
PROJETO DE PESQUISA

Programa de Iniciação Científica e Tecnológica – CBPF

Nome do Orientador e Coordenação (Pesquisador/Tecnologista):

Louis Legrand, COSMO, Pesquisador

Nome do pesquisador ou tecnologista e Instituição de Pesquisa Externa: (Coorientador ou Colaborador externo, se houver):

Título do Projeto:

A luz mais antiga do Universo pode revelar a natureza da matéria escura?

Palavra-chave:

Matéria Escura, Radiação Cósmica de Fundo, Lente Gravitacional

Área de conhecimento:

Cosmologia

Pré-requisitos desejáveis (se houver):

Conhecimentos básicos de Python e de cálculo, além de interesse por física e cosmologia. Não é necessária experiência prévia em cosmologia — os conceitos serão construídos ao longo do projeto.

Pré-requisitos obrigatórios (se houver):

Boa base em física e matemática, interesse em cosmologia e vontade de aprender ferramentas computacionais

Possibilidade de orientação remota:

(X) Sim

() Não

Rio de Janeiro, 1 de julho de 2026



PROJETO: **(Máximo de 3 páginas)**

Resumo do projeto

Do que é feita a matéria escura? Essa é uma das maiores questões em aberto da física moderna. Embora ela represente cerca de 85% da matéria do Universo, sua natureza ainda é desconhecida.

Neste projeto, o(a) estudante investigará como diferentes modelos de matéria escura afetam a Radiação Cósmica de Fundo (Cosmic Microwave Background – CMB), a luz mais antiga do Universo. Utilizando programação em Python e ferramentas modernas de cosmologia, serão calculadas previsões para o efeito de lente gravitacional da CMB e avaliado se experimentos atuais e futuros poderão revelar assinaturas da matéria escura.

O projeto oferece uma introdução à cosmologia moderna, programação científica e análise de dados, permitindo ao estudante participar de uma pesquisa sobre um dos maiores mistérios da física contemporânea.

Contexto

O modelo cosmológico padrão (Λ CDM) descreve com notável sucesso uma vasta gama de observações, da CMB à distribuição de galáxias em larga escala. Ainda assim, ele guarda um incômodo profundo: cerca de 85% da matéria do Universo é "escura", e sua natureza permanece desconhecida.

Essa lacuna abre espaço para diferentes cenários teóricos. Modelos alternativos — como a matéria escura morna (warm dark matter) — preveem que a matéria se aglomera de forma diferente nas menores escalas, suavizando ou suprimindo estruturas que a matéria escura fria (CDM) produziria. Se esse efeito existir, ele deve deixar assinaturas sutis, porém mensuráveis, na forma como a matéria está distribuída no Universo.

A lente gravitacional da CMB é uma das ferramentas mais promissoras para procurar essas assinaturas. Diferentemente da luz de galáxias individuais, a CMB é uma fonte de fundo uniforme e perfeitamente conhecida, situada no Universo primordial. À medida que seus fótons atravessam bilhões de anos-luz de estrutura cósmica, seus caminhos são continuamente desviados, produzindo um mapa integrado de toda a matéria ao longo da linha de visada. Medir esse sinal com precisão — como já fazem experimentos como o Atacama Cosmology Telescope (ACT) e, em breve, o Simons Observatory— permite testar diretamente os modelos cosmológicos e sondar as propriedades da matéria escura. Entender como cada cenário modifica esse sinal é, portanto, um problema atual e de grande relevância.

Descrição do Projeto

O objetivo deste projeto é investigar como diferentes cenários de matéria escura afetam o espectro de potência da lente gravitacional da CMB e avaliar se essas diferenças poderão ser detectadas pelos experimentos atuais e futuros.

O(a) estudante começará com uma introdução aos conceitos fundamentais de cosmologia, matéria escura e lente gravitacional, em paralelo com o desenvolvimento de habilidades em programação científica em Python. Em seguida, utilizará códigos públicos de cosmologia, como o CAMB ou o CLASS, para calcular o espectro de potência da matéria e, a partir dele, o espectro de lente gravitacional da CMB — começando pelo modelo padrão Λ CDM e introduzindo, em seguida, o efeito de modelos alternativos como a matéria escura morna.

Na etapa final, essas previsões serão comparadas com a sensibilidade real de experimentos como o ACT e o Simons Observatory, respondendo a uma pergunta de pesquisa concreta: os dados atuais já conseguem distinguir a matéria escura morna da fria e, se não, o que um experimento futuro precisaria alcançar? Ao longo do percurso, o(a) estudante desenvolverá competências sólidas em programação científica, análise de dados e cosmologia observacional, participando de perto de uma pesquisa de fronteira.

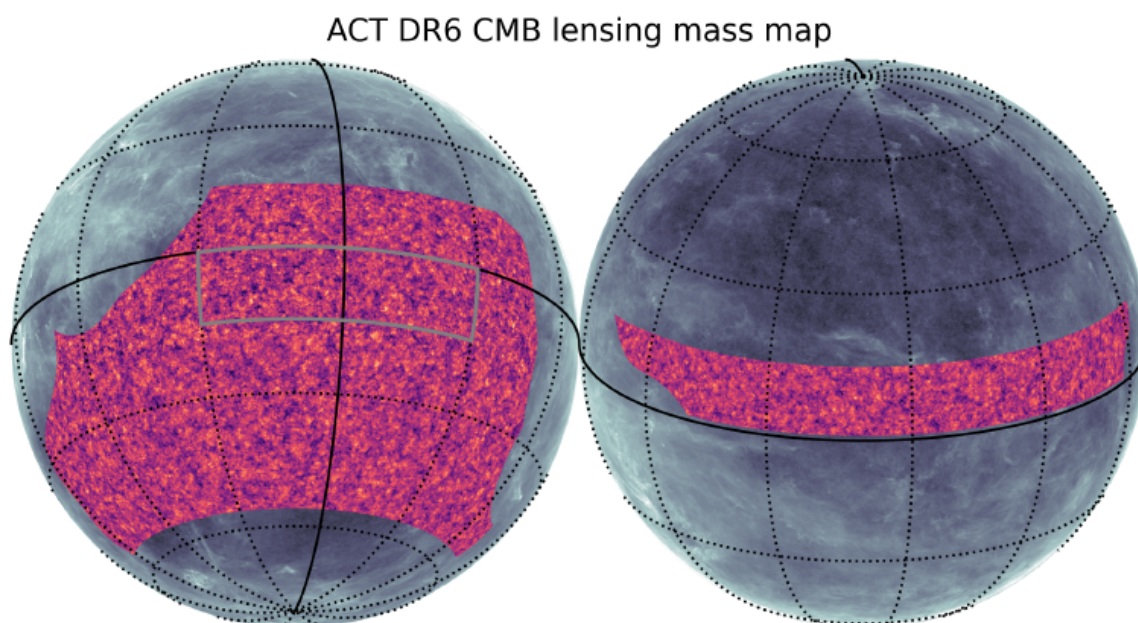


Figura 1: Mapa da distribuição de matéria no Universo reconstruído por meio da lente gravitacional da Radiação Cósmica de Fundo (CMB), utilizando observações do telescópio ACT.