



SEARA DA CIÊNCIA CURIOSIDADES DA FÍSICA

José Maria Bassalo



Mario Novello e a Escola Brasileira de Cosmologia e Gravitação.

Em 2008, por ocasião da comemoração dos 30 anos da **Primeira Escola de Cosmologia e Gravitação**, ocorrida no *Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas* (CBPF), no Rio de Janeiro, seu idealizador, meu estimado amigo, o físico brasileiro Mario Novello (n.1942), escreveu o texto intitulado **30 Anos: Escola Brasileira de Cosmologia e Gravitação** (ICRA, CBPF, MCT), no qual, em duas línguas (português e inglês), descreve a sua saga em criar essa hoje internacional **Escola Brasileira de Cosmologia e Gravitação** (EBCG). Neste verbete, vou destacar alguns aspectos da vida científica desse importante cosmólogo brasileiro, de reconhecimento internacional, bem como dessa sua saga.

Conforme escrevi em verbete desta série, conheci o Novello na *Universidade de Brasília* (UnB), em 1965, quando estávamos terminando o Curso de Bacharelado em Física. Antes, ele realizava o Bacharelado em Física na *Faculdade Nacional de Filosofia* (FNFi), no Rio de Janeiro, quando ocorreu o Golpe Militar de 1964. Em virtude desse ato violento, a FNFi foi fechada e a turma do Novello foi transferida para a UnB, graças ao empenho dos físicos brasileiros, Roberto Aureliano Salmeron.(n.1922) e Jayme Tiomno (n.1920) que dirigiam, respectivamente, o *Instituto Central de Ciências* e o *Instituto Central de Física*, da *Universidade Utopica de Darcy Ribeiro*.

Foi em 1965 que o Novello, em meu entendimento, começou seu fascínio pelas Relatividades Einsteinianas quando, ao chegar a nossa “república” onde morávamos, em cima da *Padaria Bambina*, na Avenida W-3 Sul, com entrada pela rua W-2 Sul, mostrou-me entusiasmado o livro que acabara de adquirir, **Principles of Modern Physics** (McGraw-Hill Book Company, 1959), do físico norte-americano Robert Benjamin Leighton (1919-1997), e que trata daquelas Relatividades logo em seu primeiro Capítulo.

Com o término da UnB, ainda em 1965 [para detalhes desse crime de lesa-universidade, ver o livro do Professor Salmeron: **A Universidade Interrompida: 1964-1965** (EDUnB, 1999/2007)], Novello voltou para o CBPF onde concluiu seu Mestrado em Física, em 1968, sob a orientação do físico brasileiro José Leite Lopes (1918-2006), defendendo a Monografia intitulada **Teoria das Distribuições no Eletromagnetismo Clássico**. Em 1969, foi para a *Universidade de Genebra*, na Suíça, onde obteve seu Doutorado, em 1972, sob a direção do físico suíço Josef Maria Jauch (1914-1974), com a Tese de título **Álgebra de l’Espace-Temps**. É interessante registrar que Jauch havia co-orientado, juntamente com o físico austro-suíço-norte-americano Wolfgang Pauli Junior (1900-1958; PNF, 1945), o Doutorado de Leite Lopes, na *Universidade de Princeton*, em 1946. Ainda em 1972, Novello realizou seu primeiro Pós-Doutorado, na *Universidade de Oxford*, na Inglaterra, com o famoso cosmólogo inglês Dennis W. Sciama (n.1926).

Em 1976, Novello iniciou sua saga em busca da formação de um grupo de excelência no Brasil para estudar a Cosmologia, de maneira pioneira e sistemática, criando no CBPF, o **Grupo de Cosmologia e Gravitação** (GCG). Foi na consolidação desse grupo que o Novello e seus alunos (posteriormente, colaboradores) realizaram uma série de trabalhos importantes dos quais destacamos o mais ambicioso de seus programas de pesquisa, qual seja, o que o próprio GCG denominou de **Programa do Universo Eterno** (PUE). Esse programa originou-se de um trabalho publicado pelo Novello e um de seus alunos, o físico brasileiro José Martins Salim (n.1951), em 1979 (*Physical Review* **D20**, p. 377), no qual eles negaram o Princípio da Equivalência Einsteiniano (sobre esse princípio, ver verbete nesta série) como um gerador de leis físicas. Segundo o *Relatório* do GCG preparado pelo Novello, em julho de 2002 (CBPF/LAFEX), uma consequência direta dessa negação, é a de que processos de interação direta entre os campos da física e a curvatura do espaço-tempo tornam-se possíveis e devem se constituir de modos normais de acoplamentos de campos. O PUE, desenvolvido em outros artigos escritos por Novello, alunos e colaboradores estrangeiros, teve como resultado a formulação do **Dynamical Eternal Universe Scenario** (DEUS). Este novo e inédito modelo cosmológico apresenta uma solução analítica que possui *ricochete* (“bouncing”), ou seja, é um modelo em que o Universo possui uma fase anterior de colapso, onde o volume total do espaço diminuiu com o tempo, atingindo um valor mínimo e, depois, passou a se expandir. Registre-se que o DEUS foi ainda discutido pelo Novello e pelo físico alemão Hans Heintzmann (n.) em 1984 (*General Relativity and Gravitation* **16**, p. 535), e pelo Novello em seu livro **Cosmos et Contexte** (Masson, 1987) [com tradução brasileira, com o mesmo título: **Cosmo e Contexto** (Forense Universitária, 1988)], e nos artigos: **The Program of an Eternal Universe**, publicado no *Vth. Brazilian School of Cosmology and Gravitation* (World Scientific, 1987); e **Dynamical Eternal Universe Scenario**, publicado no livro **Frontier Physics – Essays in Honour of Jayme Tiomno** (Editors: S. MacDowell, H. M. Nussenzveig and R. A. Salmeron, World Scientific, 1991).

Ainda no citado *Relatório* de 2002, há destaque para três outros trabalhos oriundos do PUE. No primeiro deles, escrito em 1990 (*Classical and Quantum Gravity* **7**, p. 51), Novello, Salim e o físico brasileiro Luiz Alberto Rezende de Oliveira (n.), examinaram o tipo de interação entre os campos gravitacional e eletromagnético, em um Universo conformalmente plano, como indicava o modelo cosmológico que Novello e colaboradores haviam desenvolvido. Nesse exame, observaram que a interação referida acima era capaz de explicar o fenômeno do desvio para o vermelho da radiação cósmica através do exame da propagação dos fótons por via de geodésicas nulas. O principal resultado desse estudo está associado com a questão do equilíbrio termodinâmico do gás de fótons e, em particular, a questão da não-conservação do número total de fótons do Universo. Além disso, ainda naquele trabalho, foi rediscutida a *radiação cósmica de fundo de micro-onda* (RCFM) (“Cosmic Microwave Background” - CMB) (sobre essa radiação, ver verbete nesta série) e, uma consequência natural dessa rediscussão foi a análise dos efeitos do processo de criação de fótons por um Universo em expansão em um modelo cosmológico que não contém o **big bang** (sobre essa “explosão inicial” do Universo, ver verbete nesta série). A análise termodinâmica deste fenômeno foi objeto do segundo e terceiro artigos, ainda de 1990 (*Physical Review* **D47**, pgs. 8; 3165), escritos por Novello e pelo físico brasileiro Sérgio Luiz Schubert Duque (n.).

É interessante registrar que, além do PUE, o Novello, por intermédio do GCG [que foi transformado, em 2003, no *Instituto de Cosmologia, Relatividade e Astrofísica* (ICRA)] ou independentemente desse Grupo, desenvolveu e desenvolve outros importantes projetos, com a publicação de uma série de artigos, dos quais destacamos alguns deles (para uma relação completa desses artigos, ver o citado *Relatório 2002* e seu *Currículo Lattes*). Por exemplo, na década de 1960: em 1969 (*Nuovo Cimento* **A164**, p. 954), Novello estudou as *equações de Dirac* em um *espaço de Weyl*; década de 1970: em 1970 (*Revista Mexicana de Física* **19**, p. 229), Novello e Leite Lopes investigaram as transformações de ‘gauge’ e os operadores de momento de multipolo generalizado; em 1971 (*Journal of Mathematical Physics* **12**, p. 1039; *Lettere al Nuovo*

Cimento 1, p. 252), Novello, respectivamente, mostrou ser a Gravitação uma consequência da auto-interação de *campos gama*, e explicou a origem da massa dos neutrinos; em 1972 (*Journal of Physics A: Mathematical and General* 5, p. 1488), Novello investigou a dependência cosmológica das interações fracas; em 1973 (*Physical Review* D8, p. 2398), Novello mostrou que as forças eletromagnética e fraca são consequência da auto-interação de *campos gama*; em 1975 (*Lettere al Nuovo Cimento* 13, p. 74), Novello e a física brasileira Lígia Maria Coelho de Sá Rodrigues (n.) investigaram as regiões do espaço longe das singularidades cosmológicas; em 1976 (*Journal of Physics A: Mathematical and General* 9, p. 547), Novello, Salim, e os físicos brasileiros Carlos Augusto Pinto Galvão (n.) e Ivano Damião Soares (n.1946) analisaram a dinâmica dos monopolos gravitacionais magnético e elétrico; em 1977 (*Physics Letters* A61, pgs. 293; 441), Novello investigou, respectivamente, o modelo cosmológico não-homogêneo estático e a absorção de ondas gravitacionais por um espaço-tempo vazio excitado; em 1978 (*Astrophysical Journal* 225, p. 719), Novello e o físico brasileiro Marcelo José Rebouças (n.1949) estudaram a estabilidade de um Universo girante; e em 1979 (*Physical Review* D20, p. 377), Novello e Salim encontraram raios não-singulares para o nosso Universo.

Década de 1980: em 1980 (*Acta Physica Polonica* B11, p. 3), Novello e o físico brasileiro J. B. S. D'Olival (n.) investigaram a Cosmologia Viscosa Não-Linear; em 1981 (*Revista Brasileira de Física* 11, p. 623), Novello, Heintzmann e E. Schrüfer analisaram a propagação da *radiação Synchro-Cherenkov*; em 1982 (*Physics Letters* A89, p. 266), Novello, Heintzmann e o físico brasileiro Alberto Franco de Sá Santoro (n.1941) discutiram a possibilidade de a violação da paridade ser um efeito de evolução cosmológica; em 1983 (*Physical Review* D27, p. 779), Novello, Soares e Tiomno analisaram o movimento geodésico e o confinamento do *Universo de Gödel*; em 1984 (*Lettere al Nuovo Cimento* 40, p. 317), Novello e Rodrigues estudaram a bifurcação no começo do Universo; em 1985 (*Physics Letters* 109A, p. 454), Novello e Oliveira investigaram o comportamento estocástico do *universo de de Sitter*; em 1986 (*Journal of Modern Physics* A1, p. 943), Novello e Oliveira trataram de um Universo do tipo "marionete"; em 1987 (*General Relativity and Gravitation* 19, pgs. 1003; 1251), Novello e os físicos brasileiros Carlos Augusto Romero Filho (n.) e André Lemos Velloso (n.) examinaram, respectivamente, o espectro de soluções cósmicas devido ao acoplamento gravitacional não-mínimo, e a conexão entre observadores gerais e o *potencial de Lanczos*; em 1988 (*Modern Physics Letters* A4, p.169), Novello, os físicos, o brasileiro Ignácio Alfonso de Bediaga e Hickman (n.1954) (de origem espanhola) e os italianos M. Gasperini e Enrico Predazzi (n.1935) apresentaram uma descrição geométrica da hadronização em um espaço-tempo curvo; e em 1989 (*Classical and Quantum Gravity* 6, p. 1893), Novello e os físicos, a francesa Nathalie Deruelle e os brasileiros Isaías Costa (n.1957) e Nami Fux Svaiter (n.) apresentaram um exemplo solúvel de campos quânticos em espaços-tempos cosmológicos.

Década de 1990: em 1990 (*Classical and Quantum Gravity* 7, p. 51), Novello, Salim e o físico brasileiro Henrique Pereira de Oliveira investigaram a conservação do número de fótons em um Universo em expansão; em 1991 (*Fortschritte der Physik* 39, p. 8), Novello, Svaiter e os físicos brasileiros Nelson Pinto Neto e Luciane Rangel de Freitas desenvolveram a Teoria de Campos de spin 2 usando as *variáveis de Fierz*; em 1992 (*Modern Physics Letters* A7, p. 5), Novello, Svaiter e a física brasileira Maria Emília Xavier Guimarães estabeleceram as condições para que corpos materiais possam se propagar em curvas fechadas do tipo tempo; em 1993 (*Physical Review* D48, p. 5017), Novello e a física brasileira Martha Cristina Motta da Silva elaboraram um modelo de Universo que admite em seu interior uma região limitada, a qual seria identificada com uma parte do *universo de Gödel*; em 1994 (*Physics Letters* A187, p. 356), Novello e o físico francês E. Elbaz investigaram a geração de campos eletromagnéticos no Universo; em 1995 (*International Journal of Modern Physics* D4, p. 339), Novello e os físicos russos M. Yu. Konstantinov e Vitaly N. Melnikov fizeram uma investigação numérica da *geometria integrável de Weyl* em uma cosmologia multidimensional; em 1996 (*Physical Review* D54, p.2578), Novello, Salim, Motta da Silva e o físico brasileiro Renato Klippert Barcellos apresentaram uma análise quântica da formulação

canônica da cosmologia padrão; em 1997 (*Physics Letters* **A225**, p. 364), Novello, Freitas, Salim e a física brasileira Regina Célia Arcuri estudaram as equações estocásticas para campos de spin 2 em uma formulação quase Maxwellina; 1998 (*International Journal of Modern Physics* **D7**, p. 779), Novello e os físicos, o brasileiro V. B. Bezerra e o russo Vladimir M. Mostepanenko analisaram os efeitos do vácuo quântico de um campo escalar não-conforme em um modelo cosmológico não-singular; e em 1999 (*Physics Letters* **A254**, p. 245), Novello, Freitas e os físicos brasileiros Vítório Alberto de Lorenci e Odylio D. Aguiar investigaram a velocidade das ondas gravitacionais.

Década de 2000: em 2000 (*Physical Review* **D61**, p. 045001), Novello, De Lorenci, Salim e Klippert mostraram que processos não lineares no Eletromagnetismo poderão levar a um comportamento confinante do fóton: o **buraco negro eletromagnético**; em 2001 (*Physical Review* **D64**, p. 075010), Novello, Mostepanenko, e os físicos norte-americanos E. Fischbach e D. E. Krause analisaram novas limitações das *interações de Yukawa* de curto-alcance das forças atômicas microscópicas; em 2002 (*Physical Review* **D65**, p. 063501), Novello, De Lorenci, Klippert e Salim investigaram a Eletrodinâmica Não-Linear e a Cosmologia do tipo Friedmann-Robertson-Walker; em 2003 (*Classical and Quantum Gravity* **29**, p. 859), Novello, Salim, De Lorenci, e os físicos brasileiros S. E. Perez Bergliaffa e Barcellos investigaram o análogo de buracos negros em dielétricos fluído; em 2004 (*International Journal of Modern Physics* **A13**, p. 1405), Novello investigou a massa dos grávitons; em 2005 (*Gravitation and Cosmology* **11**, p. 1), Novello, e os físicos franceses S. V. Chervon e Roland Triay analisaram uma Cosmologia exata em um cenário inflacionário; em 2006 (*Gravity and Cosmology* **12**, p. 273), Novello e os físicos russos V. D. Ivashchuk, S. A. Kononogov e Melnikov encontraram soluções não-singulares em uma Cosmologia multidimensional com um fluído perfeito, e a consequente aceleração e variação da *constante gravitacional G*; em 2007 (*Europhysics Letters* **80**, p. 41001), Novello apresentou uma construção de férmions lineares Diracianos em termos de spinores não-lineares Heisenbergianos; em 2008 (*Journal of Physics A: Mathematical and General* **41**, p. 30400), Novello e o físico francês J. P. Gazeau discutiram a questão da massa em espaços-tempo *anti-de Sitter*; e em 2009 [**Trends in Physics – Festschrift in homage to Prof. José Maria Filardo Bassalo** (Editors: M. S. D. Cattani, L. C. B. Crispino, M. O. C. Gomes e A. F. S. Santoro), Livraria da Física] Novello e P. I. Trajtenberg apresentaram uma descrição geométrica de campos de spin 2.

Agora, vejamos a saga de Novello para a realização das EBCG. Segundo conta em seu livro **30 Anos: Escola Brasileira de Cosmologia e Gravitação** que citamos acima, a ideia de criar uma **Escola de Cosmologia e Gravitação** no Brasil, veio-lhe à mente depois que participou da *Cargese Summer School*, realizada na cidade francesa de Cargèse, na Córsega, no litoral do mar Mediterrâneo, no verão de 1971. Nessa Escola, cujo tema central era a Cosmologia, compareceram grandes nomes da Cosmologia Mundial, dentre os quais, destacavam-se os ingleses George Francis Rayner Ellis (n.1939) e Martin Rees (n.1942), que haviam estudado a RCFM: Ellis, com o também cosmólogo inglês Stephen William Hawking (n.1942), em 1968 (*Astrophysical Journal* **152**, p. 25); e Rees, com Sciama, em 1969 (*Nature* **213**, p. 374). É oportuno ressaltar que a descoberta da RCFM (em consequência do **big bang**) pelos radioastrônomos norte-americanos Arno Allan Penzias (n.1933; PNF, 1978) (de origem alemã) e Robert Woodrow Wilson (n.1936; PNF, 1978), em 1965 (*Astrophysical Journal* **142**, p. 419), despertou, inicialmente de maneira tímida, o interesse de físicos para o estudo da Cosmologia, dentre os quais se encontrava o Novello. Ressalte-se, também, que esse seu interesse, embora criticado por alguns físicos brasileiros, teve o integral apoio de Salmeron.

Com essa ideia em mente, Novello voltou ao Brasil, no segundo semestre de 1972, depois de concluir seu Doutorado (com Jauch), e realizar seu primeiro Pós-Doutorado (com Sciama), respectivamente, na *Universidade de Genebra* e na *Universidade de Oxford*, conforme falamos acima e, para materializá-la, criou, em 1976, o **Grupo de Cosmologia e Gravitação** (GCG), no CBPF. A partir da criação desse Grupo, Novello começou o processo de formação de físicos

para a sua consolidação, como, por exemplo, orientando as Teses de Mestrado de Lígia Rodrigues e Galvão, em 1974; de Salim, em 1976; e de Rebouças, em 1977; e as Teses de Doutorado de Ivano Soares e de Galvão, em 1976. Com o objetivo de aprimorar os físicos brasileiros de qualquer parte do Brasil (inclusive de seu próprio grupo) interessados em Cosmologia e Gravitação, Novello começou, então, a organizar as **Escolas de Cosmologia e Gravitação (ECG)**, no Rio de Janeiro e sob o patrocínio do CBPF. A **I Escola de Cosmologia e Gravitação** realizou-se em 1978, com cursos e seminários ministrados por Novello, Heintzmann, Ivano e pelos físicos brasileiros Colber Gonçalves de Oliveira, Marcos Duarte Maia (n.1940), Antonio Fernandes da Fonseca Teixeira (n.1936), Ruben Aldrovandi, José Antonio de Freitas Pacheco (n.1942) e M. Gomide (). Essa Primeira Escola só teve a participação de um físico estrangeiro: Heintzmann. Registre-se que os assuntos ministrados nesta e nas demais Escolas que trataremos a seguir, podem ser vistos nos textos de Novello citados acima e que tratam das mesmas, assim como o nome dos ministrantes que não forem citados nominalmente.

A **II Escola de Cosmologia e Gravitação**, ocorrida em 1979, teve a participação de dez físicos brasileiros [Novello, Aldrovandi, Maia, Colber, Pacheco, Ivano, T. Kodama, Pram S. Srivastava (de origem indiana), Henrique Fleming (n.1938), e P. Rodrigues], bem como a de oito físicos estrangeiros, na ministração de cursos. É oportuno registrar que, nessa Escola, deram aulas os famosos físicos russos Isaak Markovich Khalatnikov (n.1919) e Evgenil Mikhailovich Lifshitz (1915-1985); este se celebrizara por escrever, junto com o físico russo Lev Davidovich Landau (1908-1968; PNF, 1962), o mundialmente conhecido **Curso de Física Teórica**, composto de nove volumes que o próprio Landau dizia que era o “mínimo teórico” que qualquer físico, teórico ou experimental, deveria conhecer para se tornar um pesquisador.

A partir da **III Escola de Cosmologia e Gravitação**, em 1982, foi formado um Comitê Científico (CC) para organizá-la, composto de Novello, Pacheco, Colber, Ivano e do físico brasileiro Antonio Luciano Leite Videira (n.1936), com cursos ministrados por cinco brasileiros e sete estrangeiros. Dentre os estrangeiros, destacou-se o norte-americano Bryce S. DeWitt (n.1923) que era bastante conhecido por haver, em 1967 (*Physical Review* **160**, p. 1113), proposto uma **equação de Schrödinger** para o espaço-tempo curvo da Relatividade Geral, tendo como base uma ideia do também físico norte-americano John Archibald Wheeler (1911-2008) na década de 1950. Em vista disso, essa proposta passou a ser conhecida como **equação de Wheeler-DeWitt**.

A **IV Escola de Cosmologia e Gravitação**, em 1984, teve o CC formado por Novello, Aldrovandi, Lígia e Salim, com cursos ministrados por Novello e por mais seis estrangeiros, dentre os quais a francesa Yvonne Choquet-Bruhat, Membro da *Academia Francesa de Ciências* e o norte-americano Edward W. Kolb, do FERMILAB. A **V Escola de Cosmologia e Gravitação**, ocorrida em 1987, com o CC constituído por Novello, Lígia, Costa e o físico brasileiro N. O. Santos, com cursos oferecidos por Novello, e por mais oito estrangeiros. Foi nessa Escola que Novello apresentou o seu **Modelo de Universo Eterno**; ela teve a participação de Ellis e a do conceituado astrofísico indiano Jaynat Vishu Narlikar (n.1938) que se notabilizou por haver, em 1977 [*Annals of Physics* (NY) **107** p. 325], generalizado as **equações de Einstein** da Relatividade Geral. A **VI Escola de Cosmologia e Gravitação**, em 1989, com o CC formado por Novello, Luiz Antonio Oliveira e A. J. Accioly, teve cursos oferecidos por Novello e o brasileiro F. Guerra, e mais seis estrangeiros, dentre eles a francesa Deruelle que apresentou a Teoria Quântica de Campo do **Universo Eterno Novelliano**.

De 1993 em diante, as ECG passaram a ser internacionalizadas (com a participação de físicos estrangeiros em seu CC) e passaram a incluir a palavra Brasileira em seu título. Assim, aconteceu a **VII Escola Brasileira de Cosmologia e Gravitação**, em 1993, com o seguinte CC: Novello, Romero, Accioly e os físicos, o chinês Fang Li Zhi e os franceses Elbaz e Triay. Nessa Escola, os Cursos foram ministrados por Novello e mais oito estrangeiros, dentre os quais, o russo Melnikov, parceiro de Novello em alguns trabalhos, o também russo A. D. Dolgov, conhecido por haver, em

1992 (*Physics Reports* **220**, p. 309), estudado a **bariogênese**, ou seja, o processo pelo qual é gerado um excedente de matéria em relação à antimatéria, e o iraniano Bahram Mashhoon que, em 1974 (*Physical Review* **D10**, p. 1059), havia analisado o acoplamento gravidade-rotação-helicidade para a luz e, ainda em 1993 (*Physics Letters* **A181**, p. 353), se tornaria famoso por haver, em parceria com Jeffrey M. Cohen, estudado o efeito gravitomagnético sobre relógios padrões em órbita em torno de um corpo astronômico girante, e que ficou conhecido como **efeito gravitomagnético** ou **efeito relógio** (ver verbete nesta série). A **VIII Escola Brasileira de Cosmologia e Gravitação**, em 1995, teve o CC formado por Novello, Elbaz, Triay, Melnikov, Kolb e o físico brasileiro Tyrso Villela Neto (n.1958), com aulas ministradas por Novello e Pinto Neto e mais oito estrangeiros, dentre os quais Ellis, Melnikov e os físicos, o norte-americano Robert H. Brandenberger que havia demonstrado, em 1984 (*Nuclear Physics* **B245**, p. 328), que as perturbações primordiais em uma Cosmologia Inflacionária são geradas por flutuações quânticas e o canadense William George Unruh (n.1945). Este se tornara reconhecido mundialmente por haver, em 1976 (*Physical Review* **D13**, p. 2720), juntamente com os físicos, o inglês Paul C. W. Davies (n.1946) e o norte-americano Stephen A. Fulling, descoberto a famosa **radiação de Fulling-Davies-Unruh**, criação de um par de partícula e antipartícula fora do horizonte de eventos de um buraco negro (ver verbete nesta série).

A **IX Escola Brasileira de Cosmologia e Gravitação**, em 1998, conservou o CC anterior, sendo os Cursos conduzidos por Novello e Srivastava, e mais oito estrangeiros, com destaque para o futuro Prêmio Nobel de Física de 2006, o norte-americano George Fitzgerald Smoot (n.1945), que falou do trabalho que o levaria ao Nobelato, junto com o também norte-americano John Cromwell Mather (n.1946), qual seja, a anisotropia da RCFM, observada em 1992 (*Astrophysical Journal Letters* **396**, pgs. L1; L7; L13) pela equipe do satélite *Cosmic Background Explorer* (COBE), da qual fazia parte Mather e Smoot (ver verbete nesta série). Ainda deram aulas nessa Escola três famosos físicos: o israelense Jacob D. Bekenstein () (de origem mexicana) que, em 1972 (*Lettere al Nuovo Cimento* **4**, p. 737), havia sugerido que a área do horizonte de eventos de um buraco negro fosse a medida de sua entropia, cuja fórmula foi deduzida por Hawking, em 1975 (*Communications in Mathematical Physics* **43**, p. 199), e hoje conhecida como a **fórmula da entropia de Bekenstein-Hawking**; o germano-canadense Werner Israel (n.1931) que, em 1967 (*Physical Review* **164**, p. 1776), havia encontrado nas **equações de Einstein** uma solução indicando que um objeto colapsado estático deve ser esférico; e o russo Aleksandr A. Starobinsky (n.1950) que, em 1979 (*Pis'ma v Zhurnal Eksperimental'noi i Teoreticheskoi Fiziki* **30**, p. 719), formulou o primeiro **modelo cosmológico inflacionário**.

Em 2002, foi realizada a **X Escola Brasileira de Cosmologia e Gravitação**, com Tyrso sendo substituído por Bergliaffa, no CC anterior. Nessa Escola, além de Novello, Svaiter e Bergliaffa, ministraram aulas 17 estrangeiros, dentre os quais Melnikov e Mostepanenko, parceiros de Novello em vários artigos, e o italiano Remo Ruffini (n.1943) que, em 1970 (*Bulletin of the American Physical Society* **15**, p. 76), juntamente com Wheeler, havia conjecturado o hoje famoso Teorema: *O buraco negro não tem cabelo*, segundo o qual o buraco negro é um objeto extremamente simples quando visto de fora, já que ele só pode influenciar os objetos ao seu redor por intermédio de sua massa, carga e spin, e nada mais. Registre-se que Ruffini realizou trabalhos com Tiomno, quando este foi Professor Visitante da *Universidade de Princeton*, no período 1971-1972.

O CC anterior foi mantido nas duas seguintes Escolas: a **XI Escola Brasileira de Cosmologia e Gravitação**, em 2004, e a **XII Escola Brasileira de Cosmologia e Gravitação**, em 2006. Na Décima Primeira, além de Novello, Pinto Neto, Rebouças e Bergliaffa, ministraram Cursos vinte estrangeiros. Dentre eles, Ruffini e o português João Carlos Rosa Magueijo (n.1967) que havia, em 1999 (*Physical Review* **D59**, p. 043516), juntamente com o norte-americano Andréas Albrecht, proposto o **modelo VSL** ("Varying Speed Light"), muito bem discutido por magueijo em seu livro **Faster than the Speed Light** (Perseus Publishing, 2002) (com tradução portuguesa, em 2003,

pela Gradiva). Na décima Segunda, ao lado dos brasileiros Aldrovandi, J. P. Beltrán Almeida e José Geraldo Pereira, 26 físicos estrangeiros também ministraram aulas, dentre eles, alguns que já haviam participado de outras Escolas, como Ruffini e Belinski, bem como os parceiros de Novello: Triay, Gazeau, Ivashchuk e Melnikov, além do físico russo V. Mukhanov. Este e Brandenberger haviam discutido, em 1992 (*Physical Review Letters* **68**, p. 1969), a possibilidade de obter inflação em um Universo não-singular do tipo Novelliano.

No ano passado, em 2008, realizou-se a **XIII Escola Brasileira de Cosmologia e Gravitação**, com a inclusão de Ruffini no CC de 2006. Além de Novello e Tyrso, essa Escola contou com a participação de 14 estrangeiros sendo que, alguns deles, como Starobinsky, Narlikar, Belinski, Ruffini e Melnikov, voltaram a contribuir com novos Cursos, diferentes dos que haviam ministrado em Escolas anteriores.

Concluindo este verbete, é interessante salientar que Novello escreveu novos livros de divulgação da Cosmologia, dando continuidade ao livro de 1987, referido anteriormente. Com efeito, em 1997, publicou o livro **O Círculo do Tempo: Um olhar científico sobre viagens não-convencionais no tempo** (Campus), e re-editado, em 2005, com o título **A Máquina do Tempo: Um Olhar Científico** (Jorge Zahar). Ainda em 2005, ele escreveu **Os Jogos da Natureza** (Campus), no qual discute a origem do Universo, os buracos negros, a evolução das estrelas e outros mistérios da Natureza, na medida em que a personagem Maria Luisa (sua filha?) descreve seus sonhos sobre esses assuntos. Em 2006, publicou o livro intitulado **O Que é Cosmologia? A Revolução do Pensamento Cosmológico** (Jorge Zahar), no qual identifica a função da Cosmologia como uma re-fundação da Física.

É ainda oportuno salientar que Novello recebeu, em 2004, o título de *Doutor Honoris Causa* pela *Universidade de Lyon*, na França, por seus estudos sobre modelos cosmológicos sem singularidade; em 2006 recebeu um prêmio do CBPF por ser o cientista que mais orientou Teses (Mestrado e Doutorado) em toda a história dessa instituição de pesquisa; e, em 2008, foi nomeado *Cesare Lattes ICRANet Professor* pelo Comitê Científico do *International Center for Relativistic Astrophysics* (ICRANet), presidido pelo Prêmio Nobel de Física de 2002, o cosmólogo italiano Riccardo Giacconi (n.1931).



[ANTERIOR](#)

[SEGUINTE](#)