

Sessão Astronomia: Pulsares Pulsam?

Jennifer Machado Soares
jennifer.soares@usp.br

10 de junho de 2017

Ao olharmos para um céu estrelado atentamente percebe-se que as estrelas não são iguais, algumas são vermelhas outras amarelas, isto não é um efeito ótico do nossos olhos. De fato, as estrelas podem ter diferentes cores, tamanhos, temperaturas e também possuem diferentes estágios de vida como proto-estrela, gigante vermelha, estrela de neutros e buraco negro. Cada estágio é caracterizado pela natureza massiva de cada uma, em caso de estrelas com massa inferior a 8 massa solares, e descrita como uma estrela de pouca massa capaz de ao longo da sua evolução estrelar produzir hélio e carbono, mas ao final torna-se uma estrela fria do tamanho da Terra , as anã brancas. No caso de estrelas massivas, mais de 8 massas solares, são capazes de sintetizar em seu núcleo até átomos de Ferro, e em seu fim explode mas seu núcleo permanece como um estrela de nêutrons ou outro caso seria buraco negros.

Quando uma supergigante vermelha passa a fundir o silício, o processo é extremamente curto para que todos sejam convertidos em Ferro, em torno de uma semana. Um núcleo estrelar não é capaz de fundir ferro pois esta reação absorve muita energia, ao contrário das demais que liberavam-na. Em uma situação em que há a absorção, o núcleo se comprimiria pois seria levemente esfriado. Nesta situação de diminuição da fusões nucleares leva a diminuição da pressão, a qual não consegue sustentar a gravidade devido as camadas externas que passa a desabar sobre o núcleo. Dentro do núcleo, a temperatura se encontra a 10 bilhões °C permitindo que fótons ultra-energéticos promovam excitação do núcleo do ferro, de modo a fragmenta-lo pelo processo de fotodesintegração. Simultaneamente, as partículas são comprimidas de modo que elétron e próton fundam-se transformando em nêutron + neutrino. A compreensão é capaz de suportar a degenerescência dos nêutrons, o qual se ordenam tornando o núcleo extremamente maciço. Quando as camadas desabam neste núcleo são ricocheteadas e causam uma grande explosão, chamada de supernova.

O núcleo restante é uma estrela de nêutrons, seu interior é formado predominante por nêutrons, no centro bem maciço com camadas acima composta por nêutron e prótons superfluidos. A camada externa é composta por núcleos de ferro e elétrons livres. O diâmetro desse núcleo geralmente é comprimido entre 10 a 20 km. A massa corresponde cerca de 1,4 massas solares e possuem uma força gravitacional 10^{11} vezes maior que a da Terra. Para compreender, uma colher de chá dessa estrela equivale a 1 bilhão de toneladas. Apesar dessas características, como identificar-las?

Em 1967, Jocelyn Bell durante seu pós doutorado auxiliava na construção de um radiotelescópio. Durante a análise de dados percebeu pulso extremamente periódicos de 1,33 segundos vindos da constelação da Vulpecula (Raposa). Verificando todas as possibilidades de ruídos, percebeu que o sinal significava a existência de um corpo celeste de característica desconhecida. Seu orientador e outros astrônomos acreditaram se tratar de uma comunicação alienígena, apelidando o sinal de LGM-1 “little green men”(homenzinho verde). Jocelyn sabia que se tratava

de algo além de um sinal de outra civilização e passou a catalogar inúmeros pulsos e fez todas as análises. Sua descoberta tratava-se das pulsares, estrelas de nêutrons magnetizadas com alta rotação, e rendeu Nobel porém não para ela e sim para seu orientador juntamente com outro astrônomo, acontecimento que levou ao descontentamento e indignação de cientista, anos depois.

Mas por que radiotelescópios detectaram os pulsares? Quando as estrelas de nêutrons se formam, elas mantêm o movimento de rotação, mas sendo como sua massa é comprimida tem-se um aumento da sua velocidade de rotação, afim de conservar o momento angular da estrela. A velocidade é extremamente elevada, de modo que algumas sejam capazes de girar mais de 100 vezes por segundo. Combinado com a alta rotação, existem linhas de campo magnético intenso sobre sua superfície que geralmente estão desalinhadas com o eixo de rotação. Esse campo é cerca de 1 milhão de vezes maior que o da Terra, mas ainda existe a classe dos magnetares que possuem campo 1000 vezes maior que os dos pulsares. Os magnetares correspondem a 10% das estrelas de nêutrons existentes e possuem um curto tempo de vida, porém são um dos objetos mais violentos que existem. Em 2004 um magnetar a 50.000 anos-luz emitiu ondas de rádio suficiente para saturar todos os satélites, radiotelescópios aqui na Terra.

A alta rotação acelera os elétrons e prótons da superfície as linhas de campo magnético. Raios-x são produzidos através da radiação síncrotron que consiste em elétrons viajando próximos a velocidade da luz sob ação de um campo magnético, de modo que o elétron emita a radiação em um pequeno cone, ou seja numa direção preferencial. A emissão é contínua, mas só pode ser detectada quando o jato está direcionado para a Terra aparentando ser pulsos, mas é como um farol no mar que continuamente ilumina, mas a luz aparenta pular devido a rotação da lâmpada. Ou seja pulsares não pulsam. Contudo a rotação libera energia (radiação), logo a rotação é diminuída e conseqüentemente a emissão também e em algum momento deixaria de emitir e girar. Porém, isso não acontece como esperado, pois ao redor da estrela ainda existe matéria da supernova que alimenta esse processo, que enquanto persistir esse material pode haver emissão também no visível mas impossível de observar a olho nu. É muito comum também a estrela de nêutrons estar acompanhada de outra companheira, de modo a capturar sua massa formando um disco de acreção ao seu redor, possibilitando aumento da velocidade e uma maior compreensão de modo a poder se transformar em um buraco negro.

Uma aplicação do estudo das pulsares é que muito antes da detecção das ondas gravitacionais pelo LIGO, o estudo de sistemas binários envolvendo pulsares mostra que ao longo dos anos existe uma energia dissipada de modo que os corpos diminuem o tamanho da sua órbita. A teoria da relatividade proposta por Albert Einstein descreve com precisão esse comportamento sendo essa energia dissipada em forma de ondas gravitacionais.

Sem dúvida pulsares estão entre os objetos mais estranhos, peculiares e de difícil compreensão do universo. Ainda existe muito a se investigar e os resultados sem dúvidas possibilitaram novos entendimentos da física quântica e relativística.

Principais Referências

- M. Coleman Miller. Introduction to neutron stars. University of Maryland. <https://www.astro.umd.edu/~miller/nstar.html>
- Neutron Stars: Crash Course Astronomy #32. <https://www.youtube.com/watch?v=RrMvUL8HF1M>