

# MISTÉRIOS DO UNIVERSO

Natália Palivanas

16 de Dezembro de 2016

O objetivo desta Sessão Astronomia é mostrar que todo o conhecimento que agregamos até hoje, tanto pessoal quanto científico, tem origem em algum questionamento. Aqui veremos alguns dos mais populares questionamentos da astronomia atual, e quais as dificuldades para respondê-los.

## •Do que é feito o Universo?

Uma das primeiras questões é a estrutura do Universo:

- Átomos: você, seu computador, o ar que está respirando, as estrelas mais distantes - tudo que faz parte de nosso cotidiano é feito de átomos, e corresponde a apenas cerca de 5% de tudo que há no Universo.
- Matéria escura e energia escura: juntas, compõem a maioria do Universo, cerca de 95%. Apesar das evidências de suas existências, suas origens e definições ainda são questões em aberto.

Portanto, o que podemos detectar com nossos sentidos e equipamentos astronômicos correspondem a apenas 5% de toda a estrutura do universo.

## •Origem do Universo

A origem do mundo em que vivemos é uma questão presente desde as mais antigas civilizações, e vários mitos foram criados para tentar respondê-la. A grande maioria destes mitos envolve um criador, gerando outro questionamento: o que havia antes e quem criou o criador? Apesar de geralmente pensarmos que mitologia e ciência sempre andaram separadas, estas questões foram parte da motivação que a ciência teve para chegar até onde está hoje.

Na tentativa de entender um pouco mais sobre o tempo e o cosmos, milênios depois a ciência chegou a duas constatações:

- Pelos estudos em relatividade de Albert Einstein, definiu-se o tempo como uma característica própria do universo. Assim, não faz sentido nos perguntarmos o que há antes ou depois do universo, pois o tempo só existe enquanto o universo também existir.
- Edwin Hubble foi um astrônomo responsável por perceber que o universo não era estático como se pensava, e sim que estava se expandindo.

Combinando ambas as constatações, a ciência chegou em uma possível resposta para a origem do universo: a Teoria do Big Bang (ou A Grande Expansão), que afirma que no início o universo era um ponto extremamente denso e quente, que se expandiu e resfriou ao longo do tempo. Essa teoria é hoje suportada por quatro grandes evidências:

- É possível medir a velocidade com que o universo está se expandindo através de observações de galáxias mais distantes.
- A teoria prevê a existência e proporção de certos elementos químicos no universo hoje, que foram confirmadas por observações.
- Ao longo do tempo, a expansão do universo levou ao seu resfriamento, possibilitando a formação de átomos, estrelas, galáxias e tudo que existe hoje.
- A radiação cósmica de fundo é uma forma de radiação eletromagnética cuja existência foi prevista pela teoria do Big Bang, e que foi observada experimentalmente em 1965. É a mais antiga radiação que já foi observada, a primeira a ser emitida pelo universo há bilhões de anos atrás.

A Teoria do Big Bang explica como o universo expandiu, mas há um período entre o início da expansão do universo e a emissão da radiação cósmica de fundo (380 mil anos) do qual não foi possível obter qualquer informação. Portanto, as evidências podem explicar como o universo evoluiu, mas ainda não se sabe o que exatamente o originou.

### •Formato do Universo

A Teoria da Relatividade Geral de Einstein afirma que um corpo com massa deforma o espaço, que foi comprovada posteriormente com observações experimentais. Da afirmação de que o espaço pode ser deformado, surgiu a ideia de que o universo, então, deve ter um formato próprio.

Existem três possibilidades para o formato do universo, e todas estão ligadas à densidade de massa no universo: esférico e finito, com formato de cela de cavalo ou plano, ambos infinitos.

Na figura, o símbolo  $\Omega_0$  é relacionada à densidade do universo. Atualmente é possível estimar esta densidade baseando-se em observações experimentais do universo, porém esta medida ainda é feita com uma imprecisão tão grande que não há como afirmar quais dos formatos é o correto.

### •Sistema Solar

Existe uma incógnita sobre a formação e evolução do Sistema Solar, desde a dinâmica do Sol até a estrutura dos anéis de Saturno. Porém, a mais popular se refere a algo bem peculiar que até hoje vimos apenas no planeta Terra: a existência de vida - a capacidade de um organismo de originar-se, evoluir, reproduzir e morrer.

Há algumas teorias para a existência da vida no planeta, uma das mais aceitas diz que alguma forma simples de vida foi trazida à Terra em algum cometa ou meteorito. Mas essa explicação diz respeito apenas à presença da vida, não à sua origem. Onde quer que tenha se originado, alguma combinação de um ambiente propício com uma sucessão de eventos deu início aos formatos menos complexos de vida, que foram capazes de se replicar e evoluir até o que conhecemos hoje. O problema é que existem tantas possibilidades de ambientes e eventos no universo, que é praticamente impossível replicar todos os cenários em laboratório e colocá-los à prova.

## •Vida Extraterrestre

Há muitas dúvidas sobre a existência da vida como conhecemos (baseada em DNA e RNA) em outros lugares fora da Terra. Para que seja possível, existem quatro condições base:

- Um corpo rochoso (como um exoplaneta ou um satélite natural).
- Que este corpo rochoso esteja em uma zona habitável em torno de uma estrela, ou seja, a uma distância razoável para que sua temperatura seja moderada, nem tão alta nem muito baixa.
- Que este corpo tenha um campo magnético, que protege sua superfície contra a radiação prejudicial aos organismos vivos emitida pela estrela.
- Para se sustentar, a vida também necessita de água líquida e uma atmosfera apropriada.

Existe, também, bastante especulação sobre a existência de vida inteligente fora da Terra. Para estimar quais as chances dessa ocorrência, Frank Drake, astrônomo estado-unidense, formulou o que é hoje conhecida como Equação de Drake, que diz que:

A chance de detectarmos vida inteligente fora da Terra é o resultado da multiplicação dos seguintes fatores:

- o número de estrelas no universo;
- destas estrelas, quantas contém exoplanetas;
- de todos os exoplanetas, quantos estão numa zona habitável;
- dos exoplanetas em zonas habitáveis, quantos têm as demais características propícias para abrigar a vida como conhecemos;
- quantos dos exoplanetas com vida possuem vida inteligente;
- qual o tempo necessário para que a vida inteligente extraterrestre crie uma forma de comunicação com o resto do universo.

Os três primeiros itens da Equação de Drake podem ser estimados com as observações do universo feitas até hoje. O problema está nos três últimos fatores: hoje não há como observar a superfície de um exoplaneta a ponto de termos uma boa ideia de sua estrutura e atmosfera; não se sabe exatamente quais foram as condições iniciais para a vida ter se originado, nem se a evolução para a vida mais complexa é uma regra ou se foi guiada por eventos ocorridos na Terra; não é possível estimar com boa precisão quantos anos uma vida demora para evoluir ao ponto de criar tecnologias para comunicação.

Para detectar um exoplaneta e determinar se ele está ou não em zona habitável, existem basicamente dois métodos:

- observação de perturbações periódicas causadas do brilho ou posição de uma estrela, indicando que há um corpo orbitando esta. Neste caso, não há uma imagem do exoplaneta em si.
- observação direta do exoplaneta. Neste caso, a imagem não tem resolução suficiente para indicar o que há na superfície do exoplaneta, muito menos informar se há vida como conhecemos ali.

Portanto, sem que haja evidências de tentativas de comunicação vindas de outros lugares do universo, hoje é impossível definir se há ou não vida fora da Terra.

## ●Matéria escura

No campo da Cosmologia, matéria escura é definida como uma forma de matéria que não interage com ondas eletromagnéticas (luz) nem com a matéria visível (átomos). Porém, a matéria escura interage gravitacionalmente com a matéria visível, e é observando a matéria visível que obtemos as evidências da existência da matéria escura.

**Lente gravitacional:** É um efeito de distorção causada pela presença de um corpo de grande massa. Na imagem do Aglomerado de Galáxias Abell, é possível observar riscos que parecem formar vários círculos em torno do centro da imagem - estes riscos são resultado do efeito de lente gravitacional causado por este aglomerado. Porém, ao estimarmos a massa total das galáxias visíveis na imagem, esta não seria suficiente para gerar um efeito de lente gravitacional deste modo, indicando que há algo não visível contribuindo para a gravidade naquela região - este "algo não visível" é o que chamamos de matéria escura.

**Estrutura e rotação das galáxias:** Galáxias exibem um movimento de rotação em torno de seu centro. Para que as leis da física sejam obedecidas, a velocidade de rotação de um ponto na galáxia deve ser menor quanto mais afastado ele estiver do centro. Porém, quando uma galáxia é analisada, nota-se que sua velocidade de rotação não segue esta regra, indicando que há algo mais interagindo gravitacionalmente naquela região - novamente, uma contribuição gravitacional do que chamamos de matéria escura.

O ser humano possui 5 sentidos, e o único que conseguimos utilizar a longa distância é o da visão (se houver uma fonte de luz) - assim, quase todos os métodos desenvolvidos até hoje para o estudo dos objetos distantes, como planetas, estrelas e galáxias, foram baseados na recepção e análise da luz que recebemos destes corpos. Como a matéria escura não emite nem reflete luz, os métodos que possuímos hoje não servem para observá-la diretamente e determinar qual a sua real natureza e composição. O estudo recente sobre ondas gravitacionais pode ser um caminho para solucionar este mistério.

## ●Energia escura

Hoje, é possível observar e estimar não só a velocidade com que o Universo está se expandindo, mas também que esta expansão está ocorrendo de forma acelerada, ou seja, a cada momento o universo se expande mais rápido do que antes.

Um sistema não pode ser acelerado sem que alguma forma de energia seja introduzida nele. Portanto, para que o espaço se expanda de forma acelerada, deve existir alguma fonte de energia atuando nele - a chamada energia escura, uma forma hipotética de energia, ainda desconhecida, que permeia uniformemente todo o universo e é responsável pela aceleração da sua expansão.

A natureza da energia escura é um dos maiores mistérios e desafios da cosmologia atual, e a teoria mais aceita é de que essa energia seja uma característica do próprio espaço.

## ●Buracos negros

Um dos mais populares mistérios da astronomia hoje é: como é e o que há dentro de um buraco negro?

Cada estrela segue um ciclo de vida baseado em sua massa. Estrelas menos massivas (como o nosso Sol) chegam ao final de sua vida em forma de anãs brancas. Em casos de estrelas mais massivas, podem torna-se, ao final do ciclo, estrelas de nêutrons ou, se forem mais massivas ainda, buracos negros.

Para conseguirmos viajar para o espaço, utilizamos um foguete, pois é necessária uma grande velocidade para "vencermos" a atração gravitacional da Terra: é o que chamamos de velocidade de escape. Essa velocidade é proporcional à massa do corpo: quanto maior o planeta ou estrela, maior é a velocidade que precisamos atingir para "escapar" de sua atração gravitacional.

Um buraco negro é definido como um corpo com massa tão grande que sua velocidade de escape supera a velocidade da luz (a maior que conhecemos). Portanto, uma vez dentro de um buraco negro, nem a luz consegue "escapar". Como a maioria dos equipamentos desenvolvidos até hoje para estudo de objetos astronômicos envolve detecção de luz, não há como observar de forma direta um buraco negro, pois ele não emite nem reflete luz.

Assim, hoje não são feitas visualizações diretas de um buraco negro, e sim da matéria visível que há em torno dele. Imagens reais das regiões dos buracos negros Centaurus A e Sagittarius A (o buraco negro no centro de nossa galáxia) ilustram isso.

Como com a ciência e tecnologia atuais não é possível saber de fato o que acontece dentro de um buraco negro, diretores de séries e filmes tomam a licença poética de imaginar situações interessantes para as telas - mas, por enquanto, são apenas imaginação.

## ●A morte do universo

Assim como assume-se que o universo teve um início, há a possibilidade de estudar quais os possíveis finais do universo. Existem três teorias mais aceitas, compatíveis com a teoria do Big Bang:

- **O grande congelamento:** A expansão do universo vem acompanhada de seu resfriamento. Se o universo continuar a se expandir indefinidamente, a tendência é que ele torne-se cada vez mais frio, podendo aproximar-se da temperatura de zero absoluto.
- **O grande colapso:** Existe a hipótese de que, em algum momento, o universo pare de se expandir e comece a se contrair, voltando ao estado de ponto muito quente e denso.
- **A grande ruptura:** Mesmo com a expansão ocorrendo de modo acelerado, nem tudo está se afastando. A galáxia de Andrômeda, por exemplo, está em rota de colisão com a Via Láctea - isso acontece porque a velocidade de expansão ainda é menor do que a necessária para separar corpos com um certo grau de ligação gravitacional. Se a expansão continuar acelerada, existe a hipótese de que esta torne-se veloz o bastante para que nenhuma força seja suficiente para segurar átomos em suas formas, "rasgando" toda a matéria que conhecemos.

Em todas as três hipóteses, as condições finais do universo impossibilitam a existência de átomos, matéria e qualquer forma de vida. Por enquanto podemos ficar tranquilos: não há evidências de que o momento final do universo esteja prestes a acontecer.