

# Relatividade Total e o Teorema Cosmológico Cíclico

**Pereyra, P.H.**

*pereyraph.com*

## **RESUMO**

É estabelecido o Teorema Cosmológico Cíclico com base na Relatividade Total e a conservação total da energia da Natureza, utilizando as consequências testáveis do princípio cosmológico de isotropia e homogeneidade e incorporando uma nova consequência testável, a do desvio de luz para o vermelho temporal em grande escala (redshift).

De início consideramos para a formulação do teorema cosmológico o princípio cosmológico e suas consequências testáveis, duas já conhecidas que são **isotropia e homogeneidade do universo observado**. Acrescentamos aqui mais uma que também constitui uma consequência testável, que é:

**3ª Consequência Testável do Princípio Cosmológico: o desvio de luz para o vermelho (redshift) que ocorre em grande escala no universo observado devido à expansão, é também um desvio de luz temporal.**

Utilizamos aqui a métrica FRW que considera homogeneidade, isotropia, posição do observador em repouso e raio do universo observado, com a aplicação da 3ª consequência testável do princípio cosmológico redshift que implica que o observador deve obrigatoriamente verificar o desvio na frequência de luz neste sistema de coordenadas no tempo próprio, já que a expansão do espaço (redshift cosmológico) altera o funcionamento dos relógios, com potencial dado pelo fator de escala

$$\Delta\tau = A(t)^{1/2}\Delta t \Rightarrow \frac{1}{\Delta t} = A(t)^{1/2} \frac{1}{\Delta\tau} \Rightarrow f = f_0 A(t)^{1/2} \quad (1)$$

com  $f_0$  a frequência na fonte e  $f$  a frequência do observador, e se verifica uma redução ou aumento na frequência de luz (redshift ou blueshift). Logo a métrica utilizada, veremos adiante, deve ser obrigatoriamente

$$ds^2 = A(t)\left(dt^2 - \frac{dr^2}{1-kr^2} - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin^2(\theta) d\phi^2 + d\eta^2\right) \quad (2)$$

ou seja, o Teorema Cosmológico Cíclico apresentado é um problema de dimensão 5. **Qualquer métrica cosmológica que não considere o redshift temporal está equivocada.**  $k$  é a constante de curvatura que também representa o inverso do quadrado do raio do universo observado.

Para encontrar o fator de escala  $A(t)$  utilizamos as equações da Relatividade Total, que consideram a distribuição e conservação da energia total da Natureza em todas as suas dimensões possíveis com distribuições de energia  $T_{\mu\nu}$  realistas, aqui considerada como uma distribuição de larga escala que resulta em um fluido perfeito isotrópico com  $T_r^r = T_\theta^\theta = T_\phi^\phi$ , e homogêneo dependente na variável tempo  $t$  apenas, onde a relação entre densidade e pressão é obrigatoriamente  $\rho = 3p$ . As equações são

$$P_{\mu\nu} = R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} = \omega Q_{\mu\nu} = \begin{cases} \omega T_{\mu\nu} & (\mu, \nu = 1 \dots 4) \\ 0 & (\mu, \nu > 4) \end{cases} \quad (3)$$

Resolvendo (3) acrescentando dimensões em (2) obtemos um problema de dimensão 5, já que o uso de dimensões superiores gera fatores de escala  $A(t)$  cíclicos imaginários ou negativos, fato testado até dimensão 12, o que leva a concluir que podem existir dimensões superiores a 5 representativas e realistas para a distribuição de energia em larga escala proposta em  $T_{\mu\nu}$ , mas o problema em dimensão 5 (tensão do meio material [2]) por se tratar de uma solução plausível, representa uma distribuição de energia  $T_{\mu\nu}$  realista que de fato se manifesta na Natureza servindo como Teorema Cosmológico, pelas premissas consideradas, sem anular possíveis soluções realistas mais detalhadas em dimensões superiores se existirem que deverão ser obrigatoriamente cíclicas, ou seja, o possível aumento de número de dimensões do problema gera mais detalhamento mas deve manter as características de soluções em dimensões menores. A solução encontrada por (3) para (2) é

$$A(t) = \sqrt{C1^2 + C2^2} + C1 \sin(2\sqrt{k}t) + C2 \cos(2\sqrt{k}t) \quad (4)$$

onde  $C1$  e  $C2$  são constantes de integração de ajustes observacionais. Descartamos o caso  $k = 0$  por resultar em um fator de escala  $A(t)$

constante e uma métrica Riemann flat sem distribuição de energia. Também descartamos o caso  $k = -1$  por resultar em uma distribuição de densidade de energia negativa. Assim o único caso possível é  $k = 1$  que corresponde a uma distribuição de fluido já caracterizada e uma métrica de curvatura positiva, onde por Tolman [7] equivale ao inverso do quadrado do raio do universo observado  $R_0$ , obtendo para (2) e (4) respectivamente

$$ds^2 = A(t)\left(dt^2 - \frac{dr^2}{1 - \frac{r^2}{R_0^2}} - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin^2(\theta) d\phi^2 + d\eta^2\right) \quad (5)$$

e

$$A(t) = \sqrt{C1^2 + C2^2} + C1 \sin\left(2 \frac{t}{R_0}\right) + C2 \cos\left(2 \frac{t}{R_0}\right) \quad (6)$$

Para observar de forma qualitativa graficamente o comportamento da função potencial  $A(t)$  e sua distribuição de energia  $T_{\mu\nu}$ , consideramos por simplicidade as constantes de integração observacionais como unitárias  $C1 = 1$ ,  $C2 = 1$  e  $R_0 = 1$ , obtendo para (6)

$$A(t) = \sqrt{2} + \sin(2t) + \cos(2t) \quad (7)$$

e por simplicidade para  $Q_\mu^\nu = T_\mu^\nu$  com  $\omega = 1$  uma constante de dimensionalidade, (3) resulta em

$$Q_t^t = \frac{6(\cos(2t)^2 + \cos(2t)\sqrt{2} + \sin(2t)^2 + \sin(2t)\sqrt{2} + 1)}{(\sqrt{2} + \sin(2t) + \cos(2t))^3}$$

$$Q_r^r = -\frac{2(3\cos(2t)^2 + \cos(2t)\sqrt{2} + 3\sin(2t)^2 + \sin(2t)\sqrt{2} - 1)}{(\sqrt{2} + \sin(2t) + \cos(2t))^3} \quad (8)$$

$$Q_\theta^\theta = -\frac{2(3\cos(2t)^2 + \cos(2t)\sqrt{2} + 3\sin(2t)^2 + \sin(2t)\sqrt{2} - 1)}{(\sqrt{2} + \sin(2t) + \cos(2t))^3}$$

$$Q_\phi^\phi = -\frac{2(3\cos(2t)^2 + \cos(2t)\sqrt{2} + 3\sin(2t)^2 + \sin(2t)\sqrt{2} - 1)}{(\sqrt{2} + \sin(2t) + \cos(2t))^3}$$

onde  $Q_t^t = \rho$  é a densidade de energia e  $Q_r^r = Q_\theta^\theta = Q_\phi^\phi = -p$  as componentes de pressão onde simplificando (8) vale  $\rho = 3p$ .

O gráfico para (7) corresponde a um fator de escala  $A(t)$  cíclico dado por

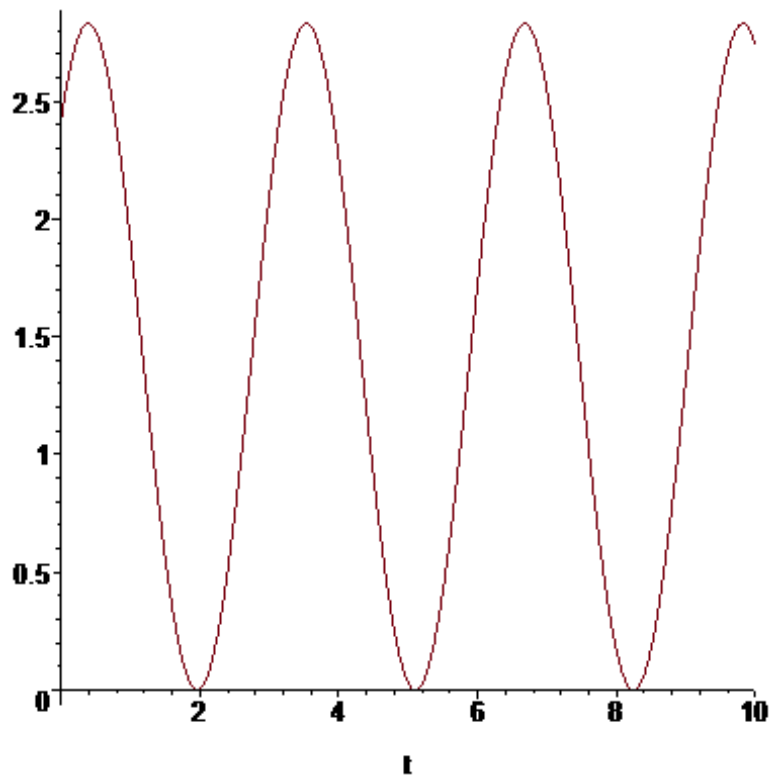


Fig.1

onde percebemos que existe um potencial máximo não infinito e um potencial mínimo diferente de zero, já que (7) possui zeros em valores de  $t$  irracionais, mais especificamente o primeiro zero em  $t = \frac{5\pi}{8}$ , o que

implica que a variável tempo não pode ser contínua e não assume valores irracionais pois assumiria infinitos valores antes do número irracional e o tempo pararia, logo o tempo assume valores discretos. Este fato impede que o fator de escala potencial  $A(t)$  assumira valor zero e degenera a métrica. Portanto as dimensões da Natureza transcendem o conceito de tempo e sempre estão, bem como a distribuição de energia  $T_{\mu\nu}$  implicada pelo princípio conservativo [1].

O gráfico para (8) na componente  $Q_t^t = \rho$  corresponde a uma densidade de energia cíclica dado por

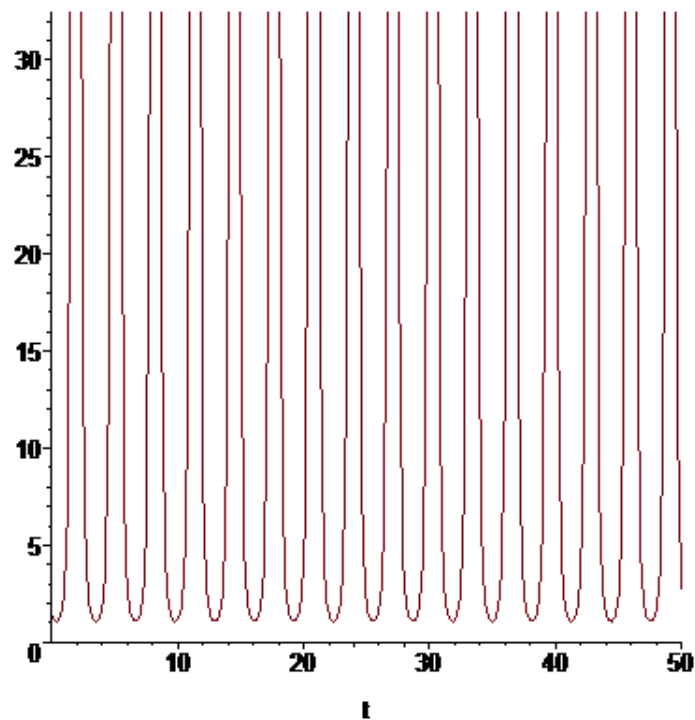


Fig.2

e componentes  $-Q_r^r = -Q_\theta^\theta = -Q_\phi^\phi = p$  uma pressão cíclica dado por

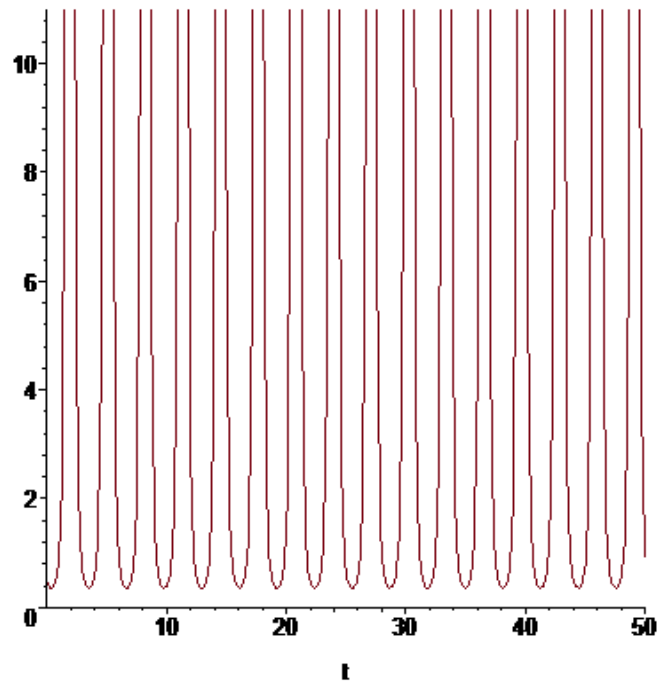


Fig.3

Observamos que tanto a densidade  $\rho$  como a pressão  $p$  da distribuição possuem um valor mínimo não zero e um valor máximo que não constitui um infinito com saltos discretos na variável tempo, pois o denominador de (8) possui zeros em valores de  $t$  irracionais, mais especificamente o primeiro zero em  $t = \frac{5\pi}{8}$ , o que implica que **a variável tempo não pode ser contínua e não assume valores irracionais pois assumiria infinitos valores antes do número irracional e o tempo pararia, logo o tempo assume valores discretos**. Este fato impede que tanto a densidade  $\rho$  como a pressão  $p$  assumam valor infinito e degenerem a distribuição. **Portanto a distribuição de energia  $T_{\mu\nu}$  é sempre bem definida implicada pelo princípio conservativo [1]**.

No gráfico conjunto vemos que um máximo de potencial  $A(t)$  (azul) corresponde a um mínimo de densidade de energia  $\rho$  (vermelho) e pressão  $p$  (verde), e vice versa

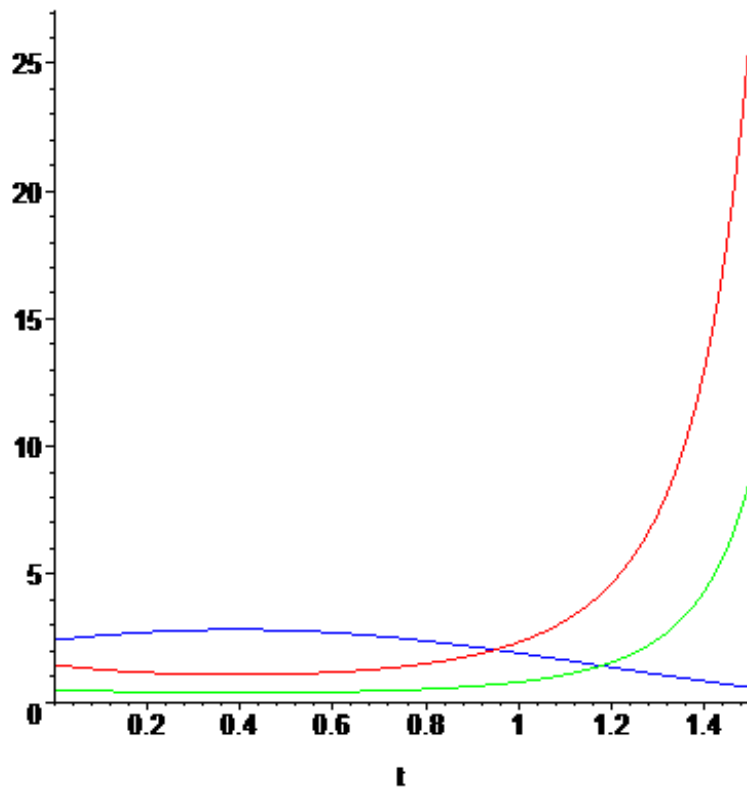


Fig.4

Por (1) e (7) vemos que o fator de escala  $A(t)$  implica em uma fase de expansão correspondente ao redshift e também deve apresentar uma fase de contração correspondente ao blueshift, distribuição de energia cíclica.

Fica então delineado e estabelecido o Teorema Cosmológico Cíclico fundamentado em premissas consistentes e insubstituíveis, que são as 3 consequências testáveis do Princípio Cosmológico tanto na métrica, com posição do observador não preferencial (universo sem centro preferencial), quanto na distribuição de energia, e a conservação da energia total da Natureza representada pela Relatividade Total com o princípio conservativo que preserva a não degeneração da métrica  $g_{\mu\nu}$  e da distribuição de energia  $T_{\mu\nu}$ .



Podemos dizer que o universo observado em larga escala é um fluido perfeito em ciclos de expansão (redshift) e contração (blueshift) bem definidos e em todas as dimensões que compõe a Natureza. E tendo em vista que o presente resultado se trata de um Teorema, estudos mais detalhados devem levar em consideração unicamente a Cosmologia Cíclica.

#### Referencias

[1] <http://vixra.org/abs/1901.0345>

[2] <http://vixra.org/abs/1902.0252>

[3] <http://vixra.org/abs/1812.0442>

[4] <http://vixra.org/abs/1812.0082>

[5] <http://vixra.org/abs/1811.0340>

[6] <http://vixra.org/abs/1810.0470>

[7] Tolman, Richard C. , Relativity Thermodynamics and Cosmology