



**CBPF - CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS**

---

**Rio de Janeiro**

**Ciência e Sociedade**

**CBPF-CS-001/83**

**1983**

**O Universo Eterno**

M. Novello & H. Heintzmann



## O UNIVERSO ETERNO

[Rumo à síntese do espaço e do tempo?]

A longa análise das propriedades globais de nosso universo deu origem recentemente, a um debate paralelo envolvendo a questão da origem da vida. Não deixa de ser curioso que uma questão típica de biologia tenha se transformado, para alguns, em um problema da física dos céus (astrofísica). Isso, claro está, envolveu preliminarmente a elaboração de um quadro coerente das propriedades do cosmos.

Se perguntarmos a um físico qual a idade de nosso Universo é muito provável que ele, sem hesitação, responda: 10 bilhões de anos!

Este número, bastante grande para nossos padrões, foi obtido como consequência de observações astronômicas relacionadas ao estudo do movimento ordenado do afastamento das galáxias umas das outras, bem como a um conjunto coerente de hipóteses sobre a estrutura e dinâmica que determinam em larga escala as propriedades elásticas do espaço e do tempo.

Assim, o Universo teria se iniciado como consequência de uma Grande Explosão ocorrida há precisamente 10 bilhões de anos, e cujas eventuais causas a física oficial não pretende apresentar nenhuma explicação.

Embora alguns cientistas tenham criticado severamente um tal modelo devido principalmente às hipóteses simplificadoras necessárias à sua elaboração e sustentação teórica, ele foi alçado à condição de modelo padrão do Universo aceito assim pela comunidade científica.

Aos poucos essa visão simplificadora do Universo foi adquirindo status de verdade conquistada e permitindo o aparecimento de ideologias ou melhor, de programas filosóficos elabo-

rados a partir dela.

Entre estes o que tem adquirido maior notoriedade é sem dúvida a corrente de idéias que ficou conhecida como Programa do Princípio Antrópico.

Embora a origem dessa idéia tenha sido essencialmente técnica - isto é, dentro da física - podemos de um modo simplista caracterizá-la como constituindo uma reação ao princípio de Copérnico.

A noção de que a espécie humana não ocupa posição privilegiada no espaço mas sim um lugar típico, comum, constituiu há vários séculos um grande movimento de idéias pela qual o cônego Copérnico conseguiria derrubar o sistema Ptolomeico que considerava até então nosso planeta, como definindo o centro do mundo. Assim, segundo Ptolomeu, o sol e os demais astros giravam em órbitas mais ou menos estáveis em torno da Terra. Copérnico, ao criar condições técnicas para criticar o geocentrismo, gerou ao mesmo tempo uma nova Cosmologia sobre a qual veio repousar, pelo menos em aparência, toda a crítica da razão medieval.

Seguiu-se assim na astronomia um longo período durante o qual a sinfonia dos astros não tinha por objetivo nossos ouvidos. Aparentemente, o tempo é chegado para que reformulemos essa impressão. Teríamos agora, e uma vez mais, que criticar nossas idéias e lutar contra Copérnico? Seria esse movimento nascente um humanismo, o pensar novamente o homem como centro e medida de todas as coisas? É isso que pretendem os defensores do Princípio Antrópico. Embora não se trate de um retorno à fase pré-copernicana, claro está, mas sim de um elaborado conjunto de questões teóricas e observacionais explicitadas na astronomia moderna. De um modo simples, a formulação do Princípio Antrópico pode ser apresentada como segue: a existência do homem no mundo requer certas condições físicas especiais associadas às suas propriedades básicas. É preciso que certos compostos quí

micos em abundância suficiente existam equilibradamente em uma região vizinha a uma estrela que por não ser nem muito nova nem muito velha contenha um séquito de planetas mais ou menos estáveis (em condições físicas ideais de temperatura, etc) que permita a estabilidade, ao menos durante um tempo não muito curto, da criação de longas cadeias de carbono.

Ora, a moderna teoria da evolução estelar nos ensina que uma estrela tem uma vida média que oscila entre  $t_*$  e  $10 t_*$  onde o valor  $t_*$  calculado é precisamente da ordem de grandeza da idade do Universo na teoria da Grande Explosão (isto é, 10 bilhões de anos).

Isso levou alguns autores afirmar que o Universo possui esta idade porque o homem existe!

De um modo mais geral, o movimento antrópico pretende interpretar as nossas observações astronômicas baseado na hipótese de que o que podemos observar está restrito pelas condições necessárias à nossa existência enquanto observadores.

Uma tal afirmação possui um caráter óbvio explícito e implicitamente permite uma extrapolação sobre uma eventual relação entre a espécie humana e os movimentos dos planetas, das estrelas, do Universo enfim. (ver anexo).

Voltando à questão da relação entre tempo de vida média de uma estrela e a idade do Cosmos no modelo da Grande Explosão, poderíamos nos questionar sobre se a simples existência das condições ideais das estrelas no período  $t_*$  até  $10t_*$  seria suficiente para que, inexoravelmente, a vida pudesse aparecer.

Recentemente o cientista inglês Fred Hoyle estimou que a probabilidade de que um encontro aleatório de amino-ácidos produza um conjunto de enzimas é da ordem de 1 para  $10^{40.000}$  (um número fantástico e que consiste do algarismo 1 seguido de quarenta mil zeros!). Hoyle argumenta então que uma tão pequena pro

babilidade de ocorrência praticamente eliminaria a existência de vida num universo do tipo explosivo cuja existência teria somente alguns bilhões de anos. Assim, somos levados a duas situações possíveis: ou a vida aparece por uma programação não casual ou o universo deve ser bem mais velho do que o admite a teoria da Grande Explosão Inicial. Isso permitindo uma diluição daquela extremamente pequena probabilidade de formação de enzimas por um tempo tão longo, praticamente infinito.

Hoyle argumenta ademais, baseado em observações de radiação de frequência no infra-vermelho que a nossa galáxia contém matéria orgânica em larga escala.

Essa matéria teria atingido a Terra há milhões de anos utilizando como transporte os cometas errantes - que assim trariam não a *peste* como temia o homem medieval, mas a própria vida.

Assim, a origem da vida teria ocorrido lá longe nos longíquos confins do sistema planetário bem além de Plutão e teria sido transportado casualmente para a Terra!

Para gerar um Cosmos onde estas idéias pudessem apresentar-se como um quadro coerente, Hoyle procurou um modelo de Universo bem mais velho que o modelo-padrão, onde a criação única da matéria na Grande Explosão, seria substituída por uma criação contínua e inacabada.

Hoyle consegue superar assim a dificuldade biológica apresentando seu modelo estático de Universo como criação inacabada de matéria. Entretanto, ele encontra novas dificuldades de origem puramente físicas.

Isso nos coloca então face a um grande problema da Cosmologia: como compatibilizar as observações astronômicas com um Universo bem mais velho, como o requer as sugestões biológicas de Hoyle.

Uma tal situação apareceu em outro contexto quando estudávamos, no Grupo de Cosmologia do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas há alguns poucos anos, questões envolvendo processos não-lineares de interação da radiação eletromagnética com o campo gravitacional. Nós procurávamos, juntamente com o Dr. J. Salim, entender como as partículas chamadas fótons (isto é, os *quanta* de luz) podem provocar deformações, curvaturas na estrutura do nosso espaço-tempo quadridimensional - que é no que ficou reduzido pela teoria da relatividade de Einstein - a unificação das propriedades do espaço (3-dimensional) com o tempo (uni-dimensional).

Como consequência desse nosso estudo construímos um modelo de Universo em evolução (isto é, não estático) compatível com as observações astronômicas (superando assim as dificuldades contidas no modelo de Hoyle) tendo a característica desejável de não possuir um instante de criação. No novo modelo, o Universo tem um tempo de vida infinito - contrastando com o modelo padrão da Grande Explosão inicial.

Uma consequência aparentemente inevitável na nova teoria requer a produção de um número bem grande de Buracos Negros, isto é, estrelas de massa grande (maior do que 1,5 a massa solar) que tiveram bastante tempo para colapsarem, uma vez que o Universo se estende sem fim para o passado.

Tais buracos negros deveriam se concentrar nos Centros Galácticos espalhados pelos Cosmos. Em verdade, alguns cientistas acreditam que esses Buracos Negros possam efetivamente existir lá, no centro das galáxias. No nosso modelo de cosmos, que se estende do infinito passado ao infinito futuro as idéias biológicas de Hoyle podem ser defendidas sem necessitarmos de aceitar que a vida no Universo foi programada. Baseado nisto, poderíamos agora, adotando uma versão restrita do Princípio Antrópico, ousar dizer que o Universo é bem velho porque, aleatoriamente, existimos! Ou, de modo mais amplo, afirmar que a biologia associada aos estudos cosmológicos nos ensina que, em verdade, o Cosmos é eterno.

ANEXO I:

A Divisão Social do Tempo: coincidências ou um exemplo da validade do Princípio Antrópico?

Ao longo da sua história, o homem dividiu o tempo basicamente em cinco modos distintos [note que não esgotaremos aqui as múltiplas e variadas formas místicas-religiosas de caracterização e função do tempo. Limitar-nos-emos àquelas divisões que ainda hoje estão presentes em nossa cultura, de modo dominante]. Elas são: o ano, o mês, a semana, o dia e a hora.

É importante notar que as razões entre duas quaisquer dessas unidades não são constantes e certamente, como veremos, variaram ao longo da história da Terra.

O filósofo alemão Kant parece ter sido o primeiro a suspeitar que a rotação da Terra era mais rápida no passado e será mais vagarosa no futuro. Isso significa que os dias foram menores no passado.

Infelizmente medidas diretas da rotação terrestre não são capazes de revelar isto devido a irregularidades desse movimento.

Para tanto foi necessário recorrer a observações históricas envolvendo os relatos de eclipses lunares feitos por astrônomos gregos, árabes e chineses desde a origem da era cristã. Desse modo, a utilização da história é capaz de alargar o tempo de observação da rotação da Terra por um fator da ordem de 10. Mais interessante ainda são as recentes observações efetuadas com corais cujo crescimento depende da duração do dia, mostrando que há 420 milhões de anos atrás a duração do dia era somente de 21 horas (vinte e uma horas) e que o mês estava reduzido a 1/3 (um terço) de seu valor atual. Àquela época a distância Terra-Lua era assim 45% somente de seu valor hoje.

Em resumo, a Terra se torna mais vagarosa em sua rotação de 2 micro-segundos por século ou 3 horas durante 420 milhões de anos!

Vemos assim que as relações entre as diferentes divisões do tempo dependem da época da Terra que estamos considerando. Vamos examinar agora, qual é a situação hoje. As medidas de tempo estão inscritas na física do nosso sistema solar (Sol, Terra, Lua). Com efeito, o *ano* é determinado pela rotação completa da Terra em torno do Sol; o *mês* pela rotação completa da Lua em torno da Terra.

Note que como vimos acima, a variação da distância entre a Terra-Lua implica que o mês não é uma unidade constante ao longo da história da Terra.

Hoje, o ano possui 12 meses, mas há milhões de anos atrás quando ainda o homem não existia, esse número era sensivelmente maior! A duração correspondente à *Semana* tem aparentemente somente origem mitológica.

Isso pode ser visto de modo bastante simples na denominação dos diferentes dias da semana em alguns idiomas como o espanhol, o alemão, o francês. Por exemplo, em francês temos:

lundi (dia da Lua)  
mardi (dia de Marte)  
mercredi (dia de Mercúrio)  
jeudi (dia de Júpiter)  
vendredi (dia de Venus)  
samedi (dia de Saturno)  
diananche (dia do Sol)

Isto é, foram dados nomes daqueles planetas que podem ser visto a olho nu adicionados da Lua e do Sol, obviamente.

Isso constituía e esgotava todo o conjunto de Corpos fantásticos e ilustres que habitavam os céus (as estrelas, por se constituírem em um número imenso, representavam a harmonia sub

jacente ao firmamento - caracterizando as imutáveis virtudes cósmicas).

É interessante notar, entretanto, que embora a origem da semana - como constituindo-se de 7 dias - seja mitológica, hoje ela também está inscrita diretamente nas propriedades básicas da Terra através de um seu movimento pouco conhecido chamado nutação.

Esse movimento existe devido ao fato de que a Terra não tem a forma perfeita de uma esfera, mas sim aproxima-se a um pião rígido deformado. Qualquer criança que tenha brincado com um pião conhece o fenômeno da nutação que consiste no movimento de oscilação que o pião executa em torno da direção do eixo principal.

O resultado notável diz respeito à descoberta recente de que existe uma ressonância na nutação com duas frequências distintas, intercaladas por uma diferença precisamente de uma semana.

Mas note que isso ocorre hoje (isto é, no período em que o Homem existe) quando o dia possui 24 horas!

A duração de tempo correspondente ao *dia* está associada à rotação da Terra; e a correspondente à *hora* parece ser também (como a semana) de origem religiosa somente.

Sabemos que diferentes povos dividiram o dia em, pelo menos, 2 modos distintos: os chineses dividiram o dia em 12 horas e os babilônios (e mais tarde, os judeus) em 24 horas. Assim a hora seria  $1/12$  do dia chinês e  $1/24$  do dia babilônico. [Note que o número 12 está contido na razão mês/ano, coincidentemente?].

Embora essas divisões tenham aparecido como uma prática religiosa poderíamos nos perguntar se, como na questão da semana,

não haveria também aqui na questão da hora uma dependência com alguma informação contida nas propriedades dos movimentos terrestres.

Por coincidência (ou não?) descobriu-se que o período do modo fundamental da vibração radial da Terra é precisamente de 2 horas. Isto é, se observamos o ritmo de pulsação da Terra (depois de um terremoto, por exemplo) definiríamos a hora como  $1/12$  do dia (como os chineses antigos o fizeram). Mais interessante ainda, recentemente foi observado, nos terremotos do Chile (1960) e confirmado no terremoto da Indonésia (1977) que o primeiro harmônico da pulsação do globo terrestre é de precisamente 1 hora. Um povo que por alguma razão tivesse acesso, devido a uma sensibilidade para captar as informações que a Terra-Mãe nos cede, do primeiro harmônico da vibração terrestre dividiria o dia em 24 horas! Isto nos leva a argumentar que, sem sombra de dúvidas, um ser extra-terrestre (ET) que pudesse medir os movimentos da Terra e que tivesse interesse em organizá-los de modo coerente, seria capaz de ter conhecimento de todas as divisões do tempo que os habitantes da Terra poderiam ter criado em sua cultura.

Quando a vida aparece no mundo, as divisões temporais acessíveis ao homem estão impressas através de números inteiros nos movimentos efetuados pela Terra. Em outras épocas, em remotos tempos onde o homem ainda não existia, essas coincidências de números (tais como o dia ter 24 horas, a hora ser o 1º harmônico de pulsação terrestre, etc) não seriam verificados.

Será isso acidental ou uma aplicação direta do Princípio Antrópico?

ANEXO II:

O UNIVERSO SEM COMEÇO E SEM FIM

As propriedades do novo modelo de Universo são:

- 1- O Espaço e o Tempo tem propriedades elásticas (métricas) que dependem da distribuição de energia eletromagnética existente.
- 2- As equações que descrevem a interação entre a energia eletromagnética e o campo cósmico (de gravitação) são semelhantes às equações de Einstein, mas delas diferem precisamente nas regiões onde o campo é muito intenso.
- 3- O Tempo, assim como o Espaço é ilimitado.
- 4- O Universo tem suas características globais variáveis com o tempo. A fase atual corresponde a uma imensa bolha tridimensional inflando: as galáxias estão se afastando umas das outras. Houve, no entanto, uma fase anterior na qual o espaço se contraiu até um instante crítico. O raio do Universo atingiu seu ponto mínimo. A partir desse raio mínimo, as forças de instabilidade gravitacional passaram a funcionar como uma forte repulsão, dominando a fase de colapso anterior e iniciando a atual fase expansionista.
- 5- Esta repulsão cósmica é, aparentemente, irreversível. O Universo se expandirá indefinidamente.

ANEXO III:

Os cristãos acreditavam que o nosso Cosmos teria 6000 anos. Mais próximos da verdade, os hindus elaboravam como unida de mística o dia de Brahmã que é (por coincidência?) exatamente a idade da nossa Terra:  $4,3 \times 10^9$  anos. Em seus escritos religiosos como RigVeda, chegaram até mesmo a pensar em unidades fechadas do tipo 100 anos de Brahmã isto é,  $100 \times 360 \times 4,3 \times 10^9$  anos!

Note-se, no entanto, que mesmo na mitologia hindu - que su pera largamente as outras idades mitológicas da Terra - 100 anos de Brahmã não é suficiente para permitir o aparecimento de vida no Universo - segundo as idéias de Hoyle.