

O proveito mútuo das pesquisas astronômica e militar.

A importância da Astronomia na História Militar¹

Ronaldo Rogério de Freitas Mourão*

Reprodução de matéria publicada na Revista do Instituto de Geografia e História Militar do Brasil, edição nº 83, de 1998.

PESQUISA ASTRONÔMICA CONTRIBUIU PARA FINS MILITARES

Em julho de 1962, durante o *Simpósio Internacional de Astrofísica*, em Liège, fui convidado pelo astrônomo belga Sylvan Arend para estagiar no Observatório Real da Bélgica, onde fiquei durante quinze dias trabalhando sob sua orientação.

Na realidade, fazia alguns anos vinha mantendo correspondência com Arend sobre minhas observações. Voltando a visitá-lo em seu gabinete, em Uccle, no dia seguinte, ao término do simpósio, constatei que o con-

vite não era uma simples conversa estimulada pelo champanhe francês de uma recepção. Era um convite mesmo. Antes que lhe respondesse afirmativamente, Arend se levantou e conduziu-me pelo braço ao Diretor do Observatório, Paul Bourgeois, solicitando um apartamento onde eu deveria permanecer durante o estágio.

Queria que eu ficasse três meses. Disse-lhe que estava de férias e só poderia permanecer quinze dias. Na realidade, como viajava com recursos próprios, apesar de minha ausência do País, a fim de apresentar trabalho sobre o planeta Júpiter no colóquio de Liège, ter sido

autorizada pelo primeiro-ministro Tancredo Neves do governo parlamentar de João Goulart, não estava livre para permanecer por um período tão longo.

Para aproveitar ao máximo aquela oportunidade única de trabalhar com alguém que admirava por suas obras e descobertas, dentre elas a do cometa Arend-Roland, resolvi trabalhar todos os dias: no sábado, no domingo e, até no dia nacional belga. Como consequência, publiquei meu primeiro trabalho sobre a órbita de uma estrela dupla - sistema de duas estrelas que giram em redor de um centro comum de gravidade - no *Bul-*

* Astrônomo. Sócio Honorário do IGHMB.

¹ Selecionado pelo PADECEME (Programa de Atualização dos Diplomados da ECEME).

letin Astronomique do Observatoire Royal de Belgique (1963).

Contente com meu trabalho, Arend solicitou que visitasse por um período mais longo, se possível de um ano, no momento em que deixava o observatório. Ofereceu-se para interceder junto às autoridades belgas competentes caso fosse necessário obter um auxílio.

No ano seguinte, através do Consulado, ganhei uma bolsa para estudar em Bruxelas. Assim, durante os anos de 1963 e 1964, trabalhei no Observatório Real da Bélgica, sob os auspícios do *Office Belge de Coopération Technique*, do *Ministère des Affaires Étrangères Belge*. O objetivo principal do estágio de pesquisas era desenvolver estudos no campo da astrometria, com ênfase especial para as estrelas duplas visuais, os asteróides, e os estudos de problemas relativos à montagem, instalação e ajuste de instrumentos astronômicos. Esse último item do programa foi acrescentado tendo em vista que, como Coordenador da Universidade de Brasília, fora convidado por Anísio Teixeira, na época reitor em substituição a Darcy Ribeiro, para liderar a construção

de um moderno observatório astronômico em sítio ao norte de Brasília.

Toda esta introdução serve para mostrar como acabei na Bélgica, onde iria começar um longo trabalho sobre estrelas duplas visuais, que para minha surpresa teria aplicação à tecnologia militar.

Um dos problemas que surgiram, durante nossas pesquisas, foi a dificuldade de determinar a órbita aparente de algumas estrelas duplas visuais. Apesar de se possuir, às vezes, um grande número de observações, mais de cinquenta ao longo de um intervalo de tempo superior a 125 anos, como era o caso de estrela *Tau Sculptoris* (Tau do Escultor), descoberta, em 1837, pelo astrônomo inglês John Herschel, a determinação de sua órbita era muito difícil em virtude dos enormes erros, ou melhor, das imprecisões observacionais. Na realidade, quando as duas componentes de uma estrela dupla se encontram muito próximas, a observação visual, realizada com um micrômetro a fios de aranha, é uma verdadeira arte. É, como dizia Arend, fazer a pontaria sobre dois luta-

dores de box. Essa imagem de Arend, para quem já mediu a distância entre um par de estrelas próximas, é muito pertinente, principalmente, se o sistema for constituído por duas estrelas que se encontram no limite do poder separador da luneta ou telescópio. O mais grave é que, além de possuir um grande número de observações muito dispersas, durante um longo intervalo de tempo, algumas delas apresentavam uma curvatura sensível, como no caso de *Tau Sculptoris*, cuja trajetória era de 50 graus com grande variação nas distâncias, sugerindo um movimento orbital. Uma solução seria usar, daquela data em diante, métodos observacionais mais precisos, como a fotografia ou, como ocorre anualmente, o processo de interferometria granular (*speckles*). No entanto, mesmo utilizando os processos mais modernos, iríamos perder mais de um século de observações. O problema era mais preocupante do que se pode imaginar, se considerarmos que algumas estrelas de movimento muito lento sugeriam períodos orbitais às vezes superiores a mil anos. Era, portanto importante desenvolver um processo de

análise das observações e de determinações de coeficientes que permitisse saber em que valor deveriam ser corrigidas as observações de cada componente de um sistema binário.

Com base no método de Thiele-Innes, empregado para o cálculo de órbita de estrelas duplas, estabelecemos as condições a serem satisfeitas para que fosse possível obter uma solução elíptica, circular, parabólica e hiperbólica. Com base no cálculo diferencial, estabelecemos equações diferenciais, que nos forneciam coeficientes indicativos de quanto deveríamos modificar cada valor observado, a fim de obter uma órbita elíptica, assim como os valores para alterar o aspecto dessa órbita. Esse trabalho foi apresentado durante o *Colóquio de Cálculo Número e Matemática Aplicada*, na cidade de Lille, em 1964, que se organizava no âmbito da *Société Française pour l'Avancement de la Science* e publicado na série *Publications Scientifiques e Techniques du Ministère de l'Air-Notes Techniques no. 157*, Paris, 1967.

Concluído meu estágio na Bélgica, embarquei para a França, em fins de 1964,

como bolsista do *Ministère des Affaires Étrangères Françaises*, a fim de estagiar no *Observatório do Pic-du-Midi* e preparar meu doutoramento na Sorbonne, em Paris. Nesse período, sempre que possível, ia a Bruxelas visitar Arend. Em uma dessas visitas, encontrei-o muito feliz e alegre. Logo que entrei, ele foi informando: *recorda-se do nosso trabalho sobre estrelas duplas apresentado em Lille? Está sendo usado para corrigir as órbitas dos mísseis. A última vez que estive em Paris, com o General Vermotte, no Ministère de l'Air, em Paris, ele me cumprimentou pelo nosso excelente trabalho e lhe mandou um abraço.*

Assim, uma pesquisa que não tinha nenhum caráter militar acabou se transformando, na mão dos peritos em balística do Ministério da Aeronáutica de França, em um artefato aperfeiçoado que deve estar permitindo aos mísseis atingirem melhor os alvos militares ou, até mesmo, a colocação em órbita de satélites artificiais.

Na ciência, as contribuições que podem servir para salvar vidas também podem ser utilizadas em sentido oposto. Essa foi a razão pela

qual me provocaram enorme impacto as ingênuas declarações de alguns homens de ciência do Brasil, sobre a sua não participação nas atividades de pesquisas básicas que venham a contribuir para o desenvolvimento de uma tecnologia bélica. Ora, essa não participação é impossível. Toda pesquisa básica de caráter pacífico (não militar) pode contribuir para o aperfeiçoamento de uma aplicação militar. A sua recíproca é também verdadeira: toda pesquisa básica com objetivo militar pode contribuir para o aperfeiçoamento de uma aplicação à ciência básica.

AS PESQUISAS MILITARES CONTRIBUEM PARA A PESQUISA ASTRONÔMICA

Realmente as pesquisas militares podem contribuir para fins astronômicos. Com efeito, desde a Segunda Guerra Mundial, a maior parte das descobertas astronômicas tem sido realizada com equipamentos originalmente construídos para atividades militares.

O rápido desenvolvimento da radioastronomia só foi possível graças aos equipamentos de radar de-

envolvidos como esforço de guerra. Pouco antes do fim da guerra, o engenheiro inglês James Stanley Hey, na época trabalhando para o serviço de radar britânico, notou ocasionalmente emissões de rádio muito intensas provenientes do Sol. Da mesma maneira, Hey descobriu reflexões de radar produzidas pelos rastros de meteoros. Em consequência, as observações de radioastronomia do sol e radarastronomia de meteoros começaram a ser realizadas pelos militares seus próprios usuários, através do sistema de radar inglês.

Em 1946, logo após o fim da guerra, Hey e seus colegas de serviço começaram a usar os equipamentos bélicos, com a intenção de aperfeiçoar suas radioantenas, quando descobriram curiosos sinais de rádio de origem cósmica. Mais tarde, ficou provado que esses sinais eram oriundos da primeira fonte de rádio extragaláctica descoberta - *Cygnus A*.

Nos EUA, as primeiras observações de raios-X e ultravioleta distante, de origem solar, foram realizadas com os foguetes alemães V-2. Os avanços da astronomia infravermelha tiveram uma origem muito semelhante, baseada no progresso que a pes-

quisa bélica obteve com a construção e aperfeiçoamento de detectores infravermelhos. Aliás, muitos dos mais sensíveis sensores de raios infravermelhos foram desenvol-

Desde a Segunda Guerra Mundial, a maior parte das descobertas astronômicas tem sido realizada com equipamentos originalmente construídos para atividades militares.

vidos alguns anos após a Segunda Guerra, com finalidades militares. Por motivo de segurança, esses detectores ultra-sensíveis só foram colocados à disposição dos astrônomos no final dos anos 50 e início dos anos 60.

Uma prova evidente disso são as leis da física, tais como a idéia da ação e reação que deu origem aos foguetes usados, inicialmente, com objetivos pirotécnicos e que, mais tarde, entusiasmaram os pioneiros alemães e norte-americanos, levando-os a iniciar, com recursos próprios, os primeiros experimentos que deveriam tornar realidade o sonho das viagens aos outros planetas.

Infelizmente, esses pioneiros acabaram criando as

mais terríveis armas de destruição e terrorismo, que são os mísseis.

Por outro lado, a alta tecnologia bélica permite a forma mais covarde de luta: matar à distância sem ameaça à integridade do agressor, principalmente se este último não possui as mesmas armas como ocorreu com os foguetes V-2, lançados contra Londres, quase no fim da Segunda Guerra Mundial. Por outro lado, no entanto, foi com esses mísseis que chegamos aos satélites artificiais, com os quais se desenvolveram os meios de comunicação, salvando vidas e levando diversões aos lares mais distantes. Não devemos esquecer que esses mesmos satélites, através da televisão, levam também aos nossos lares as mais revoltantes imagens da morte de civis e militares na guerra, o que felizmente permite uma ação mais rápida de protesto. Não devemos esquecer, igualmente, que os satélites espíões de reconhecimento e alerta para um ataque nuclear foram um dos elementos fundamentais que acabaram com Guerra Fria e conduziram a um rápido desarmamento. Com os satélites foi possível a globalização, a democratização da infor-

mação graças à Internet, a tomada de consciência sobre a poluição dos mares e dos oceanos, e sobre os desmatamentos.

Aliás, a relação entre a vigilância militar e a astronomia não é nova. Galileu, em 1609, ao mostrar, no Senado de Veneza, a luneta que havia construído, chamou atenção para o seu valor na possibilidade de os venezianos observarem as tropas inimigas, a grande distância, fora do alcance de suas armas, sem poderem ser vistos pelos adversários. A importância militar da luneta galileiana impressionou de tal modo os senadores que, além de dobrarem o valor do salário de Galileu, nomearam-no professor vitalício da Universidade de Pádua.

A mesma interdependência entre o progresso científico e o militar pode ser encontrada em vários campos da ciência e da tecnologia, seja ela civil ou militar. É conveniente acentuar que não existe segurança econômica sem segurança militar. Uma potência economicamente forte tem que possuir um sistema de defesa militar forte. Não há dúvida que muitos dos mais urgentes

problemas de navegação, comunicação, detecção, logística e medicina, assim como os da mais violenta destruição, ocuparam as mentes militares, que, quando não desenvolvem sua própria pesquisa básica com fins belicosos, utilizam-se da pesquisa desenvolvida pela mente pacífica dos cientistas civis que fazem ciência pela ciência. Aliás, sem nenhum objetivo comercial, os cientistas acabam dando lucro à indústria e ao comércio, às vezes algumas décadas mais tarde.

Os cientistas são em geral incompreendidos pela grande maioria dos governantes e do povo que, em geral, não entendem que uma pesquisa sem aplicação prática imediata possa contribuir para a indústria.

No entanto, não devemos esquecer que é mais fácil em qualquer nação obter recursos para pesquisas com objetivos militares do que com fins pacíficos. Por outro lado, se os cientistas falham, as críticas são maiores, como ocorreu recentemente com relação ao telescópio espacial Hubble. Centenas de satélites de reconhecimento militar (espões) voltados para a Terra foram construídos nos EUA e URSS. Vários deles falharam

e jamais foram motivos de charge e críticas nos jornais de todo o mundo.

O problema da luta contra qualquer forma de guerra é uma opção de não violência que deverá orientar a educação do jovem desde a mais tenra idade. É um problema mais cultural. Sem ilusão, sabemos que a força foi o primeiro instrumento do homem no processo civilizatório. Com o desenvolvimento intelectual, a *violência* está sendo lentamente substituída pela *argumentação*, pela reflexão, pelo racionalismo. O caminho é longo. Mas lá chegaremos.

O TELESCÓPIO ESPACIAL, UM APERFEIÇOAMENTO DOS SATÉLITES MILITARES

Apesar de ter demonstrado a possibilidade do vôo espacial com base em dados científicos rigorosos, o engenheiro alemão Hermann Oberth (1894-1989), um dos pioneiros da astronáutica, teve seu projeto de tese, intitulado *Die Rakete zu den Planetenraumen* (*O foguete para os espaços interplanetários*), submetido à Universidade de Heidelberg em 1922, recusado, por ter sido considerado como muito *inverossímil*.

Foi esse visionário, para sua época, quem escreveu, pela primeira vez, em 1923, sobre as vantagens da instalação de um telescópio astronômico ao redor da Terra, acima da atmosfera. Após a Segunda Guerra Mundial, quando os foguetes utilizados pelos alemães, durante esse conflito, haviam demonstrado que os vôos espaciais eram viáveis, o astrônomo norte-americano Lyman Spitzer Jr. (1914-1997), no artigo *As vantagens astronômicas de um observatório extraterrestre*, publicado em 1946, imaginou que a colocação em órbita, ao redor da Terra, de um grande telescópio permitiria observações livres das distorções e interferências produzidas pela agitação atmosférica.

Como o seu precursor alemão, Spitzer teve que enfrentar, além das dificuldades de natureza orçamentárias, as críticas dos colegas que preferiam o lançamento de pequenos telescópios à construção de um único de grandes dimensões, como havia sido proposto em 1946.

Logo após a criação da NASA, em 1958, Spitzer conseguiu que fosse incluído no primeiro programa da agência espacial norte-americana o seu projeto de um

observatório astronômico orbital. Em 1964, criou-se o programa *Large Space Telescope*, cuja inicial LST, foi inicialmente associada à expressão Lyman Spitzer Telescope. Para evitar crítica de um culto à personalidade, Spitzer decidiu rebatizá-lo de *Hubble Space Telescope*, ou HST, com o objetivo de homenagear o astrônomo norte-americano Edwin P. Hubble (1889-1953), que, em fins dos anos 20, havia descoberto que o Universo encontra-se em expansão.

No início dos anos 60, em consequência da decisão do Presidente John Kennedy de enviar um astronauta à Lua, os fundos para as ciências espaciais foram generosamente aprovados pelo Congresso até 1966. Os efeitos da inflação crescente fizeram com que os orçamentos, após a missão Apollo, decrescessem. Durante o governo de Richard Nixon, foram cortados os três maiores programas da NASA: o vôo a Marte, as duas últimas missões Apollo e a estação espacial. Em 1972, a NASA conseguiu aprovar o desenvolvimento da *Space Shuttle*, nave espacial capaz de reduzir sensivelmente os custos dos lançamentos dos satélites, com o objetivo de

transformar o espaço em uma atividade comercial rentável. Para se ter uma idéia do corte, é suficiente recordar que o orçamento da NASA, no ano fiscal de 1974, da ordem de 3 bilhões de dólares, representava um terço do valor real nos anos generosos que antecederam a descida do primeiro homem na Lua.

Com receio de perder a batalha, Spitzer e seu colega, o astrônomo norte-americano John Bahcall, dividiram entre si a lista dos parlamentares e iniciaram sua luta no Congresso. Apesar das oposições de alguns colegas, Spitzer e Bahcall conseguiram convencer os políticos com argumentos técnicos e científicos sobre as vantagens do seu projeto. Assim, em 1977, o Congresso apoiava o projeto, com um custo inicial estimado em 435 milhões de dólares. O lançamento do telescópio espacial, programado para 1983, previa que o mesmo deveria permanecer operacional durante um período de 10 a 15 anos.

Um dos assessores científicos do Presidente Reagan, George A. Keyworth, ao opinar sobre a realização do projeto escreveu: *Não é uma tarefa difícil (construir o*

HST), pois já adquirimos uma considerável experiência na fabricação industrial desse tipo de engenho. O *HST* é novo, mas a tecnologia é a mesma usada no sistema militar. Na realidade, durante as últimas duas décadas, satélites de fotorreconhecimento, os *espões do céu*, como eram conhecidos, vinham realizando um papel muito importante e indispensável segundo os militares, na vigilância dos territórios da URSS. Eles nada mais eram que um telescópio espacial simplificado. Com efeito, construir um telescópio espacial, como o *HST*, resumia-se em redesenhar um *satélite espão* que olhasse para cima e não para baixo. Essa opinião dos militares, que conheciam o quanto o governo norte-americano havia gasto, utilizando espelhos de 1 até 2,40 metros de diâmetro, em geral construídos na indústria óptica francesa REOSC para os satélites espões, nada significava em relação aos recursos que seriam dispendidos para transformar em realidade o *sonho de Spitzer*. Tal parece ser a razão pela qual escolheu-se para diâmetro do primeiro telescópio espacial, o *Hubble*, esse valor limite adota-

do pelos militares em seus satélites espões. Por outro lado, os desenvolvimentos tecnológicos exigidos pelos astrônomos seriam de grande utilidade no aperfeiçoamento dos satélites com fins militares.

Na realidade, comportam-se muito ingenuamente os brasileiros que, lutando pelo desenvolvimento da pesquisa espacial no Brasil, não desejam uma cooperação recíproca entre esses dois setores, talvez desconhecendo que a astronomia em raios-gama, bem como toda a tecnologia de detectores fotoelétricos ultrasensíveis em infravermelho, atualmente usados pelos astrônomos em suas observações, surgiu em laboratórios militares e/ou foi financiada pelos recursos provenientes dos ministérios de defesa, como ocorreu com o astrônomo francês André Lallemand (1904-1978) que, no Observatório de Paris, durante vários anos, recebeu recursos do Ministério da Marinha para desenvolver a sua famosa câmara, imprópriamente designada entre os leigos no Brasil de *telescópio eletrônico*, bem como as suas ultrasensíveis fotomultiplicadoras, que permitiram importantes estudos

sobre o brilho das estrelas muito tênues, sem contar as vantagens da aplicação dessas técnicas à medicina e à televisão.

As pesquisas realizadas, com recursos militares, no Observatório de Bordeaux, com a pesquisa fotométrica e, no Observatório de Ceraga, com telemetria a laser, destinavam, no primeiro, a detectar os satélites espões e, no segundo, visavam a atingir alvos, técnica mais tarde aplicada à Guerra nas Estrelas. A concepção de óptica adaptativa - a mais avançada tecnologia de observação astronômica capaz de compensar a agitação atmosférica - foi inicialmente desenvolvida pelos militares para aperfeiçoar as emissores de raios laser, destinados a destruir os satélites artificiais inimigos no projeto da Guerra nas Estrelas.

PESQUISA MILITAR, UMA NOVA VISÃO DE SUA APLICAÇÃO ÀS INDÚSTRIAS CIVIS.

Até o fim dos anos 70, raciocinava-se em relação à pesquisa e ao desenvolvimento militar como um fator de estímulo ao aparecimento de novas tecnologias

aplicadas às indústrias civis. Essa noção de *subprodutos tecnológicos*, oriundos das pesquisas realizadas pelas indústrias militares, mostrava a enorme vantagem dos benefícios indiretos dos gastos com as pesquisas de natureza militar à sociedade civil. Essa tese dos subprodutos, ou melhor do papel da pesquisa voltada para fins militares como um agente estimulador no plano tecnológico, permaneceu por diversos anos solidamente aceita, com base na justificativa segundo a qual eram enormes os subprodutos civis gerados a partir das pesquisas militares.

Em 1987, o ministro francês da Defesa, André Giraud ao apresentar o seu programa militar justificou-o como uma *locomotiva da tecnologia industrial*, numa referência direta às idéias sustentadas com base no *modelo norte-americano*.

Na realidade, a história industrial no período de 1950-1965 foi significativamente marcada por uma sucessão de importantes adaptações, - quase direta e a custos muitos baixos de produtos fabricados com objetivos militares. As demandas militares, criadas e concebidas por uma indús-

tria que funcionava em um mercado exclusivo e protegido, permitiam o desenvolvimento e a produção de produtos industriais aplicáveis às atividades civis.

Aliás, desde os anos 60, a astronáutica e a aeronáutica forneceram muitos exemplos desse tipo de situação. Na aeronáutica, podemos citar o exemplo do Boeing 707, que derivou diretamente do abastecedor militar KC135. O surgimento do Boeing 747 e do DC 10 só foi possível graças às tecnologias desenvolvidas para o avião de transporte que a força aérea dos EUA lançou alguns anos antes. Ao contrário desse tipo de adaptação, oriundo de produtos militares, aconteceu também a criação de produtos provenientes das demandas militares, como ocorreu na indústria de computadores e de componentes eletrônicos que cresceram, no início, graças às subvenções, às pesquisas e ao desenvolvimento que serviam aos mercados exclusivamente militares. No final dos anos 60, cerca de 50% dos gastos com pesquisas e desenvolvimento da indústria de calculadoras eletrônicas foram subvencionados pelo Departamento de Defesa dos EUA.

O desenvolvimento dos circuitos integrados esteve em grande parte associado à história da planificação criadora e às técnicas ousadas desenvolvidas pela Força Aérea dos EUA. Foram os créditos de pesquisas e as encomendas militares que permitiram às empresas como a Westinghouse, e depois a Texas Instrument e a Fairchild, assumirem o papel de líderes mundiais no setor dos componentes eletrônicos.

Os satélites de telecomunicação espacial, origem dos mais avançados meios de navegação virtual, derivaram diretamente dos satélites artificiais. De início desenvolvidos exclusivamente para fins militares, os satélites têm atualmente uma ampla aplicação em todos os setores da vida civil. Urge acentuar que a astronáutica surgiu com recursos orçamentários exclusivamente estatais, pois a iniciativa privada não imaginou que o espaço fosse um dia fonte de lucro, como ocorre hoje com as telecomunicações e as empresas de transporte espacial, como a Ariane, financiada exclusivamente com capital privado.

Com o crescimento da indústria eletrônica japone-

sa, durante o decênio de 1970, assim como o acentuado desenvolvimento das empresas Philips e Siemens, o papel motor das mudanças técnicas mais importantes passou do setor militar para o mercado civil. Em consequência, nos anos 80, nos EUA, a noção de *subproduto tecnológico* começou a ser abandonada e ganhou vida a idéia da *tecnologia de uso duplo* (*dual-use technology*), segundo a qual as tecnologias têm aplicações e finalidade duplas sejam elas civis e/ou militares. Essa expressão, tecnologia de uso duplo, surgiu associada à perda de competitividade industrial bem como em virtude do enfraquecimento do domínio tecnológico dos EUA em relação às indústrias eletrônicas japonesas e alemãs, especialmente em relação às novas tecnologias de natureza genérica, como ocorreu com o advento da microeletrônica. Na realidade, essa revolução em relação à noção dos *subprodutos tecnológicos*, mostrou a importância, para o comércio exterior dos EUA, de agir simultaneamente em duas frentes. Ao contrário do que se acreditava até então, o que de fato

acontecia era uma , *guerra de duas frentes* (*two front war*) - uma contra a URSS no plano estratégico e outra contra o Japão e os outros países industrializados,

A astronáutica surgiu com recursos orçamentários exclusivamente estatais, pois a iniciativa privada não imaginou que o espaço fosse um dia fonte de lucro, como ocorre hoje com as telecomunicações e as empresas de transporte espacial, como a Ariane, financiada exclusivamente com capital privado.

no plano comercial. Em consequência, surgiu uma reorganização da política do Departamento de Defesa dos EUA , que não se viu reduzido no seu papel mas, ao contrário, redirecionalizado. Assim, em 1981, criaram-se duas listas de tecnologias críticas, um autêntico desmembramento da indústria militar, ou melhor, uma reorientação da política do Departamento de Defesa. A primeira lista de tecnologias militares emergentes (*Military Emergent Technology Awareness* - METAL), tem como finalidade a possibilidade de permitir que o Departamento de Defesa indique as tecnolo-

gias emergentes que devem ganhar grande importância nos próximos anos. A segunda lista, Lista Militar de Tecnologia crítica (*Military Critical Technology List* - MCTL), é autêntico catálogo que compreende todas as *tecnologias de uso duplo* (microeletrônica, informática, aeroespacial, nuclear, óptica, lasers, telecomunicações, etc.) que são suscetíveis de serem objetos de controle e interdição de exportações.

Em consequência dessa nova visão, o Departamento de Defesa deu mais ênfase à sua agência de pesquisa de projeto de defesa avançada (*Defense Advanced Projects Research Agency - DARPA*) que, com apoio do Congresso do EUA, montou um programa de pesquisa e desenvolvimento com participação de empresas norte-americanas que não estavam regularmente associadas às indústrias militares, como aquelas que se ocupam da produção informatizada e da criação de robôs. Tal cooperação, da qual participam as maiores empresas norte-americanas de eletrônica, tem como objetivo tentar recuperar e manter o primeiro lugar entre as indústrias de com-

ponentes. Na realidade, visa a auxiliar a pesquisa em setores designados como de *tecnologia crítica*, como a das telas de alta definição, supercondutividade, componentes ultra-rápidos, inteligência artificial etc.

IMPORTÂNCIA DA ASTRONOMIA NA HISTÓRIA MILITAR

Diversos eventos da História Militar, em particular nos da Segunda Guerra Mundial, foram determinados em função das condições astronômicas. Os momentos desses eventos, sejam eles fugas, invasões, desembarques e ataques, foram programados em função das condições de iluminação lunissolar, da intensidade das marés e da época das festas estabelecidas com base num calendário lunar.

De início, pode-se pensar que a melhor condição para um combate ocorre na lua nova, numa ação secreta, ou na lua cheia, se o campo é mal conhecido. De fato, a lua cheia fornece luz durante toda a noite. Nessa ocasião o nosso satélite nasce próximo ao pôr-do-sol, início do crepúsculo, alcança o seu ponto mais alto

acima do horizonte à meia-noite e, finalmente, põe-se próximo do nascer do sol. Ainda melhores podem ser as condições criadas por uma lua gibosa, diversos dias depois da lua cheia. Nessa fase, a Lua nasce depois do anoitecer, transita pelo meridiano local depois do meio-dia, permanecendo brilhante e relativamente alta no céu até o amanhecer.

Alguns ataques exigiram uma noite com iluminação lunar especial, uma lua gibosa, como durante o *ataque de Pearl Harbor*, no Havaí, em 7 de dezembro de 1941.

A grande batalha de *El Alamein*, em 23 de outubro de 1942, no norte da África, foi programada para ocorrer, durante a lua cheia, de modo que os engenheiros afiados pudessem usufruir da luz adicional que os ajudassem a cruzar o extenso campo minado que defendiam as posições alemãs. Ao contrário, alguns assaltos, como a *batalha de Bulbe*, em 16 de dezembro de 1944, ocorreram em noite sem lua, para tomar a ação mais clandestina. Com esse mesmo objetivo de trabalhar na calada da noite, aproveitou-se para programar a ação militar durante a lua nova,

levando em conta a ocorrência, nessas épocas, das marés de sizíguas, quando se produzem as marés mais altas e, portanto, as mais favoráveis a uma ação como a de desembarque. Assim, é possível ultrapassar uma maior extensão de praia com menor esforço dos soldados, que, em suas embarcações, podem atingir um ponto mais avançado da costa, onde pretendem estabelecer uma cabeça de praia, base fundamental para todas as ações subseqüentes ao desembarque.

Além das condições de iluminação lunar, é necessário escolher a posição que a Lua se encontra em relação à Terra, quando ocorrem as marés de *águas-vivas* ou de *águas-mortas*. Assim por exemplo, durante as marés de águas-vivas, que acontecem duas vezes por mês, em virtude de estar a Lua na sizígia, ou seja, na lua nova ou na lua cheia, são mais fáceis os desembarques, como muito bem sabem os marinheiros há séculos. Aliás, como nos ensinam todos os livros de astronomia elementar, as forças das marés provêm da ação da Lua e do Sol, que, associados entre si, podem aumentar, ou melhor, intensificar os seus efeitos. No entanto, não são

bem conhecidas as *marés de perigeu*, também muito mais intensas que as anteriores, e que também ocorrem mensalmente, quando a Lua se encontra mais próxima à Terra (perigeu). Se o instante do perigeu vier a coincidir com a sizígia, temos as marés de águas-vivas perigeanas, as mais altas que podem ocorrer durante o ciclo lunar.

Em oposição às marés de sizíguas, podem ocorrer justamente o oposto, ou seja, às marés de águas mortas ou marés de quadraturas que acontecem duas vezes por mês, próximo ao quarto-crescente ou ao quarto-minuante. Acentuando ainda mais a vazante, existem as *marés de apogeu* que ocorrem uma vez por mês, quando a Lua se encontra mais afastada da Terra (apogeu). Se esse momento de águas-mortas coincidir com o das marés de apogeu, o efeito conjunto fará com que o nível do mar seja o mais baixo possível. Tanto uma condição como a outra podem ser fundamentais para o sucesso de um desembarque anfíbio.

A ação conjunta militar das forças anglo-americanas, comandadas pelo general Eisenhower, que provocou a ruptura da frente alemã e possibilitou aos aliados atin-

girem o centro da França, teve a sua data programada em função da Lua. Com efeito, o desembarque da Normandia, a 5 de junho de 1944, foi escolhido com base na lua cheia do dia 6 de junho e no perigeu do dia 11 de junho. Como se tratava de um desembarque anfíbio, com apoio de tropas aerotransportadas de pára-quedistas lançados nas retaguardas alemães, optou-se pela lua cheia, pois o luar e as marés de sizíguas facilitavam tanto o desembarque marítimo como o aéreo.

A invasão da costa normanda pelas tropas anglo-americanas e canadenses, *Operação Overlord*, foi minuciosamente estudada durante longos meses em sigilo absoluto, quanto às condições meteorológicas, às influências lunares (iluminação e maré) e à frente de ataque a ser escolhida. A invasão foi precedida de uma eficaz preparação aérea sobre a Europa Central, de 2 a 6 de junho de 1944, quando a Lua se encontrava em sua fase gibosa, como no ataque de Pearl Harbor. Essa luz lunar permitiu visualizar melhor as fortificações alemãs do muro do Atlântico, desde Cherbourg ao Passo de Calais. A invasão, mar-

cada para 5 de junho, foi adiada em virtude das tempestades. Uma frente de 80km desembarcou, às 6h30min, de 6 de junho, quando foram lançadas de pára-quedas três divisões aerotransportadas, ao mesmo tempo que se efetuava o desembarque de cinco divisões conduzidas a bordo de 4.266 navios de transporte, escoltados por 722 navios de guerras. Quatro mil barças de desembarque e mais de 11 mil aviões estiveram em ação. Não houve resistência aérea, pois os aliados haviam reduzido ou quase aniquilado a força aérea alemã (Luftwaffe). No período de 7 a 11 de junho, data do plenilúnio ao perigeu, antes que os alemães pudessem reagir, as tropas desembarcadas se juntaram às aerotransportadas. Uma cabeça-de-ponte contínua se estabeleceu de Montebourg ao norte de Caen, quando 325 mil homens puderam desembarcar, graças aos portos artificiais e cais flutuantes que tinham o nome cifrado de *Mulberry*.

No Brasil, desde a época colonial, a colaboração dos militares foi fundamental para o desenvolvimento científico e tecnológico, assim como para as atividades de ensino e cultura. 