

## O Paradoxo de Olbers

Olhe para a imagem apresentada abaixo. Ela nos mostra o aglomerado de galáxias de Virgo. O que mais nos chama a atenção nesta imagem? Veja que os pontos luminosos, que são imagens de galáxias e estrelas existentes no campo fotografado, estão bastante espaçadas. Vemos nela o domínio do espaço vazio.



A imagem mostrada é bastante semelhante ao céu noturno que observamos a olho nú no nosso dia a dia. O céu é escuro, salpicado por inúmeros pontos luminosos.

Mas, por que o céu é escuro?

Esta pergunta foi feita há muito anos por vários pensadores. Ela foi proposta por Johannes Kepler em 1610, por Edmond Halley e Jean de Chéseaux no século XVIII, e finalmente por Heinrich Olbers em 1826.

Embora perguntar por que o céu é escuro à noite possa parecer uma questão trivial ela não o é e sua resposta nos leva a concluir coisas bastantes profundas sobre o Universo.

#### O Paradoxo de Olbers



Uma das primeiras pessoas a formalmente questionar a escuridão do céu noturno foi o astrônomo e matemático suíço Jean Philippe Leys de Chéseaux. Isso ocorreu em Lausanne, Suíça, em 1744.

Chéseaux formulou a seguinte questão:

"Por que o céu é escuro? Se o número de estrelas é infinito, um disco estelar deveria cobrir todos os trechos do céu"

**Jean Philippe Leys de Chéseaux (1718 - 1751)**

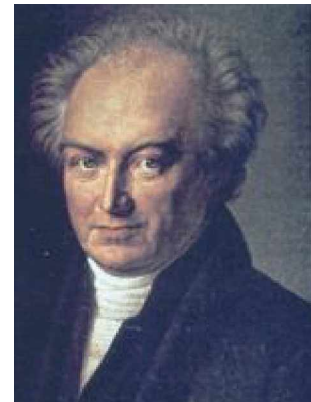
Chéseaux tentou resolver o problema argumentando que uma pequena diminuição na luz emitida pelos corpos celestes seria suficiente para resolver o problema.

Ocorre que esta explicação não é correta. Vamos supor que a luz emitida pelas estrelas fosse suficientemente absorvida por algum tipo de matéria existente entre elas e nós. Isto necessariamente faria com que essa matéria fosse aquecida e, conseqüentemente, emitisse luz na mesma taxa na qual ela foi absorvida. Isto é garantido pelo princípio de conservação de energia e é este processo que faz com que o céu fique brilhante durante o dia pois a luz solar incidente sobre a nossa atmosfera é espalhada pelas moléculas de ar ou gotas de água aí existentes. O processo descrito por Chéseaux faria o céu ser brilhante o tempo todo.

Muitos anos mais tarde o assunto chamou a atenção de Heinrich Wilhelm Matthäus Olbers (1758 - 1840), um astrônomo alemão que, após praticar a medicina durante o dia, dedicava o seu tempo noturno à astronomia. Esse trabalho observacional fez com que ele descobrisse o asteroide Pallas no dia 28 de março de 1802 e o asteroide Vesta no dia 29 de março de 1807.

Olbers colocou o problema da seguinte forma:

Por que o céu é escuro a noite? A intensidade da luz diminui com o quadrado da distância ao observador. Se a distribuição das estrelas é uniforme no espaço, então o número de estrelas situadas a uma distância particular ao observador deveria ser proporcional à área superficial de uma esfera cujo raio é aquela distância. Para cada raio, por conseguinte, a quantidade de luz deve ser tanto proporcional ao quadrado do raio e inversamente proporcional ao quadrado do raio. Estes dois efeitos se cancelarão e deste modo toda concha deve adicionar a mesma quantidade de luz. Em um universo infinito o céu seria infinitamente brilhante."



**Heinrich Wilhelm Matthäus Olbers (1758 - 1840)**

Podemos colocar os argumentos acima de forma mais clara:

Se o Universo fosse estático e preenchido com uma distribuição uniforme de estrelas então cada linha de visada no céu terminaria em uma estrela e, conseqüentemente, o céu seria uniformemente brilhante.

ou então

Se o Universo fosse infinitamente grande o céu inteiro seria tão brilhante quanto a superfície de uma estrela.

Vemos que os raciocínios desenvolvidos por Jean de Chéseaux e Heinrich Olbers nos faz imaginar um céu tão brilhante, ou mais brilhante, que o Sol!

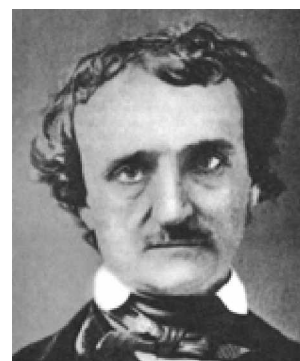
Ocorre que qualquer um que olhe para o céu noturno vê que isso não acontece. O céu noturno é absolutamente negro, pontilhado por muitas estrelas sem dúvida, mas de modo algum exageradamente brilhante.

O que havia de errado?

Resolvendo o paradoxo

Desde os anos de 1600 astrônomos e filósofos propuseram muitas possíveis maneiras de resolver este paradoxo. Como era de se esperar, todas as análises feitas no passado só podiam se basear nos conceitos cosmológicos predominantes. Por exemplo, em 1848 o poeta Edgar Allan Poe, um dos grandes nomes da literatura norte-americana, sugeriu uma saída para o impasse. Ele propôs que o universo poderia ser infinitamente grande mas com uma idade *finita*. Se fosse assim, uma vez que nós ainda não recebemos luz das estrelas mais distantes haveria intervalos entre as estrelas visíveis e, deste modo, o céu poderia aparecer escuro.

A solução padrão atualmente aceita depende de aceitarmos a teoria do Big Bang que nos diz que o universo tem uma idade finita e está se expandindo.



**Edgar Allan Poe (1809 - 1849)**

1. se o universo existe por somente uma quantidade finita de tempo, como a teoria do Big Bang postula, então somente a luz proveniente de um número bastante grande mas finito de estrelas teria tido a chance de nos alcançar até o momento. Deste modo, o paradoxo é destruído.
2. se o universo está se expandindo e as estrelas distantes estão se afastando de nós, o que é uma previsão fundamental da teoria do Big Bang, então a luz proveniente delas é deslocada para o vermelho (redshift) o que diminui o seu brilho. Outra vez o paradoxo está resolvido.

Note que ambos os efeitos citados acima podem, isoladamente, contribuir para a resolução do paradoxo. No entanto, de acordo com a teoria do Big Bang, ambos contribuem para a solução sendo que a duração finita da história do Universo é usualmente julgada como o efeito mais importante dos dois.

Em muitos textos de cosmologia é dito que a escuridão do céu noturno fornece uma confirmação da teoria do Big Bang. No entanto, isso não deve ser aceito pois parece a cobra mordendo o próprio rabo: a teoria do Big Bang é usada para explicar porque o céu noturno é escuro e em seguida diz-se que o céu escuro confirma o Big Bang.