

# Uma Breve História da Conquista Espacial

AYDANO BARRETO CARLEIAL

Na imaginação humana, a conquista do espaço exterior deve ter começado na pré-história, com a contemplação do céu.

Dezenas de milhares de anos mais tarde, já na antigüidade histórica, alguns povos civilizados aprenderam a descrever e prever com admirável precisão o movimento aparente dos astros na abóbada celeste.

Entretanto, até a Idade Moderna o Universo permaneceu inteiramente misterioso. Os bandeirantes já tinham desbravado o interior do Brasil quando, finalmente, na Europa, foram descobertas leis físicas capazes de explicar os movimentos dos corpos celestes (entre os quais a própria Terra). Ficou demonstrado que os objetos materiais com que convivemos na superfície da Terra estão sujeitos a essas mesmas leis.

A partir dessa época o conhecimento científico da Natureza vem se acumulando. O espaço exterior deixou de ser inacessível. Todavia a cada nova descoberta a humanidade constata que o mistério do Universo é maior e mais fascinante do que antes se imaginava.

Há trezentos anos, no fim do século XVII, um hipotético discípulo de Isaac Newton já teria conhecimentos de física suficientes para analisar a dinâmica de vôo de uma nave espacial. Poderia até fazer uma estimativa da propulsão necessária ao lançamento. Seus cálculos demonstrariam que construir uma tal nave e lançá-la ao espaço estava completamente fora do alcance da tecnologia então disponível. De fato, não é nada fácil acelerar um objeto às enormes velocidades que possibilitam iniciar um vôo espacial a partir da superfície da Terra. A propósito, naquela época só faria sentido explorar o espaço com naves tripuladas, as quais pesariam toneladas e teriam de ser capazes de trazer os astronautas, vivos, de volta para casa. Não havia outra forma de tirar proveito da experiência. As comunicações pelo rádio só seriam inventadas duzentos anos mais tarde, no fim do século XIX, e equipamentos automáticos capazes de substituir o ser humano na exploração do espaço só se tornariam realidade em pleno século XX. Por tudo isso, até 1957 as viagens espaciais foram apenas um sonho, que se expressava na ficção literária.

Entre os pioneiros de estudos e experimentos em astronáutica merecem destaque Konstantin E. Tsiolkovsky, Robert H. Goddard e Hermann Oberth. Trabalhando independentemente, quase sempre com poucos recursos, eles resolveram problemas de engenharia e demonstraram que foguetes de propulsão química poderiam um dia levar cargas úteis ao espaço. Em geral seus trabalhos foram mal compreendidos e receberam pouco apoio. A possibilidade concreta de uso militar dos foguetes é que levou os governos da Alemanha, da URSS e dos EUA, a partir de um dado momento, a apreciar e aproveitar os resultados obtidos por esses pioneiros. Durante a Segunda Guerra Mundial a Alemanha investiu no desenvolvimento de foguetes de propelentes líquidos para transportar “bombas voadoras”. Até o fim da guerra Oberth trabalhou com Wernher Von Braun e uma equipe de especialistas na base de Peenemünde. Depois da guerra, os EUA e a URSS aproveitaram a experiência dos alemães em seus programas de armamentos, cujos foguetes oportunamente também se prestariam à exploração do espaço.

O lançamento do primeiro satélite artificial da Terra, o Sputnik 1, a 4 de outubro de 1957, marca o início da Era Espacial. Era uma esfera de alumínio de 58 cm de diâmetro e 84 kg de massa, com instrumentos rudimentares e um transmissor de rádio. Entrou em órbita elíptica entre 230 e 942 km de altura. Um mês depois a URSS pôs em órbita o segundo Sputnik, de meia tonelada, com uma cadela a bordo, usando um foguete com empuxo de centenas de toneladas. O primeiro satélite lançado pelos EUA com sucesso foi o pequeno Explorer 1, de 8 kg, em 31 de janeiro de 1958. A vida útil desses primeiros satélites em geral não passava de poucas semanas.

A URSS atingiu a Lua com uma sonda de impacto (Luna 2) em setembro de 1959. No mês seguinte, com a Luna 3, obteve imagens da face da Lua que nunca é vista da Terra. Em 1960 os EUA lançaram um satélite meteorológico (Tiros 1), um satélite de navegação (Transit 1B) e um satélite passivo de comunicações (Echo 1). Este último era um enorme balão esférico inflado no espaço para refletir as ondas de rádio. Ao findar aquele ano já tinham entrado em órbita 44 satélites. Impulsionada pela Guerra Fria, a corrida espacial entre as duas superpotências começava a gerar resultados científicos importantes, como a descoberta dos cinturões de radiação que circundam nosso planeta.

Por alguns anos a URSS e os EUA foram os únicos países capazes de explorar o espaço. Aos demais faltava a capacidade de lançamento. O desenvolvimento de grandes foguetes guiados, custoso e incerto, estava então intimamente ligado à necessidade de produzir mísseis balísticos de longo alcance. A URSS, por esforço próprio, inspirada na tradição de

Tsiolkovsky e aproveitando alguns técnicos e materiais capturados da Alemanha em 1945, foi a primeira a produzir foguetes de grande empuxo, que lhe deram clara vantagem até meados da década de sessenta. Os EUA dispunham de amplos recursos econômicos e tecnológicos, tinham experiência própria graças ao trabalho de Goddard, e contavam com os melhores especialistas de Peenemünde. Entretanto, em boa parte devido a problemas organizacionais, ficaram a reboque da URSS no início da corrida espacial. Até o lançamento do Sputnik 1 a perspectiva da exploração do espaço não empolgara a opinião pública nos EUA, onde o assunto era visto em setores do governo como uma disputa entre grupos rivais do Exército, Marinha e Força Aérea.

O impacto causado pelo sucesso dos soviéticos levou os EUA a uma reação rápida e exemplar: houve uma autocrítica implacável, cresceu a demanda popular por resultados imediatos e o governo entendeu que precisava se reorganizar. O “efeito Sputnik”, além de diligenciar a criação da NASA, agência espacial constituída com base nos centros de pesquisa e equipes técnicas já disponíveis, desencadeou um processo de mudanças no sistema educacional. Em todo o país houve um esforço para ampliar e melhorar o ensino de matemática e ciências nas escolas. A corrida espacial marcou presença até nos jardins-de-infância norte-americanos, onde muitas crianças aprenderam primeiro a contar na ordem regressiva, como nos lançamentos: 10, 9, 8, ...

Quais outros países tinham condições de tornar-se exploradores do espaço a partir de 1960? A Alemanha e o Japão estavam na situação peculiar de potências derrotadas na Segunda Guerra Mundial, com restrições externas ou auto-impostas a tudo que pudesse se relacionar com armamentos. Por isso o desenvolvimento da indústria espacial nesses países foi mais tardio em determinados setores – o que não impediu que ambos chegassem à vanguarda, onde seguramente se encontram hoje. A Grã-Bretanha tinha recursos técnicos e outras condições favoráveis, mas adotou uma linha discreta em seus projetos espaciais, apoiando-se mais na Aliança Atlântica, como fez também na área nuclear. Pôs em órbita um pequeno satélite em 1971. A França, ao contrário, além de participar dos planos e programas internacionais europeus, desde cedo mostrou-se determinada a desenvolver capacidade própria. Em 1962 estabeleceu sua agência espacial, o *Centre National d'Études Spatiales* (CNES), assegurando investimentos para pesquisas, desenvolvimento e industrialização. De 1965 a 1971 a França lançou ao espaço nove pequenos satélites tecnológicos e científicos, dois com foguete da NASA e sete com lançador próprio. Em 1968 pôs em operação uma base de lançamentos na Guiana Francesa. A Itália e os outros países da Europa Ocidental só deram impulso significativo à indústria espacial quando se consolidou a Comunidade Européia e formou-se a Agência Espacial

Européia (ESA). O Canadá também desenvolveu a indústria de satélites, contando com outros países para fazer os lançamentos. Na Ásia, além do Japão, primeiro a China e mais tarde a Índia, apesar do atraso econômico e do isolamento, empreenderam programas espaciais autônomos. A China desenvolveu uma família de foguetes e pôs em órbita seu primeiro artefato em 1970. Desde então lançou com sucesso dezenas de satélites, muitos dos quais recuperáveis após manobra de reentrada na atmosfera. A Índia produziu satélites para aplicações científicas, tecnológicas e utilitárias, que foram lançados a partir de 1975 por foguetes estrangeiros e indianos.

Nos últimos vinte anos diversos outros países começaram a participar da exploração do espaço – entre eles o Brasil, do qual falaremos mais adiante. A competição entre países cedeu lugar à cooperação internacional (exceto nas tecnologias com aplicação militar) e à competição entre grupos industriais. O uso de sistemas de satélites para aplicações rentáveis (das quais a principal são as telecomunicações) teve enorme expansão, com investimentos de bilhões de dólares.

Em abril de 1961, meros três anos e meio depois do Sputnik 1, a URSS noticiou o vôo orbital de Yuri A. Gagarin a bordo da Vostok 1, abrindo uma nova fase da conquista espacial, fascinante e dispendiosa, que culminaria com o pouso de astronautas na Lua. No início astronautas solitários deram umas poucas voltas em torno da Terra a bordo das naves Vostok e Mercury. Depois voaram em grupos de dois ou três, cumprindo missões cada vez mais longas. Em 1961 o presidente dos EUA anunciou a meta nacional de explorar a Lua com astronautas antes do final da década. Em poucos anos todas as etapas necessárias a esse feito extraordinário foram planejadas e levadas a cabo com pleno sucesso. No Natal de 1968 três astronautas navegaram em torno da Lua a bordo da Apollo 8. Finalmente, a 20 de julho de 1969, Neil A. Armstrong e Edwin E. Aldrin Jr., da Apollo 11, pousaram no Mare Tranquillitatis. O programa terminou com a missão da Apollo 17, em 1972, e desde então até hoje ninguém mais se afastou das cercanias da Terra! Os soviéticos nunca puseram em prática seus planos de enviar naves tripuladas à Lua, mas coletaram amostras de rochas lunares com o módulo de regresso da nave automática Luna 16 (1970).

A história das andanças do ser humano no espaço exterior mereceria um relato a parte. A contribuição dos astronautas à pesquisa científica do espaço é modesta (em comparação com a das naves automáticas) e sua presença nos satélites comerciais é inteiramente dispensável. Não obstante, na visão do cidadão comum, sem eles a exploração espacial perderia grande parte de sua razão de ser. Talvez por isso, mais do que por alguma visão estratégica de colonização do espaço exterior no curto

prazo, os investimentos dos EUA e da URSS com naves e estações tripuladas tornaram-se desproporcionalmente vultosos durante a Guerra Fria. Conseqüências dessa política persistem até hoje. O Space Shuttle e a futura estação espacial internacional resistem a todas as críticas e continuam com a parte do leão nos orçamentos da NASA.

Enquanto isso, ao longo de mais de três décadas prosseguiu a exploração da Lua, dos planetas e do espaço interplanetário por sondas automáticas cada vez mais sofisticadas, e a Terra foi circundada por uma multidão de satélites artificiais.

A exploração sistemática do Sistema Solar por naves não-tripuladas é sem dúvida uma das realizações científicas mais notáveis da humanidade. Os primeiros astros visitados foram a Lua e os dois planetas vizinhos, Vênus e Marte. Após as missões pioneiras da URSS à Lua, já citadas, os EUA obtiveram dados e imagens da superfície lunar com as sondas da série Ranger. A URSS conseguiu pousar a Luna 9 na superfície no início de 1966, e logo em seguida pôs outra sonda em órbita da Lua. Meses depois, os EUA também conseguiam pousar com sucesso na Lua a primeira nave da série Surveyor, e imagearam toda a superfície com os satélites Lunar Orbiter.

As primeiras missões interplanetárias foram dirigidas a Vênus, pelos soviéticos, que em 1965 fizeram a nave Venera 3 colidir com o planeta. Em 1967 a Venera 5 transmitiu dados enquanto mergulhava nas altíssimas temperaturas e pressões da atmosfera venusiana. O primeiro pouso com sucesso só foi conseguido em 1970 (Venera 7). Os EUA deram mais prioridade a Marte. Em 1965 a sonda Mariner 4 passou perto do “planeta vermelho” e transmitiu imagens de algumas áreas. Seis anos depois o orbitador marciano Mariner 9 obteve dados científicos muito valiosos e fez imagens de toda a superfície, que se revelou variada e interessantíssima. A URSS também aproveitou a mesma época favorável e fez chegar a Marte no final de 1971 duas sondas orbitais de grande porte, das quais se separaram módulos que pousaram com sucesso na superfície. A exploração desses planetas vizinhos prosseguiu com missões mais complexas. As naves Viking (1976) procuraram e não encontraram processos bioquímicos no solo marciano. Bem mais recentemente a nave Magalhães, em órbita de Vênus, mapeou por radar toda a superfície do planeta. Também houve grandes fracassos, como a perda de um par de naves soviéticas enviadas a Marte (pelo menos uma delas vítima de falha humana no envio de telecomandos) e a mais recente e ainda misteriosa perda do Mars Orbiter, dos EUA, que custara centenas de milhões de dólares. Atualmente o Mars Global Surveyor, um novo observador orbital, transmite imagens de alta resolução da superfície marciana, onde pousou com sucesso o pequeno veículo Pathfinder.

O planeta Mercúrio só foi visitado em duas passagens da sonda imageadora Mariner 10, lançada em 1973. Os planetas gigantes, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, bem como os satélites desses planetas, receberam bastante atenção desde o final da década de setenta, da parte de naves norte-americanas das séries Pioneer e Voyager, que fizeram muitas descobertas científicas e transmitiram imagens impressionantes. A nave Galileo partiu com grande atraso (em 1989) para uma nova fase da exploração de Júpiter e foi prejudicada pela falha de sua antena principal. Não obstante, a longa missão teve sucesso. Em 1995 transmitiu dados captados por um módulo que se separou do corpo principal da nave e mergulhou na atmosfera do planeta. A nave Cassini-Huygens, lançada em 1997, empreendimento conjunto NASA/ESA, deverá chegar a Saturno e ao seu satélite Titã em 2004.

O próprio espaço interplanetário, povoado de partículas, radiação e campos magnéticos, tem sido esquadrihado por sondas espaciais. Telescópios e sensores foram lançados ao espaço para observar sinais provenientes de todo o Universo, especialmente nas faixas de radiação às quais a atmosfera terrestre não é permeável. A nave Ulysses foi posta em órbita em torno do Sol em um plano que lhe permite olhar para as regiões polares da nossa estrela. Outras missões já foram realizadas ou estão planejadas para explorar cometas e asteróides. Algumas delas foram empreendidas pelos europeus (caso da sonda Giotto, que se aproximou do cometa de Halley em 1986) e pelos japoneses.

O Brasil oficializou seu interesse pela exploração do espaço em 1961, com a criação da CNAE, precursora do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Desde o início esse órgão público federal cooperou com agências espaciais estrangeiras e instalou estações para receber e processar dados de satélites científicos e meteorológicos. Com o tempo, o Brasil tornou-se um dos maiores usuários de imagens da Terra transmitidas por satélites, e desenvolveu técnicas próprias para sua utilização. Através da Embratel, o país também foi um dos primeiros países a usar comunicações por satélites.

Em 1965 o Ministério da Aeronáutica instalou uma base de lançamentos no Rio Grande do Norte, e começou a desenvolver foguetes de sondagem e mísseis no Centro Técnico de Aeronáutica (CTA). A partir dessa época cresceu a indústria aeroespacial e de armamentos sediada em São José dos Campos.

Em 1980, com base em estudos de viabilidade feitos por engenheiros do CTA e do INPE no ano anterior, o governo decidiu empreender um grande projeto de capacitação tecnológica, que recebeu o nome de Missão Espacial Completa Brasileira (MECB). Ficou estabelecida a meta de desenvolver no país um veículo lançador – foguete de propelente sólido

– e quatro satélites com aplicações ambientais (dois para coleta de dados e dois para sensoriamento remoto da Terra). Os satélites deveriam ser colocados sucessivamente em órbita pelo foguete nacional, lançado do território brasileiro, no triênio 1986–1988. No ano seguinte (1981) a programação da MECB foi refeita: o primeiro lançamento ficou marcado para 1989. Todavia mesmo este prazo mais realista não pôde ser cumprido, principalmente porque não se conseguiu levar a cabo o desenvolvimento do foguete da maneira prevista.

O projeto MECB como um todo foi prejudicado, desde a origem, por problemas organizacionais, gerenciais e orçamentários que não foram submetidos a avaliações e correções oportunas. A partir de 1987 aumentaram as restrições do exterior à importação pelo CTA de certos materiais e componentes necessários ao desenvolvimento do veículo lançador de satélites (VLS), dificultando ainda mais sua realização, já então bastante atrasada. A dependência de fornecimentos externos e tecnologia estrangeira no plano de desenvolvimento do VLS, antes dissimulada, teve de ser reconhecida de público.

Em 1988 já estava patente que, além de rever a estratégia e as táticas para obter sucesso com o foguete lançador no médio prazo, era necessário providenciar algum outro meio de lançamento, no exterior, pelo menos para o primeiro satélite, cujo desenvolvimento não encontrara obstáculo. A despeito de gestões feitas nesse sentido, dado que o pessoal técnico e gerencial do CTA e do INPE dispunha de elementos suficientes para formular e propor a indispensável atualização do projeto MECB, as autoridades militares persistiram em mantê-lo engessado na sua concepção original. O impasse político só foi superado em 1991.

O primeiro satélite nacional, o SCD1, com a missão de coleta de dados ambientais, foi finalmente lançado a 9 de fevereiro de 1993 por um foguete Pegasus, que partiu de um avião da NASA enquanto este sobrevoava o Oceano Atlântico a sudeste da Flórida. O lançamento foi contratado pelo governo brasileiro de uma empresa dos EUA. Desde então o SCD1, de 110 kg, funciona em sua órbita, a 760 km de altitude, recebendo e retransmitindo dados captados no solo por pequenas estações automáticas conhecidas como PCDs (plataformas coletoras de dados). O desempenho do SCD1 excedeu todas as expectativas plausíveis para um protótipo pioneiro desenhado e construído para funcionar por um ano com 80% de confiabilidade.

O SCD2, lançado na noite de 22 de outubro de 1998, novamente por um foguete Pegasus, também teve pleno sucesso. Este segundo satélite é quase idêntico ao primeiro, exceto por alguns aperfeiçoamentos incorporados ao projeto em 1988. Mais significativo é o fato de que, enquanto a maioria dos equipamentos de bordo do SCD1 foi construída

no próprio INPE, o fornecimento pela indústria privada nacional já predominou no SCD2. Atualmente há cerca de trezentas PCDs instaladas e em operação no território brasileiro. Este número, que só cresceu recentemente, é ainda muito pequeno em relação à capacidade dos satélites.

Em um quadro de muitas dificuldades e sucessivos atrasos, prossegue no CTA o desenvolvimento do veículo lançador de satélites nacional. O VLS é um foguete de propelente sólido, de quatro estágios e 50 toneladas de massa na decolagem. Seu vôo inaugural a partir da base de Alcântara, no Maranhão, em 1997, não teve sucesso: um dos quatro motores do primeiro estágio não acendeu. Além do foguete, perdeu-se no lançamento um satélite de coleta de dados semelhante ao SCD2. Infelizmente a falha na decolagem não permitiu que se comprovasse nesse primeiro teste o funcionamento dos demais estágios e subsistemas do VLS. O próximo lançamento do VLS ficou previsto para 1999. A carga útil, a ser fornecida pelo INPE, poderia ser um satélite científico incrementado por mais um retransmissor de dados de PCDs.

Paralelamente ao programa de foguetes e satélites nacionais MECB, já em 1988 o Brasil começou um outro projeto, em cooperação com a China, cujo objetivo é desenvolver, lançar e operar dois satélites de médio porte (uma tonelada e meia) para sensoriamento remoto óptico de recursos naturais. Os satélites serão lançados por foguetes chineses. O acordo binacional previu 30% de participação financeira do Brasil nos satélites e nos lançamentos. A participação do INPE e da indústria brasileira na realização dos satélites em princípio estaria na mesma proporção, mas na prática é menor, devido a subcontratos passados a empresas chinesas e de outros países. Ao longo dos anos houve substancial aumento nos custos do projeto inicialmente previstos pelo acordo. O lançamento do primeiro satélite sinobrasileiro, denominado CBERS, também sofreu grande atraso: originalmente previsto para 1993, está agora programado para o segundo semestre de 1999. Um fato importante é que esse lançamento também levará ao espaço, de carona, um satélite científico brasileiro, o Saci 1, de apenas 60 kg, construído pelo INPE em cooperação com outras instituições de pesquisa nacionais.

Após o sucesso do SCD1 vários outros projetos de pequenos satélites científicos e de aplicações granjearam apoio no Brasil e estão em fases de estudo ou desenvolvimento, na maioria dos casos com parceiros estrangeiros.

Há grandes oportunidades para um papel cada vez mais significativo do Brasil na exploração do espaço nos próximos anos. Já temos experiência, infra-estrutura e empresas que poderão gradualmente constituir uma indústria espacial nacional competitiva, capaz de

trabalhar em pé de igualdade com as empresas estrangeiras. Temos uma forte demanda por novos serviços de satélites, que pode ser atendida por sistemas concebidos por nossos cientistas e engenheiros e realizados com participação efetiva da indústria nacional. A capacidade de lançamento nacional de pequenos satélites também poderá ser conseguida.

Para concluir esta breve história, cabe um comentário sobre os novos rumos dos programas espaciais em todo o mundo. No retrospecto, parece que a exploração espacial, como aventura heróica da espécie humana, atingiu o ápice na saga da Apollo 13 (abril de 1970) e depois perdeu muito do seu ímpeto. Em certa medida isto seria consequência natural e inevitável do amadurecimento. Do lado positivo, é inegável que de 1970 até hoje houve enorme evolução tecnológica e desenvolvimento industrial na área, ao lado de grande progresso científico. Sem a tecnologia espacial e os sistemas de satélites o mundo de hoje não funcionaria. Como já ficou dito, a cooperação internacional aos poucos foi se sobrepondo à competição, e os empreendimentos comerciais ganharam vulto. Todavia ainda é predominante em todo o mundo a participação governamental nos investimentos espaciais, não apenas nas aplicações de interesse militar (cuja importância não diminuiu, pois são vitais para vigilância, navegação e comunicações) mas também nas civis. A exploração científica do espaço, a meteorologia por satélites, aplicações da área ambiental, a localização para busca e salvamento e outros serviços semelhantes, de benefício difuso ou de caráter estratégico, tradicionalmente têm sido campo de atuação dos Estados, embora a iniciativa de organizações não-governamentais e empresas privadas venha se expandindo em alguns desses setores. Os serviços comerciais de lançamento por meio de foguetes já estão essencialmente privatizados, acompanhando as telecomunicações por satélites e a própria indústria produtora de equipamentos e sistemas espaciais.

O Brasil deve ficar atento a essas tendências, buscando pela integração competitiva capacitar e fortalecer sua indústria. Deve também manter no âmbito estatal não apenas a capacidade de formular políticas e programas de interesse nacional para o setor, mas também uma base científica, tecnológica e gerencial, com pesquisadores, engenheiros e técnicos de alto nível (que não precisam ser estatutários do serviço público) reunidos em centros de excelência, a exemplo do que têm feito os países mais desenvolvidos.

## RESUMO

Este artigo relata a história da exploração do espaço, desde a primeira contemplação do céu por seres humanos primitivos e o raiar da era espacial até os últimos anos do Século XX, com ênfase na conquista sistemática das cercanias da Terra e do Sistema Solar

por espaçonaves não-tripuladas. É destacado o esforço do Brasil em participar com seus próprios satélites e lançadores.

### **ABSTRACT**

This paper reviews the history of space exploration, from the earliest stargazing by primitive humans and the dawn of the space age up to the final years of the Twentieth Century, with an emphasis on the systematic conquest of the Earth's surroundings and the Solar System by unmanned spacecraft. Brazil's effort to participate with its own satellites and launchers is highlighted.

### **O Autor**

**AYDANO BARRETO CARLEIAL**, Engenheiro de Eletrônica pelo ITA e Doutor pela Universidade de Stanford, foi Pesquisador Titular, Gerente dos Projetos MECB e CBERS e Diretor de Programas Institucionais do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Foi Secretário Municipal de Educação e atualmente é Assessor-Chefe da Prefeitura de São José dos Campos.