

Uso de simulações computacionais na interpretação do movimento da Lua e de outros corpos à volta da Terra

J. J. Teixeira¹, A. A. Soares^{2,3,4}



¹Agrupamento de Escolas Fernão de Magalhães, 5400-285 Chaves, Portugal

²Dep. de Física - ECT/UTAD, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal

³Ciener-INEGI/UTAD, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal

⁴LabDCT/CIDTFF, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal

jjsteixeira@gmail.com, asoares@utad.pt



Resumo

São apresentados os resultados de um estudo sobre a interpretação do movimento de um corpo à volta da Terra. O estudo baseia-se num questionário aplicado a professores do ensino secundário e na análise de manuais de Física. Com este trabalho procurou-se encontrar relações entre as respostas ao questionário e a forma como os manuais abordam este assunto. Identificou-se uma dificuldade sistemática relativamente à previsão das trajetórias dos corpos que se movimentam à volta da Terra quando o valor da velocidade destes sofre uma pequena alteração. Como estratégia para ultrapassar esta dificuldade é sugerido o uso de simulações computacionais.

Introdução

As órbitas de um satélite dentro do campo gravítico produzido por um planeta podem ser de três tipos: parabólica, elíptica ou hiperbólica. A órbita circular é um caso particular da órbita elíptica. O tipo de órbita é determinado pela energia mecânica: se a energia mecânica é positiva a órbita é hiperbólica; se a energia mecânica é nula, a órbita é parabólica e se a energia é negativa, a órbita é elíptica [1].

A figura 1 mostra as trajetórias de um satélite lançado da Terra após alcançar a sua altura máxima, h , e receber um impulso final, no ponto A, que lhe confere a velocidade horizontal v_0 . O centro da Terra é um dos focos da trajetória. Para se obter uma órbita parabólica a velocidade do satélite teria de ser igual à velocidade de escape (energia mecânica nula). Para velocidades inferiores a órbita será elíptica e no caso particular da órbita circular a velocidade tem de conferir uma energia cinética que é exatamente igual a metade do valor absoluto da energia potencial.

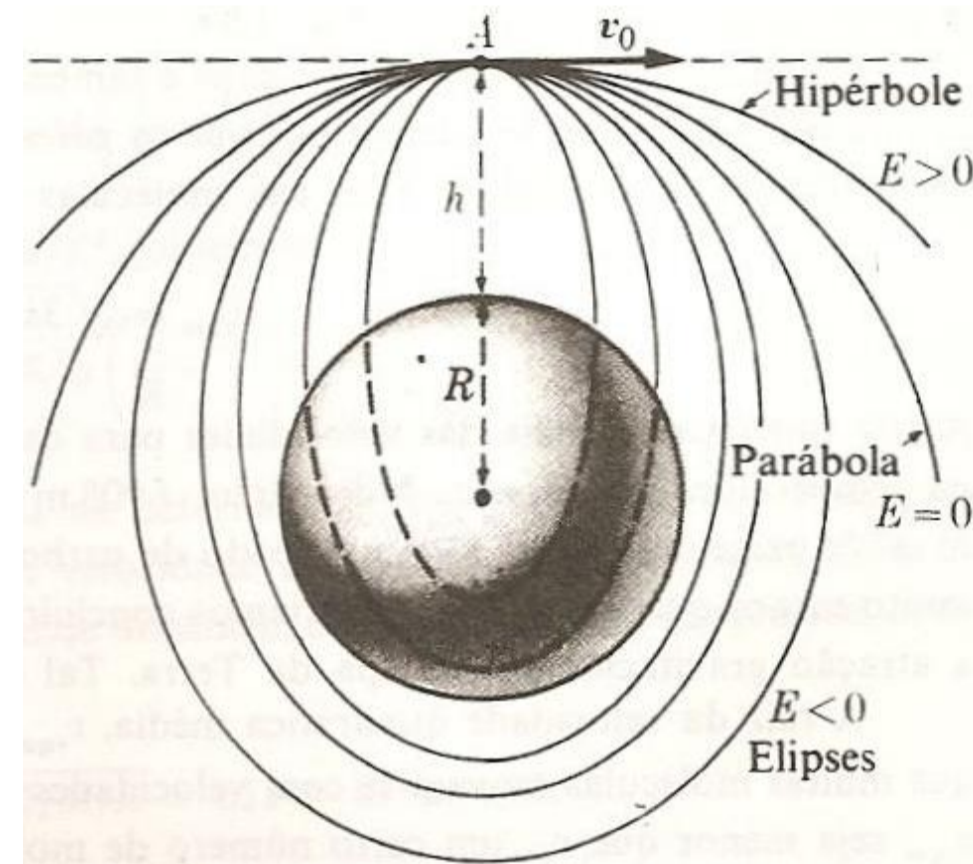


Figura 1. Alonso, M. & Finn, E. J. (1972). "Trajetórias de uma partícula lançada horizontalmente de uma altura h acima da superfície da Terra, com velocidade v_0 ". Física: um curso universitário, 403. São Paulo: Edgard Blücher.

Se a energia cinética for muito baixa, a órbita elíptica intercepta a Terra e o satélite colide. O mesmo raciocínio pode ser aplicado ao sistema Terra-Lua. A Lua apresenta uma trajetória parabólica de excentricidade baixa ($\approx 0,055$) e uma velocidade orbital média de $\approx 1,0$ km/s. A velocidade de escape da Lua relativamente ao campo gravítico terrestre é 1,4 km/s e a partir da expressão da velocidade no afélio deduzida por [2] verifica-se que se a velocidade no afélio se reduz, aproximadamente, em 20% o periélio diminui cerca de 50%.

Neste contexto, o principal objetivo deste trabalho consiste em verificar se os professores, do ensino secundário, preveem corretamente a trajetória de corpos que se movimentam à volta da terra em órbitas de excentricidade nula ou baixa, quando o valor da velocidade do corpo sofre uma pequena alteração.

Metodologia

Para a consecução do objetivo proposto foi aplicado um questionário a 30 professores do ensino secundário. O tempo de serviço de 87% dos professores está compreendido entre os 16 e os 30 anos, as habilitações académicas variam desde a licenciatura (67%) até ao doutoramento e a experiência profissional, nos últimos 10 anos, no ensino da Física nos 10.º, 11.º e 12.º anos é de 3,1, 2,6 e 0,2 anos, respetivamente.

As respostas aos questionários foram comparadas com a forma como os manuais mais consultados por estes professores abordam este assunto.

Para os professores verificarem se a sua previsão estaria correta criou-se uma simulação no *Modellus* onde se pode observar a trajetória da Lua quando o valor da velocidade desta sofre alterações (figura 2)

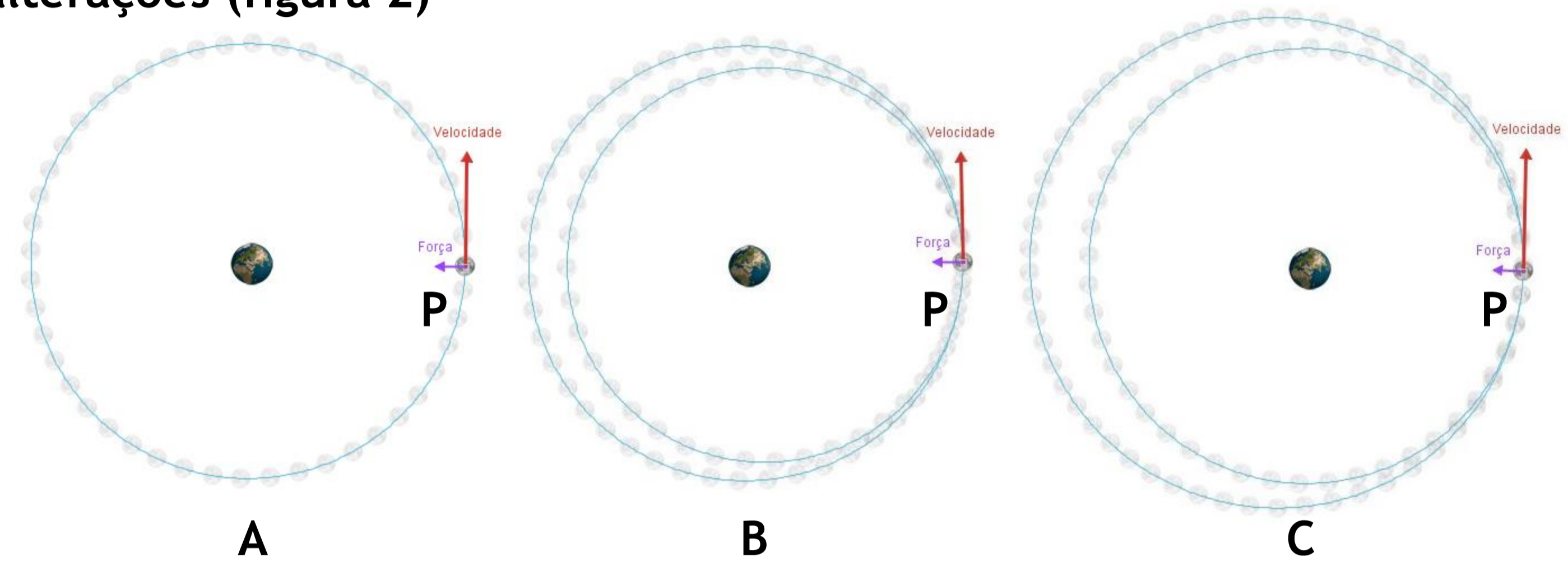
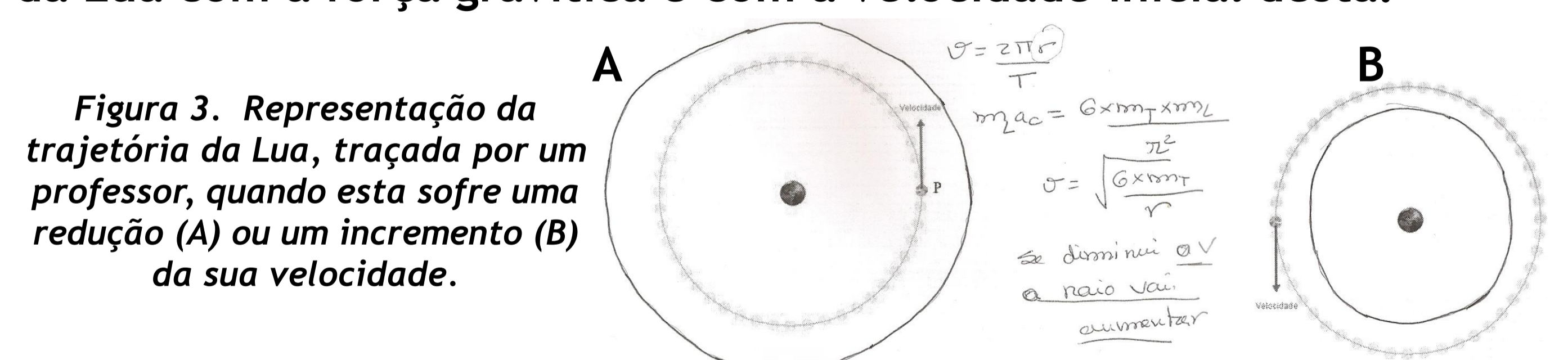


Figura 2. A - Órbita normal da Lua; B - Órbita normal da Lua e órbita da Lua quando a velocidade desta sofre uma diminuição de 5% (elipse interna); C - Órbita normal da Lua e órbita da Lua quando a velocidade desta sofre um incremento de 5% (elipse externa).

Resultados

Nenhum professor representou corretamente a trajetória da Lua quando esta sofre incrementos ou reduções "instantâneas" da sua velocidade em 5%. Apenas em 20% das respostas é que a órbita interna corresponde à velocidade mais baixa e a externa à mais elevada. As órbitas são sempre circulares e em 73% das respostas a órbita interna corresponde à velocidade mais elevada (figura 3). Não representaram qualquer trajetória 7% dos professores. Somente 20% dos professores iniciaram o traçado da trajetória no ponto P. Menos de metade dos professores (47%) relacionaram a trajetória da Lua com a força gravítica e com a velocidade inicial desta.



Os manuais do 11.º ano mais consultados pelos professores explicitam que a velocidade adequada da Lua, em combinação com a força gravítica, determina a sua órbita elíptica. Dois manuais do 12.º ano explicam o lançamento e as trajetórias de satélites na rubrica "Física em ação" que se encontra no final de cada capítulo. Um terceiro manual propõe apenas, numa questão, a procura de uma simulação que permita visualizar o tipo de trajetórias.

Conclusões e sugestões

Os professores têm grandes dificuldades na previsão das trajetórias dos corpos que se movimentam à volta da Terra quando o valor da velocidade destes sofre pequenas alterações.

Alguns manuais do 12.º ano explicam as trajetórias dos satélites em rubricas que são pouco abordadas pela maioria dos professores.

Sugere-se que, para uma melhor compreensão, os professores usem simulações para visualizarem o tipo de trajetória possível de acordo com a velocidade inicial comunicada ao corpo.