



**Nobel 2002**

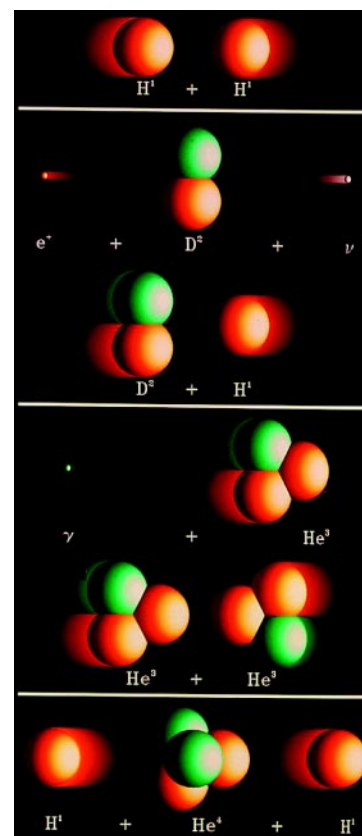
# Astrofísica Premiada



O Comitê Nobel de 2002 premiou três físicos que muito contribuíram para o avanço da astrofísica moderna. Dois deles, Raymond Davis Jr. dos EUA e Masatoshi Koshihira do Japão, construíram equipamentos para detectar os neutrinos cósmicos, muitos deles provenientes das reações nucleares do Sol. O outro agraciado, Riccardo Giacconi, nascido na Itália mas radicado nos EUA, descobriu fontes de raios X cósmicos. Uma questão crucial da ciência sempre foi a fonte de energia do Sol. Por que o Sol brilha? A partir da proposta de Arthur Eddington de que a energia é proveniente de reações nucleares envolvendo o hidrogênio e o hélio, pode-se inferir que a transformação do hidrogênio em hélio produz neutrinos – uma partícula elementar proposta por Pauli para explicar o decaimento radiativo  $\beta$  – numa série de reações nucleares. O teste desta teoria parecia um sonho para muitos cientistas porque os neutrinos interagem fracamente com a matéria. Estima-se que, a cada segundo, trilhões de neutrinos de baixa energia produzidos no Sol atravessam nossos corpos sem deixar sinal. No entanto, uma reação muito rara gera neutrinos de alta energia que podem ser detectados quando estes interagem com o núcleo de cloro produzindo átomos de argônio em igual número de neutrinos incidentes. Nos anos 60, Davis colocou um tanque contendo 600 toneladas de tetra-cloro-etileno (líquido usado para limpeza a seco) em uma mina de ouro e conseguiu colectar até 1994 apenas cerca de 2.000 átomos de argônio, muito me-

nos do que o esperado. Simultaneamente, Koshihira construiu um detector, chamado de Kamiokande, que consistia num enorme tanque de água também colocado em uma mina no Japão. O neutrino neste caso interage com o núcleo da água e na reação um elétron é liberado, resultando em pequenos *flashes* que podiam ser detectados através de fotomultiplicadores. A experiência confirmou os resultados anteriores de Davis com a vantagem ainda de registrarem os tempos dos eventos e serem sensíveis à direção. Assim pôde-se comprovar que os neutrinos proviam do Sol. O Kamiokande ainda detectou em 1987 uma porção de neutrinos provenientes da explosão de uma supernova. Em 1996, Koshihira construiu o Super Kamiokande que detectou neutrinos produzidos dentro da atmosfera sugerindo um novo fenômeno, as oscilações do neutrino, em que uma espécie de neutrino pode mudar para outro tipo. Isto só pode ocorrer se os neutrinos possuem uma massa diferente de zero. Este resultado é extremamente significativo para o modelo padrão de partículas elementares e para o papel dos neutrinos no universo, podendo explicar ainda porque Davis havia detectado menos neutrinos do que os esperados.

A outra metade do prêmio foi outorgado a Riccardo Giacconi, um precursor da construção de telescópicos de raios X. Como é bem conhecido, raios X são ondas eletromagnéticas de altas frequências bem distantes das frequências do espectro da luz visível. O funcionamento do telescópio baseia-se em fenômeno análogo ao que produz aquela paisagem observada no ar próximo ao asfalto de uma rodovia em dias extremamente quentes. Giacconi e colaboradores conseguiram realizar experimentos com o telescópio instalado em foguetes que subiam a altas altitudes, detectando assim fontes extremamente



A série de reações da fusão H-H. Dois prótons  $H^1$  colidem formando o deuteron ( $D^2$ ) + elétron + neutrino ( $\nu$ ). O ciclo prossegue até que o hélio é formado. A letra  $\gamma$  representa o fóton de alta energia.

intensas de raios X provenientes do universo. Estas descobertas permitiram um desenvolvimento intenso da astronomia de raios X e muitos objetos novos foram então observados: estrelas duplas, estrelas de nêutrons e uma indicação da existência de buracos negros. Atualmente, o telescópio Einstein de raios X de alta resolução está instalado em um satélite artificial e tem permitido um grande número de grandes descobertas: novas estrelas duplas, restos de supernovas, novas estrelas fora da Via Láctea, dentre outras, contribuindo ainda para a nossa compreensão sobre a matéria escura do universo. Graças às descobertas de Giacconi, o universo é para nós hoje é bem mais impressionante do que era há 50 anos.

Nelson Studart - UFSCar



R. Davis, R. Giacconi e M. Koshihira