

Projeto de Iniciação Científica

Medidas do Espectro de Potência Angular da Distribuição de Galaxias do Dark Energy Survey

Aluna: Carolina M. Idelfonso
Orientadora: Flávia Sobreira Sanchez

15 de agosto de 2017

Resumo

Este projeto de Iniciação Científica pretende introduzir à aluna técnicas computacionais para estimar parâmetros cosmológicos utilizando ferramentas estatísticas. Vamos fazer medidas do Espectro de Potência Angular das galaxias usando um catálogo observado pelo Dark Energy Survey. Parte do projeto consiste no estudo de tópicos em relatividade geral e cosmologia.

1 Introdução

O fenômeno de expansão do Universo foi observado na década de 1920 pelo astrônomo Edwin Hubble. Esperava-se que a expansão seria desacelerada com o tempo devido a ação da força gravitacional. No entanto, em 2011 os cientistas Saul Perlmutter, Adam Riess e Brian Schmidt foram agraciados com o prêmio Nobel de física por mostrarem, no final da década de 1990, que a expansão do Universo é acelerada. Um dos modelos que descreve este fenômeno da aceleração cósmica é considerar que cerca de 70% da energia estimada do Universo possui uma origem desconhecida, chamada de Energia Escura relacionada com a energia de vácuo.

Deu-se então início a vários projetos visando estudar a dinâmica da expansão do Universo e o crescimento das estruturas em grande escala. Um dos projetos atuais, chamado Dark Energy Survey (DES), um telescópio localizado no Observatório de Cerro Tololo no Chile, observará uma área de 5.000 graus quadrado do céu. Com a participação de instituições de pesquisas e universidades na Alemanha, Brasil, Espanha, Estados Unidos da América, Reino Unido e Suíça o DES tem o objetivo de desvendar a natureza da Energia Escura.

Durante os quatro anos de observação, o Dark Energy Survey observou uma quantidade de dados nunca antes obtida. Sendo assim, inúmeros grupos de colaboração estão se esforçando para, a partir de diversos tipos de técnicas, determinar os valores dos parâmetros cosmológicos fundamentais em modelos

cosmológicos e assim compreender a natureza da Energia Escura. Uma das sondas cosmológicas utilizadas é o Espectro de Potência angular, C_ℓ . A construção de tal ferramenta surge a partir da Função de Correlação Angular de dois pontos, $w(\theta)$, que mede o excesso de probabilidade de uma galáxia ser localizada próxima a outra dado uma distância angular θ em um elemento de volume dV . O Espectro de Potência Angular é a representação de $w(\theta)$ no espaço dos harmônicos esféricos e portanto contém exatamente a mesma informação física sobre do que esta quantidade.

2 Objetivos

Este projeto tem dois objetivos a serem seguidos.

1. Fazer medidas do Espectro de Potência Angular usando dados observados no ano 3 do experimento Dark Energy Survey.

A realização destas medidas exige a criação de mapas de densidade de galáxias. Para isso aprenderemos a manipular o pacote em python chamado HealPy que divide a esfera celeste em pixels de tamanhos iguais.

As medidas do Espectro de Potência Angular serão feitas com um código público chamado Polspice. Este código foi criado para fazer medidas de CMB sobre o céu inteiro. Como iremos trabalhar com um catálogo de galáxias observado somente em uma parte do céu, aprenderemos técnicas para corrigir efeitos devido a esta situação.

2. Estudar tópicos em Relatividade Geral e Introdução a Cosmologia, focando na historia de expansão do Universo. Este estudos acontecerão em paralelo com os citados acima. O objetivo é estudar os processos físicos que levaram a distribuição de galáxias observada hoje.

3 Materiais e Métodos

Para realizar as medidas a aluna desenvolverá habilidades na linguagem de programação Python. Ela aprenderá manipular a livreria Healpy para criar mapas de densidade com as galáxias observadas. A aluna aprenderá também a manipular o código PolSpice que é uma livreria pública que estima o Espectro de Potência dado um mapa de densidade de galáxias. Neste ponto ela aprenderá a fazer as devidas correções devido ao fato de observar uma pequena área do céu.

Além disso a aluna é filiada ao LIneA (Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia) e poderá fazer uso de toda a infra-estrutura fornecida pelo laboratório incluso um cluster computacional com mais de 1000 cores.

Para entender os conceitos teóricos que descrevem as medidas que serão realizadas, a aluna estudará sobre tensores, Relatividade Geral e Cosmologia. Para o estudo de tensores usaremos [1], para o estudo de Relatividade Geral

usaremos [2] e para o estudo de Cosmologia estudaremos [3, 4, 5]. Além de papers significativos na área como motivação para suas pesquisas.

Para o futuro criaremos um código de acordo com a modelagem teórica dos C_ℓ , usando os conceitos propostos aqui, e ajustaremos parâmetros cosmológicos utilizando técnicas de Markov Chain Monte Carlo (MCMC).

Referências

- [1] Ilya L. Shapiro. Lecture Notes on Vector and Tensor Algebra and Analysis.
- [2] J. Hartler. Gravity: An Introduction to Einstein's General Relativity. Pearson, 2014.
- [3] S. Dodelson. Modern Cosmology. Academic Press, 2003.
- [4] V. Mukhanov. Physical Foundations of Cosmology, Cambridge University Press, 2005.
- [5] P. Peebles. Principles of Physical Cosmology. Princeton University Press, 1993.