

Uma visão geral sobre a Matéria Escura

Eduardo Henrique Mossmann¹;
Werner Krambeck Sauter²

¹*Universidade Federal de Pelotas – eduardohmossmann@hotmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas – werner.sauter@ufpel.edu.br*

1. INTRODUÇÃO

A presença da Matéria Escura (ME) no Universo foi observada primeiramente em 1933 por Fritz Zwicky, quando o mesmo constatou que a velocidade das estrelas no aglomerado de Coma era muito maior do que a esperada pelos resultados teóricos (PERKINS, 2009). A massa total da matéria bariônica (matéria comum) não teria um efeito gravitacional forte o bastante para manter cada estrela em seu lugar e, sendo assim, teria de haver muito mais massa no aglomerado do que se conhece até então. A quantidade de matéria desconhecida no local deveria ser quase 400 vezes mais abundante do que a matéria comum (DE ANGELIS, PIMENTA, 2015), o que caracteriza 25% do Universo como completamente desconhecido para a ciência. Essa observação levanta muitas dúvidas sobre a composição e interação da ME, bem como sua influência na Física que conhecemos.

Este trabalho pretende apresentar os principais aspectos das pesquisas do ramo e evidenciar o desafio de se determinar características básicas da Matéria Escura baseando-se em conhecimentos prévios da Física. Além disso, serão apresentados os principais candidatos que podem compor a ME e um experimento construído na tentativa de detectá-los. Tem-se como também objetivo mostrar o status atual da literatura e abordar questões para o futuro das pesquisas sobre o assunto.

2. METODOLOGIA

Este trabalho foi baseado na leitura de teses, artigos e outras publicações para que fosse possível compreender as pesquisas atuais sobre o tema aqui proposto. Livros didáticos também foram amplamente utilizados a fim de se ter uma clara ideia dos conceitos abordados durante o processo de pesquisa. Por fim, as informações mais relevantes foram postas juntas e estruturadas de forma que se fosse possível obter uma imagem nítida do estado da arte, e assim, compreender a realidade do assunto como um todo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado durante a pesquisa que a maneira de se perceber a presença da ME é por meio gravitacional, e por este somente. O que torna o levantamento de hipóteses e de dados um processo bastante complicado, já que o leque de métodos de detecção se torna um tanto restrito.

Isso acontece porque a ME não interage eletromagneticamente – não possui carga elétrica, pois se o tivesse, já teria sido detectada muitos e muitos anos atrás. Ela também não interage com a matéria bariônica, sugerindo então que

devido à falta de colisões entre os dois tipos de matéria, a ME deve ser não-bariônica (KHALIL, MUÑOZ, 2002). Ou seja, além da impossibilidade da matéria comum descrever a Matéria Escura, fica evidente que toda a Física atual desenvolvida durante os séculos é incapaz de descrever essa abundante componente do Universo. Esse fato levanta uma pergunta muito importante: O que poderia compor a Matéria Escura e de que natureza essa composição seria?

Por um processo eliminatório, fica evidente que as partículas que compõem a matéria convencional não seriam candidatas favoráveis, até porque se fossem, contribuiriam para a construção da matéria bariônica – o que não é interessante para a atual pesquisa. Outro fator determinante para a eliminação de componentes da matéria bariônica é que as partículas decaem rápido demais para estarem presentes desde o início do Universo no Big Bang (PERKINS, 2009). E também, como foi visto anteriormente, os elétrons e prótons possuem carga elétrica e não poderiam compor um tipo de matéria eletromagneticamente não-interagente. Estes simples fatos nos levam a procurar por candidatos além do Modelo Padrão da Física de Partículas, o que acarreta em vários problemas que não foram abordados nessa pesquisa.

O principal candidato na literatura é chamado de WIMPs (partículas massivas fracamente interagentes, em Português). Tais partículas devem interagir com a matéria comum por meio da força gravitacional e talvez outra força desconhecida pelo Modelo Padrão (PERKINS, 2009). Esta força deve ser fraca o bastante para não ser percebida por métodos usuais de detecção, tão ou até mais fraca que a Força Nuclear Fraca. Disso se segue outra pergunta: Como se pode detectar evidências da ME a nível de partículas?

Existem dois métodos principais de detecção, um direto e outro indireto. Para o primeiro, é necessária uma precisão muito grande para se medir a interação entre as partículas bariônicas e as candidatas a constituir a ME. Por outro lado, o método indireto (que não foi tratado nesta pesquisa) pode ser menos preciso e realizado no LHC, sem a necessidade de construir novos equipamentos.

Um exemplo de método direto de detecção é o experimento LUX, um detector altamente sensível localizado a 1.5 Km abaixo da superfície da cidade de Lead, Dakota do Sul. O experimento LUX, Large Underground Xenon experiment, é um detector cilíndrico fechado nas duas pontas. Ele é preenchido com o elemento químico Xenônio em sua forma líquida e, graças aos seus 122 tubos fotomultiplicadores (pequenos detectores capazes de perceber um simples fóton), os pesquisadores são capazes de retirar informações a respeito de partículas que interagem com o interior do Xenônio (DOS SANTOS, 2015). A origem dessas informações são os sinais S1 e S2, onde o primeiro é a geração de fótons e elétrons devido à interação com o Xenônio. Já o sinal S2 ocorre quando o elétron do primeiro sinal, devido ao campo elétrico aplicado ao detector, atinge os fotomultiplicadores no topo. Esse deslocamento do elétron leva um certo tempo para acontecer, e sabendo a velocidade constante do mesmo neste meio, pode-se calcular (geralmente utilizando Simulação Monte Carlo) a localização da interação do Xenônio e uma partícula (DOS SANTOS, 2015).

As interações entre WIMPs e o núcleo do Xenônio se parecem muito com colisões entre nêutrons, e para se evitar detecções indesejadas, escudos externos e materiais específicos foram utilizados na construção do detector. Outra

forma de discernir entre os dois tipos de interação é analisar não somente algumas interações ao longo do tempo, mas sim uma quantidade muito grande de eventos. Esta quantidade de eventos é útil pois como a própria suposição das WIMPs sugere, pouquíssimas interações entre estas partículas e o detector iriam se repetir. Por outro lado, as chances de colisões múltiplas entre nêutrons ocorrerem são altas. Sendo assim, se a razão entre interações WIMPs – Xenônio e Nêutron – Nêutron atingir um dado valor experimental, podemos considerar confiável a detecção de partículas de Matéria Escura (LUX COLLABORATION, 2017). Entretanto, até o momento nenhuma WIMP foi detectada e o detector está em fase de melhoramento e reformulação.

4. CONCLUSÕES

Descrever a Matéria Escura se mostra ser uma tarefa bastante complicada, já que o Modelo Padrão da Física de Partículas não contempla a natureza deste tipo de matéria. Devido à sua natureza exótica e até então desconhecida, a ME nos força a ver o Universo por outra perspectiva e indagar a abrangência do próprio Modelo Padrão.

Apesar de não se saber a origem desta matéria, o futuro das pesquisas no ramo aparentam ter um futuro promissor. O avanço em tecnologias juntamente com a proposição de novas ideias pode levar a ciência a excluir hipóteses por meio de experimentação, indicando assim uma direção mais precisa para os pesquisadores. Bem como nos fornecer uma nova ferramenta para se analisar o Universo como um todo, aumentando o conhecimento científico.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PERKINS, D.H. **Particle Astrophysics**. Nova York, EUA: Oxford University Press, 2009.

DE ANGELIS, A. PIMENTA, M.J.M. **Introducion to Particle and Astroparticle Physics**. Itália: Springer, 2015.

KHALIL, S. MUÑOZ, C. The enigma of the dark matter. **Contemporary Physics**, Londres, v.43, n.2, p.51 – 61, 2002.

Dos Santos, A.L. **Matéria Escura como uma extensão Higgs-Stueckelberg do Modelo Padrão**. 2015. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Física, UFRGS.

LUX COLLABORATION. Results from a search for dark matter in the complete LUX exposure. **ArXiv: 1608.07648v3 – astro-ph.CO**. 2017