



**CBPF - CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS**

---

**Rio de Janeiro**

**Ciência e Sociedade**

**CBPF-CS-001/82**

**1982**

**A Nova Cosmologia**

M. Novello



1. Entre os diferentes programas de pesquisa que são hoje objeto de estudo em Cosmologia, dois merecem destaque especial, devido às consequências de caráter filosófico que provocam e pelo impacto que podem produzir em algumas das idéias que constituem parte essencial das bases de nossa cultura, de nossa organização do mundo.

São eles:

- [i] A existência de Buracos Brancos no Universo;
- [ii] A ocorrência de processos de bifurcação nos primórdios do cosmos.

Neste artigo, limitar-me-ei a descrever as principais características gerais desses dois programas do ponto de vista de um cosmólogo, abdicando de examinar suas influências sobre nossa cultura.

É importante no entanto ressaltar que o que está sendo colocado em questão nestas pesquisas, como veremos adiante, é o caráter determinista do mundo, nossa capacidade de previsão de eventos futuros a partir da observação sistemática do passado, por um lado; e por outro, a aleatoriedade do Universo, e a conseqüente necessidade de *historificar* a cosmologia, isto é, dar-lhe conteúdo histórico, legitimando a dependência do mundo de nossa própria existência - um ponto de vista que praticamente sugere uma sistematização anti-copernicana do universo.

Isto não implica necessariamente em considerar nossa posição no espaço e no tempo como privilegiada. Entretanto, conduz à observação de que devemos levar em conta a evidência natural de que somos nós que organizamos o mundo e que, portanto, toda sua estruturação passa inevitavelmente por nós.

As consequências práticas em Cosmologia dessa aparente trivialidade são bastante grandes.

O estudo científico do Universo, em sua prática cotidiana, não pode ignorar a explicitação de um ponto de vista

filosófico. Isso se deve basicamente ao fato de que a Cosmologia pretende investigar propriedades de uma Totalidade - o Cosmos - enquanto estamos acostumados, em praticamente toda atividade científica, a tratar parceladamente de propriedades e processos que ocorrem em uma região limitada do espaço e do tempo. Além disso, nosso pensamento científico é organizado sobre sistemas que possuem sempre um limite natural entre seu interior e seu exterior. Para um dado fenômeno físico, o exterior é tratado como condições de contorno, isto é, vínculos sobre um certo conjunto de variáveis envolvidas significativamente no processo em exame e que servem para caracterizá-lo.

Este procedimento, dito natural, deve ser abandonado ao tratarmos das questões do Universo. Estamos sempre "dentro", ou melhor, não temos acesso às condições que fixam os vínculos externos de nosso mundo. Podemos por isso sempre pensá-los (os vínculos) como inexistentes.

Uma outra particularidade notável da Cosmologia está associada à aceitação, baseada na extrapolação simplista da experiência cotidiana de cada um de nós (bem como nas regras do ritual científico), da existência de um e somente um Universo. Isso pareceria estar associado a uma questão semântica de definição da palavra *Universo*. No entanto, como veremos na investigação da proposta [ii] da bifurcação do cosmos, devemos estar preparados para reconsiderar hipóteses alternativas e pensar na estruturação de um mundo mais complexo, onde nosso Universo de experiência não denotaria a grande Totalidade, mas uma particular categoria, por sua vez também abrangente e abrangida. Não podemos identificar o cosmos como a Totalização final. Só assim poderemos tentar entender o que chamamos mecanismos de bifurcação no universo.

2. A visão oficial da ciência sobre a estrutura de nosso Universo se fundamente basicamente na Teoria da Relatividade Geral de A. Einstein, que estabelece a dinâmica dos processos de origem gravitacional e que veio neste século a substituir a teoria newtoniana.

Isso se deve ao fato de que nas gigantescas porções do espaço e do tempo - tais como aquelas que são objeto de estudo em Cosmologia - é precisamente a interação gravitacional que domina sobre os demais processos físicos e estabelece os padrões de comportamento da matéria. Podemos dizer, de um modo bastante simplificado, que isso se deve ao caráter puramente atrativo da gravitação e à sua universalidade. As demais forças que conhecemos em física, ou são de curto alcance - responsáveis por processos de nucleação e estabilidade da matéria - ou são forças eletromagnéticas de longo alcance. Estas, devido à aparente inexistência de grandes quantidades de excesso de cargas elétricas de um mesmo sinal no Universo, têm uma contribuição que pode ser desprezada numa descrição global do cosmos.

A teoria da Relatividade Geral (TRG) é uma teoria do espaço e do tempo que pretende incorporá-los à dinâmica das forças de origem gravitacional através de uma estrutura teórica cujos principais momentos podem ser simplificadamente sintetizados:

- [i] Unificação das características do espaço (entendido como estrutura 3-dimensional) e do tempo (uma dimensão) em uma totalidade: o contínuo espaço - tempo quadridimensional;
- [ii] Caracterização dessa estrutura Espaço - Tempo (ET) através de réguas e relógios capazes de dar conteúdo operacional à noção de medida de distância espaço - temporal entre dois acontecimentos arbitrários (separados no espaço e no tempo), fixando uma geometria não-eu

clideana específica: a chamada geometria dos espaços curvos de Riemann

[iii] Associação a essa geometria riemanniana de equações de movimento que relacionam alterações das propriedades métricas do espaço - tempo à presença de matéria. Dito de outro modo: a geometria do espaço - tempo é encurvada graças às forças gravitacionais geradas pela matéria.

O caráter não-linear dessas forças implica uma propriedade nova até então desconhecida: a de que, na gravitação, existe um processo de auto - catálise pelo qual gravitação gera gravitação. Isto é, o campo de forças gravitacional altera sua configuração interagindo consigo próprio. Ou, para usar a linguagem matemática sugerida acima, curvatura do espaço - tempo gera curvatura no espaço - tempo.

A linearidade de processos físicos implica uma estrutura simples onde uma dada configuração pode ser entendida como consequência da justaposição de outras. Um processo físico caracterizado por equações lineares pode ser descrito pela soma de partes elementares onde cada uma guarda sua individualidade inalterada.

De outro modo, processos não-lineares constituem estruturas mais ricas, mais complexas, onde a união das partes de um todo apaga as características que possuem quando isoladas e criam novas formas, novas configurações.

A complexidade das estruturas descritas por equações não-lineares gera um mundo de evolução não programada que pode constituir-se num Universo indeterminista, como veremos adiante.

As equações não-lineares propostas por Einstein, sob forma final em meados de 1915, para descrever os processos associados às forças gravitacionais, constituem ainda hoje um dos mais altos momentos do sucesso da especulação teórica em física. Elas induziram a uma série de previsões que

foram confirmadas por observações subsequentes, o que lhe garantiu um *status* bastante elevado no quadro de física moderna.

De posse dessa nova teoria de gravitação, Einstein pôde rediscutir - usando a linguagem matemática dos espaços métricos de Riemann - a Questão Cosmológica em bases bastante distintas de seus antecessores, oferecendo-nos a possibilidade de uma visão a um só tempo fantástica e maravilhosa dos acontecimentos cósmicos. Como se uma chave até então desconhecida dos mistérios dos céus nos fosse finalmente entregue - ou conquistada.

Num primeiro momento, com a ingenuidade típica da infância das teorias bem-sucedidas, uma série de Modelos Cosmológicos foram então propostos. Procuravam eles dar uma representação possível do mundo, ignorando algumas complexidades em favor da unidade e da simplicidade de sua descrição.

Um Modelo Cosmológico Relativista é constituído basicamente de duas estruturas:

- [i] Uma distribuição específica de matéria (podendo consistir de uma determinada configuração de concentração galáctica e/ou de energia sob diferentes formas)
- [ii] Uma configuração métrica do espaço - tempo, especificando sua geometria em cada ponto.

Essas duas estruturas estão articuladas pelas equações de Einstein da gravitação e devem assim ser especificadas simultaneamente para que possam constituir um modelo coerente do espaço - tempo.

As dificuldades observacionais das primeiras décadas deste século, acarretando um número pequeno de informações

astronômicas com significância cosmológica, caracterizava esse período primitivista da Cosmologia moderna pós-einsteiniana como sendo a um só tempo ingênuo e profundo.

*Ingênuo*, pois sustentava-se em idéias gerais imprecisas sobre o comportamento de imensas regiões do espaço - tempo contendo um número formidável de aglomerados galácticos e energia fôtonica, desprovidas de uma sólida base observacional; e *profundo*, porque se conseguiu estabelecer os fundamentos que deram origem a princípios cósmicos que vieram nortear praticamente todo desenvolvimento posterior da cosmologia relativística. Em verdade, esses pioneiros da cosmologia moderna souberam tão bem precisar idéias claras, simples e coerentes, através de um certo número de hipóteses fundamentais sobre o cosmos que hoje, passado quase meio século, temos grande dificuldade em nos desvencilhar delas, mesmo ali, naquelas regiões onde a evidência de sua inadaptação nos aparece claramente.

Em meados da segunda década deste século aparecem as primeiras tentativas de descrição do universo relativista, isto é, tendo como fundamento teórico básico a relatividade geral. Particular atenção mereceu uma visão evolutiva de tratar o cosmos como uma bolha tri-dimensional inflando ao longo do tempo cósmico global. Esse modelo, proposto pelo matemático russo A. Friedmann, introduz a idéia, então verdadeiramente revolucionária, de um Universo em expansão que poderia ser espacialmente finito ou infinito. Isso contrariava as visões estáticas dominantes nas teorias de seus contemporâneos, algumas delas aceitas e até mesmo sugeridas pelo próprio Einstein. Esse se colocara, nesse momento, em uma posição conservadora, em aparente contradição com suas idéias, em geral revolucionárias e não convencionais.

É talvez importante notar aqui que a visão de um Universo evolucionista só aparece como uma novidade revolucionária no interior da ciência do começo do século. Com efeito, várias são as cosmogonias, articuladas no passado an-

de esta visão dinâmica aparece explicitada. Para citar somente um exemplo notável, podemos ler em Giordano Bruno que a existência de múltiplos universos provoca naturalmente a idéia de que o "repouso cósmico é inconcebível" (G. Bruno, Opere Scelta, 1580). Entretanto, é fácil perceber as razões que levaram ao esquecimento a cosmologia de G. Bruno, por sua atitude face à física aristotélica e sua metodologia romântica. Não é meu propósito desenvolver aqui essa questão. Quero somente lembrar ao leitor, o que certamente deve ser já de seu conhecimento: que a ciência, enquanto atividade humana, possui modismos e preconceitos. Ademais, ela só se associa às idéias do vencedor, àquelas que circundam o momento da descoberta efetiva, pela observação, de que uma teoria tem consequências verdadeiras.

Por mais interessantes que possam ser as consequências das teorias que fracassam, elas são imediatamente postas no limbo. Algumas possivelmente à espera de uma nova oportunidade de sua redescoberta; outras, a maioria, esquecidas para sempre.

Voltando à descoberta de Friedmann, é talvez importante notar que ela esteve, ao começo, exposta a severas críticas - porquanto lhe faltava então apoio observacional. Ela se fundamentava em extrapolações de propriedades locais e hipóteses simplificadoras necessárias à redução do complicado conjunto de equações de Einstein a um sistema de tratamento matemático acessível.

É no entanto fascinante perceber o poder destas equações em mãos de Friedmann, pois quase meio século depois vamos encontrar aquele simplificado modelo cosmológico por ele proposto alçado à condição de modelo oficial, padrão da cosmologia moderna.

Com efeito, a maioria dos cosmólogos considera que o universo pode ser entendido como uma estrutura homogênea e

isotrópica que evolue com o tempo. Isto é, a matéria distribuída sob forma de grandes conglomerados de galáxias estaria, além de certos domínios espaciais, homogêneamente distribuída - tal qual um fluido contínuo cujas partes são indistinguíveis e sem características próprias especiais. Ademais, a quase completa isotropia do espaço implica a inexistência de direções privilegiadas no Universo. Tais considerações, que hoje estão baseadas em importantes observações, acrescidas da hipótese de que não ocupamos posição privilegiada nem no espaço nem no tempo (uma versão do Princípio de Copérnico) conduz quase inevitavelmente à aceitação do modelo cosmológico de Friedmann.

A evolução desse modelo implica que seu volume, constituído por todo o espaço 3-dimensional, é função crescente do tempo cósmico. Isso significa que a um tempo finito de nós, em nosso passado, o volume deveria ter atingido o valor zero. Toda matéria existente, isto é, todo o Universo como o compreendemos hoje estaria assim furiosamente concentrado em um ponto. Dito de outro modo, haveria uma *singularidade inicial* que teria gerado tudo o que existe, todo o Universo: a matéria e o espaço - tempo.

Nas palavras do cónego Lemaître (1925) "... a idéia do *Átomo Primordial* constitue uma hipótese cosmogônica que descreve o nosso Universo como o resultado da desintegração radioativa de um átomo".

Lemaître, independentemente de Friedmann, desenvolveu esse modelo e tornou popular (pelo menos junto à comunidade científica) essa visão quase fantástica de uma explosão cósmica primordial a partir da qual tudo se originaria.

A contribuição original de Lemaître nesse contexto foi demonstrar que praticamente qualquer modelo de Universo estacionário (isto é, cujas características gerais não se alteram com o tempo), e graças ao caráter dinâmico-atrativo da gravitação, deveria ser altamente instável. Poderia

sobreviver por um período mas inevitavelmente deveria desagregar-se, explodindo, liberando sua energia interna. Desse modo, a expansão do Universo estaria associada à necessidade de diminuir sua instabilidade e prolongar sua existência.

A idéia de um Universo não estacionário, em expansão, começa então a dominar o pensamento dos cosmólogos - corroborada por observações notáveis que pareciam confirmá-la.

Por exemplo, interpretamos hoje certos dados astronômicos associados ao estudo de fenômenos que se situam além de nossa galáxia, como uma demonstração de que vivemos em um Universo que se expande. Consequentemente, seu volume espacial era menor no passado e aumenta com o tempo. Toda questão passa então a ser: quão pequeno pode ele ter sido? Seria a proposta de Friedmann, afinal uma descrição realista do Cosmos ao longo de toda a sua história?

Nos últimos anos, uma série de artigos que apareceram em diferentes revistas, científicas e outras, entre os quais talvez o mais difundido seja o ingênuo livro de S. Weimberg, "Os três primeiros minutos do Universo" - conseguiram popularizar essa imagem da Grande Explosão Inicial do Universo, no qual nosso espaço proviria da desintegração ocorrida há um tempo finito (aproximadamente  $10^{11}$  anos), de uma estrutura singular, além da qual nada poderia ser compreendido. Essa idéia tem se difundido muito rapidamente nos últimos anos e em certos meios culturais ela é considerada com um grau de certeza até mesmo superior do que entre os cosmólogos.

O prêmio Nobel de 1978, concedido a Penzias e Wilson por observações relacionadas a essa explosão, consolidou junto ao leigo, a certeza de que a imagem do Átomo Primordial a explodir é considerado formalmente, sem dúvidas, como representativa do cosmos, pelos cientistas.

3. Entretanto, por mais espetacular que seja a confirmação observacional de algumas características do modelo cosmológico de Friedmann, ele continua sendo uma grosseira simplificação do Universo. Por exemplo, a idéia simplista de um fluido contínuo de matéria homogeneamente distribuído no espaço - uma importante hipótese do modelo padrão - não resiste a uma crítica um pouco mais severa. Qualquer um de nós pode dar seu testemunho de que configurações materiais isoladas de variadas dimensões astronômicas existem, a explicitar uma boa dose de inomogeneidade em diferentes escalas.

Em verdade, o modelo de Friedmann é por demais bem compartido, simplificado e idealizado. Embora possa servir como ponto de partida para a construção de um modelo mais completo do mundo, ele não permite descrever o formidável e complexo fluxo do real em suas múltiplas e aparentemente inesgotáveis formas.

Isso, claro está, se deve precisamente à sua extrema simplicidade, que constitui a um só tempo sua força e sua fraqueza. Sua força, porquanto entre nossos mitos culturais acalentamos o sonho da simplicidade e, sofisticadamente, o endeusamos.

Sua fraqueza, porque não possui suficiente riqueza estrutural para descrever as múltiplas configurações do real.

Várias são as teorias alternativas sobre o comportamento global do universo. O estado atual da astronomia não nos permite tomar uma decisão na escolha do modelo cosmológico capaz de descrever nosso passado remoto.

Podemos no entanto questionar se a Grande Explosão Inicial, característica de diversos modelos expansionistas, deve ser inexoravelmente considerada como o momento único de criação.

De um ponto de vista teórico, no contexto da teoria clas

sica da Relatividade Geral, sabemos que é possível existir grandes vazios no Universo, constituindo imensas ilhas de pura geometria sem nenhuma forma de energia presente: somente o espaço - tempo oscilando, contorcendo-se sobre si mesmo, vibrando e sustentando-se sobre o nada.

No interior desses vazios - e de um modo completamente imprevisível - matéria pode eventualmente aparecer e ser injetada abruptamente no nosso espaço - tempo. Como se estivesse em gestação desde a origem dos tempos, essa matéria-nova aparece como uma forte explosão, liberando intensamente diferentes formas de energia, como se a repetir em escala reduzida, a Grande Explosão Inicial.

São os Núcleos Atrasados de Matéria (também conhecidos como Buracos Brancos), formidáveis mini-cataclismas cósmicos.

Esses objetos, assim como os bem-conhecidos Buracos Negros, são consequências quase inevitáveis da teoria da gravitação einsteniana. Ambos constituem configurações localizadas no espaço - tempo, situações limite da matéria.

Um Buraco Negro constitui o estágio final da matéria colapsada: configuração do espaço - tempo esfericamente simétrica e estática, fechada sobre si, onde forças gravitacionais muito intensas impedem a saída para seu exterior de qualquer forma de energia - até mesmo da luz e daí seu nome.

O Buraco Branco, uma estrutura quase inversa dos BN também possui simetria esférica, mas em oposição à situação destes, sua fronteira é atravessada somente em direção ao seu exterior.

Ale<sup>m</sup> disso um tal objeto possui uma propriedade notável que o diferencia de outras estruturas gravitacionalmente organizadas.

Trata-se de que a matéria - nova ejetada de um núcleo atrasado, ao irromper no espaço - tempo, o faz de um modo completamente aleatório. Isso elimina qualquer possibilidade de previsão desse fenômeno e conseqüentemente de relação causal com fases e processos anteriores do Universo.

Uma tal situação gera um indeterminismo e nos obriga a uma revisão crítica daquelas idéias, tão básicas em física, que nos asseguram a conexão e a dependência do futuro com o passado.

A teoria da Grande Explosão Inicial pretende que a criação da matéria (e o espaço - tempo) teve um instante único comum universal. Isso significa que a *idade* cósmica de toda matéria é uma só, qualquer que seja a particular forma que ela tenha assumido.

A descoberta de um Núcleo Atrasado, se e quando ocorrer, nos obrigará a aceitar a idéia de que a criação não cessou, ocorre descontinua e aleatoriamente, e que tempos de existência distintos devem ser atribuídos a essas configurações. O conceito de *idade do Universo* perde assim sua significância.

Talvez isso não seja tão dramático quanto a necessidade de aceitarmos estruturas cósmicas que irrompam em nosso espaço - tempo aleatoriamente.

Dito de outro modo, isso nos obrigaria a admitir que não podemos, em nosso Universo, construir um tempo cósmico global (em linguagem matemática, uma superfície de Cauchy global do tipo espaço) mas sim uma rede de conexões temporais mais complexa.

4. Dissemos acima que a cosmologia de Friedmann, embora a ceita como sendo uma boa aproximação do real, se organiza sobre simplificações idealistas, sendo a mais formidável aquela que propõe uma origem única explosiva.

Um tal modelo não permite uma análise ulterior sobre o mecanismo que relaciona a existência da matéria à estrutura do espaço - tempo. Isso se deve ao fato de que nas vizinhanças da singularidade inicial a aplicação da física passa a ser uma extrapolação duvidosa e, certamente ao aceitarmos a hipótese da Grande Explosão, automaticamente abdi camos de examinar o que ocorre para além dela; toda infor mação anterior seria assim apagada pela singularidade pr imordial.

Independentemente do modelo cosmológico adotado, a conexão entre as propriedades mais localizadas da matéria (como aquelas que caracterizam as partículas ditas elementares) e as propriedades globais associadas à estrutura do espaço - tempo têm sido objeto de intenso estudo a partir da década passada - época em que a idéia da unificação da física em uma única estrutura matemática (seja ela geométrica ou algébrica) foi incorporada à comunidade dos físicos: uma das últimas conquistas do pensamento de Einstein.

Embora uma das grandes etapas dessa unificação, isto é, a conexão de uma teoria quântica da matéria com a teoria da relatividade geral, ainda esteja por ser completada, podemos aceitar hoje - com uma boa probabilidade de não co metermos erro - que a presença de curvatura no espaço - tem po (isto é, do campo gravitacional) gera um mecanismo pelo qual partículas materiais de diferentes espécies são criadas.

No exame desse mecanismo descobrimos que a quantidade de matéria criada é função da intensidade do campo. Isto é, partículas materiais são criadas preferencialmente nas vi-

zinhanças de campos gravitacionais intensos.

Um tal fenômeno conduziu alguns cientistas à elaboração, talvez precipitada, da hipótese segundo a qual toda a matéria existente possui origem gravitacional. De um certo modo, uma tal idéia é um desenvolvimento natural, mais elaborado, do modelo de Friedmann do Universo.

Assim o campo gravitacional passaria a ter predominância sobre os demais, pois seria ele - enquanto organizador da estrutura global do espaço - tempo - que determina todas as demais formas da matéria.

Neste momento, nosso projeto de conhecimento cósmico passa da fase atomista à fase global - considerando a Totalidade como o fundamento principal do real e as individualidades como meras abstrações, idealizações de nossa divisão arbitrária do mundo.

Em outras palavras, teríamos a predominância do espaço - tempo, o gerador do mundo material.

As partículas materiais, criadas pelo campo gravitacional, constituem fonte de energia que irá gerar alterações na configuração do campo descritos pelas equações de Einstein. Assim, o campo gravitacional cria partículas, que alteram o campo, que altera a produção de partículas, que modifica o campo e assim sucessivamente, em um processo convergente e cuja estabilização requer o aparecimento de um mecanismo auto-regulador.

Nosso conhecimento desse processo bastante complexo é ainda incompleto e utilizamos em sua análise uma descrição semi-fenomenológica, tentando apreender seu comportamento macroscópico.

Um candidato natural para representar esse sistema, cons

tituído pelo campo gravitacional e partículas materiais por ele criadas, é um fluido com viscosidade.

Ao analisarmos as propriedades de tratar a matéria existente nos primórdios do Universo como um fluido viscoso, chegamos ao resultado de que o conjunto de equações que o descreve constitui um sistema de processos termodinâmicos irreversíveis.

Desse modo, nos afastamos das características simplistas do Universo - padrão de Friedmann, a entropia constante, reversível, para um modelo mais complexo, onde processos irreversíveis passa a ter importância.

Saimos assim de um Universo sem direção temporal necessária, para um Universo onde passado e futuro constituem entidades dinamicamente distintas.

Recentemente, nós, grupo de cosmologia do CBPF, resolvemos empreender o estudo detalhado de uma tal estruturação do mundo.

O resultado mais notável decorrente da sistematização de uma tal pesquisa consistiu no reconhecimento da existência de um fenômeno ainda não de todo entendido, e que nos parece levar a admitir a necessidade de historificar o Universo, ou seja, de introduzir a história no processo de descrição do cosmos.

Embora a análise empreendida requeira uma certa dose de sofisticação matemática além da permitida nesta revista, podemos apresentar nossa argumentação do seguinte modo simplificado.

As equações que descrevem o *Universo Viscoso* possuem tais características que geram, em condições extremas de energia (um estado que podemos identificar como associado, no modo

lo padrão, à origem do cosmos), um processo de *bifurcação*.

Isso significa que nas vizinhanças desse estado a evolução do modelo pode ser feita - em condições completamente idênticas - em opções distintas. Isto é, chegado nas vizinhanças da bifurcação, o caminho "*escolhido*" pelo sistema para sua evolução passa a depender de eventuais flutuações no cosmos, de perturbações que podem ocorrer, e que são aleatórias.

Note que estamos falando do estado do Universo como um *todo*, cuja descrição fazemos em um tempo cósmico global.

É assim o próprio Universo que se torna hesitante e que "*escolhe*" um caminho de modo fortuito.

Um observador que, como nós, pretende descrever um tal *cosmos* segundo leis deterministas, se defronta aqui com um problema aparentemente insolúvel, uma vez que o indeterminismo que se lhe aparece é real e só poderá ser compreendi-do através de sua história. Isso, claro está, só possui sig-nificância se pensamos coleções de mundos em evolução, distinhas configurações de universos possíveis.

Assim, embora ao começo de nossa investigação tenhamos procurado utilizar leis deterministas e uma descrição única para o universo, somos levados (através do mecanismo de criação de partículas, gerando um cosmos viscoso) a introduzir um indeterminismo no mundo criando assim uma questão que está a-parentemente longe de ser compreendida.

As características, indeterminista e aleatória, que nos aparecem nos dois processos examinados (núcleos atrasados e Universo viscoso) nos conduz à necessidade, aparentemente inevitável, de introduzir a dependência histórica do mundo, abandonando a descrição determinista que supúnhamos estar garantida pelas equações com que descrevemos os processos físicos globais e nos afastando do modelo simplista do Uni-verso padrão.

A elaboração matemática desta idéia foi apresentada no Congresso sobre Teorias Relativistas do Universo em Agosto deste ano em Shangai, República Popular da China.

M. NOVELLO

Agosto 82

Pesquisador do CBPF

(Rio de Janeiro)

SUGESTÕES PARA LEITURA

- (1) I.Prigogine - I.Stengers  
"La Nouvelle Alliance" (ed. Gallimard, 1979)
- (2) "Nucleos Atrasados de Matéria no Universo de Friedmann"  
- (Regina Célia Arcuri - Tese, 1982, CBPF - Rio de Janeiro)
- (3) "Bifurcation in the Early Viscous Cosmos"  
M.Novello e L.M.C.S.Rodrigues  
(pré-print CBPF, 1982, Rio de Janeiro)
- (4) "The Primeval Atom"  
C.G. Lemaître  
D.Van Nostrand Company, inc. N.Y. (1950)
- (5) "Cosmology: The Physics of Large Scale Structure"  
P.J.Peebles. Princeton University Press. (1981)