

Carlos Alberto Harnik Gebara

O QUE É COMETA HALLEY

1985

ÍNDICE

Mensageiro do cosmo	7
O famoso Halley	15
A importância de se estudar o Halley.....	24
Um choque com a Terra	28
Principais características do Halley.....	32
Como achar o Halley	39
Naves espaciais visitam o cometa.....	46
Descobrendo novos cometas.....	50
Contribuição do Brasil	58
Astrônomos iniciantes	66
2061 uma odisséia no tempo.....	71
Encerramento	78
Indicações para leitura.....	80

Este livro é dedicado ao piloto do Halley, meu pai, em memória.

MENSAGEIRO DO COSMO

Os maiores mistérios a que o homem já foi desafiado encontram-se nas entranhas do cosmo. A formação e o tamanho do universo, a formação do sistema solar com seus planetas, asteróides e cometas, os buracos negros, a idade do universo são ainda enormes interrogações na mente humana. Perguntas sem respostas conclusivas e muito menos definitivas.

O universo provoca no homem uma liberdade infinita de imaginação, de criatividade, de questionamento e de assombro.

É extremamente doloroso, por exemplo, imaginar que somos únicos e que estamos absolutamente sós na imensidão do universo. A coincidência maravilhosa da vida aconteceu no nosso planeta. Terá acontecido em outro local? Infelizmente, as distâncias interplanetárias são imensas e as interestelares são praticamente inatingíveis em termos de viagens espaciais. Temos que nos valer, por enquanto, de algo mais plausível, que é a comunicação por radiotelescópios, grandes antenas que captam sinais de rádio. Jogamos informações inteligentes no espaço e aguardamos ansiosamente que alguma civilização as recolha e saiba que um dia existimos.

Estamos sempre à procura de respostas às nossas indagações, porque a curiosidade desafia o homem e o vislumbre da solução pode levá-lo ao êxtase.

Algumas das respostas às perguntas que temos feito nos últimos cem anos podem estar contidas num mensageiro que se aproxima rapidamente para nossos referenciais terrestres e lentamente para nosso desejo de conhecimento: o rei dos cometas, o cometa HALLEY!

Os cientistas, principalmente os astrônomos, os astrofísicos e os exobiólogos (cientistas que estudam a eventual existência de vida fora da Terra) estão no aguardo da chegada do Halley para que as sondas que o examinarão de perto, os potentes telescópios e todos os aparelhos científicos voltados para o astro errante possam lhes remeter a maior quantidade possível de informações.

Por enquanto, o que podemos fazer é responder a algumas perguntas sobre o cometa baseando-nos em observações antigas, em cálculos matemáticos avançados, em observações e

comparações com outros cometas menores que nos visitam periodicamente

O que é Cometa Halley

9



Não se espera que os tópicos aqui colocados se transformem em princípios irrefutáveis da astronomia, mas sim numa discutível quantidade de informações que podem, inclusive, ser modificadas após estudos feitos com os dados a serem transmitidos pelas sondas espaciais durante a visita do cometa. Espera-se também que as respostas satisfaçam as pessoas que tenham um certo espírito científico e também aqueles que se iniciam na observação astronômica incentivados pelo Halley.

Algumas informações que serão úteis na discussão do assunto podem ser colocadas:

1) unidade astronômica (UA): refere-se à distância média entre a Terra e o Sol, e equivale a 150 milhões de quilômetros; portanto:
UA = 150 milhões de quilômetros,
UA = 300 milhões de quilômetros;

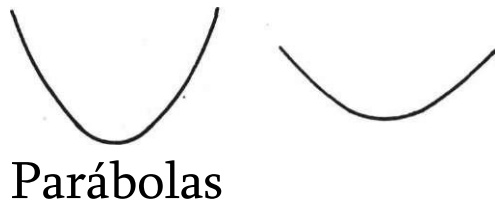
2) ano-luz: corresponde à distância percorrida pela luz durante um ano. Como a luz percorre 300 000 km em um segundo (isto corresponde a sete voltas e meia em torno da Terra em um segundo!), em um ano percorrerá 9,5 trilhões de quilômetros:
 $9,5 \text{ trilhões de km} = 9.500.000.000.000 \text{ Km}$
 $9,5 \text{ trilhões de km} = 1 \text{ ano-luz.}$

Alguns termos também comuns: 1) período: é o tempo que um astro leva para efetuar uma volta completa por toda a sua órbita. Para exemplificar, o período da Terra é 365 dias ou um ano;
3) periélio: posição que um astro ocupa mais próxima do Sol;
4) afélio: posição mais afastada do Sol na órbita do astro.

Cometas

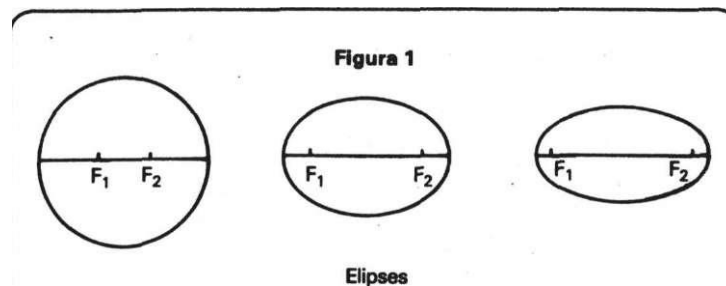
Você sabe exatamente o que é um? Cometas são astros que vagueiam pelo espaço cósmico, alguns em torno do Sol, com trajetórias na forma de elipses achatadas e cujos movimentos podem ser modificados pela atração gravitacional dos grandes planetas, como Júpiter e Saturno. Essas modificações podem acelerar de tal forma o cometa que ele escapa do sistema solar e nunca mais retorna, entrando numa órbita parabólica. Veja na figura 1 como podem ser suas órbitas.

O cometa aparece no céu, para observadores terrestres, como uma esfera esbranquiçada acompanhada, às vezes, por uma majestosa cauda. Um cometa se compõe de três partes:



1) núcleo ou cabeça: provavelmente composta por rochas de magnésio e ferro, envolvidas por uma cobertura de moléculas congeladas (água, metano e amônia) e pode ter o

diâmetro de:



- 2) alguns quilômetros (de um a 15 quilômetros);
- 3) coma ou cabeleira: é uma vasta cobertura do núcleo formada por poeira e gases. É transparente.
- 4) tem um diâmetro de uns 200 mil quilômetros e é responsável pelo brilho do cometa ao refletir a luz do Sol;
- 5) cauda: é uma parte do cometa que só se forma quando ele se aproxima do Sol, a mais ou menos 3 UA (unidade astronômica). É formada pelas moléculas da cabeleira quando elas são sopradas pela radiação solar. Ao contrário do que muita gente pensa, a cauda não é o rastro deixado pelo cometa como a fumaça de um foguete, mas sim uma formação causada por uma espécie de "força elétrica" (composta por raios X, gama, partículas elétricas) denominada vento solar, que produz uma cauda sempre oposta

ao Sol (oposição radial) podendo, inclusive, estar aproximadamente no mesmo sentido em que se desloca o cometa. A cauda pode preceder a cabeça. O comprimento da cauda varia desde alguns milhões de quilômetros até 200 milhões! Veja que a distância entre a Terra e o Sol é de 150 milhões de quilômetros.

Quando o cometa se encontra a uma distância de 0,8 UA, pela ação da radiação solar, o núcleo se inflama, a cauda adquire formas gigantescas e ele brilha intensamente, passando a ser, temporariamente, o maior astro do sistema solar.

Alguns cometas, de acordo com relatos de observadores de há muito tempo, apresentam colorações como verde, azul, vermelho, amarelo e laranja. Dessas informações devemos desprezar aquelas que podem ter sido causadas pela nossa própria atmosfera, mas os coloridos existem realmente, e a cor mais comum é a amarela, principalmente quando o cometa está próximo do Sol, em razão da emissão de luz de sódio (sódio é um metal que quando aquecido emite luz amarela).

Veja, na figura 2, as partes de um cometa.

Há algumas teorias para explicar o aparecimento de um cometa. Uma delas, e a mais aceita, do astrônomo alemão Jan Oort (1950), propõe que os planetas e os cometas foram formados da mesma matéria e que estes últimos ficaram retidos em uma região formando uma nuvem que envolve o sistema solar a uma distância de 50.000 a 150.000 UA do Sol. Como essa distância é enorme, sob a influência gravitacional de algum conjunto de estrelas nas proximidades, como a estrela alfa da constelação Centauro, por exemplo, alguns cometas seriam arrancados da nuvem e arremessados ao espaço. A maioria se perde, mas,

ocasionalmente, alguns desabam rumo ao Sol, podendo viajar milhões de anos antes de chegar a Plutão. A força atrativa, chamada força da gravidade, dos planetas mais exteriores do sistema solar, como Júpiter, Saturno e Urano, pode provocar um desvio de sua órbita, e então ou ele é capturado por um desses planetas ou se dirige inevitavelmente para o centro do sistema solar e passa a ter uma órbita elíptica em torno do Sol, tornando-se então, periódico.

O FAMOSO HALLEY

Como sabemos hoje, alguns cometas são astros periódicos de órbita elíptica em torno do Sol, mas na antigüidade isso não era conhecido, e os astrônomos julgavam que os cometas eram fenômenos da própria atmosfera terrestre. No decorrer dos anos e dos séculos, os dados acerca deles iam se acumulando. Em 1695 (ano em que, no Brasil, o chefe do quilombo de Palmares, Zumbi, era decapitado), um astrônomo inglês, Edmund Halley, utilizando as informações colhidas por astrônomos predecessores, como Johannes Kepler em 1607, e outros em 1456, 1531, e por ele mesmo em 1682, conclui que os cometas observados nessas datas deveriam corresponder à visita de um único, pois utilizando as leis da gravitação universal formuladas por Newton, seu amigo particular, Halley calculou as órbitas de dezenas de cometas e verificou que os de 1531, 1607 e 1682 eram coincidentes e retornavam de 76 em 76 anos.

Edmund passou, então, a calcular a data da nova aparição, e sua primeira conclusão indicava o retorno para o final do ano de 1758. Refazendo os cálculos e considerando perturbações de Júpiter e Saturno, modificou a data para 15 de abril de 1759. Em 15 de março de 1759, portanto com um erro de 30 dias, desprezível pelas circunstâncias, o cometa previsto reapareceu no céu. A periodicidade, dos cometas havia sido decretada, mas a fatalidade foi dura para Edmund Halley e este não pôde assistir à sua maior vitória, pois morrera 16 anos antes. Em sua homenagem foi dado o seu nome ao grande cometa: Halley!

Os chineses sempre foram argutos observadores do céu, e a grande importância disso é que registravam os fenômenos observados. Por esse motivo é que temos a mais provável data da primeira aparição registrada do cometa Halley: 1507 a.C. Temos, na verdade, 28 aparições registradas, mas, se desconsiderarmos os registros, provavelmente ele tenha sido visto milhares de vezes.

O aparecimento de um cometa no céu foi sempre relacionado com alguma catástrofe na história da humanidade. Em 1066, durante a passagem do cometa, os normandos invadiram e tomaram a Inglaterra comandados por Guilherme, o Conquistador. É interessante observar que só ficou marcada a desgraça da Inglaterra e se esqueceram completamente da vitória dos normandos, evidentemente um motivo de júbilo para esse povo. Em 1528 as pessoas se assustavam tanto que algumas morreram de medo e outras caíram doentes, segundo informações da época. Em 1456, também com um cometa no céu, ocorre uma guerra santa entre o papa Calixto III e o califa Mahomed II em Belgrado.

Sempre haverá, durante a passagem de um cometa, desgraças, calamidades e guerras, mas, é certo que também ocorrerão fatos auspiciosos e alegres. Não existe a menor relação entre os cometas e as desventuras acontecidas. Contudo, e infelizmente, grande parte da humanidade ainda crê nesses absurdos. Atualmente, sabemos que as comunicações de massa encontram-se em atividade febril, em grande desenvolvimento tecnológico, visto que esse ramo de atividade se transformou em enorme

fonte de riqueza para seus mentores, e veiculam muitas vezes, informações fantásticas com o intuito de manter seus índices de audiência e leitura. Acabam, assim, provocando falsas idéias, erros de interpretação, angústia, quando não pânico. As informações científicas não têm como competir com essa máquina cujas engrenagens são a televisão, o rádio, jornais, livros e revistas. É evidente que também abordam assuntos sérios e verdadeiros, mas que não trazem receitas lucrativas como o sensacionalismo.

Em 1910 alguns jornais, a respeito do fato de que a Terra iria atravessar a cauda do Halley, caso absolutamente sem nenhuma conseqüência, noticiavam num misto de humor e sarcasmo: "A raça humana inteira é obrigada a um banho gasoso", ou "Aguardem a bagunça" ou prevendo o fim: "Vinda do cometa economiza reformas". Máscaras e pílulas contra gases foram vendidas, aumentando ainda mais as superstições sobre os cometas.

O cometa tem massa tão pequena em relação à Terra que nenhuma influência exerce sobre ela. Não interfere nas comunicações, nem nas marés, não contamina o ar nem provoca alterações climáticas.

Os únicos e prováveis acontecimentos ligados ao Halley ou a outros cometas são as chuvas de meteoros. À medida que o cometa descreve sua órbita, vai deixando fragmentos que, posteriormente, quando a Terra cruza essa órbita, caem penetrando na alta atmosfera e, em virtude do grande atrito com o ar, se incendeiam e formam aqueles riscos no céu conhecidos como estrelas cadentes. A grande maioria se desintegra antes de atingir o solo, pois, geralmente, não são maiores que uma

azeitona. Estas chuvas de meteoros, por estarem sempre na mesma posição da órbita da Terra, são observadas sempre no mesmo dia do ano.

Outros fenômenos são improváveis, principalmente pela grande distância entre a Terra e o cometa durante sua visita.

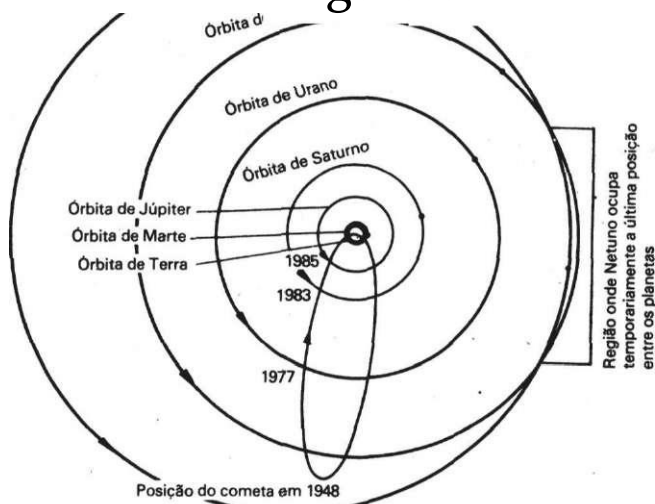
Como é sua órbita

O Cometa Halley tem uma órbita elíptica bastante achatada e se situa aproximadamente no mesmo plano que a maioria dos planetas do sistema solar. O sistema solar é composto do Sol, que tem 99% da massa total desse sistema, nove planetas (Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno e Plutão), dezenas de luas, milhões de asteróides e muitos cometas. A Figura 3 dá uma idéia dessa órbita que, evidentemente, encontra-se fora de escala. Como podemos ver, no início de 1985 ele cruzou a órbita de Júpiter e no final deste ano estará cruzando o cinturão de asteróides (região entre Marte e Júpiter com grande quantidade de rochas de tamanhos variáveis e que orbitam em torno do Sol), passará por Marte, Terra, contornará o Sol indo em seguida para os confins do sistema solar até depois da órbita de Netuno lá pelo ano de 2024 e retornará às proximidades da Terra por volta de 2061.

O período de seu movimento em torno do Sol varia de 75 a 77 anos dependendo das perturbações gravitacionais ocasionadas principalmente pelos planetas gigantes do sistema solar, que podem, em função da distância, atrasar ou adiantar esse período.

Órbita

Figura 3



A órbita do cometa Halley entre 1910 e 1986

Com relação à sua temperatura podemos dizer que, estando distante do Sol, ela é cerca de 270 graus Celsius (nome correto da escala centígrada) abaixo de zero (quase a menor temperatura possível na natureza, -273°C , o zero absoluto), e quando está bem próximo do Sol a temperatura de sua região mais externa pode atingir 4.500°C .

Na escola primária aprendemos que os últimos planetas do sistema solar são, nessa ordem, Netuno e Plutão, mas em certas ocasiões Plutão, em razão da excentricidade de sua órbita, ultrapassa, na direção do Sol, a órbita de Netuno e deixa de ser, por algum tempo, o último planeta dessa família do Sol. É o que está acontecendo atualmente. Observe na figura anterior o cruzamento dessas órbitas.

Em 1933, o Halley cruzou a órbita de Netuno, que nessa época era o penúltimo planeta, e em 1948 atingiu o afélio entre as órbitas de Netuno e Plutão a uma distância de 36 UA do Sol, aproximadamente.

Avaliando-se o espaço efetivamente percorrido pelo Halley por toda a sua órbita, chegaremos a um valor em torno de 74 UA ou 11 bilhões de quilômetros, espaço que a luz percorreria em apenas dez horas e um carro, andando sempre a 80 km/h levaria uns 15.000 anos!

Sua velocidade e sua cauda

Ao se levar em consideração que os planetas giram em torno do Sol e que este, por sua vez, gira em torno do centro da nossa galáxia, devemos imaginar o Sol como um referencial fixo, para se calcular as velocidades do cometa. Em razão da atração maior ou menor, dependendo da distância entre o cometa e o Sol, a força gravitacional faz a velocidade do Halley variar. Quando ele se encontra no periélio (mais próximo do Sol), a velocidade é a maior possível, e é de 54 km/s (quilômetros por segundo), ou próximo de 200 mil km/h. Para efeito de comparação, a Terra gira em torno do Sol com velocidade de aproximadamente 30 km/s, ou seja, quase a metade da velocidade do Halley.

No afélio (mais distante do Sol), sua velocidade é relativamente pequena em comparação com a primeira: 0,91 km/s, ou aproximadamente 3 200 km/h. Um caça supersônico pode atingir essa velocidade que é, aproximadamente, duas vezes e meia a velocidade com que o som se propaga no ar.

Na gravitação universal somente existem forças de atração entre os astros. O Sol atrai a Terra, a Lua atrai a Terra e vice-versa. O cometa Halley, por sua vez, é atraído principalmente pelo Sol e, portanto, na viagem de vinda, essa força tende a aumentar a velocidade, ao passo que, ao se afastar do Sol, ele tem sua velocidade reduzida e atinge o mínimo no afélio. Pela lei da

gravitação de Newton, essa força atrativa é inversamente proporcional ao quadrado da distância entre os astros, ou seja, quando a distância dobra a força é diminuída do quádruplo, e assim por diante.

Para se tentar prever o comportamento da cauda do Halley, os cientistas se basearam nos dados obtidos através de observações anteriores, a olho nu e com instrumentos. Como se trata de uma previsão, é evidente que esta pode incorrer em erros, mas descartando-se esta possibilidade, podemos dizer que o comprimento visual da cauda aparenta ser maior após sua passagem pelo periélio. O comprimento dela deve se situar próximo de 0,8 UA, perto de 120 milhões de quilômetros.

Essa cauda só existe quando o cometa está próximo do Sol, mais especificamente a 3 UA, ou aproximadamente 450 milhões de quilômetros. A cauda é formada pela repulsão dos gases que formam a cabeleira, por influência dos ventos solares. Durante a formação da cauda há uma perda de grande quantidade de matéria, de maneira que a cada nova passagem pelas cercanias do Sol a cauda tem a tendência de ser menor, isto é, o cometa vai se gastando. Claro que a cauda depende da distância entre o cometa e o Sol, portanto, ao se afastar, ele passa gradativamente a ser um corpo esférico, frio e escuro.



A IMPORTÂNCIA DE SE ESTUDAR O HALLEY

A astronomia é a mais antiga das ciências. Quantas histórias já ouvimos acerca de atentos e sossegados pastores de ovelhas que, nas suas atividades noturnas, nada tinham a fazer senão observar as estrelas. O panorama do céu visto hoje é pouco diferente daquele que nossos antepassados vislumbraram e, cheios de imaginação, encontraram constelações parecidas com escorpião, touro, cão, urso e até entidades mitológicas como Sagitário e capricórnio.

Milhares de anos se passaram desde as primeiras anotações. Há séculos o homem busca explicações, desenvolve teorias sobre a formação desse conjunto todo que o fascina e, por mais que procure, ainda está longe de uma explicação definitiva. Talvez nunca a encontre, mas, se não tentar, continuará se afastando dela até o fim dos tempos.

Alguns cientistas acreditam que os planetas do sistema solar, bem como os asteróides e os cometas, tenham sido criados da mesma massa ou da mesma nuvem há pelo menos 4,5 bilhões de anos. O Halley faz parte dessa família e, portanto, deve ter também a mesma idade. Se conseguirmos conhecer com detalhes a sua composição química, estaremos estudando um "fóssil vivo", um fóssil que permaneceu durante todo esse tempo praticamente intocado enquanto o restante do sistema evoluía, sofrendo modificações marcantes. Cada vez que o cometa passa pelas proximidades do Sol ele perde parte de sua massa exterior e, dessa forma, mostra sempre sua constituição como ela foi no princípio. O Halley nos traz o segredo numa bandeja!

Um outro motivo para mostrar a importância do estudo sobre ele é o fato de que nos cometas podem estar as matérias orgânicas que deram origem à vida na Terra. O Halley é um dos poucos cometas cujo período de 76 anos marca a passagem de uma geração para outra. Poucos serão os privilegiados que assistirão duas vezes a passagem do astro. Acredito que nenhum cientista, dos que irão agora observar o fenômeno, estará presente na próxima visita e, dessa maneira, fará disso um acontecimento de importância excepcional.

Algumas pessoas ficam, então, preocupadas e perguntam: ele pode desaparecer de repente ou se desintegrar? Veja o que aconteceu certa vez:



Em 1846
aguardava-se
de um cometa
denominado
descoberto

o retorno

Biela,
por um

astrônomo amador alemão, Wilhelm von Biela. Quando o astro reapareceu mostrou uma visão dupla, ou seja, havia se dividido em dois cometas, cujas trajetórias eram paralelas. O período desse cometa era conhecido, seis anos, portanto podia-se esperar novo duplo reaparecimento em 1852, 1858, 1865, o que realmente aconteceu, só que suas partes estavam cada vez mais distantes entre si, até que em 1872, o que se presenciou foi uma intensa chuva de meteoros brilhantes, estrelas cadentes como são conhecidos, que duraria seis horas, vinda de um mesmo ponto do céu onde deveriam estar os dois cometas. O Biela havia se fragmentado inteiramente e, claro, nos anos posteriores não mais apareceu.

Sabemos hoje que muitos fatores podem influenciar na desagregação de um cometa, como, por exemplo, perda contínua de material ao passar próximo do Sol, colisão entre as partes componentes, rotação do núcleo, etc.

Com o cometa Halley tal acontecimento é, por enquanto, impossível, visto que sua velocidade é considerável em relação ao Sol e as perturbações dele advindas são inexpressivas.

Portanto, não teremos tão já a sua desintegração, pois ele ainda passeará pelo sistema solar durante alguns milhares de anos.

UM CHOQUE COM A TERRA

"Nas primeiras horas da manhã de 30 de junho de 1908, na Sibéria Central, uma gigantesca bola de fogo foi vista atravessando rapidamente o céu. Quando tocou o horizonte, houve uma enorme explosão. Arrasou cerca de 2.000 quilômetros quadrados de florestas e queimou milhares de

árvores em um clarão de fogo próximo ao local do impacto. Produziu uma onda de choque atmosférico que circundou a Terra duas vezes. Por dois dias seguidos, persistiu tanta poeira fina na atmosfera que se conseguia ler um jornal à noite com a luz dispersa das ruas de Londres, a 10 000 quilômetros."

A descrição acima, feita por Carl Sagan em seu livro *Cosmos*, ilustra o que poderia ter sido a queda de um pedaço de cometa sobre uma região da Sibéria, e que passou a ser conhecido como o Evento de Tunguska. A possibilidade de ter sido um fragmento comentário não é definitiva, mas mostra que estamos sujeitos a acontecimentos desse tipo. No entanto, sendo o Halley um astro importante, conhecemos sobejamente a configuração de sua trajetória, e ela mostra que um encontro com a Terra é extremamente improvável. Diríamos até que a probabilidade de ocorrer um encontro desses é a de uma vez em um bilhão de anos.

Se isso um dia ocorresse teríamos como consequência a destruição de uma grande área, da ordem, talvez, de uns 20.000 km², o que equivale à décima parte do Estado de São Paulo. O aspecto inicial do choque seria como de uma grande explosão nuclear, formando um enorme cogumelo de poeira que poderia se espalhar pelo mundo todo. Essa poeira, em suspensão na atmosfera, acarretaria uma diminuição da temperatura média da Terra devido a bloquear parcialmente a ação da luz solar. No local da queda ficaria um imenso buraco chamado cratera de impacto. A Lua mostra muitas dessas crateras porque não possui, em sua superfície, atividade de erosão climática (vento, chuva), de maneira que essas marcas permanecem por bilhões de anos.

Se a queda ocorresse no mar, provocaria ondas gigantescas, podendo, inclusive, romper o fundo oceânico, colocando, assim, em contato água e manto aquecido da Terra, com a conseqüente evaporação da água e final semelhante ao descrito acima. O bloqueio parcial da luz solar inibiria a fotossíntese, com conseqüências desastrosas para a vida. (A fotossíntese consiste basicamente na transformação, pelas plantas, de substâncias inorgânicas, como gás carbônico e água, em substâncias orgânicas (açúcar) sob a ação da luz. Esse açúcar é utilizado pela planta para formar todos os outros componentes dos quais necessita.)

A ocorrência do encontro frontal do Halley com a Terra, como dissemos, é praticamente impossível e, dessa forma, podemos somente conjecturar sobre suas prováveis conseqüências.

Há também uma teoria que sustenta que os grandes répteis da pré-história morreram provavelmente pela queda de um cometa ou de um meteoro que, ao se chocar com a Terra, teria erguido uma imensa nuvem de poeira que circundou o planeta. Com o impedimento parcial da luz solar, os vegetais ficaram impedidos de realizar o processo da fotossíntese. Em conseqüência, os grandes herbívoros sucumbiram e com eles seus algozes carnívoros. Sustenta-se que sobreviveram apenas os animais com menos de 25 quilogramas, que puderam resistir à escassez de alimentos e ao intenso frio que se seguiu.

Ultimamente os cientistas têm-se reunido para discutir as conseqüências de uma guerra mundial nuclear. A principal conclusão é muito parecida com o que acabamos de relatar, acrescida apenas na sua intensidade. Imagine centenas de cometas caindo na Terra ao mesmo tempo, provocando também

uma imensa nuvem de poeira e, conseqüentemente, um frio terrível, que os cientistas chamam de "inverno nuclear". Pode ser o fim do mundo.

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO HALLEY

Todas as estimativas a respeito de características físicas do cometa levam a alguns valores discutíveis, sendo uns aceitos e outros considerados meramente especulativos.

Em se tratando da massa do núcleo, visto que os demais componentes, cabeleira e cauda, são quase que vazios como os melhores que podemos obter em laboratórios, avaliamos em 65 bilhões de toneladas a sua massa.

Também como um fator estimado o diâmetro do núcleo é de cerca de cinco quilômetros. Se considerarmos seu aspecto esférico, podemos calcular seu volume e, conseqüentemente, sua densidade, visto que esta é uma relação entre massa e volume, chegando a um valor de 1 g/cm^3 . Para efeito de comparação, esta é a densidade da água pura a 4°C . Imagine então que o Halley seja como uma imensa bola de água com 5 km de diâmetro viajando a 200 000 km/h.

Em razão de a formação da cauda ser o afastamento da matéria que compõe a cabeleira pelos ventos solares, ela está continuamente perdendo massa, e estima-se que perca 20 toneladas por segundo durante essa formação, portanto, podemos concluir que o Halley, por ser um cometa periódico, ou seja, sempre retorna para sua visita ao Sol, tem vida limitada, pois sempre perde parte de sua massa nessa visita tão ansiosamente esperada.



O astrônomo Ronaldo Mourão, em seu livro *Da Terra às galáxias*, estima que a vida média do Halley seja de 200 revoluções em torno do Sol, isto é, que o astro ainda viajará pelo sistema solar durante 10 mil anos, durando, talvez, mais que a própria humanidade.

Outras observações e cálculos complicados indicam que o cometa tenha um movimento de rotação cujo período é estimado em dez horas.

A primeira informação a respeito do fato de um cometa girar em torno de si foi obtida em 1976, por estimativas fotoelétricas com o núcleo do cometa D'Arrest.

Há algum tempo já, os astrônomos estão tentando observar o cometa Halley através de seus poderosos telescópios. A primeira tentativa partiu dos norte-americanos em 1977, que, mesmo utilizando um dos maiores telescópios do mundo, fracassou. Mas em 1982, com o mesmo equipamento, dois astrônomos, Juwitt e Danielson, do Instituto Tecnológico da Califórnia, conseguiram fotografá-lo. Segundo o astrônomo Nelson Travník, para se entender a dificuldade dessa foto, o brilho do cometa equivaleria ao brilho de uma vela acesa vista a 43.400 quilômetros de distância.

O cometa estará visível por instrumentos de porte médio ou grande a partir de agosto de 1985, mas para observadores a olho nu e no hemisfério norte a data será 27 de novembro e para o nosso hemisfério a data favorável, a partir da qual será visto a olho nu, será 6 de março de 1986.

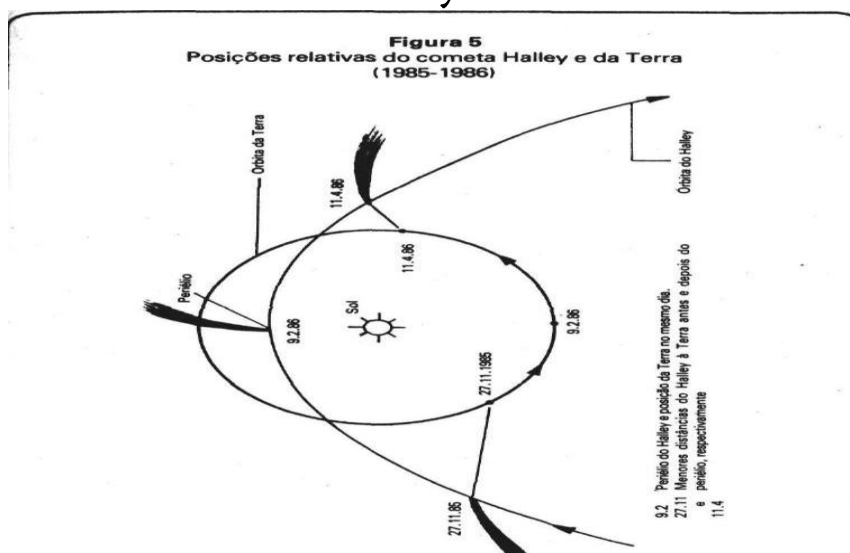
A aparição do Halley, em 1910, foi considerada exuberante, visto que seu tamanho, observado de um ponto da Terra, atingiu uma abertura de 95° , o que equivale a dizer que estando a cabeça do cometa a pino, no topo do céu (zênite), sua cauda não tinha ainda terminado de sair do horizonte. Infelizmente, em 1986, não teremos tal magnitude, mas sim, uma visão por demais prejudicada pelas posições relativas da Terra, do Halley e do Sol. No auge de sua aparição, teremos, quem sabe, um tamanho de uns 10 a 15 graus (umas vinte luas cheias), ou o diâmetro aparente da Lua ou pouco mais. Em razão deste tamanho, o ideal é deslocar-se das grandes cidades, indo para o interior, escapando das poluições atmosférica e luminosa, se você quiser observar melhor o cometa.

Ele terá, durante sua visita, dois momentos em que estará mais próximo da Terra: um antes do periélio e outro depois de passar por trás do Sol. Em 27 de novembro de 1985 ele estará a 0,63 UA da Terra e em 11 de abril de 1986, a 0,42 UA, ou seja, uma distância de 63 milhões de quilômetros.

Quando o cometa estiver no periélio, a Terra estará numa posição diametralmente oposta, no dia 9 de fevereiro de 1986, impossibilitada, portanto, de observar o Halley diretamente. Nesse dia o cometa estará a uma distância de 0,58 UA (87 milhões de quilômetros) do Sol.

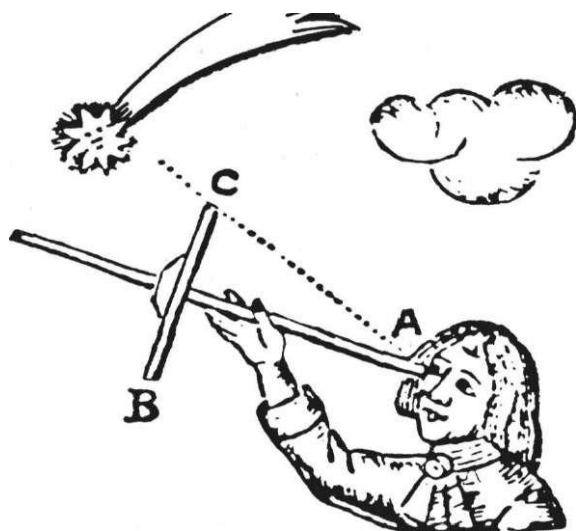
Sua melhor aparição

Em 11 de abril de 837, durante o reinado de Luís I, da França, e do papado de Gregório IV, na Itália, estava no céu um cometa de visão descomunal. Naquela época praticamente nada se sabia a respeito desses astros e este, em particular, nem nome tinha. Trazia, como de costume, mau agouro, e os astrólogos trataram logo de realizar suas funestas previsões, inclusive a da morte do rei Luís I, que por esse motivo transformou-se num rei amável e benevolente. Era o cometa Halley.



Essa aparição é considerada como a mais exuberante de todas. Vale dizer que sua cauda atingiu uma distância angular maior que 93° e que esteve mais próximo da Terra do que em qualquer outra vez: 6 milhões de quilômetros, aproximadamente quinze vezes a distância da Terra à Lua, ou ainda, 0,04 UA. Para efeito de comparação, nesta próxima passagem, a distância mínima que o Halley estará daqui será de 0,42 UA, ou seja, uma distância dez vezes maior que a do ano de 837.

A chamada magnitude estelar que mede o brilho dos astros foi, naquele ano, para o Halley de -3,5. Comparando-se com a do Sol -26,8 e da Lua -12,7 podemos imaginar o brilho do cometa. Em 1986 a magnitude máxima que o Halley mostrará não deverá ultrapassar + 4,0.



COMO ACHAR O HALLEY

Se você deseja observar o Halley nas épocas devidas terá que primeiramente procurar um local afastado da iluminação e da poluição das grandes cidades, que atrapalham bastante. Qualquer sítio no interior é um bom lugar. Quanto mais ao sul melhor.

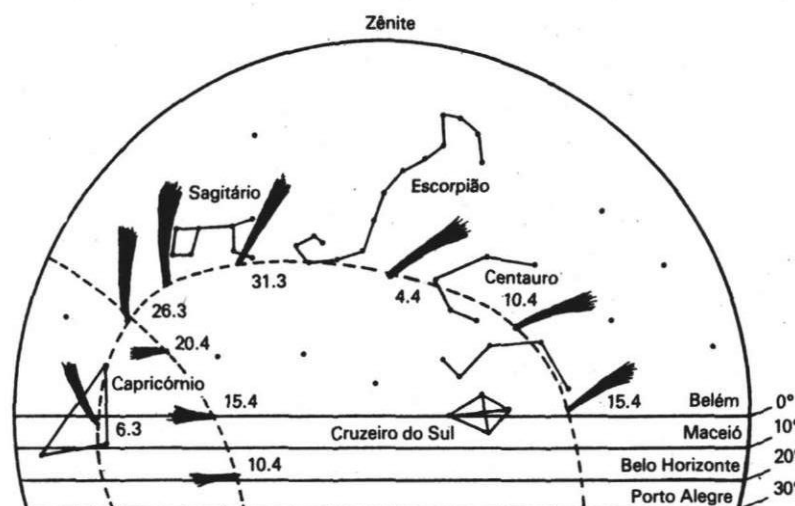
Antes de sua passagem pelo periélio o cometa será visível, a olho nu, apenas pelos habitantes do hemisfério norte, principalmente no dia 27 de novembro de 1985, ocasião em que estará bastante próximo da Terra (0,62 UA). Nesse mesmo dia poderá ser visto por alguém no hemisfério sul, trópico de Capricórnio, São Paulo, utilizando um binóculo ou uma pequena luneta fazendo um ângulo de elevação de 43° , na direção nordeste, uma hora e meia após o pôr-do-sol. No dia 9 de fevereiro estará no periélio e invisível para toda a Terra e por volta do dia 6 de março começará a aparecer, como se estivesse parado no céu, bem próximo do horizonte, subindo mais á cada dia. No início aparecerá de madrugada.

Por ser o Halley um objeto de luminosidade fraca, as melhores noites para vê-lo serão as de lua nova e que acontecerão a 10 de março e 10 de abril de 1986.

Será muito fácil localizar o cometa apenas baseando-se nas informações que se seguem. Para os que têm algum conhecimento específico, podemos dizer que o Halley estará em Capricórnio em fevereiro e início de março; em Sagitário até o final de março e em Escorpião e Centauro na primeira quinzena de abril. Acredito que a maioria das pessoas conheça bastante para conseguir localizar o Cruzeiro do Sul e as "Três Marias", que serão nossos principais pontos de referências.

A Figura 6 é um esquema do céu numa forma plana, e que representa ao mesmo tempo o leste, o sul e o oeste, ou seja, uma visada de 180° de leste a oeste. Você vê nela o que veria se, postado de frente para o sul, olhasse consecutivamente para sua esquerda, para a frente e depois para a direita. O final superior da figura representa o ponto mais alto do céu, o zênite.

Na figura está representada a trajetória do Halley, durante o período visível por entre as diversas constelações; suas respectivas datas e os traços paralelos indicam o horizonte de várias regiões do país próximo das latitudes 0°, 10°, 20° e 30°.



Em astronomia utiliza-se o termo magnitude, para representar a grandeza aparente de um astro, associado a um número, que mede o fluxo de luz fornecido por ele. Essa magnitude depende de vários fatores como claridade excessiva, grau de poluição do ar, tipo de instrumento utilizado, etc. De uma maneira geral, astros com magnitudes menores que 5,0 são visíveis a olho nu, desde que as condições da atmosfera permitam. Os valores dessa magnitude podem ser também negativos, o que significa um brilho maior ainda, como por exemplo, a Lua tem magnitude de -13 e o Sol -27.

Algumas orientações para melhor observação do Halley, para as regiões Sudoeste e Sul, estão apresentadas na tabela 1.

A nossa Via Láctea é uma das galáxias do universo. Ela é composta basicamente por estrelas, bilhões delas, que giram em torno de um centro de grande concentração de massa e que alguns cientistas dizem tratar-se de um buraco negro, que é, de uma maneira bem simples, um corpo de grande poder de atração

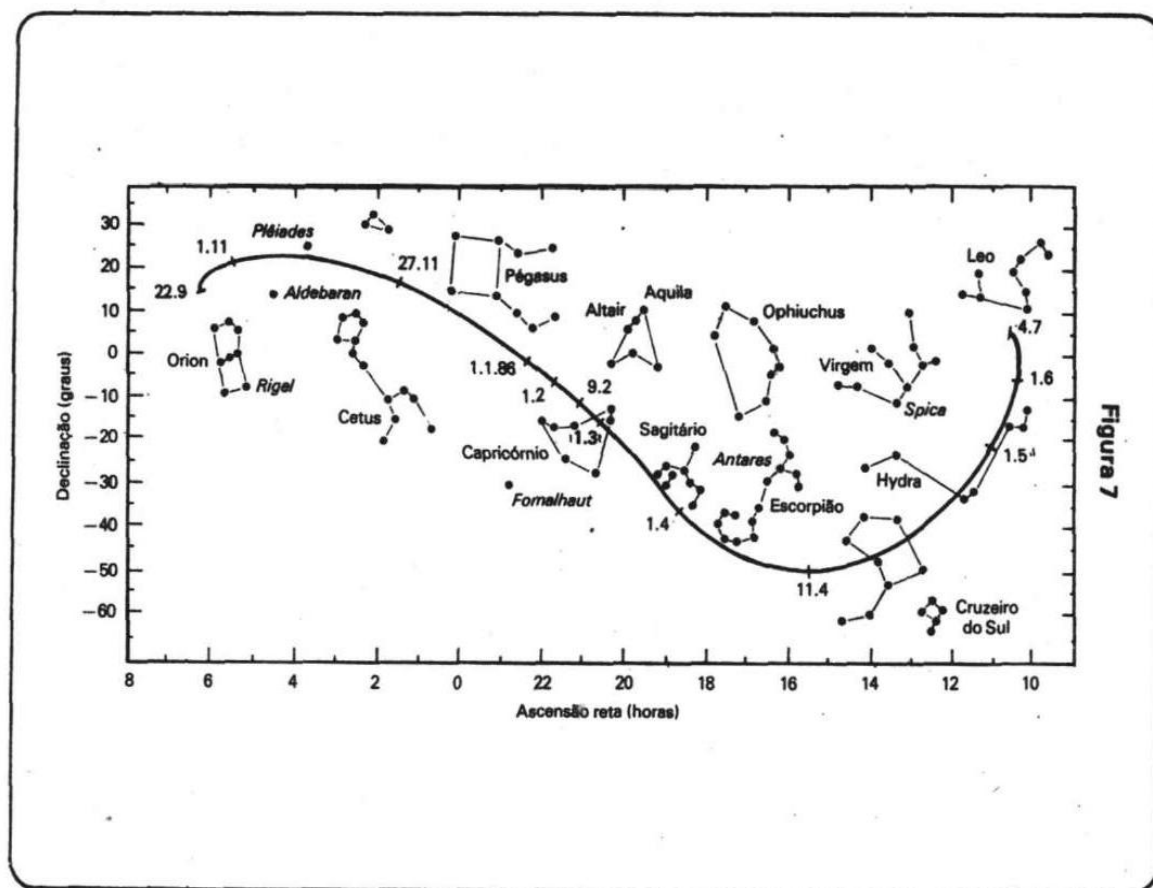
que não deixa escapar nem raios de luz, fenômeno não verdadeiramente constatado. A Via Láctea é uma galáxia espiralada, isto é, vista de cima apresenta-se como um imenso cata- vento girando uma vez a cada 200 milhões de anos. O Sol ocupa um braço dessa espiral gigantesca e, como todas as demais estrelas pertencentes à galáxia, gira em torno do centro dela.

TABELA 1

Dia	Mag nitud e Visua l	Horário Visível	Constelação	Lua (fase)	Condição
05.03.86	4,7	3h às 5h	Capricórnio	Minguante	Ruim
10.03.86	4,8	2h30min às 5h	Capricórnio	Nova	Muito Bo
15.03.86	4,8	1 h30min às 5h	Sagitário	Nova	Boa
20.03.86	4,6	0h45min às 5h	Sagitário	Crescente	Boa
25.03.86	4,5	23b30min às 5h	Sagitário	Crescente	Regular
31.03.86	4,4	21h50min às 5h05min	Sagitário	Cheia	Regular
05.04.86	4,3	19h30min às 5h10min	Escorpião	Minguante	Boa
10.04.86	4,2	18h45min às 5h15min	Centauro	Nova	Ótima
•11.04.86	4,0	18h45min às 5h17min	Centauro	Nova	Ótima
15.04.86	4,3	18h30min às 5h25min	Centauro	Nova	Ótima
20.04.86	4,5	18h20min às 5h35min	Centauro	Crescente	Muito Boa

* Data de maior aproximação do cometa à Terra.

A Tabela sugere datas prováveis dos melhores momentos para localização e observação do Halley



O movimento dessas estrelas é tão insignificante em relação à Terra, que o aspecto "do céu pouco mudou desde o aparecimento do homem até nossos dias, mostrando inclusive as mesmas constelações. Em vista disso, é usual considerar-se o céu como uma esfera onde situam-se as estrelas fixas. Aparentemente as estrelas encontram-se sobre essa esfera e dessa maneira podemos construir um mapa do céu, o planisfério.

Na Figura 7 estão representadas algumas dessas estrelas com as principais constelações e a trajetória aparente do cometa Halley, desde setembro de 1985 até julho de 1986.

Os termos ascensão reta e declinação são tipos de coordenadas utilizadas em astronomia, que podem ser resumidas da seguinte

forma: ascensão reta: divisão do céu em 24 horas (uma volta completa) declinação: divisão em graus, onde os valores positivos representam o hemisfério norte celeste e os valores negativos o sul. (No capítulo "Astrônomos iniciantes", há um maior esclarecimento.) Podemos verificar, por exemplo, que o Halley passará do hemisfério norte para o sul no final de 1985 e que no início de abril de 1986 estará em Sagitário.



NAVES ESPACIAIS VISITAM O COMETA

A pesquisa científica, aquela que representa um avanço nas condições humanas ou aquela que nos faz compreender melhor o mundo em que vivemos para melhorar a ambos, a nós e a ele, às vezes é deixada de lado ou prejudicada em razão de disputas políticas, econômicas ou mesmo pessoais. A maior potência do mundo, os Estados Unidos, capaz de construir as mais fantásticas máquinas espaciais, capaz de construir órgãos humanos artificiais da mais perfeita ordem, capaz de quase tudo que se imagina, não foi capaz de impedir que motivos políticos influíssem na decisão de se enviar uma sonda espacial para estudar o cometa Halley.

Infelizmente, problemas econômicos surgiram. As verbas da NASA foram cortadas drasticamente pelo governo Reagan, enquanto aumentavam as verbas militares. A missão, que seria

enviada ao encontro do Halley, e que iria levar instrumentos para medir as propriedades químicas, atmosféricas e das partículas do cometa, foi relutantemente abandonada. Isto provocou um grande desapontamento nos astrônomos, pois estes sabiam que a sonda iria fotografar o astro com imagens de alta resolução e que entraria na poeira que envolve o núcleo do cometa, dando-nos uma primeira e expectante visão do seu coração.

Outras sondas, entretanto, deverão estudar o Halley. A Agência Espacial Européia lançou em 3 de julho de 1985 uma sonda de 750 quilogramas, denominada Giotto em homenagem ao pintor italiano, primeiro a retratar em um quadro, "Adoração dos Reis Magos", o cometa Halley.

A União Soviética já lançou ao espaço duas naves Venera, que após tangenciar Vênus, irão ao encontro do Halley.

Uma outra sonda, bem mais modesta, será lançada pelo Japão com o objetivo de sobrevoar o cometa em março de 1986. Seu nome: Planet A.

A sonda norte-americana, se fosse lançada, seria muito superior às demais, pois a japonesa não passará muito próxima do cometa, a soviética é extremamente arriscada em razão da grande proximidade ao cometa, e a européia conduzirá apenas 60 kg de equipamento científico.

Mas as naves soviéticas são também sofisticadas e em determinado instante enviarão duas sondas, Vegas, e que irão sobrevoar o Halley em 9 e 12 de março de 1986, com velocidade de 73 km/s e a distâncias de 10 mil e 3 mil km respectivamente. Os grandes problemas que estas sondas vão enfrentar referem-se quase que exclusivamente à velocidade relativa de choque entre

as partículas do cometa e as naves, que é de 78 km/s ou 280.000 km/h. Esses choques podem danificar seus equipamentos ultrasensíveis.

Esperamos que as sondas soviéticas possam completar sua missão e assim transmitir as melhores informações possíveis do núcleo do cometa.

O sistema solar, residência de vários cometas; de alguns planetas; asteróides; muitas luas e grandes mistérios, é também dono do itinerante Halley, que o visita quase que por inteiro, do Sol até a região entre Netuno e Plutão. Algumas outras curiosidades podem ser relatadas: o sentido do movimento do Halley é retrógrado, isto é, ele viaja no sentido contrario ao da maioria dos planetas, por este motivo é que a Terra o encontra duas vezes, uma antes e a outra depois do periélio. Seu núcleo, cujo diâmetro é estimado em cinco quilômetros, jamais foi visto nem fotografado. Esperamos que as sondas espaciais possam nos remeter sua imagem. Como já dissemos anteriormente a velocidade relativa entre o cometa e essas naves é cerca de 78 km/s. Nessa velocidade, uma partícula de poeira de apenas um décimo de grama é capaz de atravessar uma parede de alumínio com 8 cm de espessura! As sondas foram preparadas para poder suportar esses prováveis choques, com paredes duplas e artifícios eletrônicos colocados pelos cientistas. Espera-se que funcionem.

DESCOBRINDO NOVOS COMETAS

Uma das grandes façanhas, se não a maior, que um astrônomo tenta realizar é a de descobrir um novo cometa. Atualmente o céu vem sendo fotografado à todo momento por astrônomos, em

grandes e pequenos telescópios, que é, hoje, uma das melhores maneiras de estudá-lo. A tarefa de observar o céu se apresenta, às vezes, cansativa, exigindo do observador paciência, atenção, dedicação, virtudes encontradas nas pessoas aficionadas pela astronomia, que, não raro, são premiadas com a descoberta de um novo cometa que tenha passado despercebido pelo olho dos grandes telescópios. A descoberta então, é comunicada a um órgão competente, que confere ao seu descobridor a honra de ter seu nome dado ao cometa, imortalizando-o.

Cerca de 200 cometas já foram observados e catalogados. Desse número, 85 têm períodos menores do que duzentos anos, 40 passaram próximo ao Sol apenas duas vezes.

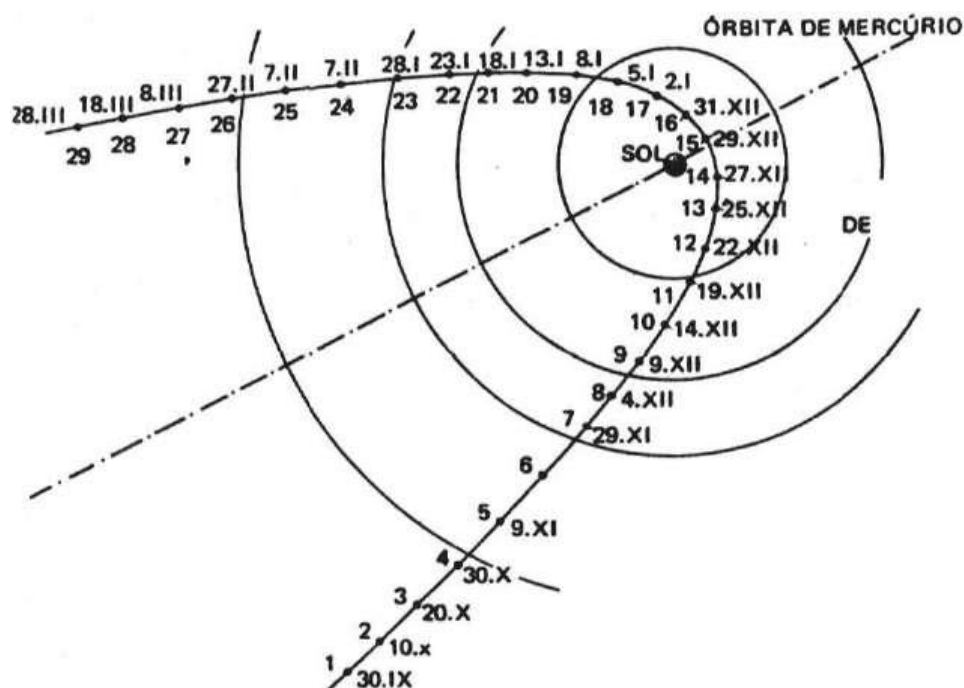
Alguns astrônomos principiantes podem julgar que não são capazes de competir com os grandes telescópios na caça a novos cometas. Enganam-se. Fatores diversos, tais como composição, tamanho e posição do cometa podem fazê-lo escapar dos grandes observatórios e serem avistados por amadores com pequenas lunetas. O nome ao cometa é geralmente dado ao primeiro que comunica sua descoberta ou a algum astrônomo que tenha sido, indiretamente, responsável pela descoberta ou pela informação de algum dado importante, como aconteceu com Edmund Halley. O número máximo de descobridores simultâneos para efeito de nome do cometa é três, como o Tago-Sato-Kosaka (1969).

Todo ano um certo número de cometas é descoberto, em média 10 por ano, sendo que no ano de 1977 descobriram-se 19 novos cometas, passando a ser o recorde de aparições. Alguns astrônomos são verdadeiros caçadores de cometas e, atualmente, os japoneses têm conseguido, talvez em função de uma melhor

aparelhagem de fácil obtenção, superar os demais caçadores. Um astrônomo francês. Charles Messier (1730-1817), incumbido de certa tarefa, descobriu acidentalmente 21 cometas usando uma pequena luneta.

Alguns cometas descobertos recentemente podem ser citados: Kohoutek (1970), Arend-Roland (1957), Ikeya-Everhart (1966), Mrkos (1955), Ikeya-Seki (1965), Kohler (1977), West (1975). Você já imaginou seu nome numa lista assim? Em 1970, um astrônomo alemão, Lubos Kohoutek, conhecido hoje como um dos maiores descobridores atuais de cometas, informa a existência de um novo cometa, que logo recebe seu nome. As primeiras revelações davam conta de que o Kohoutek seria um cometa gigante cuja aparição suplantaria a todos até então conhecidos.

(MAPOFEI-SP) A figura mostra a órbita prevista do cometa Kohoutek no sistema solar. A posição do cometa é indicada com a respectiva data.



- a) Em que situação deveria estar um observador para ver a trajetória como na figura?
- b) Em quais intervalos a velocidade do cometa é máxima e mínima, respectivamente?
- c) Em que trecho da trajetória a aceleração tem maior intensidade? Por que?
- d) Como varia a energia potencial gravitacional do cometa ao longo da órbita? Onde é mínima?
- e) Em uma só noite que trajetória o cometa descreve no céu, para um observador postado na superfície da Terra?

Esse cometa passou a ser o mais comentado dos últimos 50 anos. Virou tema de livros, seria o novo messias para alguns místicos, foi chamado de "O monstro do Natal" que preconizava o surgimento do nazismo na América, inspirou poemas e até questões de vestibular no Brasil.

Infelizmente foi uma grande decepção visual, mas não uma decepção científica, visto que o Kohoutek serviu para grandes pesquisas.

Um outro cometa, de 1729, é talvez o maior conhecido e se colocássemos o Halley na mesma distância a que se encontrava aquele cometa, seria o Halley dez vezes mais débil em magnitude: o cometa de 1729 seria dez vezes mais brilhante.

Espera-se ansiosamente o Halley, mas, também, não se perdeu a esperança de, a qualquer momento, descobrir um novo emblema no céu, um cometa visível a olho nu maior que o Halley!

Como já dissemos a respeito dos cometas, estes só adquirem cauda quando estão a uma certa distância do Sol, mais precisamente a 3 UA. Antes disso é o cometa uma esfera

relativamente pequena, escura e sem brilho, visto que sua luminosidade é decorrente da reflexão da luz do Sol. Os cometas que gravitam em torno do Sol e que passam pelas proximidades da Terra são avidamente caçados pelos astrônomos, que perscrutam os céus noite após noite e a grande, a imensa maioria jamais logrou descobrir um único. É uma auto-tarefa desafiadora e apaixonante. Um outro desafio para a humanidade é a busca de um novo sistema planetário semelhante ao nosso sistema solar, que possa existir em algum ponto do universo. O grande inconveniente é que as estrelas distantes apresentam brilho intenso e a luz refletida por possíveis acompanhantes planetários é completamente encoberta pelo brilho ofuscante da estrela. Há poucos anos, um telescópio colocado em órbita pelos norte-americanos, quando calibrava seus instrumentos utilizando a estrela Vega, da constelação Lira, como ponto de referência, acabou por descobrir acidentalmente um conjunto de corpos gravitando em torno daquela estrela. A descoberta, feita através de instrumentos sensíveis à luz infra-vermelha, provocou grandes repercussões.

Infelizmente os almanaques, as revistas populares e os defensores do sensacionalismo imediatamente passaram a fazer conjecturas sobre a descoberta, inclusive ao nível de qual seria o aspecto dos habitantes de lá, quando na verdade ainda não temos idéia do tamanho desses corpos em órbita, que podem variar desde dimensões de um grão de ervilha até dimensões de um planeta como Júpiter. Pena que a maioria da população se limite a ler horóscopo em semanários em vez de revistas científicas.

No caso dos cometas que possam estar em órbita de outras estrelas os problemas de detecção são maiores ainda. Para se ter

uma idéia disso vale dizer que, em 1910, o cometa Halley passou entre o Sol e a Terra e seu núcleo deveria, de certa forma, provocar uma sombra como um pequeno eclipse, mas absolutamente nada foi visto projetado sobre o Sol. Um corpo sólido de apenas 300 km teria sido visto facilmente como um corpúsculo negro.

A estrela mais próxima da Terra, que não o Sol, encontra-se a 4,5 anos-luz, distância considerável para impedir a visualização de um cometa orbitando-a, mesmo que esse cometa tenha uma cauda imensa como as distâncias entre planetas, mas cujo brilho é insignificante mesmo comparando-se com uma estrela-anã como o nosso Sol. Em suma, um cometa ficaria mergulhado no intenso brilho da estrela, o que nos impossibilitaria vê-lo.

Cometa transportando vida

Os mundos no cosmo são jóias raras. Raras e preciosas. O universo é um enorme vazio pontilhado aqui e ali por uma galáxia. Ele tem algumas centenas de bilhões de galáxias e cada uma por sua vez é composta de poeira, gás e estrelas, bilhões e bilhões de estrelas. Mas o universo continua ainda um enorme vazio. Supondo que cada estrela de cada galáxia possua um único planeta, chegamos a um fantástico número de dez bilhões de trilhão de planetas. A Terra é um deles. Nós temos o privilégio da vida, mas podemos não ser os únicos.

Um cometa é constituído, como já dissemos, por partículas congeladas de amônia, metano e água, e pode ter 4 bilhões de anos, como a Terra. Então, há 4 bilhões de anos, a Terra era o local ideal para uma reprodução grosseira de moléculas que deixavam cópias também grosseiras de si mesmas. A evolução

então se processava, e a reprodução atingia melhores níveis até o aparecimento da primeira célula. Há três bilhões de anos surgiram os primeiros vegetais unicelulares. Há dois bilhões de anos surgiram os organismos sexuais, há um bilhão os vegetais superiores e há apenas dez milhões de anos surgiram criaturas parecidas com o homem.

Admite-se hoje em dia que este processo possa ter sido iniciado pela passagem ou queda de um cometa sobre a Terra, visto que teorias bem elaboradas indicam que os cometas tenham sido, talvez a maior fonte de materiais orgânicos nas atmosferas dos planetas. O desenvolvimento pré-biológico da Terra pode, sem sombra de dúvidas, ter eclodido na visita das moléculas cometárias num passado remoto.

Alguns astrônomos argumentam, ainda que toda a água existente na atmosfera de Marte, atualmente, poderia ser justificada pela queda recente de um pequeno cometa.

Essa idéia de a vida ser de origem cometária não é nova. Isaac Newton (1642-1727), um dos maiores gênios que a humanidade criou, achava que os oceanos da Terra teriam tido origem nos cometas e que a vida só é possível porque cai matéria cometária sobre o nosso planeta. É verdade que a biologia ou a exobiologia não eram os assuntos que Newton mais conhecia, mas temos que levar em consideração que suas idéias eram e são altamente relevantes.

E o universo continua um imenso vazio...

A possibilidade de um cometa transportar a matéria-prima da vida para um planeta fora do sistema solar, depois de passar pela Terra, seria, quem sabe, de uma em mil trilhões!

CONTRIBUIÇÃO DO BRASIL

Há alguns anos os cientistas do mundo todo já vêm se organizando na tarefa de pesquisar o Halley. Em agosto de 1982, na Grécia, foi efetivado um comitê de cientistas denominado "International Halley Watch", sigla IHW, ou Programa Internacional de Observação do Halley, cuja incumbência é arrecadar a maior quantidade possível de informações, fotos, dados acerca do cometa. Para a América do Sul, a central de recepção de dados estará a cargo do Observatório da Venezuela e, no Brasil, o representante do IHW é o INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, em São José dos Campos (SP).

O observatório de Atibaia, a 64 km de São Paulo, operado pelo INPE, irá examinar ondas de rádio emitidas pelo cometa, através de seu radiobservatório, que é um dos três existentes no hemisfério sul. Além das pesquisas de rádio, o INPE montará em Itapetinga, SP, um telescópio com espelho de 30 cm para acompanhamento visual e feitura de fotografias por jornalistas e outros interessados.

No Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo, IAG-USP, o professor Oscar Matsuura, um dos brasileiros inscritos no comitê IHW (o outro é o astrônomo Eugênio Scalise Júnior, do INPE), está aperfeiçoando um aparelho denominado foto-espectro-polarímetro linear de infravermelho, que, assim como o nome grande, terá enorme importância no estudo dos átomos existentes nos cometas através do espectro luminoso emitido por luz infravermelha, auxiliando para desvendar os

mistérios da origem do sistema solar. O foto-espectro-polarímetro será usado junto com o telescópio do Observatório de Brasópolis, Minas Gerais. O IAG-USP também estará trabalhando em conjunto com o telescópio de quatro metros do Observatório Interamericano de Cerro Telolo, no Chile.

Os observatórios Nacional e de Valongo, no Rio de Janeiro, também estarão envolvidos com pesquisas fotográficas do Halley.

O observatório de Campinas, SP, nas mãos do seu experiente diretor, o astrônomo amador Néelson Travník, também estará contribuindo com observações e fotos do cometa. A União Amadora de Astronomia, UAA, está terminando de construir em Atibaia, SP, um observatório que certamente deverá trazer úteis informações.

Se você é um dos que pretende fotografar o cometa, lembre-se de que essas fotos só terão validade científica ao se anotar a hora em que elas foram batidas, o tempo de exposição e demais detalhes relacionados com o filme, tipo de máquina utilizada e ainda a localização do observador. Ao se obter uma boa foto, esta deverá ser enviada, com os dados acima, ao INPE em São José dos Campos, SP, Caixa Postal 515. Todas as fotos recebidas serão enviadas ao IHW ou passarão a fazer parte do arquivo científico nacional.

Melhores instrumentos

Quem não gostaria de ter à mão um imenso telescópio como o de Monte Palomar, nos Estados Unidos, e comodamente sentado passar a observar o céu através desse enorme aparelho, cujo espelho refletor tem cinco metros de diâmetro? Impossibilitadas

de realizar esse sonho maravilhoso, passam as pessoas a buscar uma maneira acessível a simples mortais como nós de melhor observar o cometa Halley.

Astros desse tipo não necessitam de instrumentos e técnicas sofisticadas para serem vistos. Alguns astrônomos defendem a idéia de se construir observatórios astronômicos sem um único aparelho óptico, caso do astrônomo Carlos Alfredo Arguello, da Universidade Estadual de Campinas, dizendo que esse tipo de observação, a olho nu, traz grandes contribuições, pois entre se observar uma estrela a vista desarmada num local apropriado e se observar num poderoso telescópio, a diferença é apenas o seu brilho, não o seu tamanho, visto que as estrelas estão a distâncias quase infinitas para nossos parâmetros terrestres. Claro que observar o Halley através de instrumentos deverá nos proporcionar uma maior imagem e brilho desse astro.

O olho humano apresenta uma característica interessante que é a abertura maior ou menor de sua pupila na incidência da luz. Durante o dia ou sob intensa luz, a pupila diminui e atinge um diâmetro de 2 mm, para equilibrar a entrada de claridade. Durante a noite ou sob luz fraca, a pupila se dilata para buscar uma maior quantidade de luz, chegando a atingir uma abertura de até 7 mm. Se você olhar por um orifício durante a noite, tendo esse orifício um diâmetro menor que 7 mm, entrará uma menor quantidade de luz e ocorrerá a sensação de escurecimento. A mesma coisa acontecerá se você olhar por um binóculo cuja pupila de saída seja inferior àquela medida. Esse tipo de problema acarreta um cansaço visual em curto espaço de tempo. Por essa razão, se você pretende adquirir algum instrumento para observação, comece pensando em um

binóculo, sim, um binóculo de boa quantidade, bom aumento, mas que tenha uma abertura de saída nunca menor que 7 mm. As especificações dos binóculos ideais podem ser 7 x 35, 7 x 50, 10 x 70 ou 11 x 80, indicando o primeiro número, o aumento e o segundo, o diâmetro da objetiva. Quando se divide o diâmetro pelo aumento, obtém-se a medida da pupila de saída, que deve estar próximo de 7.

Com relação aos telescópios (ver figura 9), podemos dizer que, no mercado nacional, existem dois tipos, um chamado telescópio de refração, constituído por um conjunto de lentes por onde a luz atravessa e atinge o olho do observador, e outro chamado telescópio de reflexão que consiste, basicamente, num espelho côncavo colocado no fundo de um tubo. A luz do astro focalizado entra por uma das aberturas desse tubo, vai até a outra, atinge o espelho que a reflete para um espelho plano em 45° colocado próximo da primeira abertura, e este por sua vez joga a imagem para uma ocular por onde o observador olha. O primeiro tipo apresenta o inconveniente de certas lentes de má qualidade mostrarem falsas colorações. O custo de fabricação de lentes acromáticas e sem manchas é outro grande inconveniente, encarecendo demais o preço do equipamento.

A recomendação que se dá é, ao adquirir um telescópio que ele seja de boa procedência, como TOWA, BUSCH, TASCOS, D.F. VASCONCELOS.

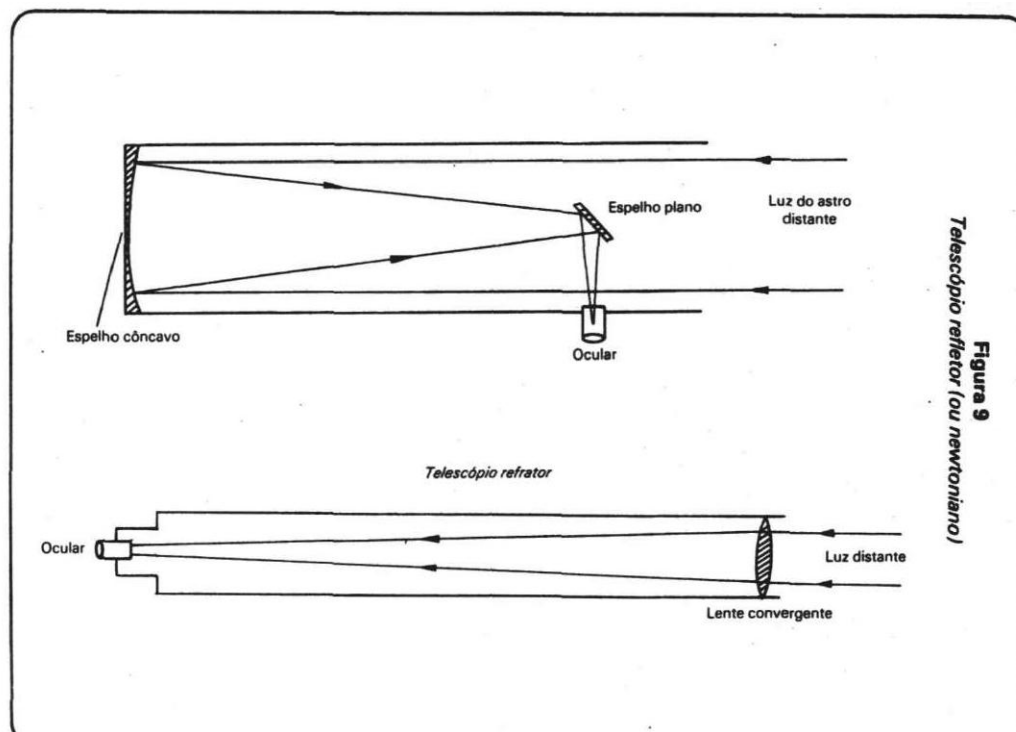


Figura 9
Telescópio refletor (ou newtoniano)

Observe que um telescópio do tipo astronômico inverte a imagem, aparecendo de cabeça para baixo, problema irrelevante quando se observa o céu; portanto não serve para observações terrestres.

Um outro detalhe importante é aquele que se refere ao mecanismo de acompanhamento de um astro em sua trajetória, chamado movimento diurno, e que faz o objeto observado sair constantemente do campo de visão. A rotação diurna da esfera celeste pode ser considerada aparente porque resulta, na verdade, da rotação da Terra e, conseqüentemente, do observador. Esse mecanismo aparece em telescópios com montagem dita equatorial, isto é, permite que o telescópio se mova em todas as direções, movimento executado manualmente através de cabos flexíveis de comando, ou mesmo eletricamente nos mais sofisticados.

Caso você não tenha condições para adquirir esses equipamentos, não se entristeça. Vá para o interior munido de um binóculo ou uma pequena luneta, vendida no mercado a

preço baixo, e divirta-se contemplando o (espero) magnífico Halley!

Para quem quiser fotografar, alguns conselhos que podem ser úteis: a máquina fotográfica der 3 ter tripé ou estar firmemente apoiada; use extensor para disparar. O filme ideal para esse tipo de foto é aquele que tenha grande sensibilidade, ou seja, acima de ou igual a 400 ASA.

A máquina deve estar com o diafragma totalmente aberto e a velocidade de exposição deve estar na posição B, possibilitando que você possa pressionar o botão disparador e mantê-lo assim de 30 a 40 segundos para uma melhor foto. Aperte o botão e boa sorte!

Última dica: para uma melhor observação noturna, exige-se que o Sol esteja abaixo do horizonte, pelo menos, 18° . Nessa situação já terminou o crepúsculo ou não se iniciou a alvorada. Isto corresponde a aproximadamente 1h15min após o pôr-do-sol ou 1h15min antes do seu nascimento; e se você quiser ver o Halley ainda em 1985, espere por novembro e procure-o, com instrumentos, próximo das "Três Marias".

A chegada do Halley será anunciada por uma chuva de meteoros em fins de outubro, próximo das "Três Marias", na constelação de Orion. Poderá ser um espetáculo maravilhoso.



ASTRÔNOMOS INICIANTE

O céu, quando observado a olho nu, apresenta uma quantidade imensurável de objetos celestes, tais como o Sol, a Lua, os planetas, as estrelas, os esporádicos cometas e os, praticamente diários, meteoros. Eles são diferenciados uns dos outros de maneira bastante clara. Os planetas e as estrelas apresentam certas semelhanças: são pontos luminosos sem diâmetro algum. As estrelas estão a distâncias tão grandes de nós que não apresentam a visão de profundidade uma em relação a outra, ou seja, parecem ocupar, todas, uma grande esfera oca e escura em cujo centro está a diminuta Terra. Essa aparente esfera oca, chamada abóbada celeste, gira lentamente e suas estrelas fixas guardam sempre a mesma distância entre si e formam as diversas constelações. Os planetas, de mesmo aspecto que as estrelas, são diferenciados por percorrerem durante o ano um caminho pela abóbada, passando por muitas constelações. A rotação aparente da abóbada celeste é provocada, na verdade, pelo movimento de rotação da Terra em torno de seu eixo.

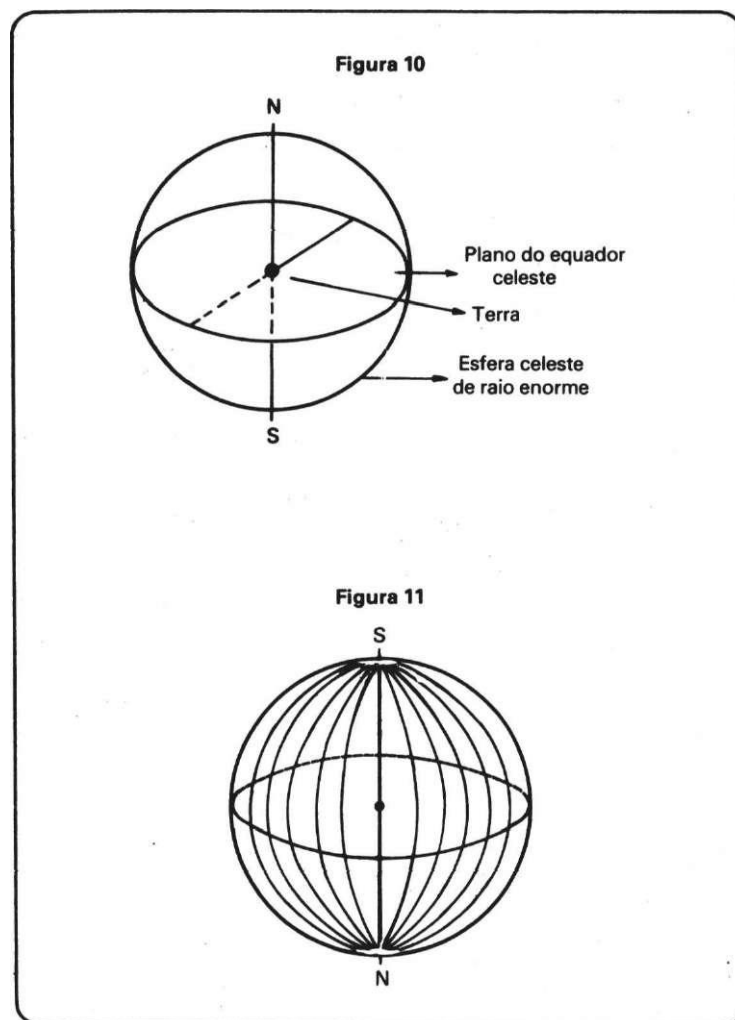
Antes de se iniciar uma observação do céu por instrumentos é necessário realizar a chamada astronomia a olho nu, que resulta num maior conhecimento do céu, das constelações, do movimento dos planetas. O iniciante deve também procurar uma leitura mais aprofundada sobre as coordenadas que utilizamos em astronomia para a localização dos objetos celestes. No final do livro você encontrará essas indicações de leituras complementares. Alguns termos muito utilizados pelos astrônomos referem-se a um sistema de coordenadas chamadas de equatoriais celestes ou uranográficas. Considerando o eixo

norte-sul da Terra, veremos a esfera celeste girar em torno desse mesmo eixo.

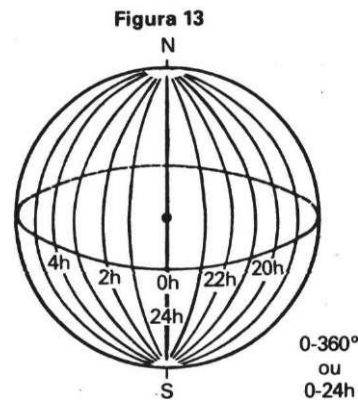
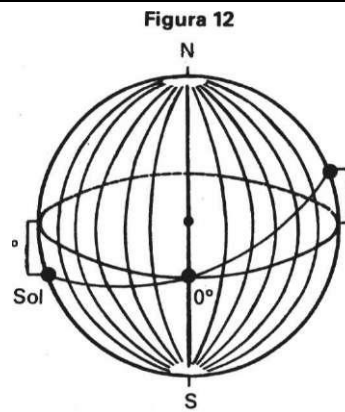
Chamamos de plano do equador celeste ao plano que passa pelo centro da esfera e é perpendicular ao eixo N-S. (figura 10)

Círculos horários são círculos de mesmo raio que a esfera celeste e que contém, obrigatoriamente, o eixo N-S. (figura 11)

Sobre esses círculos são marcadas as declinações dos astros (6), em graus contados a partir do plano do equador, de 0° até 90° , sul ou norte. Por exemplo, o caminho anual do Sol na esfera



celeste, chamada de eclíptica, tem declinação máxima de $23,5^\circ$ tanto no norte como no sul, e a declinação mínima é 0° , ao cruzar o plano do equador celeste, (figura 12)



O círculo horário máximo perpendicular ao plano do equador é a origem para a contagem de um ângulo compreendido entre este plano e o círculo horário do astro, medido em graus ou horas, e é chamado de ascensão reta ou AR. (figura 13)

No capítulo "Como achar o Halley", mostramos a sua trajetória aparente considerando as estrelas fixas da abóbada celeste, onde aparecem as coordenadas celestes, a ascensão reta (AR) e a declinação (δ).

2061 - UMA ODISSÉIA NO TEMPO

Diário de bordo

Data: 15 de maio de 2061

Nave interplanetária: AMESUL

Destino: Estação espacial E-17 em órbita em torno de Marte

Objetivo: Estudar o cometa Halley

À medida que o conhecido cometa se aproxima da Terra, convocado novamente pela força gravitacional do Sol, sou eu escalado para esta interessante e curiosa missão: estudar de muito perto o seu núcleo. Setenta e seis anos se passaram desde a última visita em 1986. Naquele tempo houve a maior movimentação de aparatos científicos em toda a história da astronomia, movimentando pessoal especializado e equipamentos, procurando obter de todas as maneiras possíveis as melhores informações do astro. A diferença hoje é quase infinita. Enquanto esta minha viagem se realiza, vou me divertindo escrevendo um diário de bordo, como era comum em 1986 em todas as viagens. Que coisa interessante é para mim, um homem de 60 anos, começar a comparar aquele ano com o que vivemos: 2061. Parece que consigo ver meu avô observando atentamente o céu com seu rudimentar telescópio naquelas noites quentes do verão de 1986. Pouca coisa me lembro das conversas que tive com ele, pois a morte o atingiu numa tarde de maio de 2012 quando eu tinha pouco mais de onze anos. Mas meu pai não me deixou sem informações a respeito dele e da sua teimosia em observar o céu com instrumentos tão rudes, próprios do tempo em que a astronomia praticamente engatinhava. Pena que tenha morrido antes de saber se havia vida fora da Terra, o que veio a acontecer em 12 de fevereiro de 2018, quando a nave terrestre Rhesus, analisando o solo do Titã, a maior lua de Saturno, descobriu microorganismos vivos em sua constituição. Essa descoberta emocionante foi o incentivo maior para que eu abraçasse a carreira de exobiólogo e astrônomo que agora sigo. Algo que me lembro de meu avô era o fato de que seu pai, meu bisavô, era apaixonado pela visão do céu e sonhava em

ver o Halley. Morreu antes de o cometa chegar, e meu avô, triste, dizia:

— Não tem importância, ele deve estar agora cavalcando o cometa!

Hoje, observar o Halley deixou de ser um acontecimento fantástico para a humanidade porque, há vinte anos, ele é acompanhado, lado a lado, por uma sonda que envia informações diárias para a Terra.

Em 1986 as coisas eram muito diferentes. O câncer era uma doença incurável, até que a 15 de novembro de 2026 sua cura fosse descoberta. É engraçado imaginar que ainda, na América do Sul, houvesse animais selvagens em locais desabitados como as florestas. A energia motora dos veículos era proveniente da poluidora e perigosa gasolina e do álcool, utilizados como combustíveis, hoje totalmente abandonados e vetados. Existia água em abundância e esta ainda não era controlada nem usada como matéria-prima dos combustíveis. Hoje ela move nossas máquinas e mantém o nível de purificação do ar.

Os carros daquela época, barulhentos e sujos, foram substituídos pelos magnomóveis, que, utilizando processos eletromagnéticos e criogênicos, dispensaram o uso das arcaicas rodas. Esses novos veículos são totalmente computadorizados, dispensam motoristas, jamais se chocam e são programados de maneira a atingir seus destinos o mais rapidamente possível. Os velhos metrô também foram colocados à margem do desenvolvimento. A tecnologia usa agora, para transporte de massa, esteiras móveis como as antigas escadas rolantes, colocadas na horizontal e sem degraus, com aproximadamente vinte metros cada uma. É uma seqüência de esteiras que giram no mesmo sentido, e a separação

entre elas é tão pequena que uma folha de papel encontra dificuldade para penetrar nesse espaço. Esteiras de maior velocidade são dispostas lateralmente, de maneira que, quanto mais internamente na pista se entra, maior é a velocidade. É também um salutar exercício para o organismo humano.

Em 1986, a vida média de um homem era de 63 anos. Hoje a medicina mudou esse valor para 76 anos e teria, talvez, conseguido muito mais se não tivesse lutado terrivelmente contra um inimigo implacável durante vários anos — a radioatividade.

Na madrugada de 22 de junho de 2034, um inesperado meteoro atravessou a atmosfera terrestre e atingiu em cheio a cidade de Savannah, na Geórgia, Estados Unidos. O tremendo impacto provocou a morte imediata de um milhão de pessoas, formou um cogumelo de poeira logo analisado como sendo um ataque nuclear soviético. Imediatamente um míssil é enviado para a cidade de Aleksandrovsk, na ilha Sacalina, União Soviética. Mais um milhão e meio de vítimas fatais. A resposta russa atinge outras duas cidades americanas e nova bomba explode próximo de Moscou. O mundo inteiro, por intermédio de grandes diplomatas, consegue milagrosamente deter o que parecia a inevitável destruição do mundo. A análise dos acontecimentos aponta o erro cometido; mas as conseqüências são duras: 9 milhões de mortes diretas e meio milhão por queimaduras e efeitos radioativos. O vento e a chuva espalham pelo planeta partículas radioativas que durante décadas afligem a humanidade. Em 15 de setembro de 2045, às quatro da tarde, é assinado, por todos os países do mundo, um tratado que extingue definitivamente as armas nucleares da face da Terra.

Em 2020, um telescópio colocado em órbita em torno de Júpiter detecta luz infravermelha proveniente de um corpo distante 58 UA do Sol. Novas observações e cálculos confirmam a existência do décimo planeta do sistema solar e que recebe o nome, escolhido há 45 anos por um grande escritor — Arthur Clark —, de Perséfone. O novo membro da família solar tem, então, seu período calculado: 438 anos para dar uma volta completa em torno do Sol, e sua massa é estimada em cerca de duas vezes maior que a de Saturno.

Em 1986 as estações orbitais ainda não passavam de ficção científica e em 75 anos a humanidade já tem nove estações em torno da Terra, cinco em torno da Lua, duas em torno de Marte e uma em torno de Vênus, com um total de 25.000 pessoas em órbita. Na superfície da Lua a exploração humana já permite um aproveitamento das jazidas minerais, principalmente de elementos pesados, na construção das estações espaciais. Os mineiros da Lua já formam uma pequena cidade nesse satélite da Terra. Foi nessa cidade que se desenvolveu um aparelho capaz de prever terremotos com uma antecipação de uma semana, o que previne o homem, evitando conseqüências desastrosas.

A agricultura de nossos avós, se comparada com a dos dias atuais, pode ser considerada quase que estéril. O controle das chuvas e os adubos sintetizados no espaço, aliados ao desenvolvimento tecnológico, possibilitaram a cultura de vegetais em toda a superfície da Terra e em estações orbitais. As sementes modificadas pela biologia permitem a obtenção de cereais, como o arroz, dez vezes maior que o de 1986. A fome deixou de ser um problema há muito tempo e até regiões estéreis como o antigo Oriente Médio transformaram-se em férteis e

úmidos campos de plantação. Não existem mais desertos na Terra, com exceção de algumas regiões da Antártida.

A sociedade já não trabalha tanto, pois existem, em todas as atividades, máquinas robotizadas que substituem o homem, permitindo um maior tempo para os exercícios físicos e esportes. Em razão da quase extinção da disputa e da concorrência entre os homens, deixaram praticamente de existir os crimes sociais. O controle genético impede a geração de crianças com deficiências físicas ou intelectuais. Alguns cruzamentos permitem nascimentos de futuros cientistas, artistas e políticos, cujas genialidades são esperadas com certeza.

Todas as facilidades estão presentes em nossa vida diária. Nossos computadores praticamente pensam por nós, nossos robôs trabalham por nós, os geneticistas geram nossos filhos.

Os valores morais foram totalmente esquecidos e o homem se encontra à beira do colapso do seu intelecto e de sua posição de ser vivo, desenvolvida e adquirida nos últimos cinco milhões de anos.

O desenvolvimento mental já não é mais importante. A vontade do homem define, a apatia toma conta de todos os corpos... O espírito humano está mortalmente ferido na sua capacidade de criação.

Neste momento minha nave se aproxima da estação espacial em Marte e eu me aproximo do meu objetivo: procurar no coração do Halley motivos para a humanidade continuar viva!

ENCERRAMENTO

O Halley, o mensageiro do cosmo, já se avizinha para ser o grande objetivo da astronomia de 1985 - 1986. Algumas pessoas, às vezes, perguntam por que estudar astronomia, se os objetos do céu estão a distâncias tão grandes que os tornam praticamente inatingíveis? Se a estrela que está mais próxima de nós só será alcançada pela nave americana Pioneer 10 daqui a milênios e suas informações provavelmente jamais sejam recebidas, por que estudar astronomia? Se o céu que observamos hoje é, na realidade, o céu da pré- história e pode ter-se modificado completamente, por que estudar astronomia? Se, na velocidade da luz, as ondas de rádio, TV, microondas são meios lentos e rudimentares para a comunicação especial e podem levar milhares de séculos até atingir uma civilização inteligente que compreenda nossas mensagens e talvez nem queira responder, por que estudar astronomia?

As respostas para estas perguntas provavelmente nem existam, mas se pensarmos que o universo, segundo cálculos mais recentes, tem aproximadamente 20 bilhões de anos e que o homem surgiu há apenas alguns milhões, de maneira que independente do aparecimento do ser humano o universo nasceu, se expandiu e se tornou imenso, se conseguirmos compreendê-lo, talvez possamos nos engrandecer e tornar este pequeno planeta poluído, maltratado, violento e mesquinho, num local onde a vida, motivo de todas as pesquisas, possa continuar evoluindo em paz, e o Halley talvez seja um mensageiro que toda a humanidade aguarda: o mensageiro da paz definitiva!

INDICAÇÕES PARA LEITURA

Se você tem a intenção de aprofundar seu conhecimento a respeito de cometas, o livro mais indicado é o Os Cometas, de Néelson Travník, Ed. Papirus, que trata do assunto de maneira brilhante, bastante técnica e científica.

Um outro livro, um pouco caro, mas didaticamente perfeito, é o Cosmos, de Carl Sagan, com muitas ilustrações, Ed. Francisco Alves.

Ou Ainda: Astronomia Popular, de Ronaldo R. F. Mourão, Ed. Civilização Brasileira; Da Terra às Galáxias, do mesmo autor, Ed. Melhoramentos; Fundamentos de Astronomia, diversos autores, Ed. Papirus.

