



## SEARA DA CIÊNCIA CURIOSIDADES DA FÍSICA

José Maria Bassalo



### As Contribuições de Schenberg à Física Teórica.

O físico brasileiro Mário Schenberg (1914-1990) deu grandes contribuições à Física Teórica, que podem ser vistas nos seguintes livros: **Pensando a Física** (Brasiliense, 1984); **Mário Schenberg: Entre-Vistas** (Organizado por Gita K. Guinsburg e José Luiz Goldfarb, IFUSP/Perspectiva, 1984); **Diálogos com Mário Schenberg** (Coordenado por Lourdes Cedran e Organizado por José Luiz Goldfarb, Valter Ponte, Ana Maria Alfonso Goldfarb e Tom Genz: Nova Stella, 1985); **Perspectivas em Física Teórica** (Organizado por Alberto Luiz da Rocha Barros, IFUSP, 1987); e **Crônicas da Física**, Tomo 1 (José Maria Filardo Bassalo, EDUFPA, 1987). Neste verbete, vamos destacar algumas dessas contribuições.

Em 1941 (*Physical Review* **59**, p. 539), o físico russo-norte-americano George Gamow (1904-1968) e Schenberg apresentaram o famoso mecanismo para explicar o **colapso estelar**, da seguinte maneira: quando o centro de uma estrela atinge uma densidade muito alta e começa a haver a captura de elétrons ( $e^-$ ), há uma fuga de neutrinos (mais tarde identificados como neutrinos eletrônicos:  $\nu_e$ ) que provoca o seu resfriamento e, conseqüentemente, o seu colapso. Essa fuga de neutrinos decorre do mecanismo conhecido pelo nome de **neutronização** que ocorre no interior de uma estrela, pelo qual um próton ( $p$ ) ao absorver um elétron ( $e^-$ ) se transforma em um nêutron ( $n$ ) e um neutrino ( $\nu_e$ ), segundo a reação (notação atual):  $p + e^- \rightarrow n + \nu_e$ . Segundo Gamow, a idéia de incluir o neutrino como elemento principal do colapso estelar foi de Schenberg. Esse mecanismo ficou conhecido na literatura científica mundial como **processo (efeito) URCA**, nome que os próprios autores deram a esse processo. Sobre a razão da escolha desse nome, existem três versões. A primeira foi dada pelos primeiros leitores desse famoso artigo que traduziram a sigla URCA como decorrente da seguinte frase: **Ultra Rapide CA**tastrophe. A segunda é folclórica, segundo nos conta o cosmólogo brasileiro Mário Novello (n.1942), em seu livro **Jogos da Natureza (Jeux Cosmiques)**, Campus/Elsevier, 2005 (Ellipses, 2005). Com efeito, segundo esse cosmólogo, Gamow teria dado esse nome para homenagear a pátria de Schenberg, pois, como nesse processo há uma grande perda ("roubo") de neutrinos, ele o comparou à perda de dinheiro das pessoas que freqüentavam o antigo *Cassino da URCA*, no Rio de Janeiro. Diz ainda essa lenda que uma dessas pessoas era a própria esposa de Gamow, que jogou naquele Cassino, por ocasião da visita de Gamow no Rio de Janeiro, em 1939. A terceira explicação é a seguinte: Gamow viveu algum tempo na cidade de Odessa, na Rússia, e nela o vocábulo **Urca** significa "bandido". É oportuno registrar que, ainda em 1941, trabalhando no *Instituto de Estudos Avançados*, em Princeton [onde também se encontrava o físico germano-norte-americano Albert Einstein (1879-1955)] Schenberg publicou mais dois importantes trabalhos na *Physical Review* **60** (p. 46; 468). No primeiro deles, ele propôs, pela primeira vez que o campo gravitacional possuía momento angular. No segundo, e também de maneira pioneira, propôs a **não-conservação da paridade** em interações fortes envolvendo mésons. Muito embora o físico japonês Hideki Yukawa (1907-1981; PNF, 1949), no Japão, haja se interessado por esse trabalho, colocando, inclusive, alguns de seus assistentes para pesquisar esse assunto, a descoberta da quebra da paridade, porém nas interações fracas, foi descoberta pelos físicos sino-norte-americanos Tsung-Dao Lee (n.1926; PNF, 1957) e Chen Ning Yang (n.1922; PNF, 1957), em 1956 (*Physical Review* **102**; **104**, p. 290; 254).

Em 1942 (*Astrophysical Journal* **96**, p. 161), Schenberg e o astrofísico indiano Subrahmanyan Chandrasekhar (1910-1995; PNF, 1983) apresentaram uma análise da evolução do Sol e de estrelas semelhantes que compõem a chamada **seqüência principal do diagrama de Hertzsprung-Russell**. Nessa análise, na qual há um estudo da luminosidade desse tipo de estrela em função de sua massa, basicamente, foi verificado o que acontecia quando fosse queimado todo hidrogênio ( $H$ ) do centro dessas estrelas. Ainda nesse trabalho eles mostraram que não existe estrela estável na qual o caroço de hélio contém mais de 10% da massa da estrela. Esse resultado, conhecido como **limite de Schenberg-Chandrasekhar**, explica a formação de estrelas vermelhas-gigantes durante o curso da evolução estelar (Ver Malcolm S. Longair, in: **Twentieth Century Physics**, Volume III, Institute of Physics Publishing and American Institute of Physics Press, 1995). É oportuno notar que aquele diagrama foi resultado das pesquisas realizadas pelos astrônomos, o dinamarquês Ejnar Hertzsprung (1873-1966), em 1905 e 1911, e o norte-americano Henry Norris Russell (1877-1957), em 1914. Nesse diagrama, relacionando cor e luminosidade de estrelas, há uma proeminente seqüência contínua de estrelas, ao longo da diagonal, de cima para baixo e no sentido do crescimento da luminosidade, a **seqüência principal**.

Na década de 1950, Schenberg desenvolveu importantes trabalhos em Mecânica Estatística Clássica. Por exemplo, em 1952 (*Nuovo Cimento* **9**, p. 1139) e em 1953 (*Nuovo Cimento* **10**, p. 419; 697), ele aplicou os métodos da segunda quantização àquela Mecânica, bem como estudou a sua generalização. Esses três trabalhos foram objeto de destaque no prefácio do livro intitulado (Elsevier, 1982), escrito por R. Paul. A partir de 1955, a atenção de Schenberg foi voltada ao estudo de certas estruturas algébricas muito ligadas à Geometria e à Mecânica Quântica. Após realizar uma série de trabalhos buscando uma relação entre essas duas matérias, ele escreveu o seu famoso "big paper" intitulado **Quantum Mechanics and Geometry** (Departamento de Física da USP, 1957), que é uma tentativa de *geometrizando a Física*, velho sonho de Einstein, que morreu sem o concretizar. Segundo o físico brasileiro Normando Celso Fernandes (n.1936), Schenberg introduziu nesse "paper" duas grandes extensões das **Álgebras de Grassmann: Álgebra Comutativa** que engloba o Cálculo Integral, todos os formalismos Simpléticos e a Geometria Diferencial; e a **Álgebra Anti-Comutativa** ligada aos tensores anti-simétricos, que reúne as representações espinoriais na representação tensorial, além de conter o Cálculo Diferencial. Além disso, esta Álgebra fornece um formalismo que é precursor das teorias modernas de unificação entre as interações físicas, tais como: Grande Unificação, Supersimetria e Supergravidade.

A partir de 1965, Schenberg se interessou pelo o que ele próprio denominou de **contínuo físico primário**, que é algo quadri-dimensional sem possuir uma **métrica Riemanniana** definida. A idéia de que na Física existe um tal contínuo, surgiu a Schenberg ao estudar uma possível relação entre a Gravitação Einsteiniana e o Eletromagnetismo. Um primeiro artigo sobre esse "contínuo físico primário" foi apresentado por Schenberg na *Conferência Internacional Sobre Partículas Elementares* realizada naquele ano de 1965, em Kyoto, Japão. Em 1971 (*Revista Brasileira de Física* **1**, p. 91), ele publicou um artigo completo sobre Eletromagnetismo e Gravitação, no qual a Teoria Eletromagnética Maxwelliana é formulada numa variedade diferenciável desprovida de qualquer métrica e estrutura afim. E mais ainda, a Equação Gravitacional de Einstein aparece complementando o Eletromagnetismo Maxwelliano, ocorrendo, portanto, a fusão natural entre o Eletromagnetismo e a Gravitação. Segundo o físico brasileiro Henrique Fleming (n. 1938), que considera esse artigo como **O Último Trabalho de Mário Schenberg** (*Revista Brasileira de Ensino de Física* **23**, p. 471), Schenberg surpreendeu o mundo científico ao considerar a Gravitação como uma conseqüência do Eletromagnetismo, ao contrário do que pretendeu Einstein, em várias tentativas, com o seu célebre **Campo Unificado**. Para Schenberg, a gravitação nada mais seria do que um *índice de refração do vácuo*.

Ainda relacionado com o "contínuo físico primário", Schenberg publicou mais dois trabalhos. Com efeito, em 1973 (*Acta Physica Austriaca* **38**, p. 168), ele considerou que a **métrica Riemanniana** é reproduzida através da dinâmica das partículas e onde o tensor métrico era um tensor ligado à definição de massa da partícula. Em 1977 (*Revista Brasileira de Física* **7**, p. 371), Schenberg apresentou uma relação entre **causalidade e relatividade**. Neste trabalho, basicamente, as **equações de Einstein** da Relatividade Geral são associadas a um campo físico de "causalidade", assim como é relacionado, também, o caráter quadri-dimensional com as propriedades eletromagnéticas, a um nível "pré-causal", e especialmente com o campo de deslocamentos e com a corrente elétrica.

A importância dos trabalhos de Schenberg foi atestada pelo prestígio científico internacional que conquistou, traduzido não só pelas inúmeras citações de tais trabalhos, bem como pelos inúmeros convites que recebeu para participar de Congressos Científicos realizados nos quatro cantos do mundo, onde suas idéias foram discutidas. Uma prova de sua notoriedade pode ser vista na **Biographical Encyclopaedia of Science and Technology** (editada pela Bloch, em 1974, como **Gênios da Humanidade**) escrita pelo bioquímico e historiador da Ciência, o russo-norte-americano Isaac Asimov (1908-1992), que o biografou, juntamente com o físico brasileiro César Lattes (1924-2005). Em 1983, recebeu o *Prêmio Nacional de Ciência e Tecnologia* e, em 1984, a USP outorgou-lhe o título de **Professor Emérito**. Em maio de 2000, o projeto **Gráviton**, composto por pesquisadores do *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais* (INPE), do Instituto de Física da USP (IFUSP), do *Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo* (CEFETSP), do *Instituto Tecnológico da Aeronáutica* (ITA), da *Universidade Estadual de Campinas* (UNICAMP) e da *Universidade de Leiden*, na Holanda, iniciou a construção do **Mário Schenberg**, o primeiro **Detector Brasileiro de Ondas Gravitacionais** (do tipo "massa ressonante" distribuída em um volume esférico, cuja idéia inicial foi do físico norte-americano Robert Forward, em 1971). É oportuno registrar que a iniciativa de construir o primeiro detector desse tipo (antena esférica) ocorreu de uma conversa entre os físicos brasileiros Giorgio Frossati (n.1939) (de origem italiana) e Odylio Denys de Aguiar (n.1953), em janeiro de 1993, na sala do também físico brasileiro Carlos Ourívio Escobar (n.1948), no *prédio Oscar Sala* do *Instituto de Física da USP*. O professor Frossati começou a construí-lo, em 2000, no *Instituto de Física da Universidade de Leiden*. Esse detector, conhecido como **MiniGrail** ([www.minigrail.nl](http://www.minigrail.nl)), começou a funcionar em 2004. O detector brasileiro, que está sendo construído no IFUSP, ficará pronto neste ano de 2006, irá operar a temperatura inicial de 4,4K. Em 2007 ou 2008, ele passará a operar na temperatura de 50mK, segundo informação pessoal do professor Odylio, a quem agradeço nesta oportunidade, além dessa informação, a leitura crítica deste verbete. Para detalhes desse detector, ver os sites:

[www.das.inpe.br/~graviton/](http://www.das.inpe.br/~graviton/)

[www.fapesp.br/agencia/boletim\\_print.php?data\[id\\_materia\\_boletim\]=2946](http://www.fapesp.br/agencia/boletim_print.php?data[id_materia_boletim]=2946)

É ainda oportuno registrar que Schenberg, além de físico, foi um conceituado crítico de arte, tendo figurado em alguns júris internacionais das **Bienais de São Paulo** e da **I Bienal de Salvador**. Quando o *Museu de Arte Contemporânea da USP* preparou a mostra **Opinião 65**, o convidou para ser o introdutor do Catálogo da referida mostra. Foi amigo de muitos artistas e intelectuais brasileiros (Volpi, Bonadei, Rebolo, Zanini, Pancetti, Waldemar Cordeiro, Décio Pignatari, Haroldo e Augusto de Campos, Sacilotto, Di Cavalcanti, Portinari, Lígia Clark, Mário Pedrosa, Ferreira Gullar, Hélio Oiticica, Mário Gruber). Ele também se relacionou com os artistas ligados à Arte Fantástica, ao Surrealismo e à Arte Tântrica. Foi talvez o único físico brasileiro (quicá mundial), a ser citado em livros de arte, como a **História Geral da Arte no Brasil**, editado em 1983, pelo *Instituto Walther Moreira Salles* e *Fundação Djalma Guimarães*, sob a coordenação editorial do historiador e crítico de arte, o brasileiro Walter Zanini (n.1925).

---

