

## O COMETA HALLEY E SUA PRÓXIMA PASSAGEM

Desde 1910 a comunidade científica internacional vem a guardando com ansiedade a passagem do Cometa Halley pelas proximidades da Terra. Mas perguntaríamos porque o Halley, entre centenas de outros, é o cometa mais aguardado?

Historicamente porque vem sendo observado há mais de 2000 anos e suscita o interesse geral da população do nosso planeta a ca da passagem, gerando sensações tanto de curiosidade quanto de pânico. Os elementos de sua órbita são bem conhecidos, permitindo prever-se com boa aproximação seu retorno. Cientificamente é o único cometa periódico que mostra de forma intensa e nítida todos os fenômenos cometários: uma grande coma e longas caudas de plasma e de poeira.

Apresentaremos aqui um breve histórico a respeito do Halley, o que conhecemos sobre os cometas e quais os planos da comunidade científica internacional para a presente passagem.

### APARIÇÕES PRÉVIAS

O Cometa Halley vem sendo observado pela humanidade há milhares de anos. Há registros de sua passagem muito antigos, como por exemplo o de 1410 A.C., mas estes registros não contêm dados suficientes a cerca de sua posição no céu e, sendo assim, muito embora as datas sejam bastante próximas às de suas prováveis aparições, não podem ser associados ao Halley. O primeiro registro aceito amplamente pela comunidade científica data do ano de 240 A.C. e foi efetuado por observadores chineses.

Desde essa época e a cada 75 anos em média, encontramos nas crônicas de algumas civilizações antigas citações sobre sua presença nas cercanias da Terra.

A passagem de um grande cometa sempre foi associada a al gum fato histórico importante. Podemos enumerar alguns desses fatos que ocorreram e foram associados à passagem do Halley: Jerusalém foi conquis tada no ano de 66, quatro anos após sua passagem; em 455 coincidiu com a morte do Imperador Valentino; em 1066 ocorreu a conquista da Inglater ra pelos Normandos; em 1453, três anos antes de sua passagem, caiu Cons tantinopla.

A investigação científica dos cometas teve início com Ti cho Brahe observando o Grande Cometa de 1577. O conceito que a humanida de tinha desde o século IV A.C. até o século XV D.C. a respeito dos come tas ainda era Aristotélica e dizia que os cometas eram exalações de fogo produzidas na atmosfera da Terra. Esse conceito foi modificado apenas com a passagem do Grande Cometa de 1577. As investigações científicas rea lizadas por Ticho levaram-no a concluir que os cometas se moviam pelo es paço interplanetário, muito mais longe que a Lua e portanto não se trata vam de fenômenos atmosféricos.

Por ocasião da passagem de um cometa em 1607, Johannes Kepler calculou sua órbita assumindo que ela fosse uma linha reta, mas pesquisas posteriores a respeito das órbitas dos cometas mostraram que estas se ajustavam a trajetórias parabólicas, quando o cometa se encon trava nas proximidades do Sol. Em 1705 Edmond Halley, utilizando as leis da gravitação universal desenvolvidas por Isaac Newton, computou a órbi ta de 24 cometas e verificou que haviam três cometas com órbitas muito semelhantes, que eram os de 1531, 1607 e 1682. Baseado nos dados orbi tais achou que o cometa de 1456 também pertencia a esse grupo e que se referiam a um único cometa com um período de cerca de 76 anos. Dessa for ma previu que esse cometa reapareceria em fins de 1758 ou princípios de 1759. No Natal de 1758 um astrônomo amador observou o cometa previsto por Halley, o qual desde então ficou conhecido como Cometa Halley.

No século seguinte alguns astrônomos se dedicaram a desco brir novos cometas, computar elementos de suas órbitas e calcular as pro váveis datas de seus retornos. Com o advento da fotografia abriu-se um no vo campo para o estudo dos cometas e já em 1858 foi tirada a primeira fo to, que foi de baixa qualidade. São muitos anos depois, em 1881, foi obti

da uma foto de alta qualidade ao fotografar-se o cometa Tebbutt. A aparição do Cometa Halley de 1910 foi aguardada ansiosamente pelos cientistas, pois o avanço tecnológico representado pelo aprimoramento da fotometria e espectroscopia, bem como as instalações de grandes telescópios, os levaram a acreditar que estariam aptos a desvendarem para a humanidade todos os seus segredos. O Cometa foi observado pela primeira vez em 11 de setembro de 1909 por Max Wolf em Heidelberg e logo depois formado um comitê para coordenar as observações do Cometa Halley.

A sua passagem em 1910 foi acompanhada com muito temor pela população, pois havia sido previsto que a Terra passaria através da cauda do cometa e conseqüentemente o mundo acabaria, com as pessoas envenenadas pelo gás emanado pelo cometa. No dia 18 de maio de 1910, quando o cometa Halley se encontrava a 22 milhões de quilômetros da Terra, nosso planeta passou pelas proximidades da cauda, não tendo sido notada nenhuma alteração na nossa atmosfera nem ao menos qualquer efeito gravitacional no planeta.

#### CONHECIMENTOS ATUAIS

Os cometas são astros que periodicamente passam pelas proximidades do Sol. Sua origem é ainda discutida nos meios científicos e o estudo de sua composição química é vital para resolvermos esse impasse.

Seus períodos são bastante variáveis e vão de desde três até milhões de anos. Suas órbitas são elípticas como a dos planetas, mas muito mais alongadas e as inclinações em relação ao plano da órbita da Terra assumem os mais diferentes valores angulares, inclusive maiores que 90°, representando movimentos retrógrados em relação aos planetas. Existem vários cometas cujas órbitas são classificadas como parabólicas muito embora não se tratem de parábolas geométricas, mas sim elipses com excentricidade tão grande que implicam períodos de milhões de anos.

Os cientistas dividem os cometas em três partes: o núcleo, a coma e a cauda. Um cometa percorrendo sua órbita e proveniente das pro

fundezas do espaço apresenta um núcleo inativo que vem a ser uma grande bola, com raio de desde centenas de metros até alguns milhares de quilômetros, composta de gelo e poeira. A superfície do cometa absorve a energia da luz solar que incide sobre ele, mas quando o cometa está muito distante do Sol essa energia é suficiente apenas para aquecê-lo - no entanto com a maior aproximação do Sol a temperatura da superfície aumenta de tal forma a converter o gelo em vapor. Quando isto ocorre a maior parte da energia recebida pelo núcleo é utilizada para sublimar o gelo.

Se o principal elemento constituinte do gelo for água, que se sublima a uma temperatura de 215 K (-58°C), a partir de uma distância de 3 unidades astronômicas do Sol (uma unidade astronômica - UA - é a distância média da Terra ao Sol e é adotada como 149,6 milhões de quilômetros) terá início o processo de sublimação do núcleo.

Quando outras moléculas estiverem misturadas com a água congelada, elas poderão ser sublimadas a distâncias maiores que 3 unidades astronômicas e isto normalmente ocorre com cometas de período muito longo, por ocasião de sua "primeira" passagem pelo periélio (menor aproximação do Sol).

Uma vez tendo início a sublimação começam a aparecer estruturas no cometa. Os gases oriundos dos gelos do núcleo sublimado, dele se afastam a uma velocidade da ordem de 500 metros por segundo, carregando consigo partículas de poeira que dão origem a coma ou cabeleira. Na região mais interna da coma encontramos uma densidade de moléculas neutras muito elevada e aí chegam a ocorrer reações químicas, ao passo que na periferia da coma, a centenas de milhares de quilômetros do núcleo; o vapor d'água encontra-se totalmente dissociado de tal forma a termos uma gigantesca nuvem de hidrogênio.

Os cometas podem apresentar caudas com origem totalmente diferentes. As caudas de poeira são relativamente simples e consistem de partículas de pó provenientes da coma, que são por sua vez originárias

do núcleo. Essas partículas refletem a luz do Sol e são sopradas pela pressão de radiação solar e, portanto, sempre se posicionam de modo a se afastar radialmente do Sol. As partículas maiores de poeira que foram liberadas pelo núcleo, não são afetadas pela pressão de radiação do Sol e passam a executar uma trajetória idêntica à do cometa. Após inúmeras passagens pelo periélio, essas partículas preenchem a órbita do cometa e caso esta órbita passar pelas proximidades da órbita da Terra, as partículas serão atraídas gravitacionalmente pelo nosso planeta, dando origem às chuvas de meteoros. As caudas de poeira são bastante longas podendo atingir mais de 100 milhões de quilômetros.

As caudas de plasma são originárias de uma complexa interação entre o cometa e o vento solar. Esse vento não é nada mais do que a expansão da coroa solar, prótons e elétrons afastando-se do Sol a uma velocidade de  $400 \text{ km s}^{-1}$  e uma densidade de 5 a 10 partículas por centímetro cúbico, na altura da órbita da Terra, carregando consigo linhas de campo magnético. A uma distância inferior de 1,5 UA do Sol, as moléculas ionizadas presentes na coma do cometa são capturadas e concentradas ao longo das linhas de campo presentes nas proximidades do núcleo e estas linhas são arrastadas pelo núcleo, dando origem a uma ou várias caudas.

À medida que o cometa vai se afastando do Sol desaparecem na ordem a cauda de plasma, a cauda de pó e a coma e sua temperatura diminui com o decréscimo da radiação solar incidente sobre ele.

O material utilizado para formar a coma, a nuvem de hidrogênio e as caudas, é perdido pelo cometa. Cada vez que um cometa passa pelo periélio (por exemplo situado a 0,5 UA do Sol), pelo menos 1% de sua massa é perdida. O Halley com cerca de 5 quilômetros de raio, deixará em cada passagem pelo Sol uma camada de 2 metros do seu núcleo. Dessa forma após inúmeras passagens e de ter sido o núcleo sujeito a sucessivos períodos de sublimação, como no caso dos cometas de curto período, não restarão mais gelos e sim apenas um núcleo consistindo de poeira e rochas. Então consideramos o cometa como morto.

## ORIGEM DOS COMETAS

Há diversas teorias a respeito dos cometas, sua origem e formação. Uma delas diz que os cometas são originários de colisões entre meteoros e asteróides, isto porque há grande semelhança entre as órbitas dos cometas de curto período e a dos asteróides. Outra diz que há milênios um planeta ocupava a órbita onde estão os asteróides atualmente. Por razões desconhecidas ocorreu uma explosão catastrófica desse astro dando origem aos cometas, asteróides e meteoros. A passagem periódica de nosso sistema planetário por regiões da galáxia onde existem nuvens de material meteórico poderia ser uma explicação para os cometas. Nessa época o céu estaria coalhado de cometas e muitos teriam colidido com o Sol e com os planetas. A população atual dos cometas no nosso sistema solar seria uma pequena fração da original, que estaria constantemente diminuindo.

Porém, a teoria mais aceita atualmente é a que descrevemos a seguir, de autoria do astrônomo holandês J. H. Oort. Desde que não existem cometas com órbitas realmente hiperbólicas em relação ao Sol, podemos concluir que eles são membros do nosso sistema solar. Eles se formaram a partir da mesma nuvem molecular que deu origem ao Sol e aos planetas há 4,5 bilhões de anos.

A idéia de Oort é que existe uma região que envolve o nosso sistema, onde os cometas de longo período estão uniformemente distribuídos. Os cometas de curto período são também oriundos dessa nuvem, mas tiveram suas órbitas reduzidas graças a perturbações gravitacionais sucessivas devidas principalmente a Júpiter.

Se realmente existir essa região no espaço, sua dimensão será enorme e o raio interno seria da ordem da distância do Sol a Plutão, isto é 40 UA. A dimensão externa precisa ser calculada, levando-se em conta que um corpo executando uma órbita elíptica ao redor do Sol, fica a maior parte do tempo perto do afélio. Desde que o cometa possui uma vida finita e não pode passar mais que algumas centenas de vezes pelo Sol, o raio externo deve ser suficientemente grande pois se assim não for,

pela idade do nosso sistema solar, poucos seriam os cometas existentes - a maior parte teria sido desgastada pelo Sol. Assim o raio a ser admitido deve ser de 10 a 100 UAs ou seja, menos de dois anos luz ou ainda metade da distância até a estrela mais próxima. Qualquer cometa cujo eixo maior seja superior a este deve ter sido capturado de outra estrela.

É bem provável que existam bilhões de cometas nessa nuvem. Assim o "reservatório" de cometas é imenso e eles só viriam para perto do Sol se sua posição estável fosse perturbada gravitacionalmente pela passagem de outras estrelas pelas proximidades do Sol.

#### A PRESENTE APARIÇÃO DO HALLEY

Desde a sua última passagem a humanidade vem se preparando para observá-lo novamente, já que ainda muito pouco se sabe a respeito dos cometas. Desta vez, além do instrumental científico altamente sofisticado instalado na superfície da Terra, representado por telescópios e rádio-telescópios equipados com detectores muito sensíveis, dispostos de satélites e de naves tripuladas em órbita da Terra que estudarão o Halley. Além disso cinco sondas interplanetárias estudarão o cometa a uma distância de até algumas centenas de quilômetros do núcleo do Halley, o que constitui um fato inédito.

Essas sondas puderam ser preparadas e lançadas bem antes da passagem do Halley pelo periélio devido ao fato de, no caso do Halley, termos conhecimento bastante preciso de seus elementos orbitais.

Nosso conhecimento é tal que a 16 de outubro de 1982, quatro anos antes de sua passagem pelo periélio, os pesquisadores G. Edward Danielson dos Estados Unidos e David C. Jewitt da Inglaterra utilizando o telescópio de 5.1 metros de Monte Palomar, conseguiram fotografar o Halley bem próximo da posição calculada por Donald K. Yeomans, na constelação do Cão Menor.

Mas será só na primeira quinzena de novembro de 1985 que a humanidade terá oportunidade de voltar a ver o Halley sem a necessidade de usar um telescópio. Nesse período e em particular quando a fase da

Lua for nova, o Halley será um objeto relativamente fraco situado nas proximidades do aglomerado estelar das Plêiades. Poucos dias depois ele estará fazendo sua primeira aproximação da Terra, quando a 27 de novembro se encontrará a uma distância de 90 milhões de quilômetros.

Continuando sua trajetória ele cruza sucessivamente a órbita da Terra (2 de janeiro de 1986) e a órbita de Vênus (21 de janeiro) para passar a 9 de fevereiro pelo periélio, a uma distância de 0,587 UA do Sol. Após o momentâneo freimento de sua velocidade orbital neste ponto, o cometa começará a aumentar gradativamente sua velocidade agora para afastar-se do Sol numa jornada de 38 anos na direção do afélio situado nos limites do sistema planetário conhecido ou seja, próximo da órbita de Plutão. Nessa viagem de retorno cruzará novamente as órbitas de Vênus (19 de março) e da Terra (21 de março).

Durante esse período de cerca de três meses em que o cometa se encontrará a menos de uma unidade astronômica do Sol, ele receberá a maior quantidade de radiação do Sol e sua interação com ela provocará o aumento de sua coma e a formação de uma longa cauda de poeira. Será então um objeto facilmente visível no céu para os observadores situados no hemisfério sul, muito embora não se acredite que a presente aparição se igualará a de 1910. Passará então sucessivamente pelas constelações de Sagitário, Escorpião e Centauro.

A 11 de abril o Halley fará a maior aproximação do nosso planeta quando estará a cerca de 60 milhões de quilômetros da Terra mas já a 1.5 unidades astronômicas do Sol.

Seu movimento no céu será bastante lento deslocando-se menos de meio grau por dia, o que equivale ao diâmetro da Lua vista da Terra. Acreditamos que um observador munido de binóculos e buscando um local afastado das luzes dos grandes centros urbanos, terá facilidade em observar o Halley.

Após o espetáculo visual terá início o estudo dos dados científicos coletados na presente aparição que levarão alguns meses pa



ra serem analisados e, então, comunicados ao público em geral.

### OBSERVANDO O HALLEY DA SUPERFÍCIE

Hã duas metas principais que nos leva a estudar os cometas. Primeiro queremos saber como os cometas se comportam ao interagir com o meio, jã que a compreensão desses mecanismos físicos nos ajudarã a entender a interação das atmosferas planetãrias com o vento solar e o espaço interestelar.

Segundo, que os cometas são provavelmente os objetos primitivos mais importantes do sistema solar, jã que sua composição quĩmica e seu estado físico pouco mudaram desde que a nebulosa solar entrou em colapso para dar origem ao nosso sistema solar. Desta forma, seu estudo e quivale a voltarmos ao tempo e observarmos a formação do Sol e dos planetas.

Em 1981 foi criada a organização "International Halley Watch"(IHW) com centros principais sediados no Jet Propulsion Laboratory (Pasadena, Califõrnia/EUA) e na University of Erlangen-Nurnberg na Alemanha Ocidental, com a finalidade principal de organizar e coordenar as observações de profissionais e de amadores do cometa Halley a serem realizadas em todo o mundo durante a presente passagem. Tambẽm cuidarã da coordenação de experimentos instalados em balões, aviões, foguetes, satẽlites terrestres e provas espaciais a serem lançadas na direção do cometa . Os dados coletados serão compatibilizados, arquivados e publicados posteriormente. Caberã ã organização coordenar as informações a serem divulgadas para os planetãrios, os meios de comunicação e o público. No Brasil caberã ao INPE - Instituto de Pesquisas Espaciais (CNPq) coordenar os programas de observação do cometa Halley em rãdio-frequẽncias, balões, aviões e foguetes, bem como manter o público em geral informado a respeito da prõxima passagem do cometa.

Os astrõnomos profissionais ligados ao IHW estarão distribuĩdos em sete sub-programas:

1. Estudo dos Fenômenos da Grande Escala - utilizarã câmeras fotogrãficas munidas de objetivas grande angulares com a finalidade de estudar a cauda do cometa.
2. Estudo da Região Próxima do Núcleo - utilizarã imageamento fotogrãfico e eletrônico com a finalidade de estudar estruturas na coma, fornecer informações a respeito do núcleo propriamente dito (velocidade de rotação, regiões ativas, estrutura da superfície, etc) e descrever a atividade geral do cometa.
3. Espectroscopia e Espectrofotometria - fornecerã dados a respeito da composição e do estado físico do núcleo, da coma e da cauda.
4. Fotometria e Fotopolarimetria - espera-se que determ<sup>ine</sup> as abundãncias e distribuições dos componentes voláteis e não voláteis da coma, e dos mecanismos físicos atuando neles.
5. Rádio Ciência - fornecerã outros dados a respeito dos processos físicos e composição do cometa através do estudo das espécies químicas do cometa observáveis em comprimentos de onda rádio.
6. Espectroscopia no Infravermelho - fornecerã informações detalhadas com respeito ao balanço de energia e temperatura das partículas de pó oriundas do cometa, bem como suas dimensões e composição.
7. Astrometria - fornecerã dados necessários para o cálculo da órbita do cometa (efemérides), bem como para o modelamento dinâmico do núcleo que nos permitirá explicar os efeitos não gravitacionais no movimento do cometa.

Aos astrônomos amadores serão solicitadas observações importantes que complementarão os dados obtidos em grandes observatórios. Serão três os principais programas:

1. Técnicas Visuais e Fotográficas - as técnicas acessíveis aos amadores são idênticas às utilizadas em 1910 pelos profissionais. Isto

permitirá uma comparação direta das observações de 1910 e 1986. Em muitos casos complementarão a cobertura feita por profissionais por serem muito mais numerosos e estarem situados nas mais diversas regiões do planeta.

2. Espectroscopia e Fotometria Fotoelétrica - alguns amadores efetuam observações utilizando instrumental bastante moderno e dessa forma suplementarão os dados obtidos em grandes observatórios.
3. Observação de Meteoros - é uma área onde poucos astrônomos profissionais trabalham. Acredita-se que as chuvas de meteoros Eta Aquaride (ocorrendo no mês de maio) e Orionide (mês de outubro) estejam associadas ao Cometa Halley que dele se desprenderam e vem despreendendo.

As pesquisas nacionais do cometa Halley, engajadas dentro do IHW, serão efetuadas em linhas gerais pelas seguintes instituições :

Observatório Nacional - espectroscopia, espectrofotometria, fotometria, fotopolarimetria e estudo da região próxima do núcleo.

Universidade Federal do Rio de Janeiro - astrometria.

Universidade de São Paulo - espectroscopia no infra-vermelho.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - fotometria

Instituto de Pesquisas Espaciais - rádio-ciência

As comissões de programa de cada instituição analisará os projetos científicos e após aprová-los alocará os tempos disponíveis aos pesquisadores.

#### OBSERVANDO O HALLEY DO ESPAÇO

Três agências espaciais lançarão as naves terranas na direção do Halley: a ESA da Comunidade Européia, a Intercosmos da União Soviética e a ISAS do Japão. A NASA (Estados Unidos) não lançará nenhuma nave, mas utilizará as existentes no espaço. Vamos descrever sumaria

mente a que se propõe pesquisar cada uma dessas naves.

a) GIOTTO

Foi lançada pela França a 19 de julho de 1985 da base Kouru (Guiana Francesa) e injetada numa órbita elíptica bastante distante da Terra. Seus foguetes foram acionados posteriormente transferindo-a para uma órbita dentro do plano da elíptica, que interceptará o Halley a 13 de março de 1986. Giotto deverá passar a 500 km do cometa movendo-se a uma velocidade de  $68 \text{ km s}^{-1}$  e transmitirá em tempo real os dados científicos até sua destruição pelas partículas presentes na coma. Nessa ocasião o Halley estará a 1 UA da Terra e 0,88 UA do Sol, cruzando o plano da eclíptica.

Sua carga constará de 11 experimentos científicos sendo alguns deles: o imageamento multicolorido do núcleo será efetuado por duas câmeras de televisão, que poderão girar até  $180^\circ$  para acompanhar o núcleo do cometa; um fotopolarímetro determinará as dimensões das partículas ejetadas pelo núcleo, bem como suas densidades e outras propriedades pela análise da percentagem de polarização da luz solar refletida pelo núcleo e espalhada por elas; três microfones externos e um interno tentarão determinar a velocidade das partículas baseados na diferença de tempo levado pelas partículas passarem sucessivamente pelos microfones.

b) MS-T5 e PLANET-A

Essas duas naves representam a primeira tentativa de pesquisa no espaço interplanetário a ser empreendida pelo Japão.

MS-T5 foi lançada a 8 de janeiro de 1985 da base de Kagoshima e passará a cerca de 6 milhões de quilômetros de distância do Halley a 8 de março de 1986 (0,81 UA do Sol e 1,11 UA da Terra) após dar uma e meia volta em torno do Sol. Esta espaçonave será utilizada para testar todo o sistema: veículo lançador (M-3SII-1) - os novos controles da espaçonave; os subsistemas de comunicação, etc., mas, além disso, ex

plorará o Halley a partir de instrumental complementar ao Planet-A que descrevemos a seguir:

- estudo da radiação oriunda do cometa: ondas de plasma e ondas eletromagnéticas; medida da temperatura, velocidade e densidade dos íons que formam o vento solar.

A PLANET-A foi lançada a 14 de agosto de 1985 e deverá passar pelas proximidades do Halley na mesma data que o MS-T5. Não se espera uma separação da nave ao cometa inferior a 200.000 quilômetros, isso porque a missão científica principal do PLANET-A é de monitorar continuamente a coroa para determinar o seu conteúdo de hidrogênio na região ultravioleta. Esses resultados serão comparados com as medidas do vento solar efetuadas pelo MS-T5 e isso possibilitará uma melhor compreensão de como o vento solar sopra a grande cauda de plasma do cometa na direção oposta ao Sol. Para tanto será utilizada uma câmera com um campo de 295 x 295 e uma resolução de um minuto de arco (30 km a uma distância de 100.000 km). A imagem será detetada por um arranjo de fotodiodos bidimensionais (125 x 150 linhas) sincronizada ao "spin" da espaçonave.

Um segundo instrumental será o analisador de partículas constando de dois detetores de partículas carregadas, um para elétrons e outro para íons com discriminação para 96 níveis de energia situados entre 30 keV e 16 keV.

### c) VEGA 1 e 2

Essas espaçonaves foram lançadas pelos soviéticos nos dias 15 e 21 de dezembro de 1984 e terão dupla missão: parte de seu equipamento será lançado em Vênus devendo descer suavemente pela atmosfera do planeta com auxílio de balões e o restante de seu instrumental passará pelas proximidades do Halley nos dias 10 e 15 de março de 1986.

As naves terão combustível suficiente para serem posicionadas a distâncias de 100 a 10.000 quilômetros do Halley em concordância com os interesses científicos dos pesquisadores.

Cerca de 15 instrumentos de pesquisa estarão o bordo de cada uma das Vega, sendo que quatro deles serão montados em uma plataforma que apontará automaticamente para o Halley. Entre esses instrumentos destaca-se uma câmera de TV com objetiva pequena angular que poderá distinguir irregularidades da ordem de 200 metros quando as naves se encontrarem a uma distância de 10.000 quilômetros do Halley. As câmeras terão uma resolução de 500 x 500 linhas, mas apenas parte da imagem, centrada na região mais brilhante, será transmitida para a Terra. Dessa forma será evitada a desfocalização da imagem produzida pela alta velocidade entre os dois corpos.

Contadoras de impacto de partículas, magnetômetro, detetor de partículas energéticas, vários espectrômetros de massa e outros equipamentos completarão a carga científica das Vega.

d) ICE - International Cometary Explorer

A 22 de dezembro de 1983 a NASA começou a manobrar sua velha espaçonave ISEE-3 (International Sun-Earth Explorer), lançada em agosto de 1978, para passar pelas proximidades de dois cometas. Primeiro passará por dentro da cauda e a uma distância de 3.000 quilômetros do núcleo do cometa Giacobini-Zinner no dia 11 de setembro de 1985. Seguirá então na direção do Halley, passando a 138 milhões de quilômetros dele em outubro de 1985 e a 31 milhões de quilômetros em março de 1986.

Da posição que a nave se encontrar poderá estudar o vento solar, cerca de um dia antes deste atingir o Halley, fornecendo informações muito importantes sobre o comportamento geral do Halley ao cruzar um meio interplanetário com características conhecidas.

e) PIONEER-VÊNUS

Novamente a NASA lançará mão de uma espaçonave antiga, que se encontra na órbita de Vênus desde 1978, para estudar o Halley. A maior parte do equipamento a bordo da nave não servirá para estudar o

cometa, mas um espectrômetro destinado ao estudo de "airglow" na região ultravioleta poderá fornecer dados muito importantes sobre o material da região nuclear (oxigênio, hidrogênio e carbono), que evaporarão com o aquecimento do cometa. O espectrômetro, ao medir a taxa de evaporação dos constituintes do núcleo, detectará quaisquer descontinuidades nessa taxa provocada pelo aumento da temperatura. As medidas serão efetuadas nos dias de melhor posicionamento Sol/Halley/Vênus, que ocorrerá cinco dias antes da passagem do cometa pelo periélio, a uma distância de 40 milhões de quilômetros de Vênus, quando a taxa de evaporação de material nuclear será próximo do seu máximo.

Como vemos a missão das espaçonaves são complementares: as japonesas observando macroscopicamente o Halley até a resolução de 30 quilômetros; as soviéticas passando mais próximas do cometa e coletando resultados com uma resolução de cerca de 200 metros e a européia discernindo detalhes da ordem de 50 m na região nuclear. Já as naves dos Estados Unidos estudarão o vento solar antes de sua interação com o cometa e com as outras naves espaciais que interceptarão o Halley.

#### f) Space Shuttle

Está programado para março de 1986 um lançamento do Shuttle que levará uma equipe de astrônomos bem como instrumental especial para estudos na região ultravioleta do espectro eletromagnético. Como coincidirá com a passagem do Halley os instrumentos a bordo serão também utilizados para estudá-lo, destacando-se um espectrômetro e um espectropolarímetro na banda UV e duas câmeras fotográficas com objetivas grande angular. Uma câmera estudará a poeira na região laranja-vermelho (500 a 650 nm) enquanto a outra concentrará sua atenção na atividade do plasma na região azul-laranja (380 a 500 nm).

#### g) Solar Max

O satélite SMM-Solar Maximum Mission foi consertado em abril de 1984 e isso possibilitou a inclusão deste excepcional satélite científico no programa do IHW-International Halley Watch.

Dois de seus vários instrumentos que observarão o Halley : um espectro-polarímetro operando na região ultravioleta que mapeará o cometa em OH e HI (Lyman alfa) com resolução de alguns segundos de arco e um foto-polarímetro que fará uma imagem do céu de 1,6 x 1,6 centrada no cometa utilizando filtros de banda larga, no azul, verde, vermelho, H alfa e Ferro XIV. As observações do Halley serão efetuadas no período de janeiro a março de 1986.

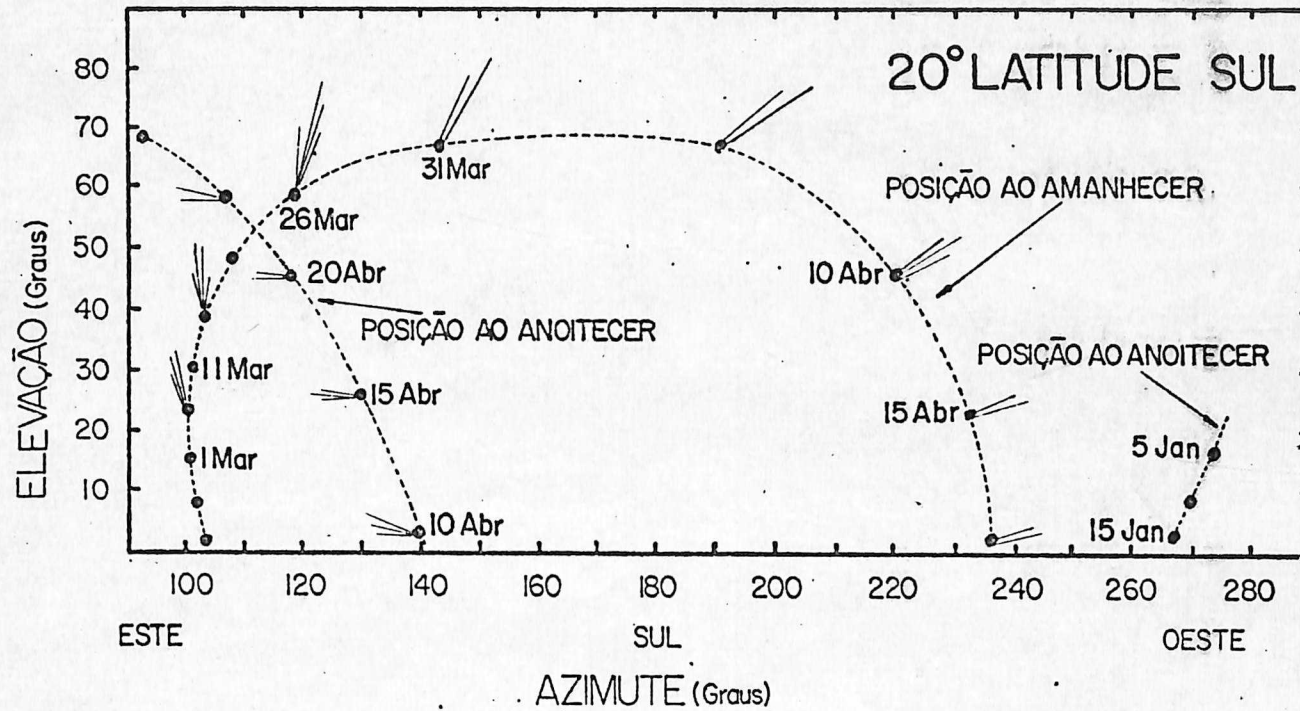
Os resultados obtidos por todos estes experimentos trarão informações inéditas a respeito da natureza dos cometas, já que serão efetuada observações in loco e ou em comprimentos de onda blindados pela atmosfera da Terra. Essas informações além de nos ajudar a conhecer mais a respeito de um dos corpos do sistema planetário que dispomos de menos informações, nos auxiliará na melhor especificação do instrumental científico que será enviado para estudar o cometa P/Wild (NASA 1990-91) e o cometa P/Kopff (Mariner Mark II 1984).

#### CONCLUSÃO

Os dados coletados e arquivados pela Coordenação Interna cional das Observações do Cometa Halley (IHW) representarão a maior quantidade de dados até hoje compilados sobre um cometa. Muitos cientistas terão oportunidade de analisá-los com a finalidade de obter respostas que ampliem nosso conhecimento, não apenas sobre os cometas, mas também sobre a origem do sistema solar, da Terra e talvez até da própria vida.

Dr. Eugênio Scalise Jr.  
Astrônomo do INPE





POSIÇÃO NO CÉU ONDE SE LOCALIZARÁ O COMETA HALLEY, PARA UM OBSERVADOR SITUADO À 20° LATITUDE SUL NO PERÍODO DE JANEIRO À ABRIL DE 1986.

Figura 1 - Posição no céu onde se localizará o COMETA HALLEY para um observador situado a 20° de latitude Sul no período de fevereiro a abril de 1986. A direção e o comprimento da cauda estão desenhados em escala. A elevação do Cometa foi calculada na hora do crepúsculo astronômico vespertino e/ou matutino.

Figura 2 - Trajetória do COMETA HALLEY projetada na esfera celeste, correspondente ao período de janeiro de 1984 a dezembro de 1986.

