



# CURIOSIDADES DA FÍSICA

José Maria Filardo Bassalo

[www.bassalo.com.br](http://www.bassalo.com.br)

## A Expansão (Aceleração) do Universo e o Prêmio Nobel de Física (PNF) de 2011.

O PNF de 2011 foi concedido aos astrofísicos norte-americanos Saul Perlmutter (n.1959), Brian P. Schmidt (n.1970) e Adam Guy Riess (n.1967) pela descoberta da **expansão do Universo**. Perlmutter recebeu a metade do valor do prêmio, e Schmidt e Riess, dividiram a outra metade. É também oportuno registrar que esses três cientistas já haviam recebido o *Shaw Prize in Astronomy* de 2006 por essa mesma descoberta. Vejamos, então, a vida e os trabalhos desses nobelistas.

Perlmutter nasceu no dia 29 de setembro de 1959 em Champaign-Urbana, no Estado de Illinois, nos Estados Unidos da América (EUA). Ele estudou o primário na *Greene Street Friends School* e o curso secundário ("High School") na *Germantown Friends School*, ambos na Filadélfia. Ele graduou-se em Física na *Harvard University*, em 1981, com o grau *AB-magna cum laude*. Depois foi para a *Universidade da Califórnia* (UC) para trabalhar com o físico norte-americano Richard A. Muller (n.1944), com quem desenvolveu sua Tese de Doutorado intitulada **An Astrometric Search for a Stellar Companion to the Sun** e defendida, em 1986, naquela Universidade. Nesta Tese, Perlmutter descreveu o desenvolvimento e o uso de um telescópio automático projetado por Muller em busca da estrela *Nêmesis* e de supernovas, das quais falaremos mais adiante.

É interessante destacar que a *Nêmesis* teve sua existência postulada, em 1984 (*Proceedings of the National Academie of Sciences* **81**, p. 801), pelos paleontologistas norte-americanos David M. Raup (n.1933) e Jack John Sepkoski (1948-1999) ao analisarem a periodicidade (26 milhões de anos) da intensidade de extinção, nos últimos 250 milhões de anos, de famílias de fósseis marítimos. Ainda em 1984, em trabalhos independentes, os astrônomos norte-americanos Daniel P. Whitmire e Albert A. Jackson IV (*Nature* **308**, p. 713) e Marc Davis, Piet Hut e Muller (*Nature* **308**, p. 715) propuseram a hipótese de que o Sol poderia ter uma companheira invisível (respectivamente, *anã marrom* e *anã vermelha*) em uma órbita altamente elíptica, a uma distância de 1,5 anos-luz, perturbando os cometas que visitam a parte interna do sistema solar (*nuvem de Oort*) e, portanto, podendo provocar impactos fatais sobre a Terra. Em virtude disso, essa estrela recebeu o nome de *Nêmesis* ("Estrela da Morte"), nome de uma deusa grega que representava a **vingança**. A Tese de Perlmutter, contendo observações realizadas no *Observatório Leuschner*, da UC, objetivava detectar essa estrela, porém, não teve sucesso. Registre-se que, em 2002 (*Geological Society of America Special Paper* **356**, p. 659), Muller especulou que a *Nêmesis* foi perturbada, há 400 milhões de anos, por uma estrela em órbita com uma excentricidade de 0.7. Mais detalhes sobre a *Nêmesis* que, até o presente momento (10/5/2012), ainda não encontrada), ver: [wikipédia/Nemesis\\_\(hypothetical\\_star\)](http://wikipédia/Nemesis_(hypothetical_star)).

Ainda sobre Muller, observe-se que ele e o físico norte-americano Luís Walter Alvarez (1911-1988; PNF, 1968), em 1968, haviam apresentado a ideia de uma busca

automática de **supernovas** (SN). Também Muller, juntamente com os físicos norte-americanos George Fitzgerald Smoot III (n.1945; PNF, 2006) e Marc V. Gorenstein descobriram, em 1977 (*Physical Review Letters* **39**, p. 898) uma anisotropia na **Radiação Cósmica de Fundo de Microonda** (RCFM) (“Cosmic Microwave Background” – CMB), que significava um primeiro indício da **expansão do Universo**, finalmente encontrada, em 1998, como veremos neste verbete.

Depois de seu Doutorado, Perlmutter foi para o *Lawrence Berkeley National Laboratory* (LBNL) liderar o *Supernova Cosmology Project* (SCP) que objetivava observar longínquas partes do Universo. Este projeto competia com o *High-Z Supernova Search Team*, um conglomerado australiano-norte-americano, liderado por Riess e Schmidt. Ambos os projetos observavam a SN Ia. Esse tipo de **supernova** ocorre quando uma *anã branca* ganha bastante massa adicional e ultrapassa o **limite de Chandrasekhar-Schenberg** (ver verbete nesta série).

Schmidt nasceu em 24 de fevereiro de 1967, em Missoula, no Estado de Montana (EUA). Em 1980, com 13 anos de idade, ele foi viver em Anchorage, no Alaska, onde concluiu o ensino médio (“High School”) no *Bartlett High School*, em 1985. Como desde os cinco anos de idade ele gostava de Meteorologia, ele foi trabalhar no *USA National Weather Service*, naquela cidade do Alaska. Porém, como ele percebeu não ser o que esperava, decidiu estudar Física e Astronomia, então foi para a *Universidade do Arizona* onde obteve, em 1989, o Bacharelado nessas duas Ciências. Depois ele foi para a *Harvard University*, tendo obtido o Mestrado, em 1992, e o Doutorado em 1993. Seu orientador de Tese de Doutorado foi o astrofísico norte-americano Robert P. Kirshner (n.1949), na qual ele usou a SN II para calcular a **constante de Hubble** ( $H_0$ ) (vide verbete nesta série). Note-se que o nome *Supernova* (SN) foi cunhado, em 1931 [em um seminário realizado no *California Institute of Technology* (CALTECH) e publicado, em 1934 (*Proceedings of the National Academy of Sciences* **20**, p. 254; 259; *Physical Review* **45**, p. 138)], ministrado pelos astrônomos, o alemão Walter Baade (1893-1960) e o búlgaro-suíço-norte-americano Fritz Zwicky (1898-1974), para representar a explosão de uma estrela, explosão essa que causa uma tremenda luminosidade que pode durar semanas ou mesmo meses. A SN é classificada em: SN I, quando não contém a linha espectral do hidrogênio (H) em seu espectro luminoso [pode ainda ser SN Ia, se contém silício ionizado (Si II), e SN Ib, se contém hélio não-ionizado (He I)], e SN II, quando contém a linha H.

Sobre Kirshner, ainda é interessante destacar que ele e J. B. Oke, em 1975 (*Astrophysical Journal* **200**, p. 574), mostraram que o espectro de uma SN I poderia ser interpretado como uma superposição de centenas de linhas espectrais dos íons de ferro ( $Fe^+$  e  $Fe^{++}$ ). Em 1979 (*Astrophysical Journal* **233**, p. 154), R. A. Chevalier e Kirshner investigaram a nucleossíntese (vide verbete nesta série) da SN 1572, principalmente a remanescente em *Cassiopeia A*, que foi observada pelo astrônomo dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601) (e também pelos astrônomos chineses e coreanos), em 11 de novembro de 1572. Em 26 de fevereiro de 1987 foi opticamente observada, na *Grande Nebulosa de Magalhães*, uma SN conhecida desde então como SN1987 A. Dois anos depois, em 1989 (*Annual Review of Astronomy and Astrophysics* **27**, p. 629), W. D. Arnett, John Norris Bahcall (1934-2005), Kirshner e S. E. Woosley anunciaram que haviam observado vinte (20) neutrinos provindos da SN1987 A.

Depois de obter seu Doutorado, Schmidt realizou um Pós-Doutoramento no *Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics*, entre 1993 e 1994. Em 1994, ele e o astrofísico norte-americano Nicholas B. Suntzeff (n.1952) criaram o *High-Z Supernova Search Team* (H-ZSST) para detectar uma possível desaceleração do Universo observando **Supernovas do Tipo Ia** (SN Ia). Em 1995, Schmidt levou o H-ZSST para o *Mount Stromlo Observatory* da *Australian National University*. Observe-se que, em 1995 (*Astrophysical Journal Letters* **438**, p. L17), Riess, W. H. Press e Kirshner estudaram o movimento de um grupo de estrelas, o chamado **grupo local**, usando as formas das curvas de luz das SN Ia. Note-se que essas curvas de luz foram medidas usando câmaras criogênicas com sensor CCD (o sensor “Charge-Coupled Device”, foi inventado em 1970, conforme vimos em verbete desta série) que foram construídas para observar as SN 1986G e SN 1987A, e cujos resultados foram publicados, respectivamente, em 1987 (*Publications of the Astronomical Society of Pacific* **99**, p. 592), por um grupo de astrônomos (A. C. Phillips, S. R. Heathcote, V. M. Blanco, D. Geisler, D. Hamilton, F. J. Jablonski, J. E. Steiner, A. P. Cowley, P. Schmidtke, S. Wyckoff, J. B. Hutchings, John L. Tonry, M. A. Strauss, J. R. Thorstensen, W. Honey, José Maza, M. T. Ruiz, A. U. Landolt, D. A. Uomoto, R. M. Rich, J. E. Grindley, H. Cohn, H. A. Smith, J. H. Lutz, R. J. Lavery e A. Saha) liderados pelo astrônomo norte-americano Mark M. Phillips (n.1951) e Suntzeff, e em 1988 (*Astronomical Journal* **95**, p. 1087), por M. M. Phillips, Heathcote, Mario Hamuy e M. Navarrete. É oportuno registrar que, em 1995, Hamuy, M. M. Phillips, Maza, Suntzeff, R. Schommer e R. Aviles (*Astronomical Journal* **109**, p.1) e, independentemente, Riess, Press e Kirshner (*Astrophysical Journal* **438**, p. L17) anunciaram que encontram para a  $H_0$  o seguinte valor:  $64 \text{ km (sMpc)}^{-1}$  ( $1 \text{ Mpc} = 3,08568025 \cdot 10^{22} \text{ m}$ ), usando observações do *Telescópio Espacial Hubble*, lançado em 24 de abril de 1990 (ver verbete nesta série). Em 1999 (*Astronomical Journal* **117**, p. 1175), Suntzeff, M. M. Phillips, R. Covarrubias, Navarrete, J. J. Perez, A. Guerra, M. T. Acevedo, L. R. Doyle, T. Harrison, S. Kane, K. S. Long, Maza, S. Miller, A. E. Piatti, J. J. Claria, A. V. Ahumada, B. Pritzl e P. F. Winkler estudaram a curva óptica da SN Ia 1998bu na galáxia M96 (NGC 3368) e determinaram que  $H_0 = [63,9 \pm 2.2 \text{ (interno)} \pm 3.5 \text{ (externo)}] \text{ km (sMpc)}^{-1}$ .

Riess nasceu no dia 16 de dezembro de 1969, em Washington, D.C. Estudou no *Watchung Hills Regional High School*, em New Jersey, formando-se em 1988. Depois foi para a *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), onde se graduou em 1992, e foi membro do famoso *Phi Delta Theta Fraternit*. Sob a orientação de Kirshner, doutorou-se na *Harvard University*, em 1996, tendo como objeto fundamental de sua Tese de Doutorado, a análise do movimento das SN Ia do **grupo local**, cujo trabalho foi publicado em 1995, conforme registramos acima. Em 1998 foi trabalhar no H-ZSST, junto com Schmidt e Suntzeff, trabalho esse que resultou na famosa descoberta da **expansão do Universo**, junto com o trabalho do *Supernova Cosmology Project* (SCP), liderado por Perlmutter. Essa descoberta foi anunciada, em 1998 (*Astronomical Journal* **116**, p. 1009) pelo projeto H-ZSST, composto de Riess, Alexei V. Filippenko, Peter Challis, Alejandro Clocchiatti, Alan Diercks, Peter M. Garnavich, Ron L. Gilliland, Craig J. Hogan, Saurabh Jha, Kirshner, B. Leibundgut, M. M. Phillips, David Riess, Schmidt, Robert A. Schommer, R. Chris Smith, J. Spyromilio, Christopher Stubbs, Suntzeff e Tonry, e confirmada, em 1999, em trabalhos independentes, realizado também pelo H-ZSST, desta vez composto por Riess, Kirshner, Schmidt, Jha, Challis, Garnavich, A. A. Esin, C. Carpenter, R. Grashius, R. E. Schild, P. L. Berlind, J. P. Huchra, C. F.

Prosser, E. E. Falco, P. J. Benson, C. Briceno, W. R. Brown, N. Caldwell, I. P. Dell'Antonio, Filippenko, A. A. Goodman, N. A. Grogin, T. Groner, J. P. Hughes, P. J. Green, R. A. Jansen, J. T. Kleyana, J. X. Luu, L. M. Macri, B. A. McLeod, K. K. McLeod, B. R. McNamara, B. McLean, A. A. E. Milone, J. J. Mohr, D. Moraru, C. Peng, J. Peters, A. H. Prestwich, K. Z. Stanek, A. Szentgyorgyi e P. Zhao (*Astronomical Journal* **117**, p. 707) e, pelo projeto SCP, composto por Perlmutter, G. Aldering, G. Goldhaber, R. A. Knop, P. Nugent, P. G. Castro, S. Deustua, S. Fabbro, A. Goodbar, D. E. Groom, I. M. Hook, A. G. Kim, M. Y. Kim, J. C. Lee, N. J. Nunes, R. Pain, C. R. Pennypacker, R. Quimby, C. Lidman, R. S. Ellis, M. Irwin, R. G. McMahon, P. Ruiz-Lapuente, N. Walton, B. Schaefer, B. J. Boyle, Filippenko, T. Matheson, A. S. Fruchter, N. Panagia, H. J. M. Newberg e W. J. Couch (*Astrophysical Journal* **517**, p. 565). Esses dois artigos apresentaram o seguinte valor para  $H_0 = (62 \pm 2) \text{ km (sMpc)}^{-1}$  (1 Mpc =  $3,08568025 \cdot 10^{22}$  m).

Concluindo este verbete é interessante registrar que essa **aceleração do Universo** foi explicada pela presença de **matéria** e **energia escuras** no Universo. Registre-se que a **matéria escura** (ME) foi descoberta em 1937 (*Astrophysical Journal* **86**, p. 217), por Zwicky ao examinar os aglomerados ("clusters") de galáxias, em particular o **aglomerado Coma**. Uma primeira evidência experimental da ME foi anunciada, em 2006 (*Astrophysical Journal* **648**, p. L109), por Dougle Clowe, M. Bradac, A. H. Gonzalez, M. Markewitch, S. W. Randall, C. Jones e D. Zaritsky, e decorreu da colisão de dois aglomerados de galáxias, ocorrida há 100 milhões de anos, colisão essa hoje conhecida como Bullet – 1E0657-556. Por sua vez, o termo a **energia escura** (EE) foi cunhado pela primeira vez em 1998/1999 [*arXiv:astro-ph/0108103v1*, August (1988); *Physical Review* **D60**, p. 081301 (1999)], por Dragan Huterer e Michael S. Turner (n.1949), e ratificado por Turner, em 1999 (*The Galactic Halo* **165**, p. 431). Note-se que a EE é uma nova representação da **constante cosmológica** ( $\Lambda$ ) proposta pelo físico germano-suíço-norte-americano Albert Einstein (1879-1955; PNF, 1921), em 1917 (vide verbete nesta série).

Para maiores detalhes sobre o discutido neste verbete, ver os seguintes sites: [en.wikipedia.org/wiki/Supernova](http://en.wikipedia.org/wiki/Supernova); [Adam\\_Riess](#); [Brian\\_Schmidt](#); [Mark\\_M.\\_Phillips](#); [Nicholas\\_B.\\_Sunzteff](#); [Robert\\_Kirshner](#); [Saul\\_Perlmutter](#). Ver, também, as **Nobel Lectures (08/12/2011): Saul Perlmutter**, Measuring the Acceleration of the Cosmic Expansion Using Supernovae; **Adam Guy Riess**, Supernovae Reveal an Accelerating Universe; **Brian P. Schmidt**, The Path to Measuring Cosmic Acceleration.



**ANTERIOR**

**SEGUINTE**