilônia e no Egito, para aperfeiçoar medidas de tempo e por outras razões práticas e religiosas.

A importância que tiveram as idéias bem mais recentes de Galileu e Copérnico está na percepção da Terra como um astro do universo, não o centro fixo em torno do qual este giraria. A compreensão do sistema Sol-Terra-Lua em movimento é um dos fundamentos da história das idéias e do desenvolvimento científico.

O Sistema Solar (heliocêntrico) aparece ilustrado em vários livros didáticos de ciências do ensino fundamental. Muitas escolas possuem maquetes deste sistema como recurso didático, e professores propõem a montagem destas maquetes com bolinhas de isopor. Na Fig. 1 é mostrado um modelo do Sistema Solar, encontrado num livro didático da Ref. [4] do 6º ano do ensino fundamental, e na Fig. 2 a maquete do sistema Sol-Terra-Lua de uma escola pública do Município de Goioerê (PR).

Embora esses modelos e maquetes sejam atraentes visualmente, não conseguem representar a grandiosidade e complexidade do Sistema Solar, especialmente nas relações entre os planetas e suas órbitas [5-7]. No PCN de Ciências Naturais [3] é proposta uma atividade para os alunos vivenciarem a magnitude do Sistema Solar.

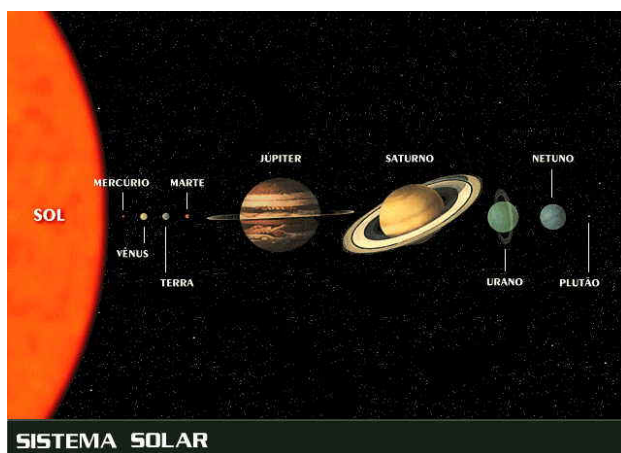


Figura 1 - Modelo do Sistema Solar apresentado no livro didático [4].

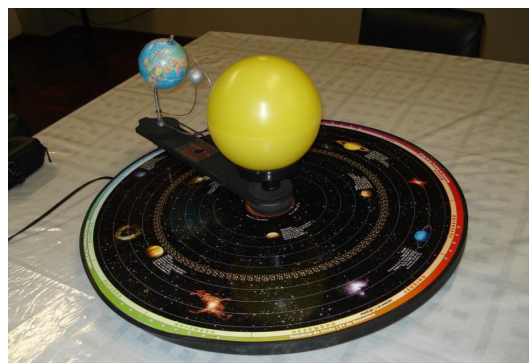


Figura 2 - Maquete do Sistema Sol-Terra-Lua do Colégio Estadual Antonio Lacerda Braga Premem II Ensino Fundamental Médio e Profissional de Goioerê Paraná.

Um molde para o modelo de Sistema Solar com tamanhos proporcionais de seus planetas e satélites e respectivas distâncias em escala auxilia a construção das imagens de dimensões astronômicas dos estudantes. Desenhar e esquematizar os modelos atuais de universo, incluindo o Sistema Solar como referência, é provavelmente o tipo de atividade mais eficaz, sendo preferível a construção de moldes próprios tridimensionais para esses modelos. Nessas construções, são importantes as estimativas de distância e a atenção para as diferentes posições aparentes de um objeto a partir de pontos de observação diferentes.

Entretanto é difícil comparar as dimensões relativas do Sistema Solar, pois os planetas são dezenas a centenas de vezes menores que o Sol e são milhares de vezes menores que as suas órbitas planetárias.

Neste trabalho é apresentado um *software* de simulação dinâmica do Sistema Solar, onde as escalas relativas entre as dimensões do Sol, dos planetas e suas órbitas podem ser ajustadas para melhorar a visualização e compreensão dos seus movimentos.

O *software* foi desenvolvido em linguagem *Actionscript* do ambiente de programação Flash Professional 8 da Micromedia®. A *Actionscript* é uma linguagem de programação orientada a objetos criada para desenvolvimento de jogos e animações, que pode ser portada para diferentes plataformas de *hardware*. Suas facilidades e potencialidades transformam-na numa excelente opção para desenvolvimento de *softwares* didáticos. A programação será explicada em detalhes para incentivar os que quiserem apreender essa interessante e promissora linguagem.

2. Sistema heliocêntrico

O Sistema Solar é formado por uma estrela central, o Sol, oito planetas, suas luas, planetas anões, asteroides e cometas. Destes constituintes os maiores e mais

massivos são Sol, com uma massa de $1,9891 \times 10^{30}$ kg (aproximadamente 99,86% da massa total do sistema) e os planetas, por isso geralmente são representados nos modelos e maquetes.

Na Tabela 1 são apresentados os diâmetros do Sol, dos planetas e a razão entre seus diâmetros [8]. Percebe-se a dificuldade de representar numa maquete o Sol e na mesma escala planetas como Mercúrio, quase 300 vezes menor.

Tabela 1 - Razão entre o diâmetro do Sol de dos planetas do Sistema Solar.

Astro	Diâmetro do astro (km)	Razão Sol/planeta
Sol	1.392.000	-
Mercúrio	4.879,4	285,3
Vênus	12.103,6	115,0
Terra	12.756,2	109,1
Marte	6.792,4	204,9
Júpiter	142.984	9,7
Saturno	120.536	11,5
Urano	51.118	27,2
Netuno	49.528	28,1

Os planetas, assim como os demais corpos do Sistema Solar, giram em torno do Sol em orbitas elípticas, onde o Sol ocupa um dos focos, mostrado na Fig. 3.

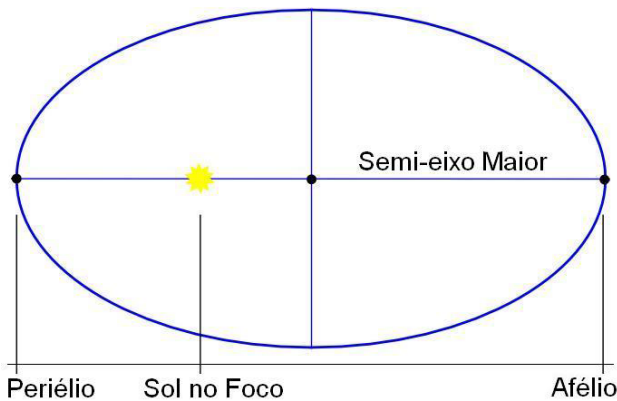


Figura 3 - Planeta girando em torno do Sol em orbita elipse.

Na Tabela 2 são apresentados os raios orbitais (o valor do semi-eixo maior) e razão entre a órbita e o diâmetro dos planetas [8]. Percebe-se a impossibilidade de representar num modelo de Sistema Solar um planeta como Netuno, cujo diâmetro é quase 100 mil vezes menor que um semi-eixo de sua órbita.

Tabela 2 - Semi-eixo maior da órbita dos planetas e razão entre este semi-eixo e o diâmetro dos planetas.

Planeta	Semi-eixo maior orbital (10^6 km)	Razão entre o semi-eixo e o planeta
Mercúrio	57,91	11.868
Vênus	108,21	8.940
Terra	149,60	11.728
Marte	227,92	33.555
Júpiter	778,57	5.445
Saturno	1.433,53	11.893
Urano	2.872,46	56.193
Netuno	4.495,06	90.758

3. Movimento elíptico

Para facilitar a análise do movimento elíptico dos planetas, utiliza-se coordenadas polares centradas no Sol. O valor do raio orbital $r(\theta)$ pode ser calculado por [9]

$$r(\theta) = \frac{a.(1 - e^2)}{1 - e.\cos\theta},$$

onde θ é o ângulo orbital, e é a excentricidade da órbita a é o valor do seu semi-eixo maior.

A velocidade angular ω pode ser calculada considerando a conservação do momento angular

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} = \sqrt{\frac{GM}{r^3}} = \frac{Cte}{r^{3/2}},$$

onde G é a constante universal da gravitação ($G = 6,674 \times 10^{-11} \text{N.m}^2/\text{kg}^2$), M é a massa do Sol [8] ($M = 1,9891 \times 10^{30}$ kg) e $Cte = \sqrt{GM}$ é uma constante para o cálculo computacional.

Para simular o movimento orbital será usado um ângulo inicial arbitrário e passos angulares discretos $\Delta\theta$, aproximado a partir da velocidade angular ω e de passos temporais discretos Δt , dados em dias

$$\Delta\theta \cong \omega.\Delta t.$$

Para posicionar na tela do computador é necessário transformar em coordenadas cartesianas

$$x(t) = r(\theta).\cos(\theta),$$

$$y(t) = r(\theta).\sen(\theta).$$

4. Programação

A linguagem escolhida para a produção desse *software* de simulação é a *Actionscript 2.0*, no ambiente de programação *Flash Profissional 8* da *Micromedia*®.

A seguir será feita descrição dos procedimentos para criação deste *software*, com o objetivo de ajudar os interessados em aprender essa importante linguagem [10].

4.1. Criando frames e objetos

Inicialmente criou-se um primeiro quadro (*Frame*) com nove círculos, usando a ferramenta *Flash Oval Tool*, para representar o Sol e os planetas, sem contornos e preenchidos com uma cor parecida com a dos astros. Com a mesma ferramenta foi criada uma circunferência de contorno espesso (20% do diâmetro) para representar os anéis de Saturno. Estes círculos e circunferência são proporcionais aos astros que representam e são mostrados na Tabela 3, com seus diâmetros (em pixels) e suas cores no formato hexadecimal #RRGGBB.

Tabela 3 - Objetos (círculos e circunferências) usados na programação.

Objeto	Diâmetro (pixels)	Cor (RRGGBB)
Sol	1392	#FFCF00
Mercurio	4.9	#E7B75F
Venus	12.1	#DFBF7F
Terra	12.7	#1F7FFF
Marte	6.8	#FFAF5F
Jupiter	143	#EFCF1F
Saturno	121	#CFAF77
SaturnoAnéis	240*	#7F7F7F
Urano	51	#97CFEF
Netuno	50	#5F7FDF

*Diâmetro mais externo dos anéis.

Esses objetos são transformados em *Movie Clips* (F8), com marcações (*Registration*) centrais, com os nomes: Sol_mc, Mercurio_mc, Venus_mc, Terra_mc, Marte_mc, Jupiter_mc, Saturno_mc, SaturnoAnéis_mc, Urano_mc, Netuno_mc.

Também são inseridas no *Frame*, usando o *Text Tools*, duas caixas de textos nominadas Titulo e Tutorial com a descrição do *software* e instruções de uso. Por fim é inserido, a partir das *Common Librarie*, botão intitulado Iniciar. O primeiro *Frame* e seus objetos são mostrados na Fig. 4.

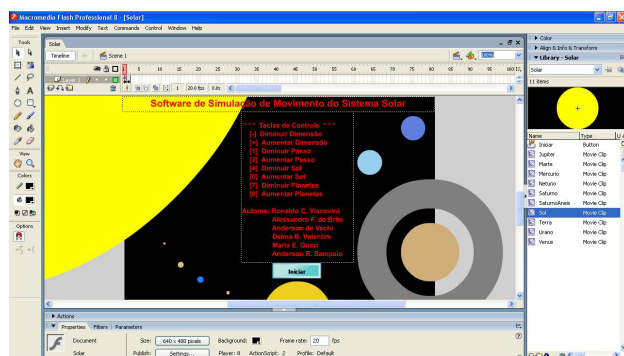


Figura 4 - Primeiro *Frame* e seus objetos do *Software* no Micro-media Flash Profissional 8.

Como o Sol e os planetas estão na mesma escala (1.000 km/pixel) já é possível para visualizar a relação entre o tamanho destes astros na página inicial.

Um segundo *Frame* é criado, copiando o primeiro (F5). Neste *Frame* é apagado (deletado) o texto Tutorial e o botão Iniciar e é ativada a movimentação através do *onClipEvent (enterFrame)*.

4.2. Inserindo códigos *Actionscript*

Para executar o *software* é preciso inserir códigos (F9) de programação em linguagem *Actionscript 2.0*. Cópias do *software* podem ser solicitadas diretamente no e-mail do autor, viscovin@gmail.com.

5. Resultados

Nas Figs. 5, 6 e 7 são apresentadas imagens geradas pelo *software* com diferentes escalas de janela, Sol e

planetas.

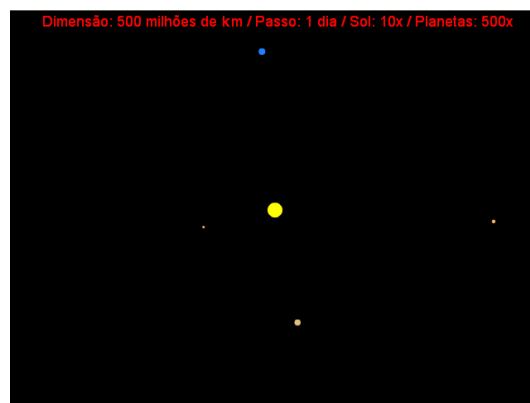


Figura 5 - Janela de 500 milhões de km, com o Sol ampliado 10x e os quatro planetas rochosos amplificados 500x.

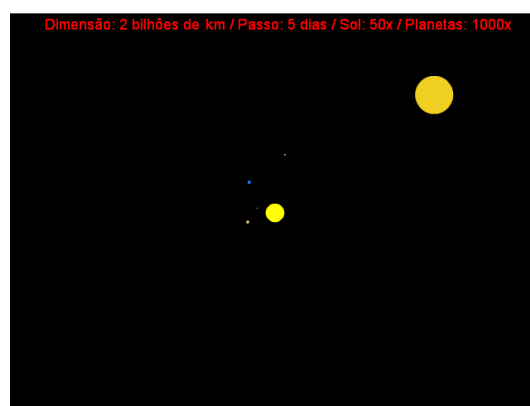


Figura 6 - Janela de 2 bilhões de km, com o Sol ampliado 50x e os cinco primeiros planetas amplificados 1000x.

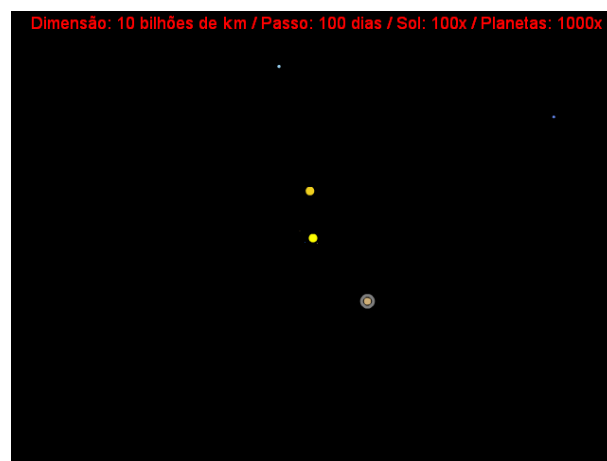


Figura 7 - Janela de 10 bilhões de km, com o Sol ampliado 100x e os quatro planetas gasosos amplificados 1000x.

Os modelos estelares prevêem que o Sol devesse expandir-se mais de 100x daqui a 5 bilhões de anos, tornando-se uma estrela gigante vermelha. Na Fig. 8 apresentada uma simulação do planeta Mercúrio (no periélio) sendo “engolido” pelo Sol expandido 100x.

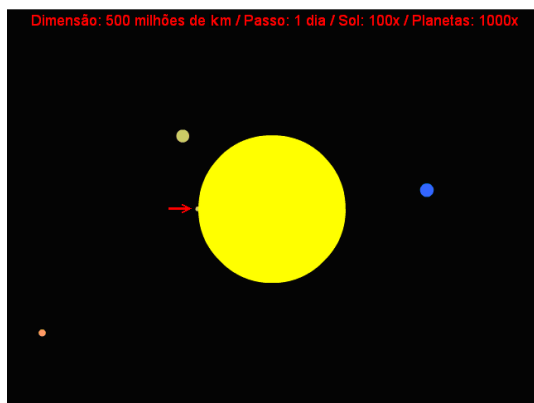


Figura 8 - A seta mostra o planeta Mercúrio (ampliado 1000x) sendo “engolido” pelo Sol quando se expandir 100x, daqui uns 5 bilhões de anos.

Esse *software* foi aplicado em aulas de astrofísica do curso de Licenciatura Plena em Ciências da Universidade estadual de Maringá (UEM). Inicialmente utilizou-se um projetor multimídia numa aula expositiva, e posteriormente os acadêmicos puderam testar o *software* no Laboratório de Informática do Campus Regional de Goioerê (CRG). Alguns acadêmicos desse curso aplicaram esse *software* nas suas atividades de Estágio Supervisionadas em escolas do Ensino Fundamental do Município de Goioerê (PR).

Nas aulas em que foi utilizado esse *software* os acadêmicos/alunos demonstraram um grande interesse pela simulação do Sistema Solar e ficaram admirados pela grandeza deste em comparação com o tamanho do planeta Terra.

6. Conclusões

O *software* apresentado neste trabalho possibilita uma melhor visualização da grandeza do Sistema Solar e seus constituintes principais, em comparação com os modelos e maquetes geralmente presentes nas escolas e livros didáticos. Além disso, ele desperta um grande interesse nos alunos, seja pelo seu visual dinâmico, seja pela sua facilidade de ajustar as escalas Sistema / Sol / planetas.

Referências

- [1] J.M.F. Bassalo, *Nascimentos da Física: 3500a.C. - 1900a.D.* (EDUFPA, Belém, 1996).
- [2] F. Damásio, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **33**, 3602 (2011).
- [3] Brasil, Secretaria de Educação Média e Tecnologia, *Parâmetros Curriculares Nacionais: Terceiro e Quarto Ciclos do Ensino Fundamental - Ciências Naturais* (MEC/SEMTEC, Brasília, 1998).
- [4] C.Barros e W.Paulino, *Ciências, O Meio Ambiente - 5ª série* (Editora Ática, São Paulo, 2004) 244 p.
- [5] R. Langhi e R. Nardi, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **24**, 87 (2007).
- [6] J.B.G. Canalle e I.A.G. Oliveira, *Caderno Catarinense de Ensino de Física* **11**, 141 (1994).
- [7] J.B.G. Canalle, *Caderno Catarinense de Ensino de Física* **11**, 27 (1994).
- [8] NASA, Lunar and Planetary Science in <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary>, acesso em 1/11/2011.
- [9] M.F. Ferreira da Silva, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **33**, 3315 (2011).
- [10] F. Manzi, *Flash 8 Professional: Criando Além da Animação* (Érica, São Paulo, 2005).