

O Corpo Humano como um Detector de Matéria Escura

Eduardo Henrique Mossmann¹;
Werner Krambeck Sauter²

¹Universidade Federal de Pelotas – eduardohmossmann@hotmail.com

²Universidade 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). No aglomerado de Coma, a quantidade de matéria desconhecida deveria ser quase 400 vezes mais abundante do que a matéria comum, o que, por extensão, caracteriza 25% do Universo como completamente desconhecido para a ciência (DE ANGELIS, PIMENTA, 2015).

A fim de se obter mais informações sobre tal tipo de matéria, se faz necessário determinar em quais regimes de massa M_x e seção de choque σ_x a mesma se encontra. Mais precisamente, é necessário determinar quais os valores de regimes que não são possíveis, visto que perguntar o que algo é muitas vezes não pode ser respondido até sabermos o que aquilo *não* é.

Este trabalho tem como objetivo eliminar valores de massa e seção de choque baseando-se na inexistência de interações da Matéria Escura com o corpo humano. Ou seja, utilizando o corpo humano como um detector de Matéria Escura.

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

No campo de estudo da Matéria Escura, várias partículas já foram propostas para compôr a mesma. Contudo, nos vários detectores espalhados no subsolo terrestre, nada foi observado de forma conclusiva – não foi possível obter informações sobre a ME devido à minúscula taxa de interação da mesma com a matéria comum (LUX COLLABORATION, 2017). Este problema veio à tona logo nos primeiros anos de experimentos de detecção direta, o que levou a comunidade científica a repensar tais métodos de detecção.

Uma estratégia interessante para se determinar características de algo desconhecido é procurar descobrir o que aquilo não é, e assim, eliminar aos poucos as possibilidades até que reste somente um seletivo grupo de possíveis alternativas. Esta estratégia foi adotada neste trabalho, tomando como parâmetro os possíveis valores de massa e seção de choque de uma certa quantidade de

ME chamada de Matéria Escura Macroscópica (Macro) (JACOBS; STARKMAN; LYNN, 2015). Esta nada mais é do que uma forma de ME com uma seção de choque razoavelmente grande que muito provavelmente é composta de partículas fundamentais – cujas características não serão abordadas aqui. A Macro é tomada como parâmetro pois estamos tratando de uma forma desconhecida de matéria, e assim tomamos uma porção maior da mesma – ao invés de partirmos para uma fração atômica dessa – para simplificar a análise das interações.

A densidade da Macro é dita como sendo a densidade nuclear comum ($\rho = 3,6 \times 10^{14} \text{ g cm}^{-3}$) que é muito maior que a densidade atômica, mas muito menor que a densidade de um buraco negro (SIDHU; SCHERRER; STARKMAN, 2019). Sua massa M_x , por outro lado, ainda tem uma faixa muito grande de incerteza, mas experimentos paralelos e análises cuidadosas estão a todo tempo diminuindo a distância entre os valores mínimos e máximos supostos para tal configuração de matéria. Valores como $M_x \leq 55 \text{ g}$ e $M_x \geq 10^{24} \text{ g}$ já são considerados impossíveis por experimentos de detecção direta e microlentes gravitacionais (SIDHU; SCHERRER; STARKMAN, 2019).

Após reduzir o espaço de parâmetros no qual Macros teriam interagido com o corpo humano de forma prejudicial, foi iniciado o processo de verificação dessa possibilidade. O choque de partículas candidatas chamadas WIMPs com o corpo humano já foi descartado, visto que, mesmo considerando a existência de tais partículas em uma grande faixa de massa e seção de choque, tais eventos seriam inofensivos – impossibilitando, portanto, a utilização do corpo humano como detector de tais partículas (FREESE; SAVAGE, 2012).

Contudo, a colisão de Macros com o corpo humano ainda está em pauta no presente cenário. Uma analogia de tal colisão seria a de um ferimento a bala, já que, apesar de serem pequenas seções de matéria, a velocidade de Macros é da ordem de velocidades supersônicas. Portanto, para se delimitar a faixa de seção de choque de Macros, partimos do princípio que o choque com o corpo humano depositaria uma energia da mesma ordem de grandeza que um projétil – no mínimo 100 J (SIDHU; SCHERRER; STARKMAN, 2019). Utilizando este valor mínimo de energia, podemos determinar o valor mínimo para a seção de choque

σ_x de Macros, relacionando a mesma com a densidade média do corpo humano e a velocidade previamente mencionada. Ou seja, estipulando um valor aceitável de energia e utilizando valores razoáveis conhecidos, pode-se determinar uma faixa também aceitável para a seção de choque, e, por consequência, obter-se uma boa aproximação do tamanho da Matéria Escura Macroscópica. Além disso, podemos ter uma boa noção dos valores possíveis de massa para Macros baseando-se no fato de que se tal matéria atinge o corpo humano, essa deve não pode ter uma certa massa, pois se o tivesse, alguém já teria sido seriamente ferido ou até morto pelo choque.

A pergunta a ser feita agora é: qual a chance de um Macro atingir o corpo humano? Para responder essa pergunta, utilizamos a Distribuição de Poisson para estipular a probabilidade de um número n de impactos durante um período T de exposição ocorrer, basenado-se em N_{eventos} – o número esperado de eventos em um dado período. Ao realizar uma análise matemática, chega-se a conclusão que $M_x \leq 50000 \text{ g}$ pelo mesmo argumento previamente feito. Foi observado também que existe um valor crítico na razão $M_x/\sigma_x \approx 10^{-4} \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$. Esta razão indica que Macros acima desse valor sofreriam uma perda de energia considerável na interação com a atmosfera em sua força de arrasto, o que levaria a um choque com uma energia menor que os 100 J tomados como referência (SIDHU; SCHERRER; STARKMAN, 2019).

Desta forma, os resultados obtidos limitam a seção de choque a algum múltiplo de micrômetros e a massa a valores de $M_x < 50 \text{ kg}$.

4. CONCLUSÕES

O presente momento das pesquisas em Matéria Escura é delicado e incerto, visto que as abordagens de detecção, tanto diretas como indiretas não obtiveram sucesso em determinar as características deste misterioso tipo de matéria. Contudo, os resultados obtidos nesta pesquisa abrem uma nova janela para as pesquisas: utilizar o corpo humano como um detector de Matéria Escura. Isso é possível de ser feito baseando-se nas propriedades propostas pela literatura a respeito de Macros e tomando alguns valores de energia, massa e seção de choque como parâmetros. Apesar dos efeitos de impactos de Macros com o corpo humano ser, por hora, desconhecido, os resultados futuros destas interações podem definitivamente mudar o curso dos métodos de detecção de Matéria Escura.

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.

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

SIDHU, J.S. SCHERRER, R.J. STARKMAN, G. Death by Dark Matter. arXiv:1907.06674v2 - astro-ph.CO. 2019.

JACOBS, D.M. STARKMAN, G.D. LYNN, B.W. Macro Dark Matter. arXiv:1410.2236v5 - astro-ph.CO. 2015.

FREESE, K. SAVAGE, C. Dark Matter collisions with the Human Body. arXiv:1204.1339v2 - astro-ph.CO. 2012.