

Robótica

J. A. M. Felipe de Souza

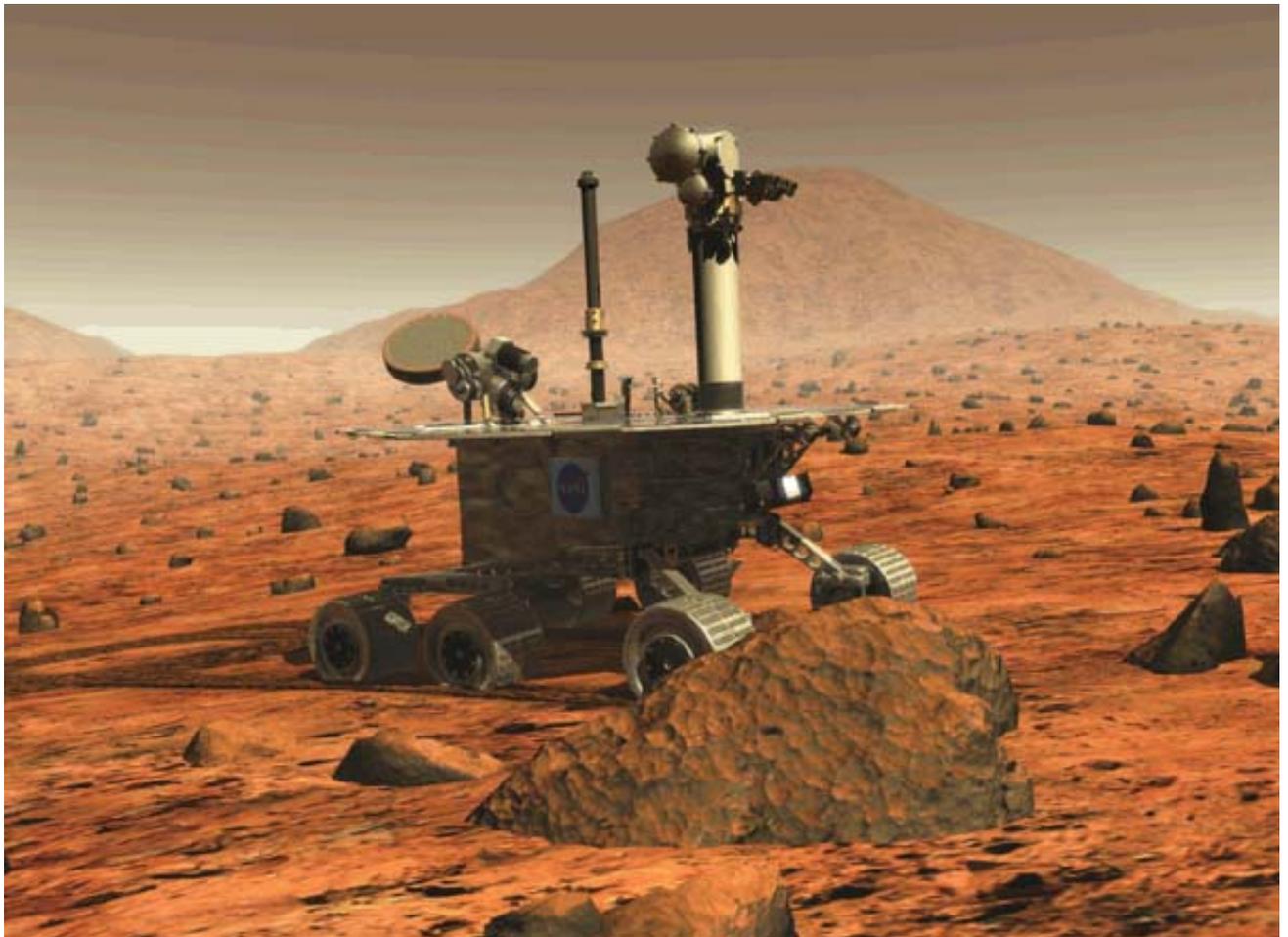
6. - Robôs no espaço

O space shuttle (vaivém espacial).

O spacewalker (veste robótica).

Robôs em Marte.

Sondas espaciais robôs.



Mars rover, um *robô* que anda na superfície de Marte.

Robôs no espaço

Os *robôs* que vão no espaço mereceram este capítulo especial para eles.

Claro, os *robôs* que vão no espaço são *robôs não industriais* e portanto poderiam se enquadrar nos *robôs* que vimos no capítulo 4.

Mais especificamente, entre os *robôs* que vão em zonas de difícil (ou *impossível*) acesso para nós seres humanos.

Já vimos no capítulo 4: os *robôs* que actuam em *locais de altas temperaturas*, em *locais radioactivos*, em *reactores nucleares*, no *fundo do mar*.

Certamente os *robôs* que vão no espaço são um outro exemplo desta classe e aqui neste capítulo vários exemplos serão mostrados:

- ➔ o *braço robótico* do '*space shuttle*' (*vaivém espacial*) que põe satélites em órbita ou faz reparações nos mesmos;
- ➔ o '*spacewalker*', a *veste robótica* que permite os astronautas a *andarem* no espaço;
- ➔ o '*Mars rover*', o *robô* que anda na superfície do planetas Marte;
- ➔ as *sondas espaciais* norte americanas *Mariner*, *Viking* e outras, que foram, sem tripulação, para outros planetas;
- ➔ etc.



Astronauta com *veste robótica* opera no espaço com o *braço robótico* do *space shuttle*.

O space shuttle (vaivém espacial).

Os '*space shuttle*'s (vaivém espaciais):

- ➔ Endeavor;
- ➔ Discovery;
- ➔ Atlantis.



Fig. 1 - O '*space shuttle*' (vaivém espacial).

têm *braços robóticos*.

Assim como também os tinham:

- ➔ Challenger;
- ➔ Columbia.

que foram outros *vaivém espaciais* mas não existem mais, depois dos acidentes de 1986 e 2003 respectivamente.



Fig. 2 - O *braço manipulador robótico* do *space shuttle* no espaço.

Os '*space shuttle*' (vaivém espaciais) não são aviões normais que só voam dentro da nossa atmosfera. Eles são preparados para irem no espaço.

Eles são lançados pela NASA do Kennedy Space Center, que fica no Cabo Canaveral (*Cape Canaveral*), na Florida, EUA.



Fig. 3 - Um '*space shuttle*' (vaivém espacial) antes e durante o lançamento, isto é, o levantar voo.

Os *space shuttle's* (*vaivém espaciais*) são veículos espaciais re-usáveis. Ao contrário de seus predecessores (Apollo's ou Gemini's por exemplo).

Eles levantam voo como um foguete, operam no espaço como uma nave espacial e aterram de volta na Terra como um avião.

Entretanto, eles fazem uso dos para quedas na fase final da aterragem para abrandar a velocidade.



Fig. 4 - O '*space shuttle*' (*vaivém espacial*) aterra como um avião normal, mas usa para quedas na fase final da aterragem.

Os '*space shuttle*' (*vaivém espaciais*) voam a mais de 27,5 mil km/h quando estão no espaço, a cerca de mil km/h na re-entrada da Terra e entre 300 e 350 km/h quando aterram.

Os '*space shuttle*' (*vaivém espaciais*) aterram de volta na base de *Edwards* (*Edwards Air Force Base*) que fica na Califórnia.

Depois disso ele é transportado de volta para o *Kennedy Space Center* em cima de uma aeronave, o jacto Boeing 747.



Fig. 5 - O '*space shuttle*' (*vaivém espacial*) sendo transportado por um Boeing 747.

Após 2 semanas de preparo o '*space shuttle*' está pronto para a próxima missão espacial.

Os *braços robóticos* dos '*space shuttle*' (*vaivém espaciais*) têm 6 graus de liberdade, 2 ombros, 1 cotovelo e 3 pulsos.



Fig. 6 - O sofisticado *braço manipulador robótico* do *space shuttle* (*vaivém espacial*), também chamado de *Canadarm*, que tem 6 graus de liberdade.

Esses *braços robóticos* são fabricados para a NASA pela CSA (Canadian Space Agency, ou *Agência Espacial Canadense*), que os batizou de "*Canadarm*".

Com o *Canadarm* o *space shuttle* coloca satélites nas suas órbitas ou repara objectos no espaço controlado pelo astronauta na cabine de comando do vaivém espacial.



Fig. 7 - O *braço manipulador robótico* do *space shuttle* colocando um satélite em órbita (à esquerda) ou reparando o telescópio Hubble (à direita).

Foi com o auxílio do *Canadarm* que a NASA conseguiu reparar o no espaço o telescópio espacial Hubble em 1993.

O astronauta olha com auxílio das câmeras que estão localizadas no próprio *braço do manipulador (Canadarm)*.

Este *braço mecânico (Canadarm)* do '*space shuttle*' (*vaivém espacial*) tem 17,6 metros de comprimento e manipula cargas de até 116 toneladas.



Fig. 8 - O *braço manipulador robótico* do *space shuttle* colocando um satélite em órbita e o nosso planeta Terra ao fundo.

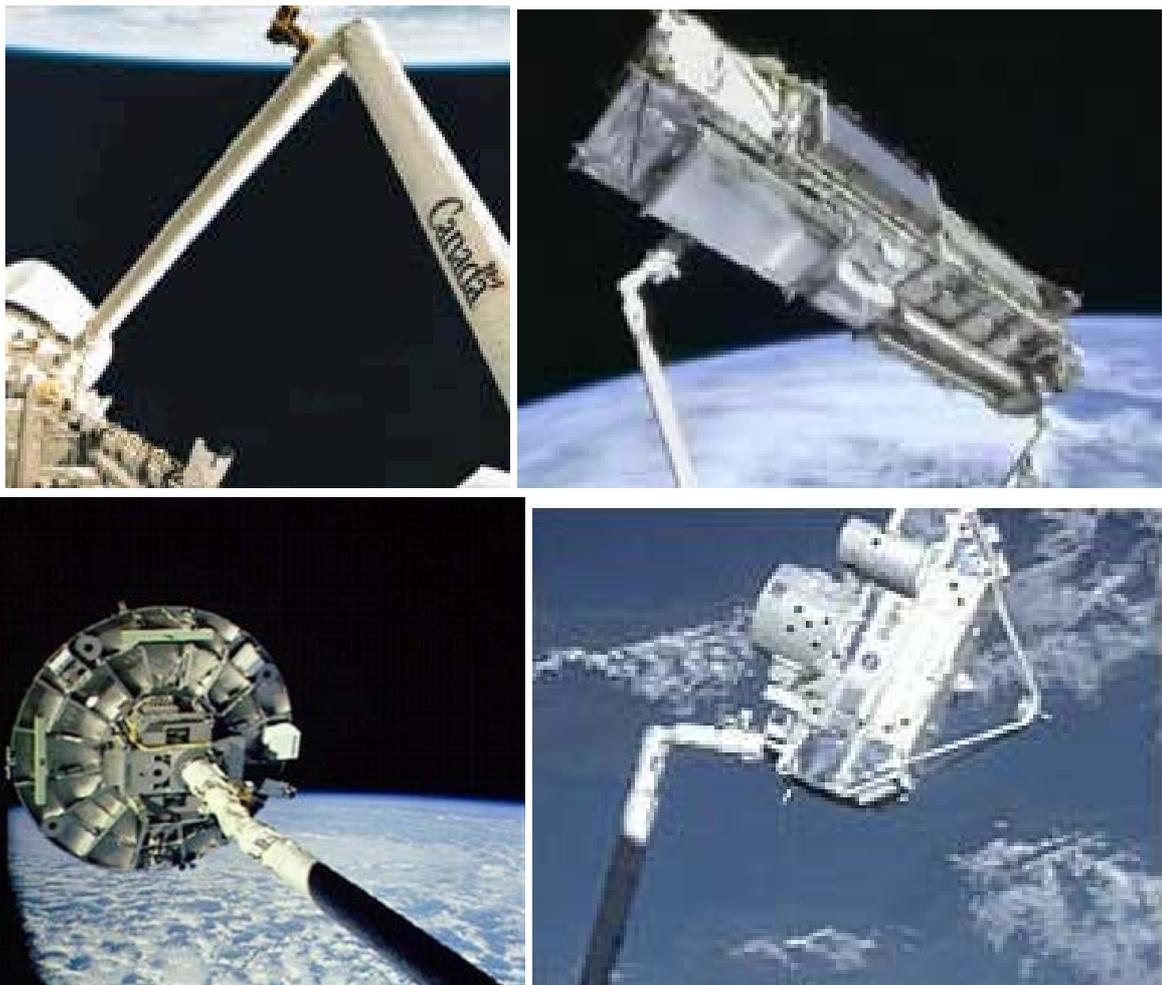


Fig. 9 - O *braço manipulador robótico* do *space shuttle* colocando satélites em órbita.

O spacewalker (veste robótica).

O “*spacewalker*”, que significa *andador espacial*, é uma veste robótica projectada para os astronautas poderem se deslocarem no espaço livre (ou *andarem no espaço*, como o seu nome diz).

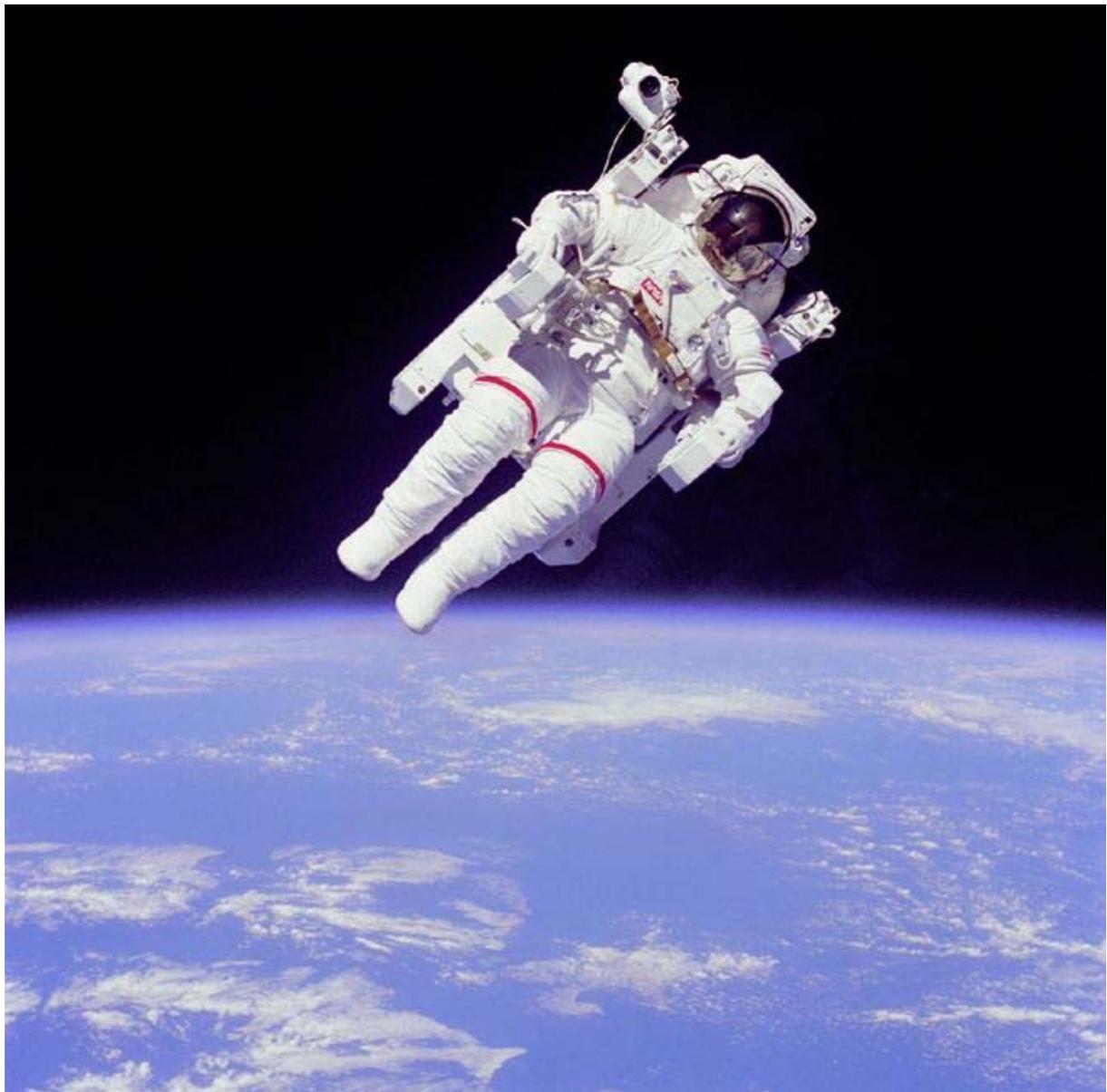


Fig. 10 - *Spacewalker* usado por astronautas do *space shuttle*, a veste robótica que permite o astronauta a deslocar-se (*andar*) no espaço.

Os *spacewalker*'s usados actualmente pela NASA (na era dos *space shuttle*'s) são bastante sofisticados.

Eles são a evolução de outros *spacewalker*'s usados antes pela NASA desde os anos 60: nos programas Gemini (1965), Apollo (1969-1972) e no Skylab (1973-1979), etc.

Edward H. White foi o primeiro astronauta norte-americano a caminhar no espaço. Ele deixou a cápsula da Gemini 4 para um passeio de 20 minutos no espaço, em Julho de 1965.



Fig. 11 - Edward White, o primeiro astronauta a sair da nave e andar no espaço em 1965, usou uma veste robótica "*spacewalker*".

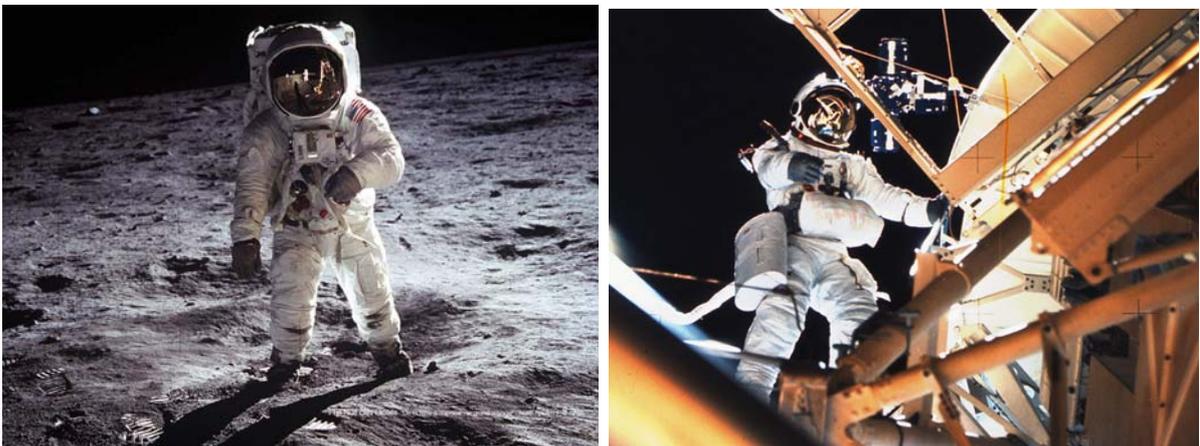


Fig. 12 - Astronauta com uma veste robótica "*spacewalker*" antiga, na lua, na época do Programa Apollo, 1969 (à esquerda) e no Skylab, 1973 (à direita).

Os astronautas que têm que andar no espaço requerem sistemas complexos de controlo térmico nos seus fatos (*spacewalker's*), devido às elevadas diferenças de temperatura entre a luz e a sombra no vácuo do espaço.

Entretanto, estes fatos (*spacewalker's*) tornam-se *robóticos* porque possuem diversos comandos que permitem aos astronautas movimentarem-se no espaço onde eles não têm nenhum apoio.

No capacete dos *spacewalker's* os astronautas podem ver um vídeo previamente preparado pela NASA para cada missão no espaço.

Neste vídeo o astronauta vê os detalhes das operações a serem feitas. Desta forma eles podem, por exemplo, reparar satélites no espaço.

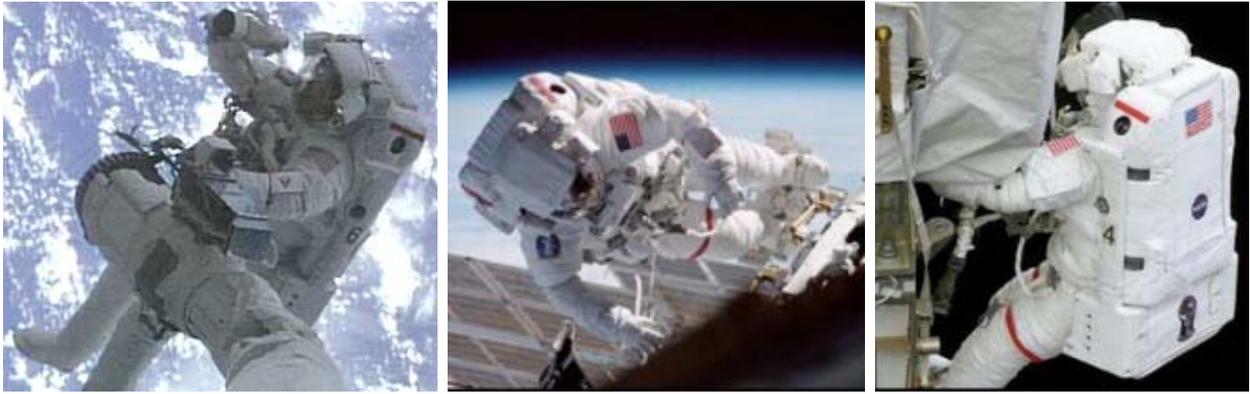


Fig. 13 - Astronautas com a moderna veste robótica “*spacewalker*” da *space shuttle* em operação no espaço. Na foto da esquerda, junto com o *braço robótico* da *space shuttle*.

Robôs em Marte.

A exploração de Marte também nos dá um grande exemplo de aplicação de Robótica.

Entretanto, muito antes do homem colocar um veículo para andar no solo de Marte ele andou com um veículo na Lua.

O programa Apollo da NASA começou em 1966 a Apollo 01 com vistas a chegar na lua.

Este objectivo finalmente foi alcançado em Julho de 1969 com a Apollo 11.

As Apollo's seguintes recolheram muitas amostras lunares.

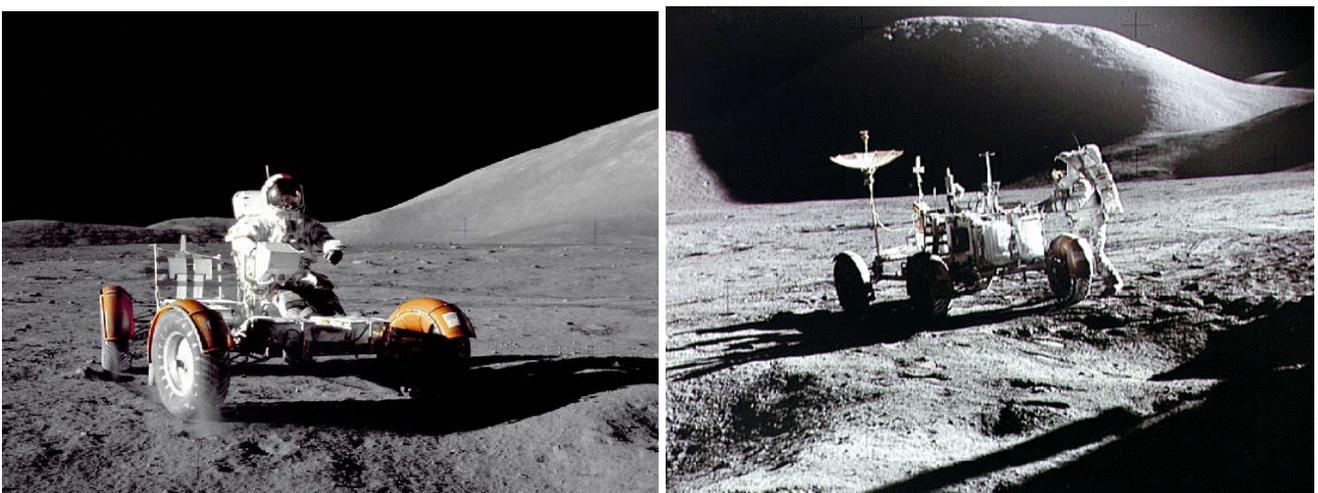


Fig. 14 - *Moon rover*, um veículo que andou no solo Lunar muito antes do *Mars rover*.

As últimas três missões Apollo (15, 16 e 17) levaram o *Moon rover*, um veículo que andava no solo lunar a uma velocidade de 13 km/h.

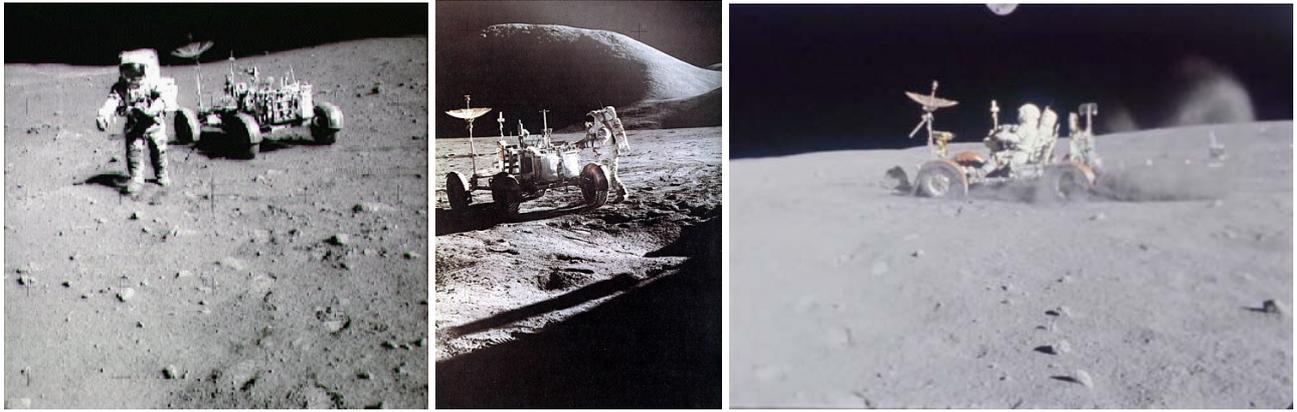


Fig. 15 - Astronauta Eugene Cernan fazendo excursões na Lua com o *Moon rover*.

O *Moon rover* não era um *robô*, era um veículo. Mas era um veículo especial para andar na Lua, que tem condições (gravitacionais, atmosféricas, etc.) diferentes das de um veículo aqui na terra.

Além disso, o *Moon rover* possuía um sistema especial de orientação para os astronautas saberem a posição que estavam em relação ao módulo de aterragem e desta forma não ficarem perdidos na Lua durante as excursões que fizeram.

Muito se aprendeu com esse *Moon rover* para o projecto do *Mars rover*.

A última nave deste programa foi ao espaço em Dezembro 1972. Era a Apollo 17 e seus astronautas Eugene Cernan e Harrison Schmitt são os últimos seres humanos a pisarem no solo lunar.

Eles também foram os que mais tempo passaram na Lua, 75 horas; e maior distância percorreram com o *Moon rover*, 19 km.



Fig. 16 - O *Moon rover* (ao longe) se afastando do módulo de aterragem.

Os *robôs* que andam em Marte: os *Mars rover* têm que ser realmente autônomos.

Isso porque as comunicações (*via sinal de rádio*) entre a Terra e Marte levam muitos minutos: Cerca de 3 minutos quando os dois planetas estão próximos um do outro, e mais de 20 minutos quando eles estão distantes um do outro. Isto só num sentido.

Portanto, os *robôs Mars rover*, embora recebam comandos da Terra, não podem ser operados da Terra.

Eles têm que saber tomar decisões, como por exemplo para contornar obstáculos ou evitar cair em algum buraco ou algum desnível mais profundo do terreno.

O primeiro *veículo espacial robótico* a ser posto no solo marciano foi o *Mars rover Sojourner*. Ele era simples pois era uma primeira experiência.

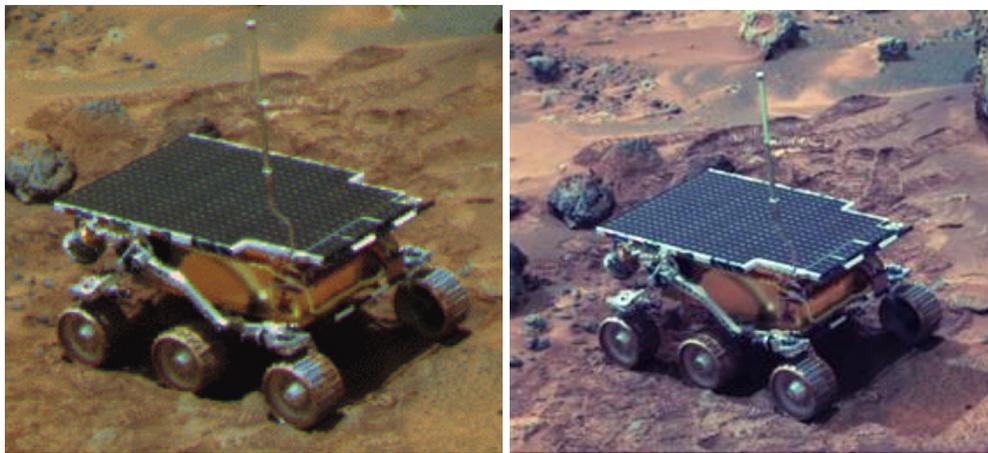


Fig. 17 - *Mars rover Sojourner*, o primeiro *veículo espacial robótico* a ser posto no solo de Marte.

Em 2004 então chegou a Marte o *veículo espacial robótico Mars rover Spirit* que pesa 185 kg e anda cerca de 100 metros por dia.



Fig. 18 - *Mars rover Spirit*, um *robô* que anda na superfície de Marte.

O *Mars rover Spirit* foi compactado dentro da nave não tripulada *Mars Surveyor* na viagem de 480 milhões de quilômetros que o levou até Marte e lá então se abriu.

O *Mars rover Spirit* andou durante 591 dias marcianos por uma região em Marte, *explorando, fotografando e enviando sinais* para Terra, e chegando até três quilômetros distante do ponto onde aterrou.

Sondas espaciais robôs.

Para os *Mars rover Spirit* e *Sojourner* poderem andar na superfície de Marte eles tiveram que ser para lá levados por uma sonda espacial.

As *sondas espaciais não tripuladas* são outros exemplos de *robôs* no espaço pois elas também têm que ser autônomas.

As sondas espaciais *Mariner's*, *Viking's* e outras já sobrevoaram, e algumas também pousaram, em outros planetas (*Mercúrio, Vénus e Marte*) enviando dados importantes das condições atmosféricas e da superfície dos mesmos.

A *Mariner 2* foi a primeira nave espacial que teve sucesso em voar em um planeta fora da Terra.

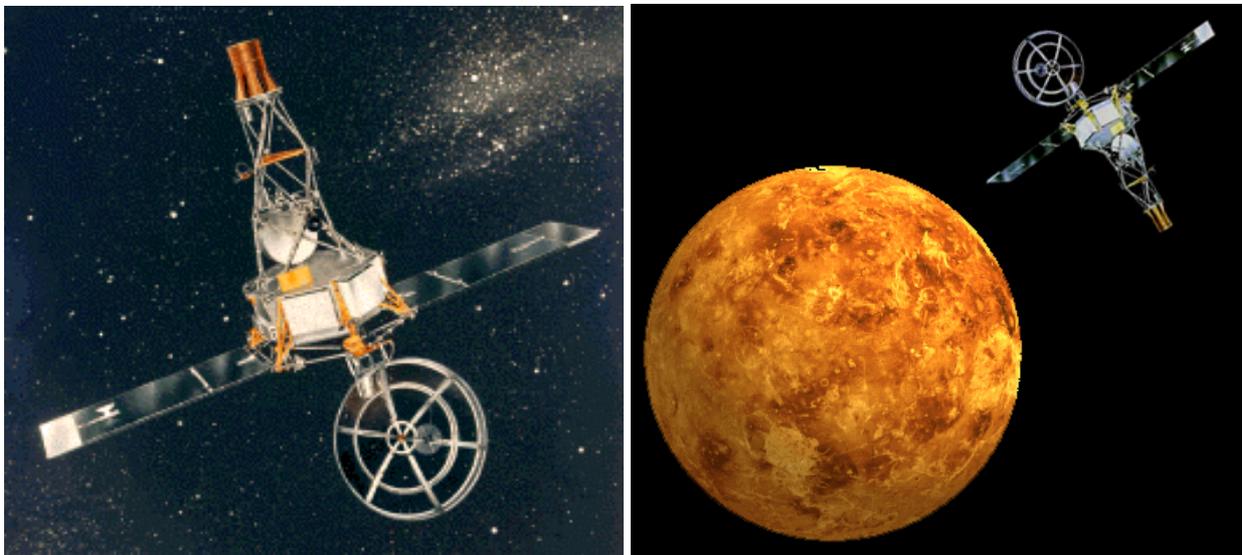


Fig. 19 - A *Mariner 2*, a primeira nave espacial interplanetária, em seu voo que orbitou o planeta Vénus, 1962.

A *Mariner 2* foi lançada pela NASA (Estados Unidos) em 27 Agosto 1962, pesava 298 kg, carregava 6 instrumentos científicos e fez uma viagem de 108 dias para chegar a Vénus.

Depois de passar a 34.916 km do planeta Vénus em 14 Dezembro 1962 a *Mariner 2* continuou pelo espaço a caminho do sol transmitindo continuamente para a Terra.

Essas transmissões eram sinais com medidas científicas de poeira interplanetária, magnetismo, raios cósmicos e plasma solar, assim como dados de engenharia do estado e da performance da própria sonda espacial *Mariner 2* para a NASA poder avaliar a saúde da mesma.

Em 3 Janeiro 1963 nós perdemos o seu contacto quando ela então estava a 86,9 milhões de quilómetros da Terra, já quase na metade do caminho para o sol.

Houve outras missões *Mariner's* depois dessa, mas foram para Marte.

Mariner 4, em 1964, foi a primeira nave espacial a chegar a Marte. Tirou 22 fotos a 9 mil km de distância.

Mariner 6 e *7*, ambas em 1969, já enviaram um total de 200 fotos de Marte a 3 mil km de distância do planeta.

Mariner 9, em 1971, foi a primeira que orbitou Marte e procurou identificar locais para pousos no futuro.

Em 1975 iniciaram as missões *Viking's*, as primeiras a pousarem no planeta Marte em 1976.

Viking 1 e *Viking 2* tinham um módulo ("*lander*") que saíram de dentro delas e aterraram em Marte enquanto que o módulo principal ("*orbiter*") ficava orbitando o planeta e fizeram um mapeamento global.

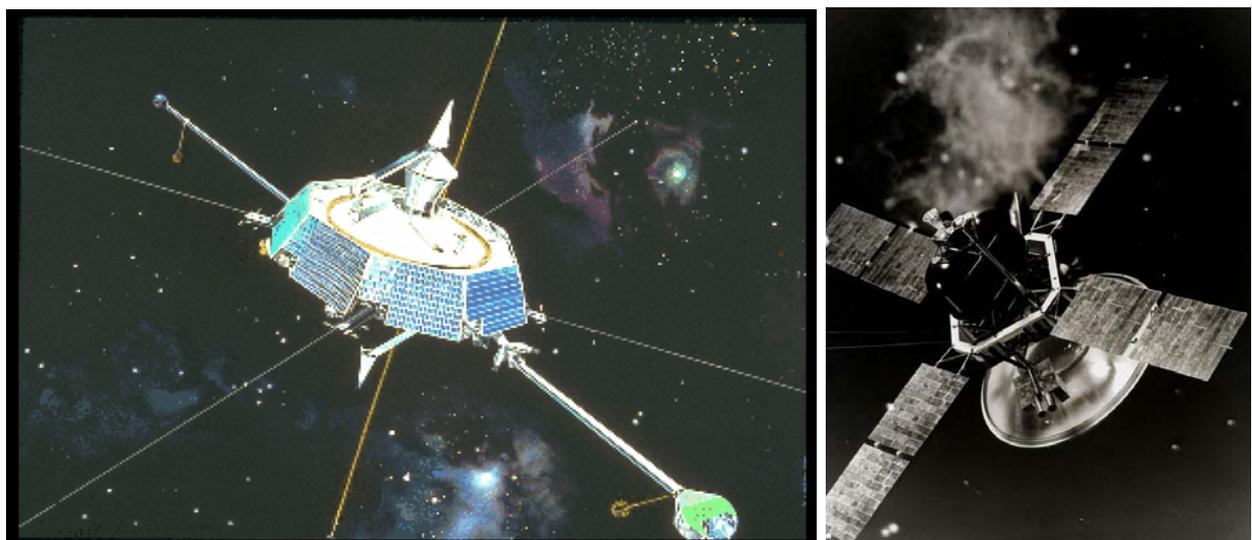


Fig. 20 - As sondas *Viking 1* e *Viking 2*, as primeiras naves espaciais a pousarem no planeta Marte, 1976.

Os módulos “*lander*” da *Viking 1* e depois *Viking 2* pousaram em diferentes locais da superfície de Marte, fizeram análises bioquímicas do solo marciano, investigaram a presença de água e dióxido de carbono e enviaram no total mais 4500 fotos do planeta antes de perderem o contacto.

Houve várias outras missões a Marte desde a *Viking's 1 e 2*.

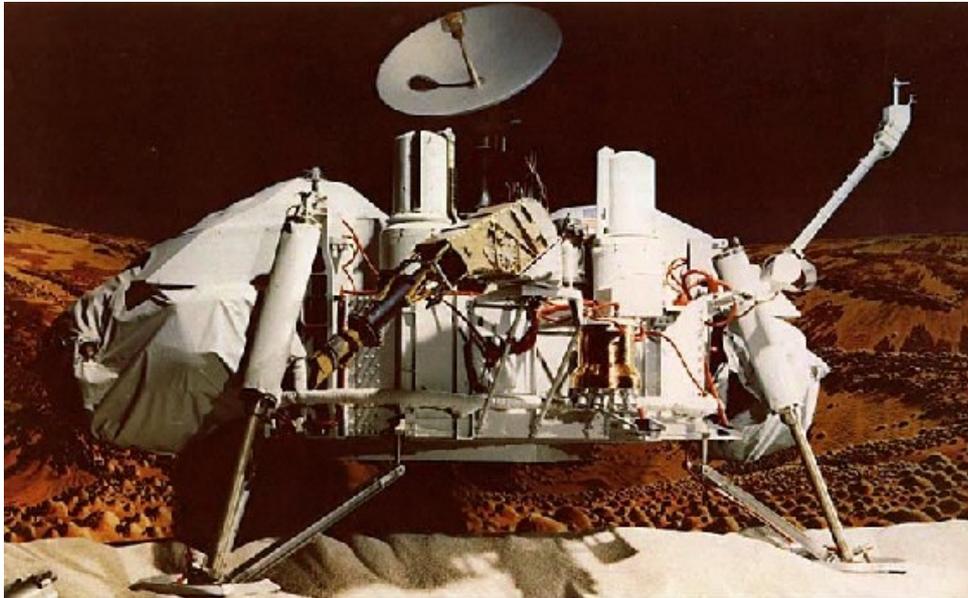


Fig. 21 - *Viking 1*, módulo que aterrou em Marte, 1976.

Elas nos enviaram fotos, análises da superfície, da atmosfera, do clima, de propriedades magnéticas de Marte.

Até que em 2003 foi lançada a *Mars Surveyor*, que só lá chegou em 2004, e levava o “*Mars rover spirit*” do qual já falamos.

Uma das missões mais bonitas da NASA foi sem dúvida a da sonda espacial *Pioneer 10*, depois seguida pela *Pioneer 11*.

Lançada em 2 Março 1972, *Pioneer 10* foi a primeira nave espacial a viajar além do cinturão de asteróides e a primeira a fazer observações e obter imagens de perto (“*close up*”) de Júpiter.

A *Pioneer 10* foi o objecto mais remoto feito pelo homem vagueando pelo espaço durante grande parte de sua missão, embora em 1998 tenha sido ultrapassado pela sonda *Voyager 1*, lançada depois mas que vai a uma velocidade superior.

O encontro da *Pioneer 10* com o planeta Júpiter se deu em 3 Dezembro 1973, no seu ponto mais próximo que foi a 12,8 mil km acima do topo das nuvens do planeta.

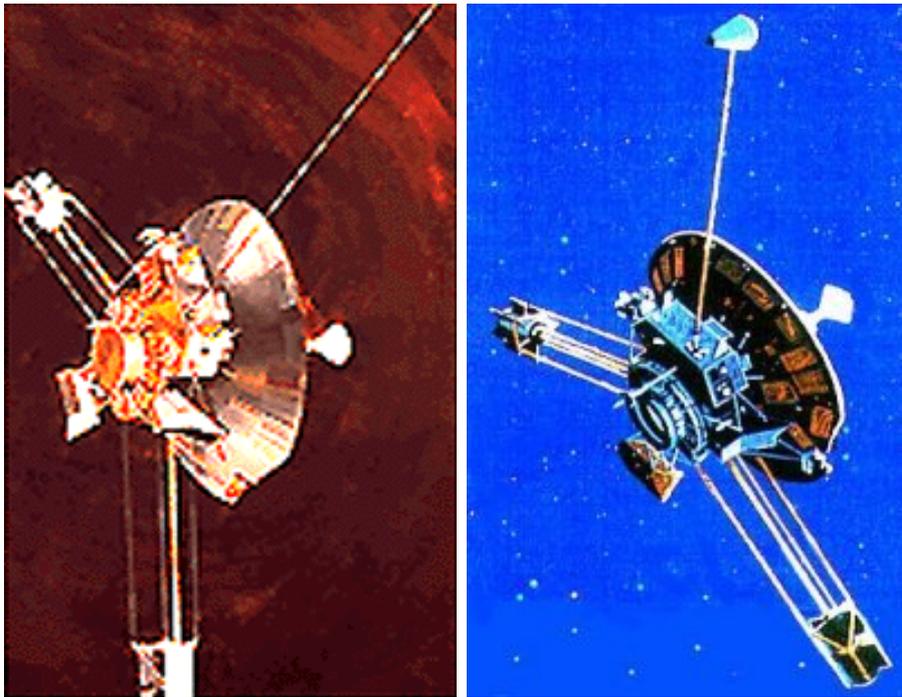


Fig. 22 - A *Pioneer 10*, lançada em 1972.

A *Pioneer 10* enviou imagens do planeta e de suas luas, fez medidas da magnetosfera de Júpiter, dos seus cinturões de radiação, do seu campo magnético, da sua atmosfera e do seu interior, etc.

Pioneer 10 obteve informações cruciais (do ambiente de radiação próximo a Júpiter) usadas para o projecto das naves *Voyager* e *Galileo* que foram lançadas depois.

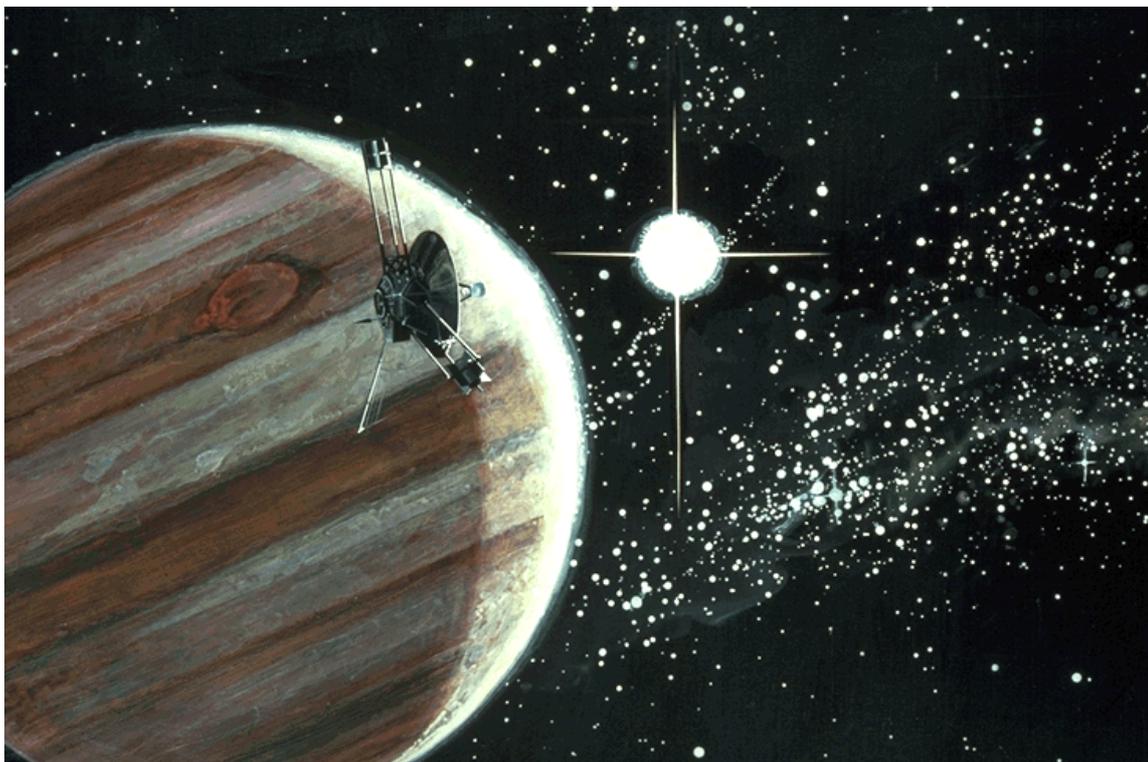


Fig. 23 - Encontro da *Pioneer 10* com Júpiter em 3 Dezembro 1973.



Fig. 24 - Encontro da *Pioneer 10* com Júpiter, 3 Dezembro 1973.

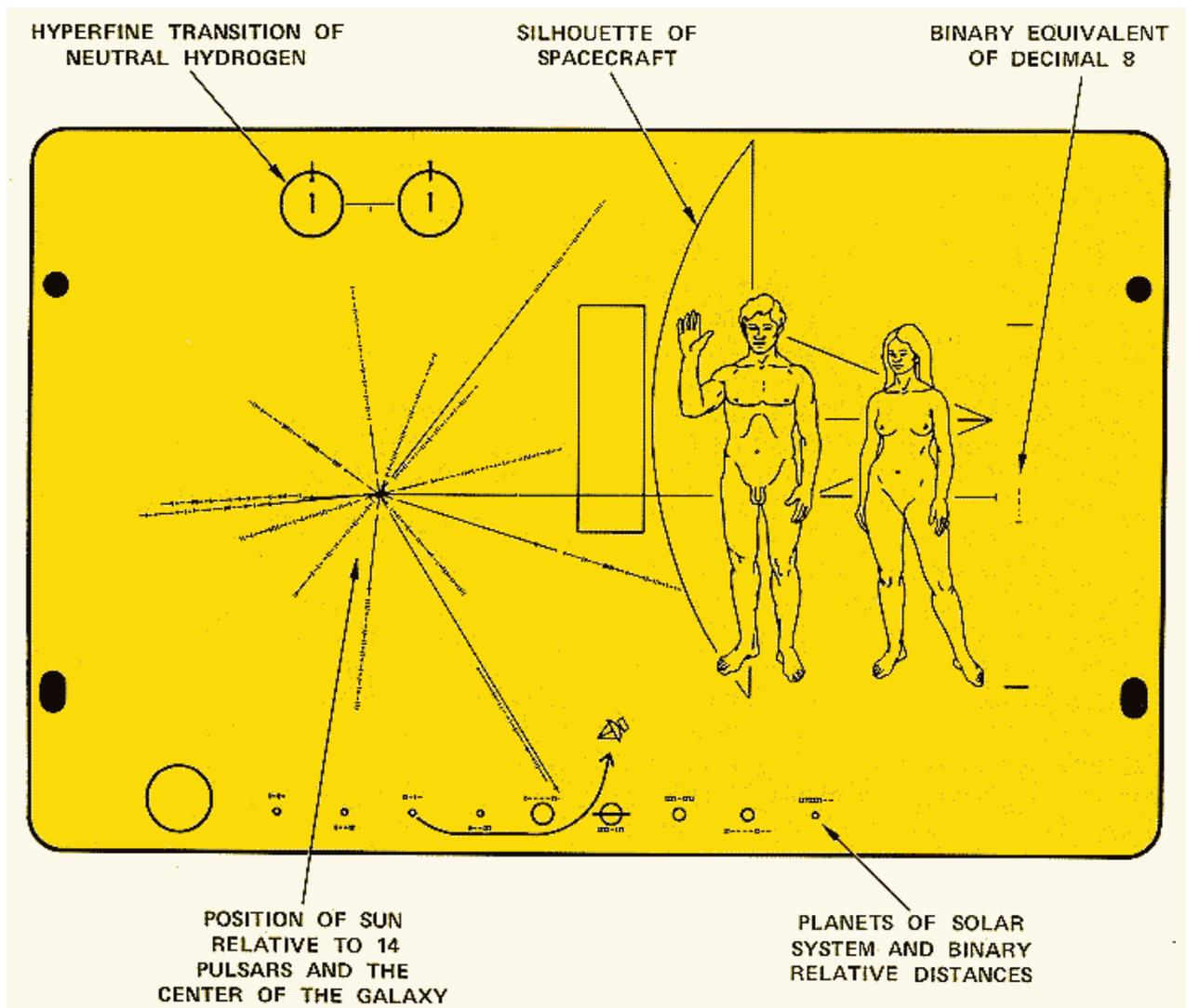


Fig. 25 - A placa da *Pioneer 10*, 1972.

Mas o que a *Pioneer 10* tem de interessante é a placa que carrega consigo com uma mensagem de boas vindas de nós terrestres para se alguém (*de outro planeta do espaço*) encontrá-la num futuro distante.

Esta placa é uma espécie de “*mensagem na garrafa*” inter-estrelar. Entretanto, é muito pouco provável que alguém um dia vá encontrar.

A placa mostra figuras de um homem e de uma mulher junto com uma série de símbolos escolhidos por cientistas da NASA para prover informações da origem da nave.

A placa está localizada junto à estrutura de suporte da antena numa posição que a protege de erosão pela poeira estelar.

A placa, assim como a sonda espacial *Pioneer 10*, foram construídos para terem uma vida mais longa que a nosso planeta Terra e o Sol.

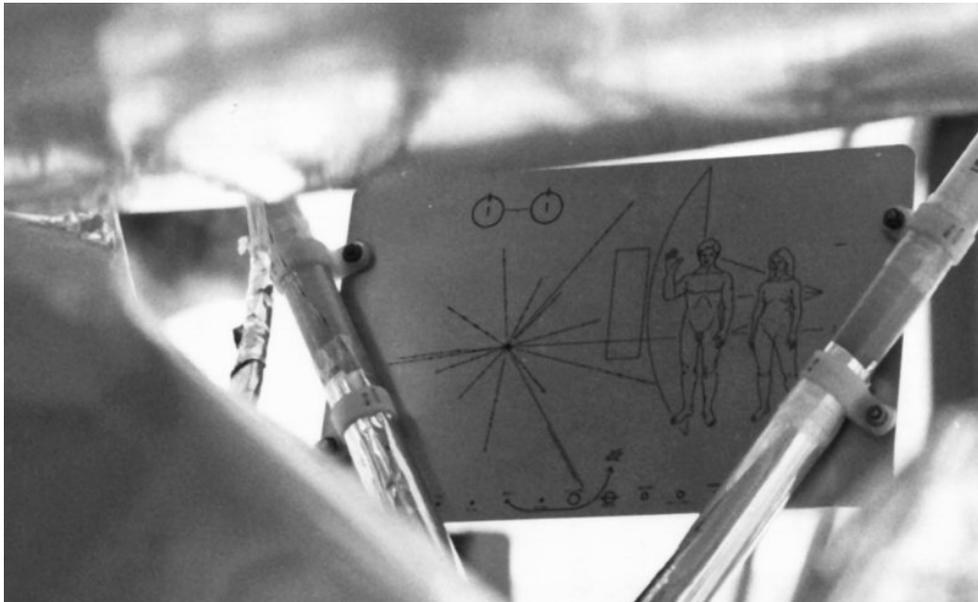


Fig. 26 - A placa da *Pioneer 10* colocada na sua posição junto à estrutura de suporte da antena, 1972.

Em 23 Janeiro 2003, depois quase 32 anos que foi lançada (e *próximo de 12 bilhões de quilômetros da Terra*) a *Pioneer 10* enviou seu último sinal, já muito fraco, para a Terra.

A potência do seu radiotelescópio não aguentou mais outras tentativas de contacto pela NASA após esta data.

Conforme previsto a *Pioneer 10* agora é uma nave fantasma silenciosa (*pois já não transmite mais*) em direcção ao espaço sideral inter-estrelar na esperança que algum ser inteligente do universo algum dia a encontre e veja a sua placa com a nossa mensagem de boas vindas.

Ela segue no rumo da estrela vermelha (*Red star*) Aldebaran que forma os olhos da constelação de Touro, que fica a cerca de 68 anos-luz de nós.

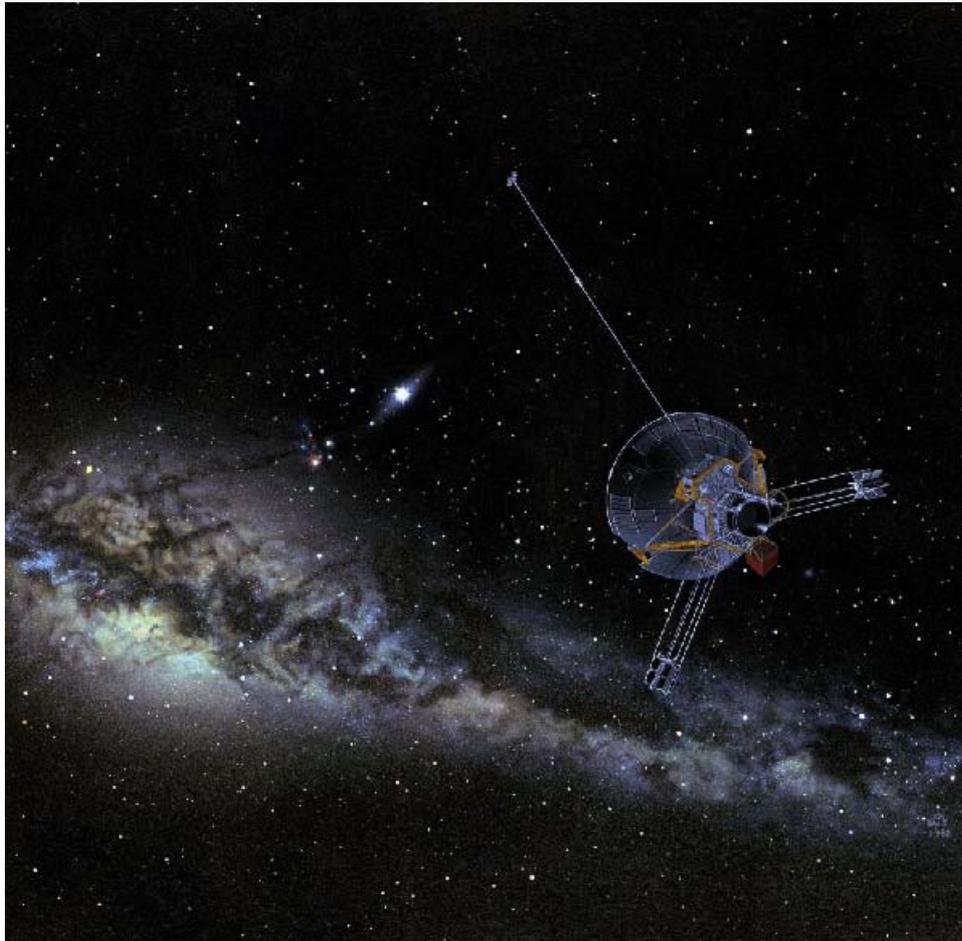


Fig. 27 - A *Pioneer 10* rumo da estrela vermelha (*Red star*) da constelação de Touro onde deverá chegar daqui há 2 milhões de anos.

A *Pioneer 10* vai levar mais de 2 milhões de anos para lá chegar.

A *Pioneer 10* foi seguida por uma nave irmã, a *Pioneer 11*, que foi lançada pela NASA em 5 Abril 1973.

Assim como a *Pioneer 10* estudou Júpiter, a *Pioneer 11* estudou o planeta Saturno, ao passar por este em 1979, fazendo medidas da sua hélio-esfera exterior.

Sua missão era muito semelhante pois também levava a placa de boas vindas e também está hoje no rumo do espaço sideral inter estrelar.

Seu destino é a constelação de Aquila, à noroeste de Sagitário, onde deverá alcançar a sua estrela mais próxima daqui a 4 milhões de anos.

A sonda espacial *Voyager 1* foi lançada em 5 Setembro 1977.

A *Voyager 1* vai com uma velocidade superior às *Pioneer's 10* e *11*.



Fig. 28 - A *Voyager 1*, 1977.

Em 17 Fevereiro 1998 a *Voyager 1* ultrapassou a *Pioneer's 10* na distância da Terra e continua se afastando a um ritmo de 542 milhões de quilômetros por ano.



Fig. 29 - Detalhe da atmosfera de Júpiter (1979) e o planeta Saturno (1980) conforme vistos pela *Voyager 1*.

Em Março de 2005 *Voyager 1* encontrava-se a uma distância de 14,2 bilhões de quilômetros do Sol.

A *Voyager 1* é o objecto feito pelo homem que mais distante se encontra da Terra e o primeiro a deixar o sistema solar.

A *Voyager 1* viaja a 17,2 km/s ou, equivalentemente, 61.920 km/h.

Actualmente a NASA em conjunto com a ESA (*European Space Agency*, a agência espacial europeia) conduzem a missão *Cassini-Huygens* a Saturno e Titan (uma lua de Saturno com características semelhante à Terra).

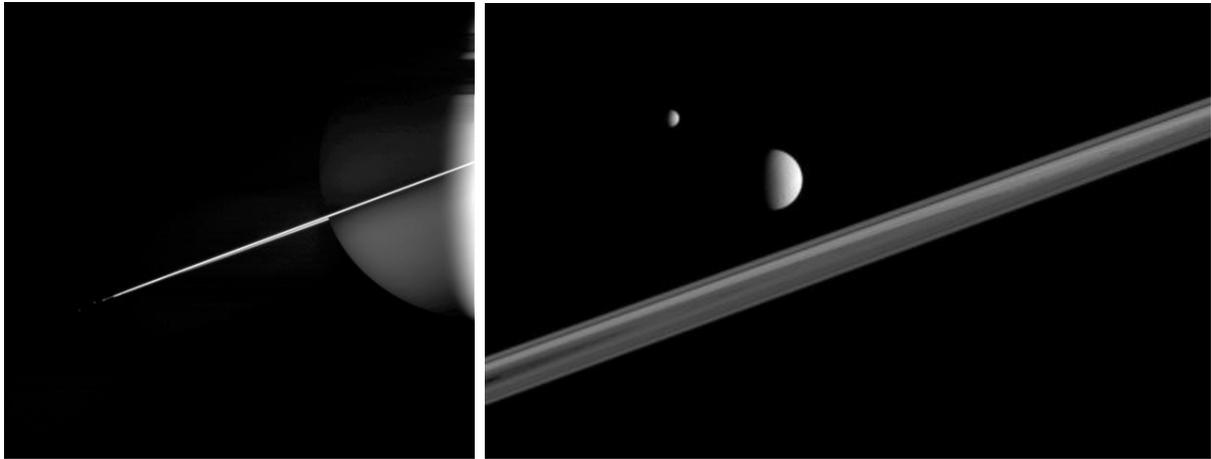


Fig. 30 - Duas fotos enviadas pela sonda espacial *Cassini* em Janeiro 2006. O planeta Saturno e seus anéis (à esquerda) e duas luas de Saturno, Mimas e Dione, pairando sobre os anéis de Saturno (à direita).

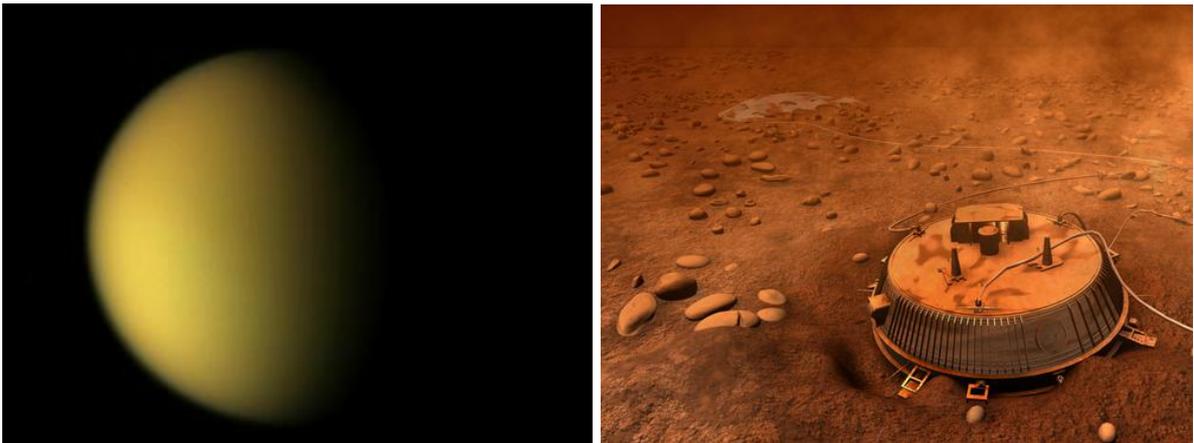


Fig. 31 - Titan, um satélite natural de Saturno e sonda espacial *Cassini* após o pouso na superfície de Titan em 13 Janeiro 2006.

As missões que abordamos acima são apenas um pequeno exemplo das muitas missões que a NASA já pôs em execução.

E é graças a estas naves espaciais todas, que são verdadeiros *robôs*, que hoje conhecemos melhor o nosso sistemas solar e a nossa origem.

Além disso, nós aprendemos a usar o espaço com aplicações de tecnologia moderna como: os *satélites de comunicações*; os *satélites que fotografam a Terra*, os *satélites que auxiliam a na orientação* de aeronaves, embarcações e também no nosso *posicionamento* (sistema GPS); os *satélites que ajudam a fazer previsões meteorológicas*; os *satélites que ajudam a planejar a agricultura*; etc.