

## CÁLCULO NUMÉRICO NA SIMULAÇÃO DO PÊNDULO SIMPLES RÍGIDO

Gustavo Steinmetz \*

Ian Jordy Lopez Diaz \*\*

O problema do pêndulo rígido foi trabalhado dentro do projeto de iniciação acadêmica no decorrer do ano de 2011, sendo o título do projeto: Utilização de ferramentas computacionais na solução de problemas de Física e Matemática. O pêndulo rígido é constituído de uma haste de massa desprezível que em uma das extremidades é presa a um eixo fixo, enquanto que na outra ponta da haste é preso um corpo com determinada massa. Este corpo tem apenas um grau de liberdade angular, podendo girar entorno do eixo mas conservando sempre a mesma distância dele. O pêndulo rígido simples está sujeito apenas a um campo de força gravitacional homogêneo enquanto para o pêndulo rígido amortecido, além da gravidade, ainda consideramos um campo de força de atrito proporcional à velocidade. Neste trabalho, apresentamos a análise numérica dos problemas do pêndulo rígido simples e do pêndulo rígido amortecido usando o método de Euler para resolver as equações diferenciais. A solução numérica é comparada à solução analítica aproximada que normalmente é apresentada nos livros texto de física do ensino médio e nos primeiros módulos de física de cursos universitários. A solução numérica concorda satisfatoriamente com o caso particular ao qual a aproximação analítica se aplica, ou seja, para oscilação em pequenos ângulos. Porém, à medida que os ângulos aumentam, fica evidente uma diferença de resultados entre os dois métodos, sendo que, ao contrário da previsão da aproximação de pequenos ângulos, para a qual o pêndulo apresenta um período que independe das condições iniciais (posição e velocidade), é possível identificar e caracterizar a dependência entre o período e a amplitude de oscilação do pêndulo através do método empregado neste trabalho. Outro aspecto importante deste trabalho é a análise da dinâmica do pêndulo rígido simples como análogo mecânico de um sistema termodinâmico que exhibe uma transição de fase. No caso do pêndulo, há um ponto crítico no espaço das condições iniciais que separa dois comportamentos distintos do sistema: um para o qual o pêndulo apresenta um movimento oscilatório e outro para o qual o movimento passa a ser de rotação sempre num mesmo sentido.

**Palavras-chave:** pêndulo simples rígido; equações diferenciais ordinárias; cálculo numérico; transição de fase.

---

\* Estudante de Licenciatura em Ciências: Biologia, Física e Química, Universidade Federal da Fronteira Sul. [gustavosteinmetz@hotmail.com](mailto:gustavosteinmetz@hotmail.com)

\*\* Professor Mestre em Física, Grupo de Métodos Numéricos e Modelagem Computacional – UFFS, [ian.diaz@uffs.edu.br](mailto:ian.diaz@uffs.edu.br).