



# Fundamentos de Astrobiologia – AST 416-3

## 3º Trimestre - 2018

### Prof. Carlos Alexandre Wuensche

---

## Notas de Aula - 2

A Cosmologia e a Astrofísica das primeiras épocas do Universo definem as condições para o aparecimento da química da vida. Algumas das condições cosmológicas para um Universo “biofílico” são:

- Expansão do Universo não ser muito lenta (o que favoreceria a aglomeração rápida de matéria, privilegiando o aparecimento de buracos negros em detrimento de estruturas organizadas) ou muito rápida (não dando tempo da gravidade atuar para formar estruturas)
- Constantes universais da física serem, de fato, constantes ao longo da história do Universo
- O ciclo de reações nucleares no interior de estrelas de qualquer massa é capaz de, ao final de sua vida, produzir ao menos carbono.

O modelo de Universo com o qual a grande maioria da comunidade trabalha é o chamado **Modelo Cosmológico Padrão (MCP)**, que descreve um Universo com ~ 14 bilhões de anos, composto por ~ 4,9% de bárions, ~ 26,2% de matéria escura e ~ 68,9% de energia escura. Neutrinos e fótons contribuem com uma fração residual da ordem de  $10^{-5}$  %.

A teoria de gravitação que dá suporte ao **MCP** é a Teoria Geral da Relatividade e a descrição geométrica do Universo é feita através da Métrica de Robertson-Walker. O MCP é um dos vários modelos cosmológicos existentes, sendo o mais aceito em função da concordância de suas previsões com observações que o descrevem em grande escala:

- a expansão do Universo e sua aceleração “recente”,
- as previsões da nucleossíntese primordial, e
- a existência da Radiação Cósmica de Fundo em Microondas (em inglês, CMBR)

As considerações Galácticas relevantes à Astrobiologia são as seguintes:

- As condições iniciais no Universo, nas galáxias e nos processos de evolução estelar espalharam os tijolos necessários para a formação da vida como a conhecemos
- Ambientes adequados devem produzir estrelas com  $0,1 < M_{\text{Sol}} < 3$ , com metalicidade suficiente para produzir planetas e com estabilidade suficiente, devido ao ciclo de reações nucleares, para ser uma boa fonte de energia por alguns bilhões de anos
- Ambientes adequados devem conter a proporção necessária e suficiente de elementos químicos relevantes e ausência (ou escassez) de eventos catastróficos como supernovas Tipo II ou órbitas instáveis devido à presença próxima de buracos negros supermassivos.

- Ambientes adequados devem manter as condições do item acima durante, pelo menos, ~ 1 bilhão de anos

Os grandes ciclos astrofísicos, representados na figura abaixo, podem ser analisados à luz da hipótese de um “Universo biofílico.” Há uma sequência temporal (não muito bem definida na figura abaixo) em que, após o BIG BANG, ocorre a formação das primeiras estrelas, que não aparece explicitamente no quadro abaixo. A teia cósmica (“cosmic web”) já considera que as perturbações de matéria evoluíram para formar estrelas, galáxias e estas se juntaram gravitacionalmente para formar a teia, o que só ocorre após alguns bilhões de anos.

O ciclo de enriquecimento químico acontece quando a formação estelar ativa ocorre em galáxias com gás e poeira (“dusty galaxies”). O processo de formação estelar pode ser mais tranquilo, como a Via Láctea, com uma taxa de formação de 3  $M_{\text{Sol}}$ /ano, ou extremamente ativo com nas chamadas “starburst galaxies”, com taxas formação da ordem de 100  $M_{\text{Sol}}$ /ano. A formação estelar implica na produção de elementos necessários ao enriquecimento químico cósmico e, conseqüentemente, ao aparecimento dos chamados “tijolos da vida” (lado direito da figura). Estrelas de vida longa (baixa massa) e planetas rochosos formam o sistema necessário e suficiente para o aparecimento de vida como a conhecemos – lado direito e parte inferior, azul, da figura.

Note que os elementos que formam a tabela periódica, produzidos durante o processo de evolução estelar, voltam ao meio interestelar para juntar-se à poeira e gás que são a matéria prima para a geração subsequente de estrelas. Como sugestão de estudo, procure identificar as características físicas do componente de cada uma das caixas abaixo (massa, tempo de vida, composição química, etc.). Isso certamente ajudará a que as setas de fluxo de informação façam sentido nesse ciclo cosmológico.

