

Gary Steigmann (1941-2017)



O Prof. Gary Steigman, astrofísico e cosmólogo, nasceu no dia 23 de fevereiro de 1941 e faleceu no dia 09 de abril de 2017, aos 76 anos. Além de ser um físico eminente, um líder mundial nas pesquisas da fusão nuclear nos primeiros minutos do Universo - Nucleosíntese Cosmológica - Steigman era extremamente simpático, dotado de um humor fino e também considerado pelos colegas uma pessoa agradável e generosa.

Steigman concluiu Mestrado (1963) e Doutorado (1968) na New York University, trabalhando com astrofísica de neutrinos, sob orientação de Melvin Ruderman.

Seu primeiro pós-doc foi no Institute of Theoretical Astronomy, Cambridge, England (1968-1970) e o segundo em Caltech - California Institute of Technology (1970-1972). Depois obteve várias posições permanentes: Professor Associado de Astronomia na Yale University (1972-1978), Professor Associado na Bartol Research Foundation (1978-1980), Professor Adjunto na Universidade da Pennsylvania (1980-1986) e, finalmente, a partir de 1986, Professor de Física e Astronomia na Ohio State University (Columbus), onde tornou-se Distinguished Professor of Mathematical and Physical Sciences.

Nos anos de doutorado, Steigman investigou questões cosmológicas ligadas a física de neutrinos e a observada assimetria matéria-(anti)matéria no Universo; este último um mistério bastante referido como o problema da bariogênese. Um tema extremamente controverso e que ainda hoje permanece como um dos problemas em aberto da cosmologia.

Um ano após seu doutoramento, ele publicou neste assunto a carta para a prestigiosa revista Nature:

G. Steigman, "Antimatter and Cosmology", *Nature* **224**, 477 (1969),

e sete anos depois um artigo de revisão sobre o mesmo tema:

G. Steigman, "Observational Tests of Antimatter Cosmologies", *Annual Review of Astronomy and Astrophysics* **14**, 339 (1976).

Neste artigo, o primeiro de revisão que escreveu, Steigman discutiu basicamente duas questões, uma teórica e outra observacional: (i) Deve o Universo ser simétrico de acordo com as leis da microfísica, ou seja, ter igual número de

partículas-antipartículas? (ii) É o universo simétrico de acordo com as observações existentes?

Uma discussão detalhada das evidências diretas e indiretas foi apresentada. A cosmologia “big-bang” simétrica, como proposta por Omnès e colaboradores, foi criticamente discutida. Steigman mostrou que no cenário proposto, o mecanismo separador de matéria e antimatéria era inconsistente com as previsões da nucleosíntese cosmológica. O mesmo acontecia com os modelos simétricos propostos por Alfvén, Klein, Hoyle e Narlikar. Concluiu afirmando que todas as observações existentes, tal como discutidas no artigo, sugerem fortemente que o Universo observado não é simétrico para matéria e antimatéria. A princípio, um estado simétrico poderia ter existido apenas muito próximo ao “big-bang” e, provavelmente, foi a quebra dinâmica da simetria partícula-antipartícula que permitiu a evolução para o Universo assimétrico presentemente observado. Atualmente o artigo tem 260 citações na WEB of Science.

Em 1980, juntamente com David Schramm, ganhou o primeiro prêmio da General Relativity Foundation Essay Competition, pelo Ensaio: “A Neutrino Dominated Cosmology”. Na época, a matéria escura como uma nova componente cósmica - mais abundante do que os bárions - era um tema quente na interface envolvendo astronomia, cosmologia e física de partículas. Neutrinos massivos ultraleves eram candidatos naturais para a matéria escura quente. Daí a idéia de um Universo dominado por neutrinos com massa entre 3-10 eV.

Seu artigo de 1984, em colaboração com Michael Turner e Lawrence Krauss, “Flatness of the Universe - Reconciling Theoretical Prejudices with Observational Data”, publicado no Physical Review Letters, antecipou em 14 anos a descoberta da aceleração do Universo utilizando Supernovas do tipo Ia como vela-padrão. Nesse artigo, o conflito entre o cenário inflacionário que prefere um parâmetro de densidade total $\Omega_T = 1$ e a baixa densidade de matéria observada, $\Omega_m < 0.5$, foi resolvido supondo a contribuição de uma densidade de energia complementar representada pela constante cosmológica Λ . Modernamente, a constante cosmológica efetiva é interpretada como uma densidade de energia do vácuo de origem primordial. O artigo tem 349 citações na WEB of Science.

Ao longo de sua vida, Steigman dedicou-se mais intensamente ao problema da nucleosíntese primordial, ou formação dos núcleos leves nos primeiros 3 minutos do “big-bang”. Uma área que se tornaria um dos maiores, senão seu maior especialista conhecido; tendo publicado vários artigos de revisão sobre o assunto.

Em 1985, publicou mais um artigo de revisão no Annual Review of Astronomy and Astrophysics, em colaboração com Ann Merchand Boesgard (University of Hawaii), intitulado “Big-Bang Nucleosynthesis: Theories and Observations”. No artigo lemos o seguinte: “...The primordial abundances of the light elements synthesized during the first few minutes in the evolution of the Universe described by the standard model may be compared with the pregalactic abundances of the elements inferred from observational data. The early qualitative successes in

such comparisons of the standard model have, in recent years, led to much more detailed quantitative comparisons...”

A consistência do modelo padrão, os limites na densidades dos núcleos leves, possíveis efeitos oriundos da anisotropia da radiação cósmica de fundo, a degenerescência e número de família de neutrinos foram investigados. Além disso, as consequências cosmológicas e a comparação entre teoria e observações foram discutidos em detalhe, incluindo alguns tópicos teóricos e observacionais que deviam ser investigados no futuro próximo. Esse artigo tem atualmente 512 citações na WEB of Science.

Em 1991, Steigman e colaboradores, explorando aspectos do artigo de revisão anterior, publicaram no *Astrophysical Journal* outro artigo intitulado, “Primordial Nucleosynthesis Redux”. No trabalho apresentaram uma comparação detalhada entre as previsões da nucleosíntese cosmológica e as observações existentes na época. As abundâncias primordiais dos elementos leves, Deutério, $^3\text{Hélio}$, $^4\text{Hélio}$ e $^7\text{Lítio}$ foram recalculadas utilizando as últimas determinações da seções de choque das reações nucleares e do tempo de vida dos nêutrons. A mais precisa densidade dos bárions até então obtida confirmou que a matéria escura é não-bariônica. O número de famílias de neutrinos foi também cosmológicamente restrito para $N < 3.3$, em excelente acordo com os limites dos grandes aceleradores. O artigo tem 900 citações na WEB of Science, sendo o mais citado de Steigman.

Em sua produtiva e experiente carreira de pesquisador, Steigman publicou 185 artigos referidos com quase 11.000 citações na WEB of Science e índice $h=55$.

A conexão de Gary Steigman com o Brasil, em particular, com o Departamento de Astronomia da USP, é um capítulo à parte de sua vida acadêmica e como veremos, também de sua vida emocional.

Gary casou com a conhecida astrofísica brasileira Sueli Viegas, Profa. Titular do Departamento de Astronomia da USP.

Durante mais de duas décadas viveram uma história de amor separada por 10.000 km; mantida através de visitas entre Columbus-São Paulo e vice-versa. Visitas tão frequentes quanto possível em virtude da carreira profissional de ambos, em instituições de hemisférios distintos.

Em Junho de 1992, Gary foi convidado para lecionar um mini-curso sobre nucleossíntese cosmológica na VI ESCOLA AVANÇADA DE ASTROFÍSICA, um evento bi-anual promovido pelo Departamento de Astronomia. A escola organizada por Beatriz Barbuy, Eduardo Janot Pacheco e José Antônio de Freitas Pacheco, foi realizada em Guarujá sob o tema “Abundâncias Químicas no Universo”.

Em 1999, Steigman participou também do simpósio, “The Light Elements and Their Evolution”, promovido pela União Astronômica Internacional em Natal-RN. O artigo associado a palestra, “Primordial Nucleosynthesis for the New Millennium” foi publicado em 2000 nos anais do evento (IAU Symposium 198).

Em 2005, Sueli aposentou-se, tendo finalmente a possibilidade de morar com Gary em Columbus; onde também começou a concretizar um antigo sonho: escrever livros de astronomia para o público infantil. Na época, Gary continuou exercendo suas atividades agora como Distinguished Professor na Ohio State University.

Conheci Gary pessoalmente algum tempo depois, numa visita de verão do casal a São Paulo. Embora a física do Universo primitivo não fosse exatamente minha especialidade, conversamos um pouco e vimos que existiam alguns pontos de contato em nossos interesses científicos. Em 2008, convidei-o como Professor Visitante no IAG com bolsa FAPESP.

No período entre Setembro-Novembro de 2008, enquanto iniciávamos um trabalho de colaboração (juntamente com Rose Clívia Santos), ele ministrou um minicurso avançado de cosmologia sobre a física do Universo primitivo. A ênfase do curso era a nucleossíntese e o problema da assimetria matéria-(anti)matéria. Uma de suas frases prediletas era dizer que o “Big-Bang” era o acelerador de partículas dos pobres, um ditado que repetiu várias vezes ao discutir nucleossíntese cosmológica e a geração dinâmica da observada assimetria bariônica.



Gary com alunos no Departamento de Astronomia (IAG-USP). Encerramento do mini-curso avançado de Cosmologia com ênfase no Universo primitivo (Out-Nov) 2008. Na foto vemos (da esquerda para a direita): Nadja, Vinicius, João Maria, Fernando, Marlete, Ademir, Gary, Rose, Ronaldo e Vital.

Em Novembro de 2008, Gary também apresentou uma palestra dirigida ao grande público (divulgação científica) no Parque Ibirapuera de São Paulo, durante a exposição Einstein. Foi uma parceria do Instituto Sangari com o Museu de História Natural de Nova York. A palestra intitulada: “Misteriosa Aceleração”,

versava sobre uma discussão pedagógica do atual estado acelerado do Universo e o problema da Energia Escura; a componente mais abundante do cosmos.



Da esquerda para a direita: Ademir, Rose, Ademirzinho, Gary e Sueli. Palestra noturna durante a semana Einstein no Ibirapuera (2008). Evento promovido pelo acordo entre o Instituto Sangari e o Museu de História Natural de New York.

Nesse período da visita de Gary concluímos também um artigo, posteriormente publicado no Journal of Astroparticle Physics:

Steigman, Santos & Lima, “An accelerating Universe without Dark Energy”, JCAP 06 (2009) 033.

Durante nossa interação percebi que Gary não era uma pessoa pomposa. Pouco ligava para formalidades e vibrava mesmo com uma boa discussão científica. Respirava e transpirava ciência no melhor sentido do termo.

Em maio de 2009, Gary me convidou para visitar o CCAP (Center for Cosmology and Astroparticle Physics) da Ohio State University. Naquela época ele estava entusiasmado com o lançamento do satélite Planck. Seu objetivo futuro era comparar os vínculos da nucleosíntese cosmológica e as anisotropias da radiação cósmica de fundo que seriam obtidas pelo experimento e já prometidas pelo consórcio ter uma precisão inigualável.

Na minha curta estadia, fiz também algumas visitas e passeios com o casal. Foi quando tive oportunidade de conversar mais sobre questões não ligadas com nossa atividade profissional. Foi nessa visita que conheci mais de perto o ser humano Gary Steigman. Me pareceu que não gostava muito de discutir política e nos últimos anos creio mesmo que tinha uma atitude de descrença em relação ao tema e aos políticos em geral. Numa das poucas vezes que tocamos no assunto confessou-me um desgosto com o atual ambiente político norte-americano: “no passado era possível uma convivência amigável e tranquila entre Republicanos e Democratas, mas o antigo “fair-play” estava tornando-se

impossível nos últimos anos”. Falei para ele que algo semelhante também estava acontecendo no Brasil.

Por outro lado, testemunhei que Gary era um entusiasta pelo futebol americano. Lembro ainda o domingo que me convidou para assistir - no famoso “Buckeyes” Estádio da Ohio State University - um clássico do campeonato americano. Foi quando aprendi o básico do esporte. O estádio enorme (para mais de 100.000 pessoas) estava lotado e um Gary feliz me explicava com alegria a estratégia do jogo. Dizia que além da condição individual dos jogadores, a tática coletiva implementada era a chave para se obter a vitória. Era um apaixonado pelo esporte. Segundo Sueli, daqueles que não apenas assistiam os jogos, mas depois também gostava de ouvir os comentários dos especialistas.

Noutra ocasião, durante um almoço de domingo em casa, Gary um pouco antes preparou uma margarita. Percebi que não era um simples drinque para abrir o apetite, mas um verdadeiro ritual que ele realizava com prazer. Sua alegria no preparo da margarita era contagiante. Gary levava uma vida simples, tranquila e sem demonstrações de consumismo. A preocupação maior era com a ciência, a vida acadêmica e sua influência na sociedade. Na porta de seu gabinete na Universidade, li diversas vezes o reconhecimento dos alunos pela paciência e brilhantismo do professor.

Cinco anos depois, convidei o Gary pelo Programa-USP de professores visitantes estrangeiros. Na oportunidade, novamente apresentou seminários, colóquios e também interagiu e participou dos seminários regulares com os alunos de cosmologia. Fez também frequentes visitas ao departamento de física da UNESP.

Em agosto de 2014, Steigman ministrou na III Escola Jayme Tiomno de Cosmologia e Gravitação, na Universidade Federal do Rio de Janeiro, um minicurso de Astroparticle Physics, intitulado: “Primordial Nucleosynthesis and Early Universe Physics”. Em 6 horas de aula foram apresentados os principais resultados da nucleosíntese cosmológica e comparados com os vínculos obtidos na última superfície de espalhamento pelo Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP), ainda os mais precisos e restritivos da época (as análises finais do Planck ainda não estavam disponibilizados). Depois Gary viajou para São Paulo.

Nesse período, discutimos juntamente com Iuri Baranov (meu estudante de doutorado no IFUSP), conceitos de teoria cinética relativística envolvendo pares de partículas-(anti)partículas e o problema da abundância de WIMPs (weekly interacting massive particles), potenciais candidatos para matéria escura fria que no passado, supostamente, estiveram em equilíbrio com o plasma primordial.

As discussões foram muito importantes para a defesa de tese de Iuri, realizada no ano seguinte (2015). Nela foram discutidos uma formulação cinética relativística para o problema de criação de partículas pelo campo gravitacional e também o problema da abundância de WIMPs que seria observada caso seu número não fosse conservado. Os dois artigos publicados na tese:

Lima & Baranov, “Gravitationally induced particle production: Thermodynamics and Kinetic Theory”, *Physical Review D* **90**, 043515 (2014).

Baranov & Lima, “Gravitationally induced particle production and its impact on the WIMP abundance”, *Physics Letters B* **751** 338 (2015),

embora de nossa inteira responsabilidade, as intensas discussões com Gary estimularam a solução de ambos os problemas que fundamentaram o trabalho de tese.

Seu último artigo registrado na WEB of Science foi publicado dois anos atrás:

G. Steigman, “CMB constraints on the thermal WIMP and annihilation cross section”, *Phys. Rev. D* **91**, 083538 (2015).

Gary ainda nos deixou um problema que segundo ele pensava há décadas e não via uma solução minimamente razoável. Era uma contradição que pensava existir na equação fenomenológica padrão descrevendo a abundância de WIMPs. Na época, devido a defesa de Iuri, não atacamos de imediato o problema, mas prometemos voltar ao tema na primeira oportunidade.

Finalmente, em março de 2017, combinei com Iuri escrever para Gary a fim de retomar o problema. Foi quando surpreendentemente recebemos a notícia de seu falecimento. A notícia foi um golpe para nós, mais penoso do que muitos acontecimentos a nossa volta.

Segundo o diagnóstico médico, sua morte foi causada por uma forte pancada na cabeça, ocorrida durante um ataque cardíaco enquanto caminhava numa calçada próximo a Universidade. Infelizmente, perdemos o nosso colaborador proponente exatamente quando decidimos atacar o problema por ele sugerido. Nossa amiga Sueli teve uma dor extrema, pois perdeu seu companheiro, um amor de 37 anos.

No entanto, todos sabemos que pessoas como Gary continuam vivos, não apenas pela contribuição científica de qualidade ou pelo extremo profissionalismo e dedicação a carreira abraçada, mas também – e talvez mais importante nos tempos em que vivemos - pelo exemplo de humanismo e alegria de viver; por isso mesmo podemos dizer que pessoas como Gary não morrem, se encantam.

Descanse em paz Gary.

José Ademir Sales de Lima

Departamento de Astronomia (IAG-USP)