

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Um Estudo sobre Equações Diferenciais Ordinárias Aplicadas aos Universos de Friedmann

Luis Guilherme I. Gagliardi¹

Departamento de Física, Química e Matemática, UFSCar, Sorocaba, SP

Graciele P. Silveira²

Departamento de Física, Química e Matemática, UFSCar, Sorocaba, SP

Raphael de Oliveira Garcia³

Departamento de Ciências Atuariais, UNIFESP, Osasco, SP

Questões relacionadas ao universo em que vivemos sempre intrigou a humanidade e, atualmente, as ciências ainda não tem uma resposta definitiva com relação a forma do universo. Entretanto, resultados importantes são obtidos de modelos padrão da cosmologia moderna que advém de modificações dos modelos clássicos de Friedmann.

A modelagem matemática dos modelos de universos de Friedmann é descrita por uma taxa de variação relativa a um fator de escala chamado *parâmetro de Hubble* - $R(t)$, o qual descreve as mudanças de distâncias em cosmologia [3]. A equação clássica de Friedmann é descrita por

$$\left(\frac{dR}{dt}\right)^2 - \frac{H_0^2 \Omega_0}{R} = -H_0^2 (\Omega_0 - 1), \quad (1)$$

em que $R = R(t)$ é o fator de escala, $H_0 = \dot{R}/R(t = t_0)$ é a taxa de variação de R relativa à $R(t = t_0)$, t_0 é a idade de um determinado modelo de universo definido por $\Omega_0 = \rho_0/\rho_{c0}$, ρ_0 é a densidade de massa do modelo, $\rho_{c0} = 3H_0^2/8\pi G$ é a densidade crítica determinada pelo modelo plano e G é a constante gravitacional. Por convenção, $R(t_0) = 1$ para qualquer valor de Ω_0 e para cada valor de Ω_0 tem-se um tipo de universo obtido através da resolução da equação (1).

Ao analisar a variação do parâmetro Ω_0 , três tipos de universos são possíveis: modelo plano ou crítico, quando $\Omega_0 = 1$; modelo fechado, quando $\Omega_0 > 1$ e modelo aberto, quando $\Omega_0 < 1$. Assim, neste trabalho estudou-se técnicas analíticas de resolução de equações diferenciais ordinárias [1], métodos do tipo Runge-Kutta [2] - a saber métodos de Euler, Euler Modificado e Runge-Kutta Clássico - e método de Adam-Bashforth, com o intuito de produzir cenários de universos. Quando possível, soluções analíticas e numéricas serão obtidas com a intenção de testar a implementação computacional. Atualmente, o trabalho encontra-se na fase de implementação computacional.

¹luisuba@hotmail.com

²gracimat@gmail.com

³raphaelgarcia.unifesp@gmail.com

Agradecimentos

O primeiro autor agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de Iniciação Científica do PIBIC.

Referências

- [1] W. E. Boyce e R. C. DiPrima. *Equações Diferenciais Elementares e Problemas de Valores de Contorno*. LTC, Rio de Janeiro, 2010.
- [2] M. A. G. Ruggiero e V. L. Lopes. *Cálculo Numérico. Aspectos Teóricos e Computacionais*. Makron Books, São Paulo, 1996.
- [3] A. Viglioni e D. Soares, Observações sobre as soluções clássicas da equação de Friedmann, *Rev. Bras. Ensino Fís.*, 2011. DOI: 10.1590/S1806-11172011000400023.