



SECRETARIA MUNICIPAL DE CULTURA,
ESPORTES E TURISMO DE CAMPINAS.

OS COMETAS



O QUE SÃO ?
DE ONDE VEEM ?
PARA ONDE VÃO ?

INTRODUÇÃO

Infelizmente a grande maioria das pessoas tem uma idéia completamente distorcida a respeito dos cometas. Imaginam-no grande, com luz própria e se deslocando como um balão pelo firmamento. Tudo errôneo. Tudo ao contrário!

Este raciocínio, entretanto, domina a mente da maioria dos nossos jovens e adultos, vítimas de um ensino deficiente, cujo início remonta ao ano de 1930 com a extinção da cadeira de Cosmografia no currículo escolar. De lá para cá, o quadro que se nos depara não é nada alentador: nossos universitários não sabem sequer explicar o porquê das fases lunares ou das estações do ano.

Habitamos um planeta que vaga no espaço a exemplo dos outros astros. Somos cidadãos do universo e procedemos como um viajante / que atravessa regiões maravilhosas sem mesmo indagar por onde está passando.

Longe de pretender, que cada um se torne um entendido em Astronomia, existem todavia coisas básicas, elementares, que não podem ser relegadas. E entre essas estão os cometas. No momento em que, após 76 anos, estamos para receber um ilustre visitante, nada mais oportuno que saibamos um pouco sobre esses peregrinos do sistema solar.

Governo de Campinas - Magalhães Teixeira e Você

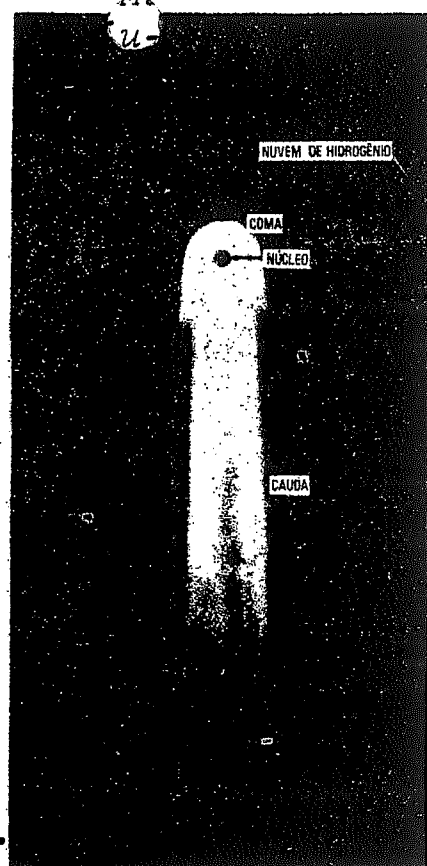
Os cometas mostram uma macroestrutura bem conhecida de todos: o núcleo, a cabeleira, coma ou cabeça, a cauda e um gigantesco envoltório de hidrogênio circundando o cometa.

O núcleo é a parte principal do cometa. Tem poucos quilômetros de diâmetro e uma densidade média de $0,05 \text{ gr/cm}^3$. O de Halley por exemplo, não ultrapassa os 3 Km significando com isto que é menor do que o município de muitas cidades. O material que o compõe / consiste de um conglomerado de gases / congelados (tais como a amônia, metano, dióxido de carbono e água) e uma grande variedade de moléculas neutras envolvendo fragmentos meteoríticos em heterogênea mistura com muita poeira / fina. Uma bola de neve suja, como é geralmente conhecida pelos especialistas.

Esta teoria entretanto, mesmo que apoiada em bases seguras, convém notá-lo, não pode ser definitiva. Até a presente data, ninguém conseguiu observar o núcleo cometário. Dai o interesse da comunidade científica em enviar várias missões espaciais rumo ao Cometa 7 Halley para tentar desvendar sua verdadeira natureza físico-química e, com isto, quiçá, decifrar o enigma da origem do sistema solar e do nosso próprio mundo.

A AURÉOLA GIGANTESCA -

A uma grande distância do Sol, os cometas se resumem a uma bola de matéria escura e fria. Ao encurtar sua distância ao Sol, começam gradativamente a sublimar-se os gases congelados e, deste momento em diante, o cometa já é passível de ser registrado fotograficamente. A uma distância de 300 milhões de quilômetros, a altura da órbita de Marte, a radiação solar age vaporizando os gelos do núcleo e desenvolvendo uma nuvem circular de aspecto difuso ao redor do mesmo. É a cabeleira. Mas o que vem a ser a cabeleira? A cabeleira de um cometa é um grande envoltório gasoso ao redor do núcleo, propiciando pela distância, a aparência ilusória de um corpo compacto. Assim como o núcleo, suas dimensões variam muito de cometa para / cometa. Geralmente o diâmetro da cabeleira vai de 20 a 300.000 Km. Mas isto não é regra geral. O cometa de 1811



por exemplo, tinha uma cabeleira com um diâmetro superior a 1.500.000 Km significando com isto um diâmetro maior do que o próprio Sol! Sendo o núcleo tão pequeno, não é necessário forçar o raciocínio para imaginar a tenue densidade do gás que é liberado do mesmo e que vem a formar a cabeleira e posteriormente a cauda.

CAUDA , O GRANDE FAROL DO ESPAÇO -

Mas o que verdadeiramente chama a atenção e identifica a aparição de um cometa é a sua cauda. Em todos os quadrantes do globo não há quem fique indiferente a tal espetáculo. E é ele acessível a toda humanidade. A todas as nações, povos e raças. Ricos e pobres, assistem juntos o mesmo espetáculo.

Geralmente a cauda começa a crescer quando o cometa atravessa a órbita da Terra, isto é, quando se encontra a cerca de 150.000.000 Km do Sol. A partir daí pode crescer até cerca de 1.000.000 Km por dia! O comprimento da cauda atinge cifras espantosas: o do Halley chega a ter 110.000.000 Km. Mas houve cometas, como o de 1843, que possuiu uma cauda estimada em 320.000.000 Km! Duas vezes por tanto a distância Terra-Sol!

Há tempos, com o desenvolvimento dos estudos espectros cópicos, sabemos que a cauda dos cometas é composta de gases e material poeirento. Se falávamos da sutileza do material da cabeleira, a da cauda é ainda maior. Diríamos para não complicar o assunto, que existe em um dedal de costura cheio do ar que respiramos, mais matéria do que em 1 Km³ do material da cauda de um cometa!

Qual seria entretanto os mecanismos responsáveis pela formação da cauda dos cometas? O que empurra o material ejetado do núcleo em direção contrária ao Sol? Hoje sabemos que são dois os agentes responsáveis = a pressão da radiação solar e o vento solar. O primeiro age sobre os gases e o segundo nas minúsculas partículas de poeira. Essas últimas brilham por reflexão solar e o gás brilha por si mesmo, graças ao conhecido fenômeno chamado fluorescência. A definição e explicação desses mecanismos é algo difícil e que não se identifica com o caráter popular deste folheto. Aliado ao fascínio que desperta a contemplação da cauda de um cometa, existe todo um processo físico-químico altamente complexo.

A GIGANTESCA NUVEM DE HIDROGÊNIO -

Quando se pensava que já se sabia tudo sobre as partes de um cometa, algo inesperado surgiu em 1969 com a observação do cometa Tago-Sato-Kosaka.

Na ocasião, através de novas técnicas de investigação efetuadas do "Observatório Astronômico Orbital 2", no extremo ultra-violeta, região espectral inacessível a instrumentos locados em terra, é constatada ao redor deste cometa uma vasta, tenue e quase circular nuvem de hidrogênio envolvendo-o. Com 800.000 Km de diâmetro, a nuvem era 66 vezes maior que o diâmetro da Terra!

Se a Astronomia nos fascina com suas leis e grandezas, a história de suas conquistas desponta como um capítulo único na vida dos habitantes do Planeta Três.

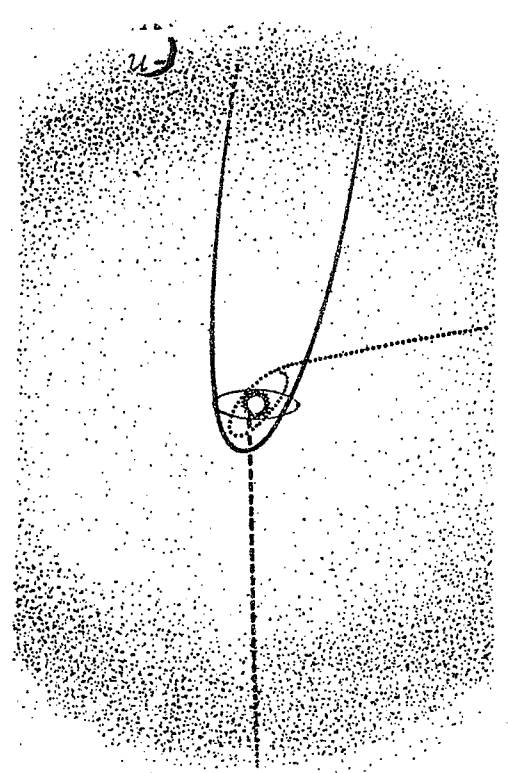
O GRANDE ENIGMA -

De onde veem os cometas? Como se formaram?

O assunto vem ocupando os astrofísicos desde longa data.

Já no século XVIII o grande pensador alemão Immanuel Kant pensava que os cometas se formavam de partículas em remotas regiões. Várias teorias tem surgido desde aquela época tentando desvendar o mistério que cerca a origem desses astros. Astrônomos como Lagrange, Laplace, Öpik, Vsekhs-vyatsky e Lyttleton ocuparam-se do problema ajudando-o a montar este verdadeiro quebra-cabeças.

Atualmente a hipótese mais aceita entre os especialistas é aquela devida aos astrônomos holandeses A. van Woekome e Jan Hendrick Oort. A hipótese prevê a existência de um halo de cometas na periferia do sistema solar a cerca de 150.000 UA. Considerando que 1 UA (Unidade Astronômica) corresponde a 150.000.000 Km, esta distância é, aproximadamente a metade do caminho que nos une à estrela mais próxima, que se encontra a 4,3 anos-luz (Alpha Centauri C).



Cem bilhões de cometas circulam constantemente o Sol como um halo. Ocasionalmente um é atraído pela atração gravitacional do Sol. Quando isto acontece, o cometa pode fazer qualquer dessas três coisas. Pode ser capturado em uma nova e pequena órbita, como a do cometa Halley (linha pontilhada), que circunda o sistema solar em 76 anos. Pode fazer também uma grande volta pelo Sol (linha cheia) e voltar ao halo. Pode também ser levado a penetrar tão profundamente no sistema solar (linha tracejada) que acaba se desintegrando no Sol.

Esta distância permite avaliar por outro lado, o raio de ação é imenso campo gravitacional do Sol - uma estrela de 5ª grandeza - mas que contudo é 1.300.000 vezes maior que o nosso planeta.

Este halo teria sido formado há 5 bilhões de anos, como complemento a origem do sistema solar. O fantástico berçário sideral estaria constituído, segundo alguns cálculos, por mais de 100 bilhões de "cometinhas". Vez por outra, por razões ainda desconhecidas, um deles é atraído pelo campo gravitacional do Sol, e qual pirilampo do espaço, vem nos maravilhar com sua imponente visão.

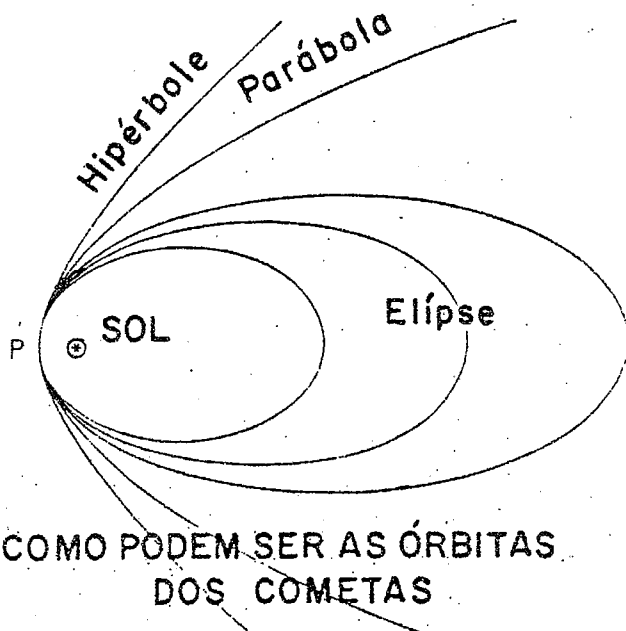
A LONGA JORNADA -

A tamanha distância é muito fácil imaginar e entender que, devido a sua massa e a debilidade da ação gravitacional do Sol, os cometas resumidos somente ao núcleo - uma bola de matéria escura e fria como já o frizamos - caminha muito lentamente. Do berçário até a hora de engalanar-se prestando tributo ao centro do sistema, passam se milhares de anos! A própria história da humanidade vê se esmagada perante esses valores. Calcula-se que o cometa Austin que nos visitou em 1982, e foi fotografado pela primeira vez no Brasil pelo Observatório do Capricórnio, somente retornará daqui a 45.000 anos! O cometa Kohoutek em 1973 e muitos outros seguem o mesmo destino. Porque?

AS ÓRBITAS DOS COMETAS -

Os cometas podem percorrer órbitas hiperbólicas, parabólicas ou elípticas.

No primeiro caso (excentricidade = 1,2) o cometa dificilmente retornará, volvendose às regiões longínquas do espaço. O segundo caso, órbita parabólica (excentricidade = 1), é aquele que comentamos acima, citando os exemplos dos cometas Austin e Kohoutek. O último é finalmente o caso das órbitas elípticas / (excentricidade = 0,8). Essas, podem ser ainda de curto, médio ou longo período. Hoje em dia conhecemos cerca de 500 cometas com órbitas bem definidas. E o de Halley com um período médio de 76 anos é um deles. Enquanto o céle-

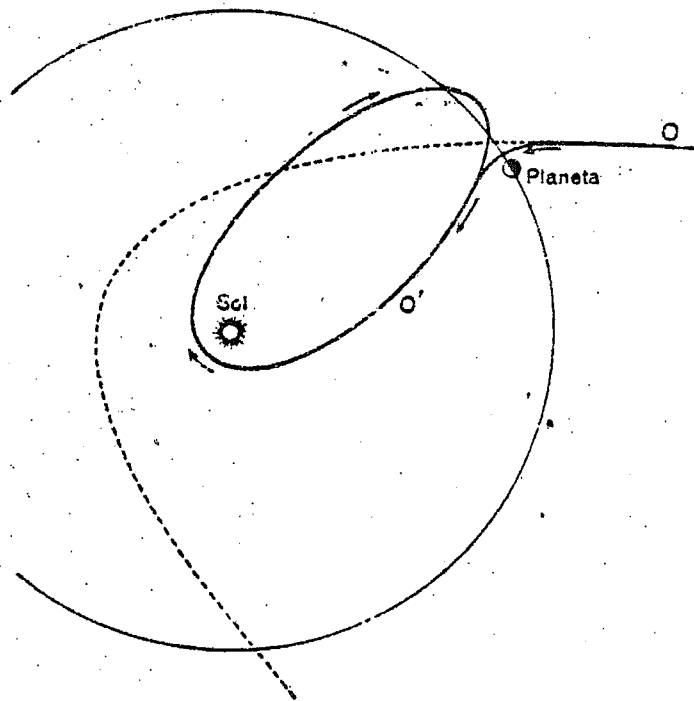


COMO PODEM SER AS ÓRBITAS DOS COMETAS

bre cometioprecisa todo este tempo para, e mostrar no vamente aos olhares dos habitantes da Terra, o de Encke retorna a cada 3,3 anos!

A esta altura a "cuca" dos leitores deverá estar quente com a diversidade das órbitas cometárias. Porque os cometas não percorrem um mesmo tipo de órbita? Porque alguns veem-se presos a disciplina das órbitas elípticas e outros não? Porque essas variedades no período?

Se o problema matemático é complexo, por outro lado sua concepção é fácil de entender. Quando um novo cometa entra pela primeira vez no sistema solar, ele possui uma órbita parabólica ou hiperbólica. Passando ao longe de planetas de grande massa como é o caso de Júpiter ou Saturno (o primeiro 1.300 vezes maior do que a Terra e o segundo 780), nada faz com que veja-se alterada sua órbita original. Imaginemos agora que o cometa, como sabemos, "se meta a besta" e passe



Captura de um cometa por um planeta grande. O, órbita parabólica primitiva; O', órbita elíptica

próximo a um grande planeta? O que irá ocorrer? Obviamente, o astro ver-se-á atraído pela massa do mesmo. Dai resulta que sua órbita ver-se-á alterada. É o que ocorreu com todos os cometas periódicos que conhecemos. A força de atração exercida pelo planeta sobre o cometa, será correspondente a distância em que o mesmo se encontrar e sua velocidade orbital. Dai resulta a diversidade dos tempos de revolução desses astros. Outra particularidade curiosa: enquanto os planetas se movem num mesmo sentido e, praticamente no mesmo plano, os cometas o fazem

da maneira mais desordenada possível não obedecendo a regra nenhuma. Movimentam-se tanto no sentido direto quanto retrógrado! O Cometa Halley, por exemplo, com uma inclinação orbital de 162° , move-se ao contrário dos planetas. Muitos outros seguem o mesmo exemplo.

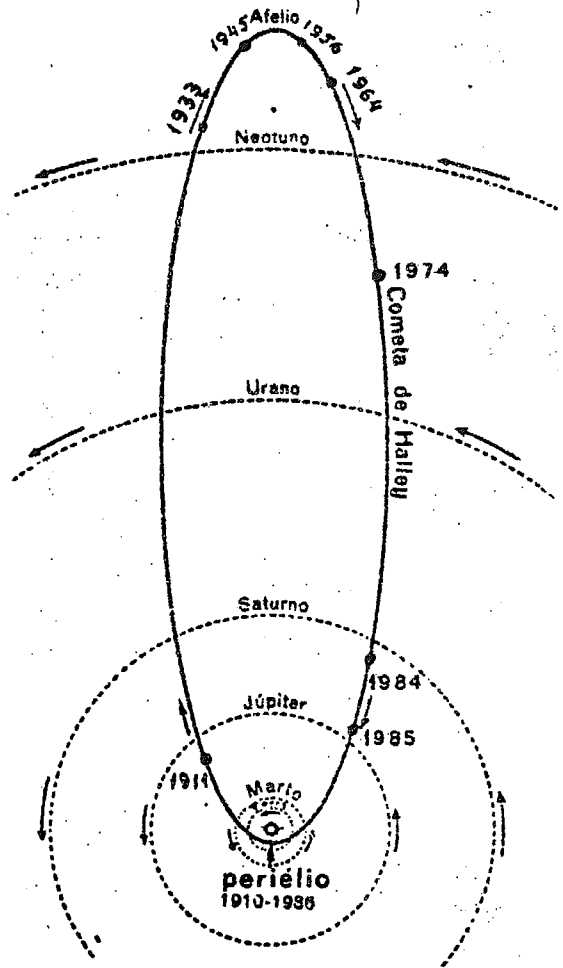
Consequentemente variando tanto a inclinação orbital ocorrerá variação no plano da órbita. Agora o leitor pode

compreender porque os antigos ficavam tão intrigados com a aparição dos cometas.

Terminando essa breve exposição, um detalhe que é ainda importante assinalar. Refere-se a velocidade assumida pelo cometa em sua órbita. Isso é prontamente constatado ao consultarmos o gráfico ao lado com a órbita do Cometa Halley. Veja o tempo que o cometa leva para percorrer certa porção de sua órbita próximo ao afélio e o tempo transcorrido para percorrer igual segmento no periélio. O que se depreende logo à primeira vista? É que a velocidade do cometa varia muito a medida que se afasta ou se aproxima do Sol. A grande excentricidade de sua órbita faz com que tenha que ser assim. É condição para não ser tragado pela fornalha solar como já ocorreu 7 com vários cometas. Agora você não ficará surpreso ao saber que no afélio o Cometa Halley caminha 1 Km/s e no periélio tem que correr a 54,5 Km/s! Para os que já conhecem ou já ouviram falar na terceira lei do movimento planetário descoberta pelo astrônomo alemão Johannes Kepler, que diz que: "os planetas varrem áreas iguais em tempos iguais", a lei que também pode ser aplicada aos cometas periódicos, facilita em muito nosso raciocínio sobre o assunto.

H A L L E Y = A MARAVILHA DO SISTEMA SOLAR -

De todos os cometas periódicos, aqueles que como vimos têm visita marcada com o nosso planeta, o de Halley por ser o maior e mais brilhante, é naturalmente, o mais famoso. Alguns o veem uma vez. Outros excepcionalmente duas. E uma grande parte da humanidade, nasce, vive e morre sem vislumbrar o tão decantado astro. Com um período condicionado a média da existência humana, a sua contemplação é um evento passível de nunca mais se repetir. Quem de nós viverá até 2061, ano do seu próximo retorno?



- Órbita do cometa de Halley.

Onde estão as ^{idênticas} pessoas que o viram em 1910? Muito poucas estão entre nós. A grande maioria transferiu-se para outra dimensão.

O PERIGO QUE VEM DO ESPAÇO -

A aproximação de um cometa representa algum perigo para a Terra? O que aconteceria se um desses astros / se chocasse com nosso mundo?

A resposta a essas perguntas envolve três situações diferentes.

A primeira delas refere-se a passagem do nosso planeta através da sua cauda. A Terra já passou nos últimos cem anos, três vezes por esta experiência (1819, 1861 e 1910) e nada aconteceu e nem poderá acontecer devido como já vimos, a sutileza do material da cauda.

A segunda diz respeito a passagem da Terra através da cabeleira. Também neste caso não seremos incomodados. O gás e o material poeirento presentes na cabeleira também é de baixíssima densidade.

Finalmente a terceira trata da possibilidade do choque do núcleo cometário diretamente com a Terra. Neste caso, é bom que não estejamos presentes ao espetáculo! Hoje sabemos que um pedaço despreendido do cometa Encke, com apenas 30 metros de diâmetro foi responsável / por uma explosão na Sibéria em 1908 equivalente a dez vezes as explosões atômicas americanas de Hiroshima e Nagasaki! O que dizer então, se o núcleo inteiro de um cometa se chocasse com nosso planeta? As consequências seriam / imprevisíveis, um verdadeiro apocalipse, proporcionado principalmente pela poeira em suspensão em nossa atmosfera que reteria por meses a penetração da luz solar. E sem Sol ...

OS COMETAS - TUDO SOBRE O HALLEY

N. TRAVNIK

Papirus Livraria Editora, Campinas, SP.

138 páginas, 86 ilustrações. O único livro nacional que trata do assunto. Amplamente ilustrado, aborda de forma clara e concisa, todos os aspectos relevantes sobre os cometas, desde as primeiras observações registradas pelos chineses até os dias atuais. Os aspectos fundamentais relativos a próxima passagem do COMETA HALLEY, inclusive com MAPAS representativos de sua trajetória, para facilitar sua localização, chega no momento mais oportuno. Escrito em estilo fácil e popular, as páginas deste livro proporcionam uma excelente introdução acessível a todos sobre esses fascinantes astros. Adquira desde já o seu exemplar e saiba tudo sobre o maior espetáculo do século!

