



**Boletim da  
União Brasileira de Astronomia (UBA)**

Ano 1973

Nº. ?

*João Pessoa / PB / 1973*

Em vossas mãos, leitor amigo, mais um número do Boletim da União Brasileira de Astronomia, realizado a custo, como os anteriores. É nosso intuito fazer crescer esta publicação, não só no número de páginas como na qualidade dos trabalhos e quantidade também. Novos colaboradores surgem: neste número, aparece o novo "ubeano" Christiano B. Murgel, com um excelente trabalho sobre o Universo. Pretendemos, proximamente, inserir entre nossas páginas, ilustrações impressas. Contamos, portanto, com a colaboração desinteressada dos nossos associados - que são poucos, pelo momento, mas cujo número tende a aumentar.

Solicitamos encarecidamente aos amadores e profissionais da Astronomia Brasileira, cercar fileiras ao nosso lado nesta luta que é de todos. Escrevam-nos, remetam trabalhos e colaborem conosco, realizando o pagamento de suas anuidades. Quanto maior o número de colaborações recebidas, maior o número de páginas, maior a tiragem, melhores as condições de distribuição.

Que o nosso apelo encontre o desejado eco.

#### A Direção

+++++  
 Comunicamos que, dentro de dois meses é possível que ocorra uma mudança de endereço da U.B.A. Se tudo ocorrer como esperamos, o prof. Rubens de Azevedo transferirá residência para Fortaleza. O novo endereço será: Rua Jaime Benévolo, 757. FLA/Ce.  
 +++++

Com o falecimento de ALFRED H. JOY em 18 de abril do corrente ano, à prolecta idade de 90 anos, perde a Astronomia mundial um dos seus luminares. Foi ele um dos maiores especialistas de espectros estelares. Durante 33 anos, antes de aposentar-se, pertenceu ao "staff" do Observatório de Mount Wilson; mas, continuou, até sua morte, a pesquisar.

Nascido em Greenville, Illinois, a 28.9.1882, lecionou durante 10 anos na American University of Beirut. Seu trabalho chamou a atenção do George Ellery Hale, que o convidou em 1915 a trabalhar no Mount Wilson, onde ele, sob o comando de Walter S. Adams iniciou seus trabalhos de paralaxes espectroscópicas de estrelas. Em 1935, juntamente com seus colegas, publicou um catálogo das paralaxes espectroscópicas de 4.179 estrelas. Em 1937 publicou um trabalho sobre a velocidade radial de 156 variáveis do tipo Cepheids; no ano seguinte e em 1950, determinou a velocidade radial de 130 variáveis do tipo RR Lyrae. Em 1945 dedicou-se à pesquisa das variáveis do tipo M e de estrelas-anãs próximas ao Sol. Duas descobertas de grande valor marcaram essa vida inteiramente dedicada à Astronomia: a) detectou espectroscopicamente a anã/branca companheira de Mira Ceti, confirmada visualmente por R. G. Aitken em 1923; b) em 1940 descobriu um anel rotativo gasoso ao redor do componente mais brilhante da binária eclipsante RW Tauri. Alfred H. Joy, foi, também, excelente administrador, pois funcionou como secretário do Observatório de Mount Wilson. Sua posição foi muito influente na Astronomical Society of the Pacific e presidiu a American Astronomical Society.

+++++

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE O ASPECTO DO PLANETA JÚPITER EM 1973

Nelson Travnik

Embora a planetografia seja encarada atualmente num plano secundário por aqueles que optam pela carreira de astrônomo, não pairam dúvidas de que, ainda por muitos anos, antes que os planetas sejam suficientemente visitados por naves de observação, o seu estudo é de vital importância. Sejam as flutuações do albedo de Venus, as tempestades de poeira e variações sazonais em Marte, o aparecimento de violentas erupções e perturbações em Júpiter, acidentes insólitos em Saturno, etc., tais fenômenos de importância fundamental para a elaboração de estudos de interpretação planetológica, ainda estão longe de serem marginalizados pelos observatórios. Concernentemente ao aspecto apresentado pelo planeta Júpiter neste ano, importa tecer as seguintes considerações preliminares:

- A) Aquela destacada tonalidade rosa-salmão da EZ em 72, praticamente desapareceu este ano;
- B) Não foi constatada, ainda, a presença de nenhum "rift" e "schleier", ao contrário do ano passado, quando alguns "schleiers" e numerosos "rifts" foram registrados;
- C) As três WOS acham-se bem visíveis e duas delas (FA e BC) estão mostrando estranho retrogradamento em seu movimento, no sistema;
- D) Manchas esbranquiçadas brilhantes estão a surgir, vez por outra, na EZ;
- E) O matiz vermelho/tijolo da "Mancha Vermelha" (RS), assinado ao final das observações em 72, mudou para uma tonalidade rosa-pálido ao início das observações (maio) e recentemente está assumindo uma coloração rosa/salmão;
- F) Ocorreu, no dia 03/4 de maio uma interação da WOS DE com a RS;
- G) A NTB está bastante débil e dupla;
- H) Continua intensa a atividade na NEB;
- I) A RS mantém-se instável no MC Sist, II 4º;
- J) Marcas superficiais proeminentes e perturbações não foram, ainda, registradas.

Estas são, em síntese, as principais considerações sobre o aspecto mostrado pelo planeta Júpiter até julho, consoante observações efetuadas pelo autor, no Observatório Flammarion. O planeta mostra estranho esmaecimento do colorido geral. A presente oposição nos facilita, pois, observar um Júpiter bem diferente dos últimos dois anos. Esta flagrante mudança de aspecto em um muito breve lapso de tempo, constitui um verdadeiro quebra-cabeças para os zenólogos. Como tudo o que observamos no astro em questão (opticamente) é baseado em uma visão de sua atmosfera, obviamente há de se concluir que sua atividade interior está sofrendo um período de calma. Por outro lado, esta calma reflete-se nos cinco focos eruptivos, responsáveis pela repentina perturbação na SEB - onde nenhum indício de volta a nova erupção foi até agora constatado. A persistirem as características da atual oposição, teremos este ano um Júpiter pobre em acidentes e aspectos insólitos.

---

+ Nelson Travnik - Diretor do Observatório Flammarion, de Matias Barbosa, 36.120, Minas Gerais.

---

Leitor amigo: Associe-se à UNIÃO BRASILEIRA DE ASTRONOMIA (UBA) e receberá em sua casa este Boletim. Peça informações à Caixa-Postal 151, João Pessoa, 58.000 - Paraíba, Brasil.

Christiano Branco Murgel(

Vamos hoje abordar um assunto que muito atrai e empolga, por envolver um dos maiores mistérios que preocupam o Homem desde - tempos imemoriais: o Universo.

Não pretendemos, evidentemente, responder a todas as indagações que surgem quando se medita sobre esse assunto. Claro que não. Vamos, entretanto, expor algumas idéias sobre a questão, tecer alguns comentários e fazer algumas análises. O que vamos abordar é simples e apoia-se na pesquisa e no trabalho de grandes estudiosos, astrônomos e matemáticos.

### ESPAÇO

Que é o espaço?

Já, alguma vez, pensaram certamente nisto. Já fizeram perguntas a si próprios como estas: até onde vai o espaço? - terá ele um fim? - e, se o tem, o que vem depois dele? - o nada? - o que é o nada - o nada é o espaço?

George Lemaitre, um dos grandes homens que se dedicaram ao estudo do Universo, em sua conceituação, diz que o espaço só pode ser concebido com matéria. Sem ela surge o nada. Para ele, então, o nada não é espaço. O que será, então, o nada? O que será aquilo que existe além do espaço material de Lemaitre?

Procuremos, então, outra conceituação mais prática, que nos permita, por enquanto, responder àquelas indagações iniciais, dando-nos a oportunidade de evoluir em nosso estudo.

Consideremos que o espaço é aquilo que contém ou possa conter matéria. Assim, o espaço assume outra magnitude, mais ampla. O espaço passa a existir entre a matéria e além dela. O nada passa a ser, a existir, assim, independente da matéria.

### UNIVERSO

Conceituado o espaço, passemos a ver o que pode existir dentro dele - e não fora dele.

Procuremos, inicialmente, uma definição para Universo.

Sem o conceito anterior de espaço, o Universo confunde-se com ele. Quase todos os autores referem-se ao Universo como aquilo que é visto ou detectado por instrumentos no espaço. Assim, essa maneira de conceituar o Universo torna-o, a nosso ver, mesquinho, pois subordina-o ao grau de desenvolvimento do Homem. Isto é claro. Basta examinar historicamente o conceito de Universo através dos tempos: inicialmente, o Universo do Homem era formado pela Terra e Céu, uma esfera onde as estrelas estavam fixadas; Mais tarde, o Universo do Homem cresceu, abrangendo as estrelas, já agora a distâncias variáveis; depois chegou a abarcar a Via Láctea e, mais recentemente, envolveu outras Galáxias e continua crescendo à medida que instrumentos mais possantes são fabricados.

É claro que o Universo existe independentemente do que o Homem pensa, vê ou explica. O Universo estende-se além da percepção - sensitiva do Homem.

Então porque não conceber-se O Universo como o conjunto da

matéria existente no espaço? Se o espaço estiver cheio de matéria ele confunde-se com o Universo; de outra forma, não.

Dentro desse conceito de Metagaláxia, ou seja, o conjunto de todas essas galáxias até agora identificadas, seria um componente do Universo. Em nossa liberdade de pensamento não desejamos impor restrições baseadas em idéias preconcebidas. A Metagaláxia ainda não é totalmente conhecida. Seus limites ainda não foram detectados. Nada se sabe de sua forma. Nem mesmo se é única. Por enquanto só se pode formular hipóteses a esse respeito e, nesse sentido, preferimos adotar as hipóteses não restritivas.

### UNIVERSO FINITO E INFINITO -- CENTRO DO UNIVERSO

Fixados os conceitos anteriores, abordamos agora uma questão que tem suscitado muitas discussões a respeito: será o Universo finito ou infinito? Sendo finito, terá um centro?

Claro que tais perguntas só podem ser analisadas com o auxílio de conceituação filosófica. Vamos então orientar nosso pensamento nessa direção a fim de tentar concluir alguma coisa a respeito.

Iniciemos analisando a última pergunta - Terá o Universo um centro?

O Homem sempre procurou ser o centro de seu mundo para reafirmar-se sobre a Natureza, procurando justificar a sua existência como a finalidade da existência de tudo. A Natureza existe para que o Homem exista, e só por sua causa. Ora, se isto é certo filosoficamente, o lugar ocupado pelo Homem deve ser o centro de tudo. Então a Terra deve ser o centro do Universo - conceito aceito pelos antigos de uma maneira geral até à Idade Média avançada. Isto vale dizer que não há posição central sem que o todo seja limitado de alguma maneira. Daí a necessidade de se limitar o mundo.

Para os antigos, o centro do Mundo era a Terra; depois, passou a ser o Sistema Solar, e atualmente muitos acreditam que a nossa Galáxia seja o centro do Universo.

Paralelamente, o Mundo foi limitado por abismos, por oceanos, por esferas concêntricas, etc. Claro que a idéia de "centro" e "limite" evoluiu com o progresso do conhecimento humano, passando de soluções simples, mesmo infantis, na origem dos tempos, para teorias altamente elaboradas e complexas no estágio atual. Assim, os limites do Mundo, inicialmente primários, como abismos, oceanos, etc., evoluíram, passaram a apoiar-se em idéias científicas, perdendo até o caráter de limite físico. Surgiram as idéias de espaços limitados por hiper-esferas, espaços fechados sobre si mesmos, introduzindo a conceituação de espaços finitos e ilimitados: finitos por necessidade de uma forma com centro e ilimitados para poderem atender à exigências da física moderna, ligada ao conhecimento da Natureza.

Assim, acreditamos, todos os modelos de Universo finitos estão altamente comprometidos com a linha filosófica que acabamos de abordar, e tentam harmonizá-la com as novas idéias e descobertas feitas no campo da física. Envolvem, em si, o desejo do Homem de ser o centro de tudo.

Passemos, agora, a um outro lado da questão.

Suponhamos que um telescópio ultra possante tenha sido construído e que, através dele se pudesse ver uma última Galáxia na distância. Porém, nosso telescópio penetra no espaço além dela e não descortina nenhuma matéria. Aí estaria o fim do Universo, dentro da conceituação que adotamos no início. Restaria sempre uma

pergunta: e depois, será que mais adiante, vencida maior distância dentro do espaço, com um novo telescópio mais poderoso, não surgiria uma estrela, uma galáxia, enfim qualquer matéria? (Falamos de matéria, mas poderíamos falar de energia igualmente). Então não poderíamos dizer que ali era o fim do Universo. Sempre haveria a possibilidade dele ser maior, de continuar. Essa nossa hipótese exige a existência de um Universo infinito dentro de um espaço infinito.

Essa forma de pensar tem apoio na própria evolução da Astronomia: desde que o Homem passou a se preocupar com esse problema, o Universo tem crescido em sua conceituação. De um Mundo limitado por abismos atinge hoje as mais longínquas Galáxias.

**Note-se que a idéia do Universo infinito também está ligada a um pensamento filosófico, porém este não admite restrições para a Natureza: suas leis são as mesmas em todo o espaço. Trata-se de uma conceituação mais ampla, não finalista. O Universo existe independentemente do Homem, de acordo com as leis que determinam o equilíbrio matéria/energia.**

### UNIVERSO FINITO

A idéia de Universo finito e ilimitado apoia-se no desenvolvimento de processos matemáticos. Inicialmente, foi uma extrapolação intuitiva da forma esférica, considerada no mundo antigo a forma perfeita. Note-se que uma linha traçada sobre a superfície de uma esfera retorna a seu ponto de partida, traçando sobre ela um grande círculo. Assim, essa linha, embora finita, é ilimitada. Esse conceito gera a intuição de espaço finito e ilimitado, pois um raio de luz lançado nesse espaço, daria uma volta completa nele, retornando ao ponto de partida, evidentemente se não encontrar obstáculos.

Note-se, mais uma vez, a correlação entre a forma esférica "perfeita" dos antigos, associada ao homem no centro de seu Mundo e a idéia intuitiva do Universo finito.

Lemaitre procurou demonstrar matematicamente este fato, básico para o desenvolvimento da hipótese de espaço finito. Diz ele que, em matemática, duas retas são paralelas quando só se encontram no infinito. Por outro lado, por definição, só existe um infinito e não dois. Ora, sendo o infinito único, e as retas podendo ser prolongadas de ambos os lados até o infinito, lógico que devem se fechar sobre si mesmas, demonstrando, assim, que o espaço deve ser fechado e finito (Ensayo de Cosmogonia - Lemaitre, pag. 53 - Ed. Ibero Americana).

Procuremos, agora, concretizar melhor o que significa um espaço fechado. Imaginemos um Universo de duas dimensões apenas, por exemplo, a superfície de uma folha de papel. O espaço nesse Universo se desenvolve segundo um plano, dentro da concepção euclidiana. Habitantes de duas dimensões desse espaço (tal como manchas de tinta sobre o papel) poderiam indagar se seu Universo seria finito ou infinito. Através da análise matemática, concluiriam que, acima das suas duas dimensões conhecidas, poderiam existir outras, e, ainda matematicamente, estabeleceriam a hipótese de que seu espaço (o plano), poderia se fechar sobre si mesmo segundo um grande raio de curvatura, de forma que eles, seres de duas dimensões, continuariam a pensar que seu mundo era um plano, porém, na realidade, por força da própria constituição, ele seria uma grande esfera.

Uma reta desse espaço se fecharia, voltando ao ponto de par

tida. O ser de duas dimensões não teria meios de conceber a 3a. dimensão, sobre a qual o seu espaço se curvava. Só poderia imaginar isto através de abstrações matemáticas. A 3a. dimensão nunca lhe seria perceptível.

Ainda podemos imaginar que aqueles seres, se dispusessem de altos conhecimentos técnicos e de instrumentos de elevada precisão, poderiam traçar, por exemplo, um grande triângulo no plano de seu mundo e medir rigorosamente os seus ângulos internos. Concluíriam que se seu espaço fosse realmente fechado através da 3a. dimensão, a soma dos ângulos internos seria maior que 180 graus, e isto lhes bastaria como prova de sua curvatura.

Paralelamente, esse raciocínio se aplica ao espaço de três dimensões, o nosso espaço. Para que ele seja fechado sobre si mesmo, deverá desenvolver-se através de uma 4a. dimensão geométrica, constituindo uma hiper-esfera ou outra figura semelhante. O seu raio de curvatura, nessa 4a. dimensão, deverá ser de tal grandeza que, para nós, tudo se passa como se apenas existisse a 3a. dimensão.

É claro que se dispusermos de aparelhos adequados poderemos traçar um tetracdo enorme em nosso espaço medindo, a seguir os seus quatro ângulos sólidos. Se a sua soma ultrapassar o valor de 180 esfero radianos, então concluiríamos realmente ser o nosso espaço fechado.

Não podemos conceber a figura formada pela curvatura do espaço de 3 dimensões através da 4a. dimensão. Isto é impossível, pois vivemos em um mundo de 3 dimensões. Só podemos estudar essa figura matematicamente, mas não visualizá-la. É, pois, uma abstração matemática.

Concluimos que o espaço finito, fechado e ilimitado exige a existencia de uma 4a. dimensão, sem a qual ele não pode fechar-se sobre si mesmo.

Será este espaço real? Que provas poderíamos encontrar em favor de sua existência?

Não desejamos entrar na análise de certos fenômenos para-psicológicos ou espíritas, que igualmente seriam explicados através da existência de uma 4a. dimensão e que, nesse caso, contribuiriam para o desenvolvimento do estudo de um espaço fechado. Deixemos de lado esse campo da pesquisa humana e mantenhamo-nos apenas no campo da física.

Até agora, a curvatura do Universo tem sido desenvolvida matematicamente com base em certos postulados da teoria da gravitação universal. Entretanto, trata-se de mera hipótese e, física-mente não existem, ainda, provas dessa curvatura. As provas apresentadas referem-se antes às concernentes à teoria geral da gravitação, sobre a qual se apoia a hipótese do espaço curvo do que propriamente provas dessa curvatura.

Analiseemos a questão ainda sobre outro ângulo. Suponhamos, por um momento, que o espaço é finito e ilimitado, fechando-se sobre si mesmo através da 4a. dimensão. Vê-se logo que tivemos que apelar para uma nova dimensão, constituindo imediatamente um espaço novo de quatro dimensões, da mesma forma que o fechamento sobre si mesmo no espaço de duas dimensões exigiu o surgimento de três dimensões, isto é, o nosso espaço. Dessa forma, estaríamos voltando ao início do problema, apenas agora com uma dimensão a mais. Parece-nos que essa solução não é satisfatória, pois então poderíamos chegar a infinitas dimensões para o Universo.

Sempre haverá, pois, a pergunta: e depois disso, o que existe?

Alguns responderiam: o nada. É uma forma de ludibriar-se a si mesmos, pois tal resposta não satisfaz ao espírito indagativo. O nada continua a existir, será o espaço vazio. Tal resposta serve apenas para justificar nossa ignorância a esse respeito, dando-nos a falsa impressão de que temos resposta para todas as questões levantadas.

## MODELOS

Falemos agora, rapidamente, dos principais modelos de Universo finito.

O primeiro modelo de Universo finito foi proposto por Einstein com base em sua teoria da Relatividade. Einstein concluiu - que o Universo deveria se desenvolver num contínuo de quatro dimensões - três geométricas e uma de tempo. Esse contínuo seria finito e ilimitado, tal como uma esfera, por analogia. Esse modelo seria cheio de matéria e estático, e seria resolvido matematicamente pela geometria de Riemann, como uma hiper-esfera de curvatura positiva constante.

Existiria uma relação entre o raio desse Universo hiper/esférico e a densidade média do mesmo, surgindo, então uma constante dita cosmológica. Einstein calculou o valor dessa constante - com base na densidade média observada no espaço e, negligenciando a energia radiante e o movimento da matéria. Nessa época ainda não era conhecido o fenômeno da recessão das galáxias e, assim, o modelo proposto por Einstein resultou estático. Posteriormente, Eddington demonstrou ser ele instável - ou seja, que seu raio deveria variar em função do tempo.

Inicialmente, Einstein achou que o Universo, segundo seu modelo, teria um raio de curvatura igual a 1 bilhão de anos-luz. Mais recentemente, esse raio foi aumentado para 10 bilhões de anos-luz, de acordo com os estudos de Lemaitre.

Mais recentemente ainda, um astrônomo holandês, De Sitter, propôs outro modelo de Universo, que havia desenvolvido desde o ano de 1917. Supôs ele que o raio é variável e que a densidade - tende para zero<sup>(\*)</sup>. Obteve, assim, um modelo de Universo dito vazio, onde as partículas têm movimento de fuga. O Universo de De Sitter é também resolvido por meio de matemática não euclidiana.

Em 1927, George Lemaitre propôs as bases de um novo modelo de Universo finito, conciliatório. Esse modelo leva em conta a existência de matéria em movimento de fuga, deixando de considerar a energia de radiação.

O modelo proposto originalmente por Lemaitre foi posteriormente modificado pelo autor, resultando o modelo conhecido por "Universo em Expansão". Seu raio é finito e seus elementos são calculados a partir de sua densidade média. Resulta ser uma etapa intermediária entre o modelo de Einstein e o modelo de De Sitter, atendendo o fenômeno de recessão das galáxias.

De acordo com a hipótese de Lemaitre, o Universo teria se originado da explosão de um "átomo primitivo" há alguns bilhões de anos atrás. Após a explosão, o Universo teria atravessado uma etapa correspondente ao modelo de Einstein com duração de cerca de 2 bilhões de anos, sendo que seu raio se manteve constante com aproximadamente 1 bilhão de anos-luz. Esta etapa é a de equilíbrio instável.

A partir de então, o Universo passou a se expandir, atingindo hoje um raio de cerca de 10 bilhões de anos-luz, e prosseguindo em sua expansão de forma a dobrar o valor do raio a cada

2 bilhões de anos. Assim, se dilatando, tende o Universo a atingir o modelo vazio de De Sitter.

As etapas do modelo de Universo de Lemaitre são uma consequência das ações de atração e repulsão da matéria. Após a explosão do "átomo" primitivo, como a densidade fosse muito grande, a ação de atração foi superior e houve um retardamento do movimento de expansão, determinando a fase instável do modelo de Einstein com raio constante. Durante essa fase, a matéria entrou em agitação, surgindo as estrelas e galáxias condensadas, quando, então, teve início a repulsão entre essas condensações, dando origem à expansão do Universo - que se desenvolve até hoje.

A hipótese de Lemaitre, se bem que partindo da Teoria da Relatividade Generalizada, apoia-se em diversas outras idéias arbitrárias. Diversos cientistas, como Einstein, o próprio Lemaitre, De Sitter, Tolman e outros, procuraram reduzir essas hipóteses arbitrárias a conceitos matemáticos, procurando equações genéricas. Surgiram, então, diversos modelos de Universo: pulsantes, oscilantes, alguns de curvatura positiva, outros de curvatura nula, ou seja, infinitos e euclidianos, e outros, ainda, de curvatura negativa, ou seja, hiperbólicos e infinitos.

Entre todos os modelos deve-se procurar aqueles que satisfaçam aos dados observacionais, em especial aos dados obtidos por Hubble em suas observações. Parece que a balança pende para a escolha dos modelos esféricos e em expansão, com exclusão dos modelos de curvatura negativa.

### UNIVERSO INFINITO

Atrás nos referimos às bases filosóficas sobre as quais se assenta a idéia de Universo infinito. Naturalmente, essa concepção de Universo é mais simples, matematicamente falando, que a de Universo finito e ilimitado.

Contra a idéia de um Universo infinito foram apresentadas algumas objeções astronômicas que passaram a constituir paradoxos de Olbers (1823) e Zeeliger (1894).

O paradoxo fotométrico de Olbers consiste em que, se as estrelas (ou galáxias) são infinitas e se distribuem pelo céu perfeitamente transparente, teria esse céu, à noite, o brilho do Sol. Este fato teórico pode ser demonstrado matematicamente.

O paradoxo gravitacional de Zeeliger consiste em que, para o Universo infinito e homogêneo, as forças de gravitação que atuam sobre os corpos celestes seriam infinitamente grandes. Tal fato também pode ser demonstrado matematicamente.

Não sendo o céu noturno brilhante como o Sol, e nem havendo forças gravitacionais infinitamente grandes, poder-se-ia concluir que o Universo não é infinito.

Entretanto, em 1921, Charlier, baseando-se num esquema de distribuição hierárquica, infinito, para os sistemas cósmicos, proposto por Lambert em 1761, demonstrou que, se a matéria no Universo está distribuída em sistemas cósmicos seriados, que guardam entre si certas relações de distâncias, os paradoxos fotométrico, e gravitacional deixam de ser realidade.

O modelo aberto de Universo de Charlier foi aperfeiçoado mais tarde por Fesenkov (1937), levando em consideração o fenômeno da recessão das galáxias, segundo a lei de Hubble.

### LEI DE HUBBLE

Temos nos referido já, algumas vezes ao fenômeno da recessão das galáxias e aos estudos de Hubble. Façamos como que um pa

rêntesis e examinemos um pouco mais detalhadamente esses assuntos.

A partir de 1912, Slipher registrou 42 velocidades radiais de galáxias distantes. Suas observações foram continuadas por E. Hubble, que, a partir de 1924 mediu a distância daquelas galáxias, apresentando, em 1928, uma lei, segundo a qual, as galáxias apresentam uma velocidade radial, afastando-se de nós. Essa velocidade radial é proporcional à distância que nos separa das galáxias. Essa lei é hoje conhecida como Lei de Hubble.

O valor do acréscimo de velocidade das galáxias, ou seja, a chamada constante de recessão, é considerado hoje como sendo aproximadamente 55 Km/seg/milhão de anos-luz de distância.

O movimento de afastamento das galáxias é que é chamado de movimento de recessão.

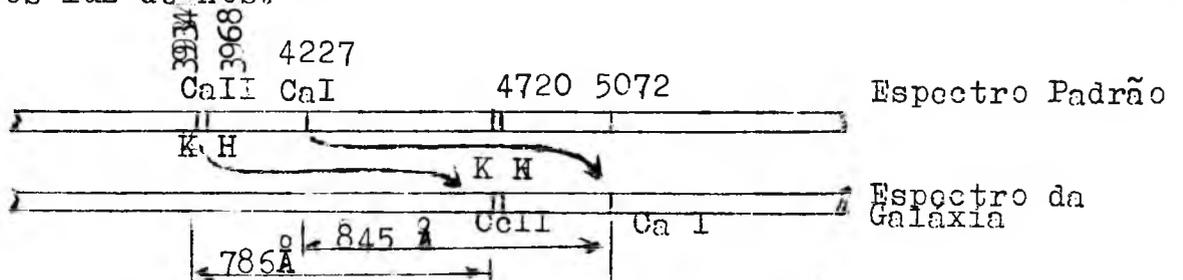
As maiores velocidades de recessão registradas por Slipher atingiam cerca de 1800 Km/seg. Posteriormente, Humason, em Monte Palomar, registrou velocidades da ordem de 61000 Km/seg, para um aglomerado de galáxias da constelação de Hidra, e que se situa a 1.100.000.000 de anos-luz de nós. Atualmente, já foram registradas velocidades de recessão da ordem de 240.000 Km/seg.

Como são calculadas estas velocidades?

A análise espectral da luz progeniente dessas galáxias apresenta um resultado curioso: as raias de absorção de elementos conhecidos surgem deslocadas relativamente para o extremo vermelho do espectro quando em comparação com um espectro padrão. Quando se descobriu esse fato, vários estudos foram feitos e nenhuma explicação foi encontrada a não ser aquela através do conhecido efeito de Doppler-Fizeau. Para tanto, admitido como válido esse efeito, é necessário que as galáxias apresentem velocidade radial de afastamento, distanciando-se de nós. Essa velocidade de recessão explica o deslocamento espectral, o chamado deslocamento para o vermelho, mas envolve, também, uma expansão contínua do sistema de galáxias, ou seja, da Metagaláxia.

Até hoje, nenhuma outra explicação para esse fenômeno foi encontrada. Parece, pois, ser real a velocidade de recessão e, portanto, também, a expansão da Metagaláxia é uma realidade.

Rapidamente vejamos o aspecto dos espectros da luz de uma galáxia em comparação com o espectro padrão. Tomemos o esquema do espectro de uma galáxia da região de Hidra, distante 1.100 milhões de anos-luz de nós.



Tomando-se a raia K do Cálcio (3934 Å), vê-se que ela deslocou-se no espectro e, por comparação com o espectro padrão, vê-se que ela assumiu a posição de 4720 Å. Aplicando-se a fórmula do efeito Doppler:

$$v = c \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 300.000 \times \frac{786}{3934}$$

$$v = 60.000 \text{ Km/seg.}$$

A equação que usamos foi deduzida segundo a física clássica.

Entretanto, para as grandes velocidades com que se deslocam as galáxias já teríamos que adotar as fórmulas deduzidas segundo a física de Einstein, ou seja, levando-se em conta a relatividade do tempo e do espaço em relação à velocidade dos corpos. Assim, deveremos usar a equação:

$$v = c \frac{\sqrt{2 - \frac{v^2}{c^2}}}{\sqrt{2 + \frac{v^2}{c^2}}}$$

o que dá para  $v$  um valor um pouco inferior, ou seja:

$$v = 54.000 \text{ Km/seg.}$$

Uma análise das consequências da aplicação da Lei de Hubble nos conduz a resultados deveras interessantes. Vemos nos limitar a apresentar as conclusões dessa análise que envolve raciocínios matemáticos um tanto áridos (ver anexo I).

Dois formas podem ser adotadas, em mecânica, para se determinar as equações que atendam à Lei de Hubble. A primeira é considerar o movimento de fuga das galáxias e uma velocidade constante, hipótese esta ligada ao modelo de Universo de Lemaitre. A outra é admitir-se a velocidade das galáxias sempre crescente e, portanto, em movimento acelerado, o que também está ligado ao modelo de Universo aberto, proposto recentemente por Fred Hoyle.

Examinemos rapidamente essas duas hipóteses, começando com a da idéia de velocidade constante.

Deveríamos admitir que, em passado remoto, ou seja a cerca de cinco bilhões e quatrocentos milhões de anos o "Átomo Primitivo" teria explodido e a matéria teria sido impelida pelo espaço tal como os fragmentos de uma bomba. A velocidade dessa matéria não é igual para todos os fragmentos, porém é teoricamente constante. A matéria, então, continuaria a caminhar pelo espaço, com um movimento provavelmente em desaceleração em decorrência de uma frenagem ocasionada pela própria atração das massas. A matéria assim se expandiria até uma distância longínqua, para depois atingir um ponto onde teria velocidade nula, retornando, a seguir, em sentido contrário, por ação da própria massa contida no interior. Seria este o princípio do Universo pulsante a que já nos referimos. Claro está que alguma matéria, animada inicialmente de uma velocidade de fuga maior que certo valor se perderia nos espaços.

Esta concepção pode ser analisada matematicamente, de forma elementar, resultando o valor do tempo decorrido desde a explosão do "átomo primitivo" até nossos dias. Já nos referimos. Já nos referimos a ele: 5,4 bilhões de anos. Nesse caso, a nossa Galáxia deve estar próxima do centro.

O raio desse Universo, ou seja, a distância do centro até a posição onde as galáxias mais velozes chegariam, dependeria da massa existente no interior dele.

A outra hipótese encerra a idéia de que a matéria se desloca no espaço a uma velocidade sempre crescente, a partir de um estágio onde não havia velocidade. Assim existiria uma aceleração constante, de forma que os corpos, tendo iniciado a dispersão a partir de uma zona central, se dirigem para a periferia em movimento acelerado.

Esse movimento determinaria que esses corpos atingissem, por fim, a velocidade da luz, limite para qualquer corpo material. Esse limite seria atingido a uma certa distância do centro de origem do movimento, pois a velocidade é proporcional à distância. Então aí teríamos a zona periférica da Metagaláxia.

Estudando-se matematicamente esta nova hipótese, também sob forma elementar, podemos chegar a calcular certos valores interessantes:

- o raio da Metagaláxia, ou seja, a distância de seu centro até à periferia onde os corpos atingiriam a velocidade da luz, seria de  $5,45 \times 10^9$  anos-luz;

- a aceleração dos corpos em seu movimento de fuga é constante e igual a  $9,3 \times 10^{-11}$  anos-luz/ano<sup>2</sup>.

Esta hipótese está ligada a um modelo de Universo proposto por Fred Hoyle, que veremos rapidamente, a seguir.

Desejamos ainda observar aqui que o raio do Universo proposto por Lemaitre, de 10 bilhões de anos-luz, exige que a matéria ultrapasse de muito a velocidade da luz, isto se admitirmos como válida a Lei de Hubble para as regiões ainda desconhecidas. Se isto é fato, nada veríamos a partir de uma certa distância: os corpos fugiriam com velocidades superiores à da luz e esta nunca nos atingiria.

### UMA NOVA CONCEPÇÃO DE UNIVERSO INFINITO

A hipótese que apresentaremos a seguir deriva do modelo de Universo proposto por Fred Hoyle, acrescida de algumas idéias apreendidas do modelo proposto por Milne.

Segundo Hoyle, o espaço é infinito. Nossa Metagaláxia, assim como outras, distribui-se pelo espaço afora. Cada Metagaláxia tem um centro onde imperam condições especiais. As galáxias, aos grupos, deslocam-se para a periferia das Metagaláxias, em velocidades crescentes, aproximadamente proporcionais às suas distâncias à região central, e de tal forma que de qualquer delas as outras são vistas em movimento aparente de dispersão, com velocidades de afastamento (radiais) também proporcionais às distâncias que as separam. Tal condição pode ser explicada matematicamente, de forma elementar (ver anexo II).

Dessa forma, a Lei de Hubble é satisfeita qualquer que seja a nossa posição na Metagaláxia.

As galáxias, em seu deslocamento para a periferia da Metagaláxia, sempre com velocidade crescente, atingem, finalmente, a velocidade da luz. De acordo com a teoria da Relatividade, sendo essa velocidade uma condicionante, limite, a massa dessas galáxias atingiria um valor indefinido, transformando-se em radiações. Essas radiações se propagariam pelos espaços infinitos, penetrando dentro das próprias Metagalaxias. No seu interior, a radiação, por ação da própria matéria, geraria nova matéria que se agregaria às galáxias, ou formaria novas galáxias.

Essa criação de matéria à custa de energia radiante gera um fenômeno de compressão do material formado, dando origem à expansão das galáxias, imprimindo nelas uma velocidade de fuga sempre crescente, pois existe uma aceleração constante proveniente da existência da própria matéria em formação. Essa expansão vai-se multiplicando do centro para a periferia e as galáxias aumentam a velocidade, à medida que seguem para essa periferia.

O campo visual de uma Metagaláxia, visto de seu interior, termina na periferia desta, onde a velocidade das galáxias atinge o valor da velocidade da luz. O aniquilamento da matéria no extremo da Metagaláxia pode ser um fenômeno contínuo, originando energia de alto poder de penetração.

Esta é, em linha geral e resumidamente, a idéia de um novo modelo de Universo infinito.

Conclusões

O que acabamos de ver, a grandiosidade do Universo, a infinitude do espaço e a insignificância do Homem frente à Natureza pode causar a muitos uma sensação de opressão, de inferioridade.

Entretanto, essa sensação não é válida, não deve existir. Apesar de sua pequenez, de sua insignificância, o Homem possui algo que lhe dá a faculdade de penetrar, estudar e procurar entender esse mesmo Universo incomensurável, algo que por si vale a vida e que o agiganta a ponto de o fazer procurar dominar o Cosmos - o poder do raciocínio.

Junho/Setembro, 71.

ANEXOSA respeito da Lei de Hubble

Podemos imaginar dois tipos de movimentos das galáxias capazes de se enquadrarem nas determinações da Lei de Hubble.

- a) a velocidade das galáxias é constante;
- b) a velocidade das galáxias é crescente.

Analisemos cada um dos casos:

a) Velocidade constante para cada galáxia

Neste caso, cada galáxia tem um movimento uniforme constante. Após um estado inicial de velocidade nula, os corpos receberam um impulso, diferente para cada um, tendo sido projetados a velocidades constantes, porém diferentes, umas mais lentas, outras mais rápidas e continuaram avançando rumo à periferia da Me tagaláxia.

Logicamente, estando toda a massa situada para o centro, as galáxias perderiam, paulatinamente sua velocidade, por efeito da ação de massas e seu movimento seria desaceberado.

Para simplificar, imaginemos que esse movimento é uniforme. Assim, deve ele satisfazer a:

$$v = \frac{g}{t}$$

e também atender à Lei de Hubble:

$$v = Kc.$$

Ora, de acordo com as hipóteses assumidas, podemos, através de dados observacionais, achar o valor do tempo desde o instante 0 até hoje.

Assim, para  $v = 61.000 \text{ Km/seg} = 0,203 \text{ ano-luz/ano}$

Temos  $c = 1.100.000.000 \text{ ano-luz}$

Donde

$$t = \frac{c}{v} = \frac{11,10^8}{0,203} = 5,4 \cdot 10^9 \text{ anos}$$

Por outro lado, comparando as equações anteriores:

$$\frac{c}{t} = Kc \quad \therefore \quad t = \frac{10c}{K}$$

Ora, isto nos dá um tempo constante, que pode ser explicado como segue: a equação de Hubble dá o valor da velocidade de um corpo que se desloca a partir da origem e que naquele instante  $t$  está à distância  $c$  do centro de dispersão. Composta esta equa -

ção com a do movimento uniforme e constante, o valor de  $t$  encontrado refere-se ao tempo decorrido desde o início até àquele instante, e igual para todos os corpos.

Esta hipótese é aplicável aos casos de modelos de Universo do tipo explosivo.

### b) Velocidade crescente

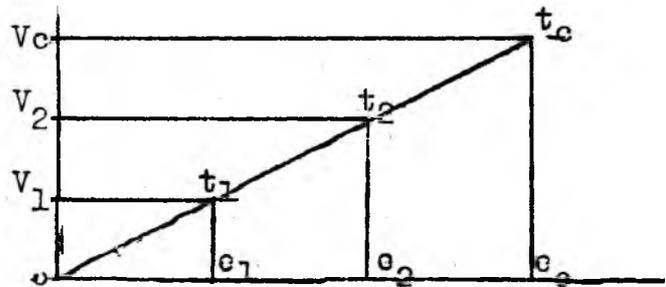
Imaginemos que as galáxias partiram de um centro de dispersão, porém com velocidades crescentes, proporcionais aos espaços e aos tempos.

Temos, então, as duas equações seguintes:

$$\begin{aligned} v &= ke & 1 \\ v &= jt & 2 \end{aligned}$$

Para que a solução seja única, é necessário encontrar-se, no movimento que adotamos por hipótese, uma nova condicionante. Ora, se as velocidades são sempre crescentes, decorrido determinado lapso de tempo, e em algum lugar do espaço, os corpos atingirão a velocidade da luz, limite segundo a teoria da Relatividade.

Façamos um gráfico da equação 1, desde a origem do movimento até o final, ou seja, quando a velocidade for igual à velocidade da luz,  $V_c$ . (limite):



Podemos imaginar que, se o corpo tivesse uma velocidade média ( $V_0$ ), constante, levaria o mesmo tempo ( $t_c$ ) para percorrer o espaço de  $0$  a  $e_c$ .

Então:

$$t_c = \frac{e_c}{\frac{V_c}{2}} = \frac{2 e_c}{V_c} \quad 3$$

Das observações de Hubble, já corrigidas, temos:

$$K = \frac{1}{5,45 \cdot 10^9} \quad \text{1/ano}$$

O valor de  $V_c$  é: 1 al/ano (velocidade limite)

Da equação 1 virá, no limite:

$$e_c = \frac{V_c}{K} = \frac{1}{\frac{1}{5,45 \cdot 10^9}} = 5,45 \cdot 10^9 \text{ a.l.}$$

Da equação 3:

$$t_c = \frac{2 e_c}{V_c} = \frac{2 \times 5,45 \cdot 10^9}{1} = 10,9 \cdot 10^9 \text{ anos}$$

Da equação 2, no limite:

$$j = \frac{V_c}{t_c} = \frac{1}{10,9 \cdot 10^9} \quad \text{a.l./ano}^2$$

Da comparação de 1 e 2, virá:

$$t = \frac{K}{j} e =$$

e substituindo K e j, dará:

$$t = 2 \left( \frac{\text{ano}}{\text{a.l.}} \right) . e \quad 4$$

Esta hipótese é aplicável aos modelos de Universo em que a matéria se forma continuamente na região central, adquirindo movimento gradativamente para a periferia.

## II - CENTRO DE DISPERSÃO DA METAGALÁXIA

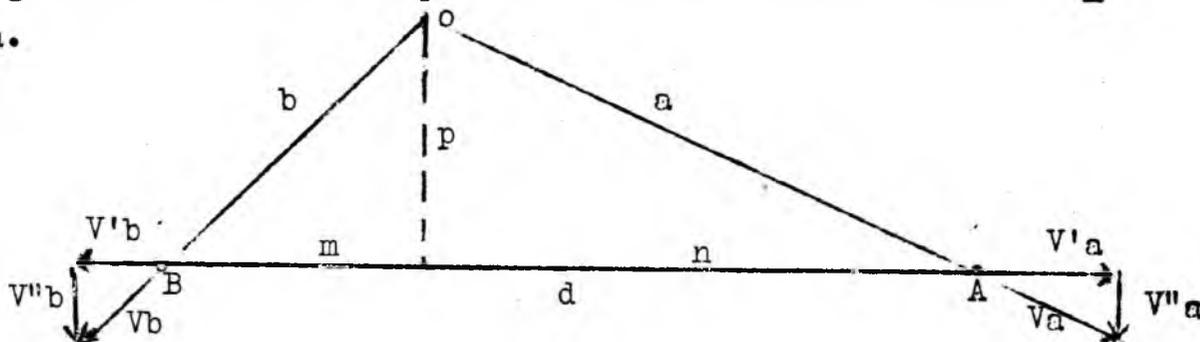
/Exige a Lei de Hubble que nossa Galáxia esteja no centro de dispersão da Metagaláxia?

Aparentemente, se todas as outras galáxias se "afastam" de nós a velocidades crescentes com a distância, concluiríamos que nós estamos no centro. Caso contrário umas se afastariam e outras se aproximariam e a proporção das velocidades com as distâncias não seria exigível.

Entretanto, nossas observações são também satisfeitas se adotarmos um centro de dispersão diferente do local ocupado por nossa Galáxia, e a Lei de Hubble válida igualmente para esse centro.

Nesse caso ela é válida também para qualquer outro ponto que não seja o centro de dispersão, simétrico e equidistante dos Limites da Metagaláxia.

Seja o centro de dispersão O e dois pontos quaisquer da Metagaláxia A e B. Por hipótese o centro O tem velocidade nula.



As velocidades de afastamento do centro, de A e B, são / por hipótese, segundo a Lei de Hubble:

$$v_a = ka$$

$$v_b = Kb$$

A velocidade de A em relação a B, segundo a linha de visada Ab, é:

$$v_d = v'_a + v'_b$$

Da relação de triângulos, temos:

$$\frac{m}{b} = \frac{v'_b}{v_b} \quad \therefore v'_b = \frac{mv_b}{b}$$

$$\frac{n}{a} = \frac{v'_a}{v_a} \quad \therefore v'_a = \frac{nv_a}{a}$$

Por somatória:

$$v_d = \frac{mv_b}{b} + n \frac{v_a}{a}$$

$$v_d = mk + nK = K(m + n)$$

$$v_d = Kd$$

isto é, a velocidade relativa de afastamento de dois pontos quaisquer é proporcional a distância que os separa.

Note-se que as duas outras componentes  $v''_a$  e  $v''_b$  são paralelas, de mesmo sentido e iguais, não se notando por isso, entre A e B, qualquer deslocamento relativo nesse sentido.

De fato, da relação de triângulos:

$$\frac{v''_b}{p} = \frac{v_b}{b} \quad \therefore \frac{v''_b}{b} = K$$

$$\frac{v''_a}{p} = \frac{v_a}{a} \quad \therefore \frac{v''_a}{a} = K$$

e então

$$v''_b = v''_a$$

Assim, a Lei de Hubble não exige que nossa galáxia esteja no centro de dispersão, sendo o fenômeno observado apenas aparente.

---000---

CHRISTIANO BRANCO MURGEL

Dados Gerais

Distância explorada	- 2 bilhões de anos luz
Raio provável da Meta Galáxia	- 5,4 bilhões de anos luz ou $5,1 \times 10^{25}$ metros.
Volume provável	- $5,6 \times 10^{77} \text{ m}^3$
Número de Galáxias contidas na parte explorada	- 1 bilhão
Número de Galáxias em toda a Metagalaxia	- 20 bilhões
Massa da Metagaláxia	- $7,8 \times 10^{54} \text{ gr.}$
Densidade	- $1,52 \times 10^{-29} \text{ gr/cm}^3$
Número de estrelas contidas na Meta galáxia	- $4 \times 10^{21}$
Tempo de percurso da luz do centro à periferia	- 10,8 bilhões de anos
Quantidade de matéria em formação no interior da Metagaláxia	- $2,8 \times 10^{35} \text{ T/seg}$
Número de galáxias por grau <sup>2</sup> na parte explorada	- 23.000
Número de galáxias por grau <sup>2</sup> em toda a Metagalaxia	- 480.000
Número de sistemas planetários existentes	- $20 \times 10^{20}$
Número de galáxias existente no campo lunar	- 94.000
Distância de uma galáxia em função da magnitude visual (aproximada)	- $2 \log d = 0,2(m+M)+1,5$ onde m é a magnitude da distancia e M variando de 16,8 a 17,8 / conforme a distância.
Velocidade de afastamento de uma galáxia em função de sua distancia	- $V = 55 \times 10^{-6} \times d$ (Km/seg) onde d é a distância em anos-luz.

## METAGALÁXIA - CARACTERÍSTICAS

Magnitude das Galáxias ex - tremas (m)	Nº de Galáxias por grau <sup>2</sup> do céu		Nº total de Galáxias até à magnitude m	Distância das Galáxias extremas (a.l.)	Velocidade relativa de afastamento das Gal. extremas em Km/sg.	Observações
	Observ.	Calculado				
17,0						
666 17,5	23	24				
18,0		43,5				
18,5	78		$3,2 \times 10^6$	$0,3 \times 10^9$		
19,0	145	145				
19,5	(250)	255				
20,0	485	460				
20,5	(780)	810		$0,68 \times 10^9$	38.000+	Gp. Boeiro
21,0	1450	1450	$6 \times 10^7$	$0,8 \times 10^9$		
21,5		2600	$10^8$	$0,96 \times 10^9$		
22,0		4700	$2 \times 10^8$	$1,15 \times 10^9$	61.000+	Gpo. Hydra
22,5		8500				
23,0		15100				
23,1		23000	$10^9$	$2 \times 10^9$	110.000+	+++++
23,5		27600				
24,0		50000				
25,00		162000				
25,5		292000	$12 \times 10^9$	$4,65 \times 10^9$		
25,9		400000	$20 \times 10^9$	$5,4 \times 10^9$	300.000	:::~::~:
26,0		526000	$22 \times 10^9$	$5,65 \times 10^9$		
26,5		950000				
27,0		1700000	$54 \times 10^9$	$8,4 \times 10^9$		
27,3		2400000	$100 \times 10^9$	$10 \times 10^9$	550.000	\$\$\$\$\$\$\$\$
27,5		3000000	$128 \times 10^9$			

+ Valores verificados | ++++++ Parte explorada da Metagaláxia

:::~::~: Limite da Metagaláxia/Velocidade da Luz|

\$\$\$\$\$\$\$\$ Limite do Universo de Einstein.

O COMETA DO SÉCULO - KOHOUTEK/1973f

Vicente Ferreira de Assis Neto+

Finalmente, neste ano, teremos um sensacional espetáculo celeste, com a aparição de um cometa realmente brilhante. Trata-se do cometa de Kohoutek, conhecido pelos astrônomos sob a denominação de 1973-f. Foi descoberto no dia 7 de março de 1973 pelo Dr. Lubos Kohoutek, no Observatório de Hamburgo. Esse astro deverá apresentar-se no dia 29 de dezembro, um dia após a sua passagem pelo perihélio, com uma magnitude de  $-2,5$ . Assim, tornar-se-á o cometa mais brilhante visto nesses últimos anos.

É verdade que o cometa Ikeya-Seki, 1965-f, atingiu a magnitude de aproximadamente  $-10$ , mas isto se deu somente quando ele estava a uma distância de apenas uns 2' do disco solar, o que fez com que, nessa ocasião, ele fosse observado apenas através de coronógrafos. Seu brilho, entretanto, caiu rapidamente e, quando ele pode ser observado normalmente, sua magnitude já era de aproximadamente  $+3$ .

O cometa de Bennet, 1969-i, quando de sua passagem pelo perihélio, atingiu uma magnitude de aproximadamente 0, quando foi bem visível, pela manhã, em março de 1970.

O cometa de Kohoutek é mais importante que os dois anteriores, senão vejamos: dia 29 de dezembro, ele será visível à tarde, a uma distância mais ou menos de 5<sup>o</sup> do Sol, o que permitirá que ele entre 20 minutos após o astro-rei, no seu ocaso. A sua magnitude será de  $-2,5$  e deverá o astro apresentar uma grande cauda. No dia 30, entretanto, é que ele atingirá maior esplendor. Seu ocaso ocorrerá uns 33 minutos após o Sol e isto dará ensejo a que ele seja visível quase em plena noite. Sua cabeça brilhante, perto do horizonte, juntamente com a longa e brilhante cauda constituirão um deslumbrante espetáculo, não só para os astrônomos, como também para o grande público.

Até o dia 28 de dezembro, o cometa será visível pela manhã. No dia 4 de novembro, ele já poderá ser observado através de telescópios, pois sua magnitude será de 9,0.

Durante todo o mês de dezembro, sua visibilidade será possível a olho nu, com o seu brilho aumentando progressivamente, até o dia de sua passagem pelo perihélio. Depois, cairá progressivamente, mas, mesmo assim, durante todo o mês de janeiro de 1974, ele poderá ainda ser visto sem o auxílio de instrumento.

No dia 22 de fevereiro, sua visibilidade será ainda possível através de telescópios (magnitude 8,4).

Não podemos deixar de solicitar avidamente a todos os astrônomos, amadores e profissionais, que façam uma observação do cometa em forma sistemática, não só através de aparelhos, como a vista desarmada.

Para a localização perfeita do cometa de Kohoutek, damos, abaixo, as suas efemérides:

1973 E.T.Oh	AR	Decl.	1973/4 E.T.Oh	AR	Decl.	1974 E.T.Oh	AR	Decl.
Out. 30	11 28	07.3	Dez. 24	17 22	-25.3	Jan. 8	20	-13,
Nov. 4	11 42	8.8	25	17 37	24.8	13	21 55	08,9
9	11 56	10.4	26	17 53	24.2	18	22 49	04.0
14	12 13	12.2	27	18 09	23.5	23	23 40	+00.6
19	12 33	14.2	28	18 26	22.7	28	00 23	04.6
24	12 55	16.4	29	18.43	21.7	Fev. 2	00 59	07.7

CONTINUA

1973		AR	Decl.	1973/4		AR	Decl.	1974		AR	Decl.
E.T. Oh				E.T. Oh				E.T. Oh			
Nov.	29	13 22	-18.7	Dez.	30	19 00	-20.8	Fev.	7	01 29	+10.1
Dez.	4	13 53	21.1		31	19 15	19.9		12	01 55	12.0
	9	14 33	23.4	Jan.	1	19 29	19.1		17	02 16	13.5
	14	15 20	25.2		2	19 42	18.3		22	02 35	14.7
	19	16 16	26.1		3	19 55	17.5		27	02 51	15.7

Como é lógico, quanto maior for o número de observações, maior será o êxito. No entanto, durante a fase da visão telescópica, 4 observações por semana já dão uma boa média. Aconselhamos principalmente àqueles que não estão bem acostumados a essa tarefa, que façam observação durante 2 dias seguidos, para terem certeza de que realmente observam o astro, pois só podemos garantir que um astro nebuloso visto através do telescópio poderá ser tido como cometa, quando for notado o seu movimento próprio. Ele é inconfundível com as estrelas pelo seu aspecto vaporoso; mas a confusão com galáxias, nebulosas, enxames globulares pode dar-se facilmente. Lembremos que o célebre "caçador" Messier teve o trabalho de catalogar esses objetos justamente porque às vezes, ele próprio os tomava por cometas. Aliás, temos um fato notável que talvez muitos desconheçam: o objeto M90 não existe. Messier o catalogou, julgando tratar-se de um enxame, mas, na realidade, tratava-se de um cometa. Até Messier foi ludibriado...

Uma observação, por mais simples que seja, desde que feita com método e, sobretudo sem sensacionalismo, é digna de nota. Por exemplo, olha-se através do telescópio e pensa-se estar vendo uma cauda fraquíssima. Se não se tiver certeza absoluta de que ela existe, não devemos anotar sua presença. É preferível dizer-se não a ter visto.

#### Conselhos práticos:

As observações deverão constar do seguinte: Aspecto da cabeça e da cauda (se houver). Deverá observar-se a cabeça e verificar se ela apresenta condensação central ou se é vista com brilho uniforme. O diâmetro da condensação e o da cabeleira deverão ser estimados. Naturalmente cada um tem seu próprio método de estimativa. Entretanto, um método fácil e que dá bons resultados é a comparação com um enxame globular ou outro objeto cujo diâmetro seja conhecido.

Durante a fase de maior brilho, o cometa deverá ser observado diariamente, pois importantes fenômenos deverão acontecer, como surgir uma longa cauda, saírem jactos de gás da cabeça, etc. Nessa fase de maior brilho, quando deverá tornar-se visível a olho nu, a comparação do brilho poderá ser feita mediante estrelas, mas note-se bem, a olho nu.

Quanto à cauda, as observações deverão discorrer sobre seu formato, se é retilínea ou curva. É preciso observar, também, o seu brilho, se é o mesmo em toda sua extensão ou se vai diminuindo progressivamente, à medida que se afasta da cabeça. Seu comprimento em graus poderá ser facilmente medido, bastando notar-se a posição da cabeça e fim da cauda com relação às estrelas. Depois, é só consultar um bom mapa celeste e fazer a medida em graus.

Finalmente, tudo pode acontecer de imprevisível, como mais de uma cauda, nódulos brilhantes, ruptura do núcleo, etc.etc. Isto é justamente o que faz dos cometas astros interessantes.

A parte fotográfica é também importante. Os que dispõem de uma boa montagem equatorial, com movimento lento, poderão ti

rar fotografias com diversos tempos de "pose", para dar ênfase às partes de maior ou menor brilho, tais como a condensação central, extremos da cabeleira ou da cauda. Aqueles que possuem apenas uma máquina fotográfica, poderão, ainda assim, obter belas fotografias durante a fase mais brilhante. Bastará ter o cuidado em fixar bem a máquina e dar exposições variáveis até 20 segundos. Uma exposição maior acarretará muito "corrimento", devido ao movimento de rotação da Terra.

Desnecessário será dizer que os observadores não deverão esquecer os dados indispensáveis, tais como: dia, hora (local ou T.U.), instrumentos utilizados, com respectivas aberturas e aumentos, condições de visibilidade, etc.

+ Vicente Ferreira de Assis Neto é o Diretor do Observatório do Perai, em São Francisco de Oliveira, Via Oliveira, Minas Gerais. É um dos mais entusiastas a respeito de cometas em nosso país e sua folha de serviços nesse campo é extensa.

++++  
MUDANÇA DE DOMICÍLIO DA U.B.A.

No momento em que escrevemos esta Nota, acha-se decidido o destino da União Brasileira de Astronomia (UBA), no que concerne à sua mudança de domicílio. O Prof. Rubens de Azevedo resolveu transferir-se para Fortaleza, Ceará, onde passará a residir em carácter definitivo. Assim, a U.B.A., à cuja testa está o conhecido divulgador, fica sem condições de permanecer na cidade de João Pessoa. Os demais Diretores da Entidade, Dr. Euclides dos Santos Leal Filho (eleito Secretário) e o Prof. Francisco Tróccoli (tesoureiro), já abriram mão de seus cargos, preferindo que esses mesmos cargos sejam preenchidos por elementos residentes em Fortaleza. Em reunião recente, a Diretoria apontou os nomes dos astrônomos Dr. Cláudio Benevides Pamplona e Dr. Francisco Coelho Filho, os quais, consultados, já concordaram em assumir respectivamente os cargos de Secretário e Tesoureiro.

Não obstante essa decisão da Diretoria, a União Brasileira de Astronomia, através de seu órgão oficial, este Boletim, solicita a aprovação dessa medida por parte dos senhores sócios. Os novos Diretores, mencionados acima são, respectivamente diretores dos observatórios Herschell-Einstein e Aldebaran, de Fortaleza. Se a totalidade dos sócios da U.B.A. apoiar a medida, será realizada a posse dos novos Diretores no próximo mês de setembro. Se o veredito for contrário, a U.B.A. continuará com a atual Diretoria, embora dividida por fronteiras estaduais. Esperamos o pronunciamento dos nossos caros confrades sobre o assunto. As cartas deverão ser dirigidas para o seguinte endereço provisório:

União Brasileira de Astronomia (UBA)  
Rua Jaime Benévolo, 757 - 60.000 - Fortaleza  
Ceará/Brasil.

A Diretoria

++++  
PREZADO CONSÓCIO:

A União Brasileira de Astronomia é uma entidade sem fins lucrativos e que se mantém graças às contribuições dos seus associados. Proponha mais um sócio amigo seu. Nosso quadro social ampliado, permitirá maior desenvolvimento da Entidade. Ajude-nos a realizar uma publicação astronômica séria, de âmbito nacional.

Continuando o artigo anterior (v. Bol. nº2, UBA), voltamos ao problema da Lua.

A NASA confirma oficialmente: "Nenhuma teoria sobre a origem da Lua pode ser afastada definitivamente pelos dados de que dispomos. No entanto, é preciso encontrar uma forma de explicar a diferença química existente entre os dois corpos, se for aceita a teoria de que a Lua foi formada por uma fratura violenta da massa terrestre". Trata-se da hipótese de que a Lua foi um pedaço da Terra rompido do Oceano Pacífico. Esta hipótese nasceu do fato de que o fundo do Pacífico é constituído de basalto. Um dos mais ardorosos defensores desta hipótese é o físico teórico George Gamow, em seu livro bem conhecido "Biografia da Terra". Segundo ele, a Lua seria constituída de basalto. Já vimos, no artigo anterior, que as rochas trazidas de nosso satélite pelas missões "Apollo" não mostram esta coincidência. É marcante a diferença das composições químicas das rochas da Terra e de seu satélite. Portanto, esta hipótese não parece funcionar corretamente.

Idades diferentes - Entretanto, o problema que tem intrigado sobremaneira os geoquímicos é a idade da maior parte das rochas da superfície lunar, cujas amostras foram analisadas na Terra. Estas rochas apresentam idades calculadas entre 4.500.000.000 e 4.600.000.000 de anos. Rochas básicas trazidas da Lua e contendo certa proporção de urânio apresentaram idades calculadas entre 4.400.000.000 e 4.300.000.000 de anos.

Ora, as rochas da Terra não são tão velhas assim. A percentagem de rochas com mais de 3 bilhões de anos é insignificante. A maior parte dos leitos oceânicos data de apenas 300.000.000 de anos.

Ao que tudo indica, a Lua é mais velha do que a Terra.

O problema das crateras - Um outro problema muito discutido é o da formação das crateras. Uma corrente acredita que elas foram formadas por movimentos vulcânicos no interior da Lua. Tem numerosos adeptos. Outra corrente considera que as crateras foram formadas por marcas de meteoritos que caíram e continuam a cair na superfície lunar.

Durante a missão "Apollo"17, o astronauta-geólogo Schmitt descobriu no vale Taurus-Littrow a cratera "Shorty" cercada por uma camada de poeira de cor alaranjada. Esta cratera tem forma elíptica e indica que é de formação vulcânica, e não provocada pela queda de meteoritos. A área foi palco, há milhões de anos, de violenta erupção vulcânica. O material expulso pelas crateras provocou uma chuva de lavas e cinzas que fundiram mais tarde para formar este solo. Até a missão da "Apollo" XVII, a maioria dos cientistas - com exceção de Urey - acreditava que a atividade vulcânica da Lua terminara há 3 bilhões de anos, quando formados os mares que cobrem grandes extensões do nosso satélite. Entretanto, a descoberta do geólogo astronauta Schmitt poderá modificar este cálculo para cem milhões de anos ou menos. Isto quer dizer que a última grande erupção vulcânica da Lua data daquela época. O fenômeno obser-

vado por Kozyrev seria uma expulsão de gases, pois, ainda o interior da Lua apresentaria uma circulação de gases em consequência desta antiga atividade vulcânica.

A Crosta Lunar - A espessura da crosta lunar foi medida com precisão, pelos sismógrafos deixados por todas as astronaves da Missão "Apollo". Trata-se de uma camada com a profundidade média de 60.000 metros.

Campo Magnético da Lua - As observações dos programas americano e soviético mostraram que a Lua teve, anteriormente, campo magnético muito mais forte do que o atual. Os exames do campo magnético secular e milenar da Lua mostram que o nosso satélite foi formado em outro ponto do espaço. Portanto, não se origina da Terra.

O Núcleo da Lua - As medidas tomadas por aparelhos americanos e soviéticos não conseguiram esclarecer um outro mistério: o calor do núcleo da Lua. Alguns especialistas acreditam que esta intensidade está ligada à presença de urânio e tório em quantidades muito maiores do que as existentes no interior da Terra, provocando, por conseguinte, maior número de desintegrações por segundo e a consequente elevação da temperatura ambiente. Admite-se, também, que o núcleo estaria na forma plasmática, o quarto estado da matéria, o que procriaria a elevação da temperatura.

Enfim, as viagens lunares trouxeram mais problemas do que conseguiram resolver. Somente outras viagens, isto é, a fixação do homem na Lua a partir de 1980 é que poderão fornecer dados muito significativos sobre o problema da crosta lunar e derivados.

+ R. Argentière é físico e geólogo, autor de inúmeras obras, dentre as quais destacamos: Uranio e Tório no Brasil, Viagem à Lua, Astronáutica, A Terra, a Atmosfera, Ondas e Radar, Estrelas e Átomos, Átomos para a Paz, etc.etc.

+++++

#### PUBLICAÇÕES RECEBIDAS

Recebemos, do Observatório do Valongo, o trabalho do Prof. Dr. Luiz Eduardo da Silva Machado, intitulado O ENSINO DA ASTRONOMIA EM NÍVEL DE GRADUAÇÃO E SUA ADEQUAÇÃO AO REGIME UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO. Publicaremos, no próximo Boletim da UBA, a parte essencial dessa pesquisa, que é de fundamental importância para todos os que, no Brasil, se interessam pela Astronomia. Nossos parabéns ao professor Luiz Machado junto à certeza do nosso apoio às suas idéias.

+++++

MODERN ASTRONOMY - Recebemos, de nosso consócio Nelson Travnik do Observatório Flammarion, de Matias Barbosa, um exemplar da excelente revista norteamericana MODERN ASTRONOMY, onde há referências (ilustradas) ao trabalho desse grande zenógrafo brasileiro. Na mesma revista, há uma foto do novo Observatório do Capricórnio, em instalação na cidade de Atibaia, S. Paulo. Nossos parabéns aos colegas Travnik e Jean Nicolini, dignos representantes da Astronomia Brasileira.

+++++

# THE SUN IN H-ALPHA LIGHT

Frederick N. Voio

The Sun in white light displays sun spot groups of a variety of sizes. But it is necessary to observe the Sun in H-alpha light ( 6563A wavelenght ) in order to study flares, plages, filaments and prominences.

There are three instrumental designs to view the Sun in H-alpha light: an \$8000 quartz-calcite birefringence filter; a \$3000 Fabry-Perot etalon interference filter; a professional spectrohelioscope, costing about \$5000.

All the above methods are too expensive for the average person. The only way is to build a medium size spectrohelioscope, -- which is about half as big as professional design. Also just use simple building materials as wood, nuts and bolts, and other common things. Total costs will be about \$350.

The writer uses a spectrohelioscope with a 2.7 meter focal length telescope and a 1.9 meter focal length spectroscop. A grating with ruled area of 30mm x 30mm, 1200 lines/mm, will be sufficient, Larger gratings are not needed.

The resolution of a spectrohelioscope depends upon the focal length of the telescope and the width of the slits. A 2,7 meter focal length telescope produces a 25mm diameter Sun image on the entrance. With a slit width of 0,150mm, then

$$\frac{0.150\text{mm slit}}{25\text{mm Sun image}} \times 32' \text{ Sun in } = 12'' \text{ arc resolution on the sky}$$

The true resolution depends upon the size and brightness (flare) or darkness (filament) of a solar feature. For example, a bright flare of 6" arc will be as easy to see as a 12"arc faint flare. All the main solar details are about 6" arc or bigger. That is why a medium sized instrument will give very good performance.

The long focal lengths of a spectrohelioscope can be folded up in a U-form and mounted on a medium sized reflector or refractor. Or have a separate mount. Even a simple altazimuth mount is quite acceptable. Thus an observatory is not required.

The writer's spectrohelioscope is the first in the world to be very portable, very low cost, most compact, and still have good performance. The writer's designs was published in Sky and Telescope, January, 1969; Orion (Switzerland), February 1971 and December 1972.

.....

CONCURSO LOGOTIPO DA U.B.A.	Realizou-se, afinal, o Concurso para o Logotipo ou emblema da U.B.A. Foi escolhida uma comissão com - posta pelos seguintes membros: Euclides Leal (advogado e professor), Rubens de Azevedo (Professor e Desenhista) e Fernando Oliveira (museólogo) para o exame dos trabalhos. O trabalho vencedor foi executado pelo Dr. Cláudio Benevides Pamplona, Advogado e astrônomo, Diretor do Observatório Herschell-Einstein, de Fortaleza, Ceará.
-----------------------------	---

UNIÃO BRASILEIRA DE ASTRONOMIA (UBA)  
Sede atual: Rua Jaime Benévolo, 757  
60.000 - Fortaleza - Ceará - Brasil

Prezado Confrade: Nenhuma agremiação  
pode funcionar sem a base financeira.  
A UBA estabeleceu uma contribuição de  
Cr\$ 50,00 anuais, que poderá ser paga  
em duas parcelas semestrais. O paga-  
mento deverá ser feito para Rubens  
de Azevedo, no endereço acima.

-----  
FICHA DE INSCRIÇÃO INDIVIDUAL

NOME \_\_\_\_\_

ENDEREÇO \_\_\_\_\_

POSSUI INSTRUMENTO? QUAL?(IS?) \_\_\_\_\_

CAMPO A QUE SE DEDICA \_\_\_\_\_

E FILIADO A OUTRAS ENTIDADES? \_\_\_\_\_

DATA| \_\_\_\_\_ ASS) \_\_\_\_\_

ACEITO EM| \_\_\_\_\_ ASS) \_\_\_\_\_

Presidente da UBA

+++++  
FICHA DE INSCRIÇÃO PARA INSTITUIÇÃO

NOME DA INST. | \_\_\_\_\_

DATA DA FUND. | \_\_\_\_\_ PRES; ATUAL | \_\_\_\_\_

ENDEREÇO \_\_\_\_\_

MANTEM OBSERVATÓRIO? DE QUE TIPO? \_\_\_\_\_

INSTRUMENTAL \_\_\_\_\_

QUE TRABALHO REALIZA? \_\_\_\_\_

PUBLICA UM PERIÓDICO? \_\_\_\_\_ QUAL? \_\_\_\_\_

PROMOVE CURSOS OU CONFERÊNCIAS? \_\_\_\_\_ E ABERTA AO PÚBLICO? \_\_\_\_\_

OUTRAS INFORMAÇÕES \_\_\_\_\_

DATA| \_\_\_\_\_ ASS. DO PRES. | \_\_\_\_\_

ACEITA EM \_\_\_\_\_ ASS DO PRES. UBA | \_\_\_\_\_

+++++

NB| Devolva esta folha devidamente preenchida. Não des-  
taque ou corte. A assinatura do responsável é indis-  
pensável. O pagamento poderá ser efetuado em qual-  
quer data, dentro dos dois semestres. O recibo será  
enviado pelo Correio.