

A Lua: O nosso satélite natural



Introdução

A Lua é uma visão familiar para todos nós. Desde tempos imemoriais que as pessoas se perguntam acerca da verdadeira natureza deste astro.

Para celebrar os Ano Internacional da Astronomia 2009, vamos olhar para o nosso satélite, a sua origem, natureza, evolução, e a sua influência no nosso dia a dia a diversos níveis.

O calendário lunar

Os seres humanos têm um instinto natural para reconhecer padrões recorrentes, pois a sua previsibilidade preenche a nossa necessidade de lógica e ordem neste Universo caótico e em permanente mudança.

Fora do Equador, a duração do dia varia ao longo do ano e o início das estações não tem nenhum fenómeno que os marque claramente. Estas variações astronómicas são complexas e difíceis de seguir.

Mas para os povos primitivos, a Lua apresentava um ciclo recorrente, fácil de seguir, entre Lua Nova e Lua Cheia.

Por isso, não é de estranhar que a maioria dos calendários primitivos fossem baseados nas fases da Lua.



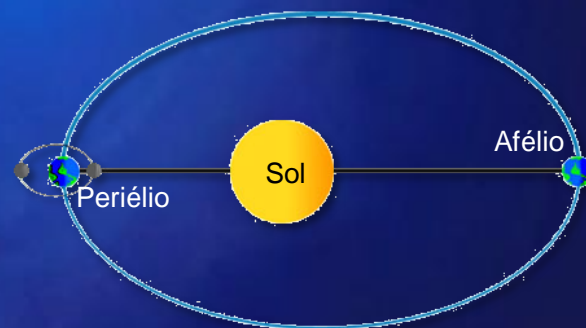
O Calendário Lunar judeu

As Fases

No entanto, o período orbital da Terra à volta do Sol, ou a duração do ano astronómico (365,24 dias), não está relacionado com o ano lunar (354,37 dias), de 12 meses lunares com 29,53 dias.

Passados alguns anos, o calendário lunar tem de ser reajustado, normalmente inserindo um 13º mês extra, de modo a ficar certo com o ano solar.

Por esta razão, nos dias de hoje o calendário lunar só é seguido por razões religiosas (por exemplo, o calendário islâmico) ou folclóricas (por exemplo, na astrologia).



Lua Cheia



Quarto crescente



Lua Nova

Quarto minguante



Lua Cheia



A Lua na antiguidade

Mesmo para os homens primitivos era notório que a superfície da Lua não era uniforme, contendo manchas claras e escuras.



The British Museum

O deus egípcio da
Lua – Lah

Há muitas crenças que atribuem formas simbólicas às diferentes regiões lunares. No Oriente, por exemplo, as zonas escuras representam um coelho de jade.

Em Portugal há quem imagine uma velha a carregar um saco de ovos, ou alguém a andar de bicicleta.



Na antiguidade eram frequentemente associados ao nosso satélite todo o tipo de manifestações religiosas e místicas. Todos estes fenómenos foram eventualmente desmistificados como meras coincidências.

Crenças acerca de fenómenos relacionados com a Lua persistem mesmo nos dias de hoje, casos da astrologia, ciclo menstrual, variações de humor, etc. A palavra “lunático”, derivada de Lua, é sinónimo de comportamento anormal.

Efeitos reais

Mas a Lua tem, de facto, alguns efeitos físicos com impacto no nosso dia-a-dia. Por exemplo, através a atracção gravitacional dos oceanos, que provoca as marés.



Alguns aspectos da vida animal são também regidos pelo ciclo lunar, como as migrações das aves, ou as alturas em que os ovos das tartarugas chocam.



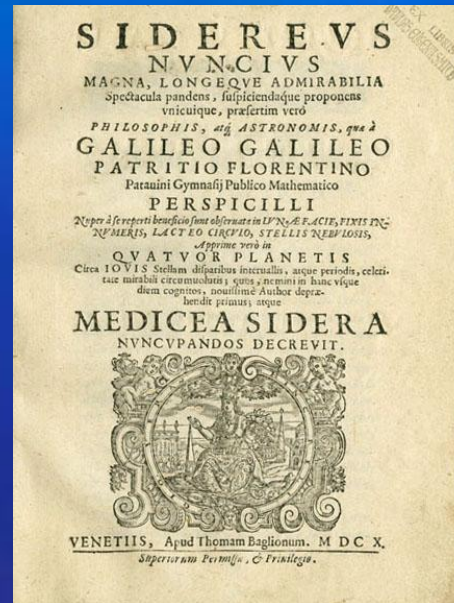
Galileu Galilei

A compreensão do movimento da Lua é algo também conhecido desde a antiguidade. De facto, há indícios que pelo menos os gregos, chineses e várias civilizações Sul americanas (como os Maias) conseguiam prever eclipses do Sol e da Lua com grande precisão.

Eclipse anular do Sol



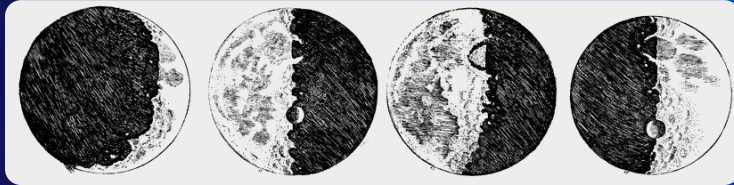
Eclipse da Lua



Mas o estudo científico deste objecto celeste só começou a ser possível depois do nascimento da astronomia observacional, com as primeiras observações lunares de Galileu através do seu telescópio, em 1609. Estas observações foram a base para o livro *Sidereus Nuncius*.

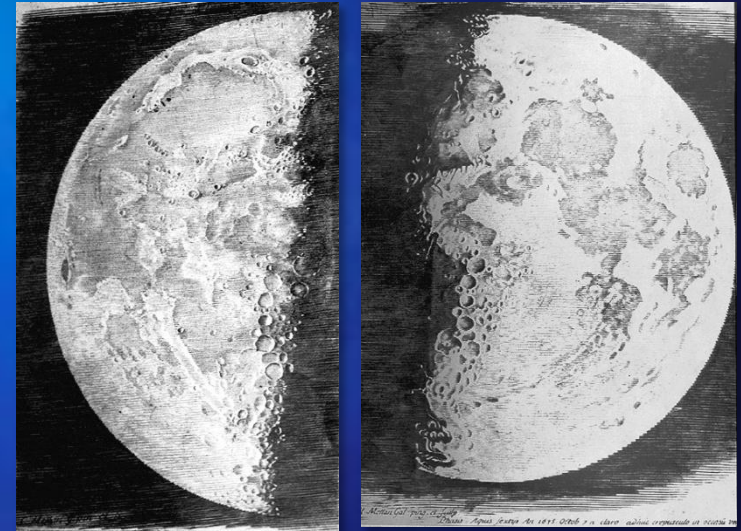
Terra e mar

Para os observadores com os primeiros telescópios, a Lua deve ter parecido estranhamente alienígena e misteriosa, completamente diferente da Terra. As zonas brilhantes e mais altas foram baptizadas com o nome latino **Terræ** (terra), enquanto que as zonas escuras e lisas foram baptizadas como **Maria** (mares).



Esboços da Lua, por Galileu

À primeira vista, os mares pareciam ter semelhanças com grandes bacias com água, já que estavam sempre em zonas mais baixas. Também se podiam observar pequenos “lagos” nas zonas de **Terræ**, que pareciam penetrar na “costa”, criando “baías” e “lagoas”. Até pequenas “ilhas” conseguiam ser observadas.



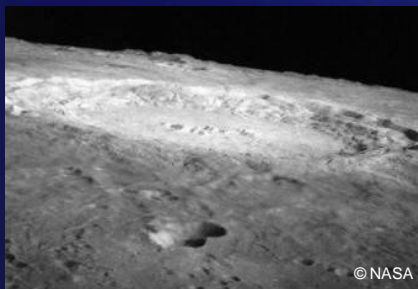
Gravuras da Lua, de 1634, por Claude Mellan



Sulcos, correntes de lava e crateras

Observações mais detalhadas revelaram até massivas “ondas do mar”. A diferença é que, ao contrário das da Terra, esta **não se moviam**. Os mares da Lua eram escuros e estáticos, com se estivessem parados no tempo. Mas devem ter-se movido no passado, tal como água, ou a lava derretida de um vulcão. Eventualmente, as semelhanças com os fenómenos ígneos tornaram-se óbvias, indicando que o que se observava eram correntes de lava solidificada, à escala planetária.

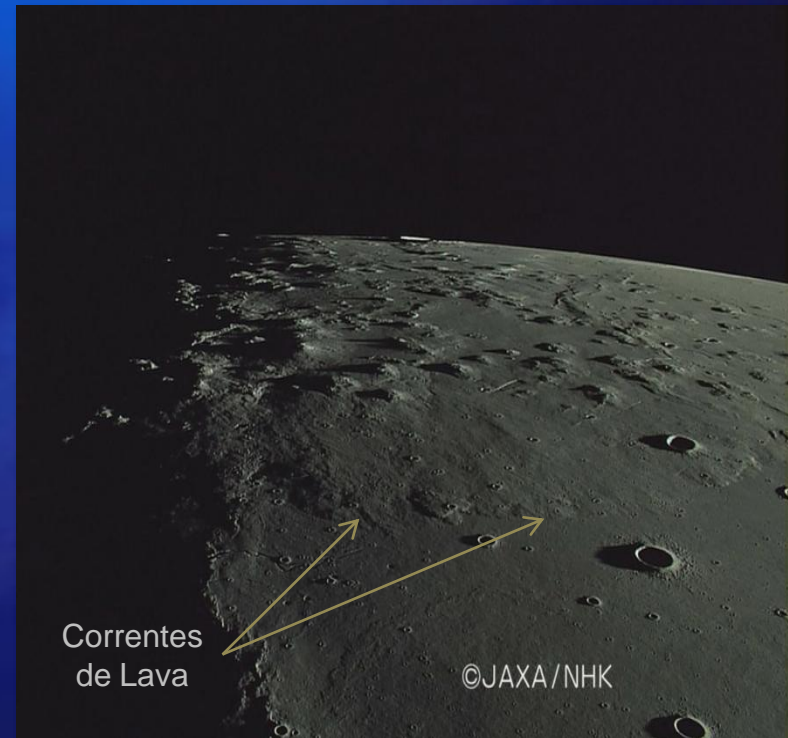
Com o passar do tempo, também ficou claro que a Lua estava saturada de estruturas circulares. Na altura, as únicas crateras conhecidas na Terra eram as provocadas por vulcões, o que levou à conclusão lógica que estas estruturas lunares deveriam também ser resultantes de imensas erupções vulcânicas.



Cratera Copérnico, na Lua



Caldeira Aniakchak, Alasca



Correntes
de Lava

©JAXA/NHK

Um passado violento

O pressuposto do vulcanismo durou séculos. Já no séc. XX, com os dados obtidos pelas missões Luna e Apollo, chegou-se á conclusão que o vulcanismo como nós o conhecemos aqui na Terra, desempenhou um papel muito pequeno na formação da superfície lunar.

A superfície da Lua terá sido esculpida por violentos bombardeamentos, desde objectos enormes (como cometas e meteoros), até aos mais pequenos grãos de poeira, que ainda ocorrem nos dias de hoje.



Basalto lunar do local de alunagem da Apollo 12. Esta rocha está cravejada de impactos de micro meteoritos.



Imagem do lado oculto da Lua. Este lado tem muito mais crateras que o lado visível

Alguns factos sobre a Lua

Distância Média da Terra: 385 000 km (quase **10 vezes** a circunferência da Terra)

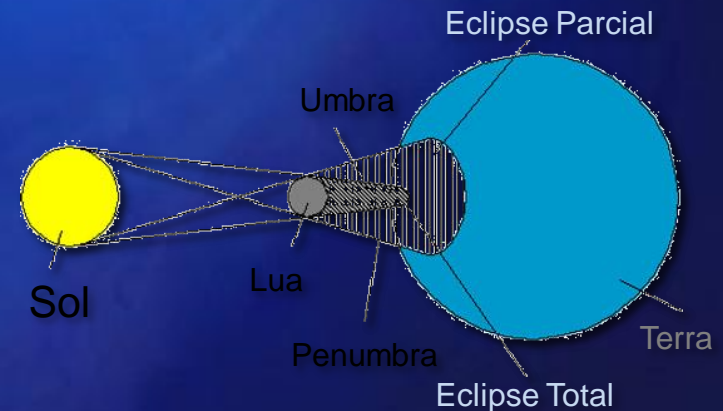
Circunferência: 10 921 km (cerca de **quatro vezes** menor do que a da Terra)

Gravidade na Superfície: 1,62 m/s² (**seis vezes** menor do que na Terra)

Temperatura da superfície no equador: mín. -173°C ; máx. 117°C.



O tempo que a Lua leva a completar uma rotação em torno do seu eixo (um dia lunar) é **igual** ao tempo que a Lua demora a completar uma órbita em torno da Terra; como resultado desta rotação síncrona a Lua tem sempre a mesma face voltada para a Terra.



Eclipses totais do Sol são o resultado de uma **extraordinária** coincidência celeste. As dimensões da Lua e do Sol **parecem idênticas** quando vistas da Terra: embora o diâmetro do Sol seja **400 vezes** maior do que o diâmetro da Lua, a Lua encontra-se **400 vezes** mais perto da Terra do que o Sol.

Um eclipse total ocorre durante a Lua Nova, sendo apenas visível no Sol a região exterior da **corona**.

A conquista da Lua pela URSS

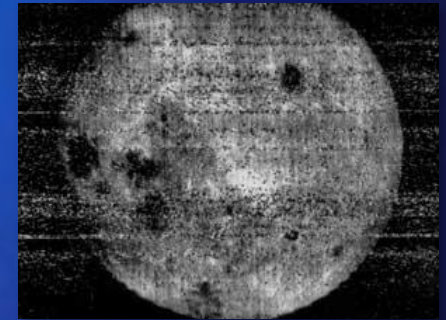
A exploração e “conquista” da Lua é habitualmente atribuída aos EUA e ao programa Apolo. No entanto, a URSS foi a verdadeira pioneira na exploração do nosso satélite natural.

Em 1959:

LUNA 1 primeiro objecto fabricado pelo homem que escapou à gravidade da Terra e aproximou-se da Lua

LUNA 2 primeiro objecto feito pelo homem que caiu na Lua

LUNA 3 primeiras fotografias do “lado oculto” da Lua →



Até 1959 ninguém sabia como era o lado oculto da Lua. Foi uma surpresa: algumas zonas escuras (os mares), mas a maior parte da superfície tinha um aspecto monótono, de cor clara e marcado por inúmeros impactos.

Os Russos continuaram o seu programa de exploração enquanto que os Norte-americanos estavam a desenvolver o mais ambicioso programa espacial de sempre - colocar um homem à Lua.

Em 1966, o programa Soviético continua:

LUNA 9 primeira alunagem **bem sucedida**

LUNA 10 primeiro **satélite orbital lunar** (seguido pela Luna 11 e 12)



Luna 1

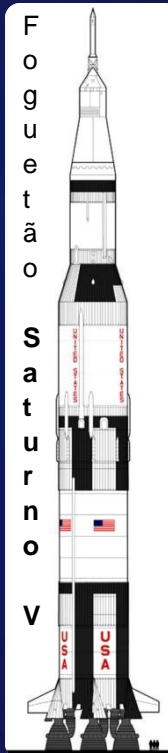
A resposta americana

Os EUA responderam com :

Apolo 8	primeiro voo orbital tripulado à Lua	1968
Apolo 11	primeiro homem na Lua	1969
Apolo 14	primeira imagem a cores da Lua	1971
Apolo 15	primeira utilização do 'rover' lunar (cerca de 28 km)	1971
Apolo 16	primeira missão às regiões montanhosas	1972
Apolo 17	primeira missão com um cientista a bordo	1972

Foi a última missão tripulada que passou para além de uma órbita terrestre baixa.

As missões Apolo trouxeram **381,7 kg** de pedras e outros materiais da Lua para a Terra.



Tudo começou há muito tempo atrás...

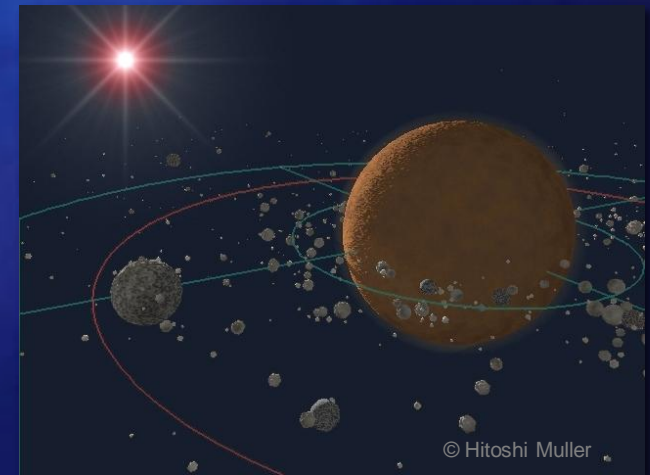
Mas qual a origem da Lua? Os cientistas pensam que há 4,45 mil milhões de anos um objecto com dimensão semelhante a Marte colidiu com a Terra. O material ejectado que resultou deste impacto reorganizou-se no espaço dando origem à Lua.

Serão a Lua e a Terra constituídos pelo mesmo material?

A resposta é: aproximadamente **sim** – **silicatos** são os minerais predominantes na Terra e na Lua, mas também existem diferenças. Por exemplo, a Lua é pobre em elementos **voláteis** (da água ao potássio), e enriquecida em **ferro** quando comparada com a Terra.



Hipótese do impacto de grande dimensão



Acreção da Lua pós-impacto

Indefesa, se não fosse a Terra...

Em consequência da fraca força de gravidade, a Lua não tem nenhuma atmosfera e a pressão é demasiado baixa para permitir a existência de líquidos à superfície. Além disso, o planeta está “**morto**” há milhares de milhões de anos, isto é, não mostra sinais de fenómenos relacionados com tectónica de placas ou erupções significativas.

É por tudo isto que a Lua é tão fascinante para os cientistas. É quase um laboratório planetário perfeito, um “**gravador geológico**” que se encontra a uma distância prática da Terra e que, por outro lado, está à mercê dos elementos espaciais. Só se modificou devido a factores externos, como impactos e radiação. Também não apresenta evidências de elementos que alterem a superfície como **água**, **atmosfera**, ou **actividade tectónica**...



Uma superfície cravejada...

A superfície lunar representa uma oportunidade única para olharmos para o passado. É um registo do passado da Terra, que nos mostra a época da sua formação e nos permite viajar no tempo e no espaço. Algumas das amostras de rochas lunares têm **4,5 mil milhões de anos**, o que remonta à época da formação do sistema Terra/Lua, este registo **desapareceu há muito** da superfície da Terra.

Embora a composição da Lua seja importante, o registo dos impactos na sua superfície é fundamental para percebermos a dinâmica de evolução do próprio Sistema Solar, incluindo o papel dos grandes impactos na Terra e a sua influência nas **extinções em massa** e **alterações climáticas**.

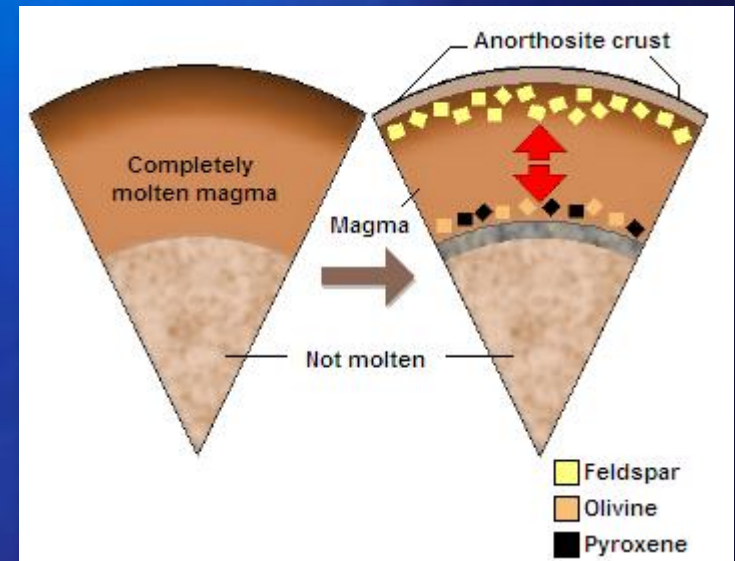


Na Terra encontramos poucas evidências de impactos passados. Isto porque no nosso planeta a crosta é constantemente reciclada pelos elementos e pela vida, e de forma mais relevante ainda pela **tectónica de placas**. A camada mais superior e fracturada da Terra é deformada (ex. cordilheiras de montanhas), gerada (ex. cordilheiras e fundas oceânicas) e destruída (ex. subducção de placas). Isto significa que o registo de impactos antigos é **apagado**.

Os primeiros anos – formação da crosta

O mais aceite modelo de evolução lunar segue esta estrutura...

- A camada exterior da jovem Lua encontrava-se completamente derretida: todo o planeta estava coberto por um **oceano de magma**.
- À medida que o magma arrefecia, os “**cristais mais leves**” tenderam a concentrar-se perto da superfície, enquanto que os mais densos lentamente afundaram.
- A Lua, no início da sua formação, devia ter um aspecto **extremamente brilhante**, graças às rochas da superfície, ricas em silicatos de alumínio.
- Nas regiões mais profundas os cristais pesados sofreram um processo de fusão parcial e algum deste líquido acabou por escapar para a superfície.



Perfil da crosta lunar

- No interior, materiais radioactivos continuaram a aquecer, enquanto que magma líquido vinha até a superfície.

O Passado e o Futuro...

Há 2,6 mil milhões de anos o interior da Lua arrefeceu até um ponto e profundidade tal, que já **não** permitia a chegada de magma à superfície. Foi nesta altura que a superfície lunar atingiu a “*maioridade*”.

Em contraste a **Terra** estava muito activa e em permanente mudança. Em alguns locais encontram-se rochas que datam do final da era Arqueana, e a maior parte encontra-se alterada.

A vida dava ainda os primeiros e inseguros passos, num ambiente ainda relativamente violento e dinâmico. Mas a Lua, daqui para a frente permanecerá tranquila e vigilante...



© nationalatlas.gov

Rochas do Arqueano altamente metamorfoseadas na América do Norte



Um dos possíveis cenários da futura colonização da Lua

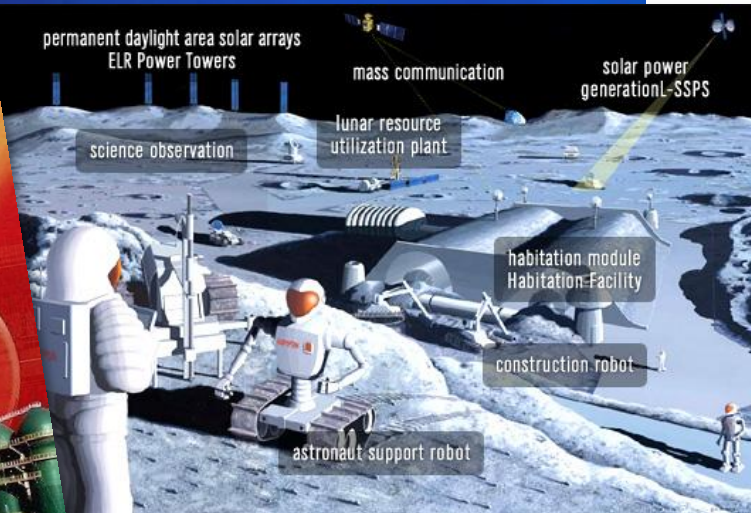
Se já sabemos tanto sobre a Lua, porque é que ainda gastamos tanto dinheiro no envio de instrumentos para o nosso satélite? E porque é que planeamos o regresso do homem à superfície da Lua?

Porquê a Lua?

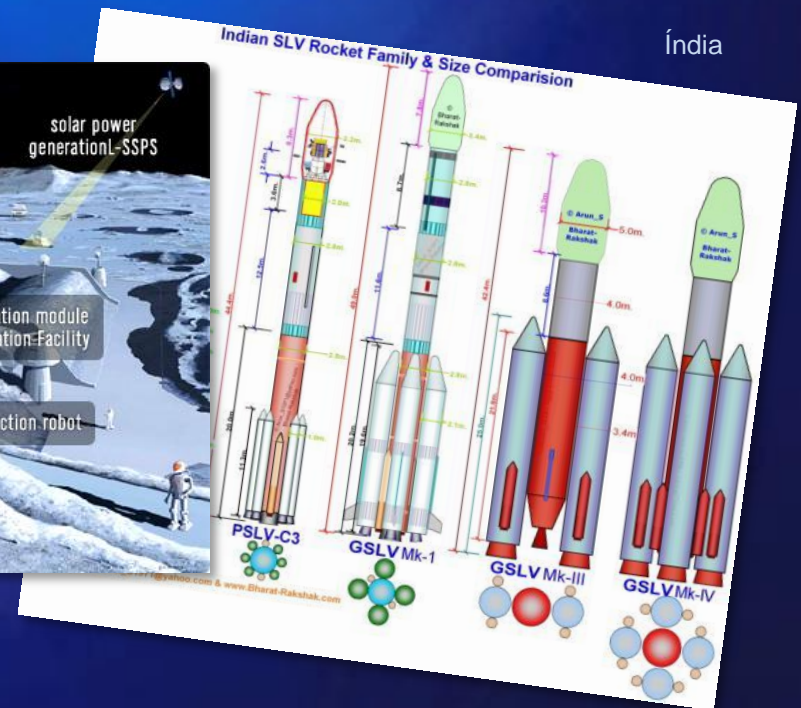
Como sempre a Humanidade encontra-se motivada pelo insaciável desejo de conhecimento e também de poder. Potencias mundiais emergentes estão a enviar missões à Lua e a desenvolver planos para novas aventuras, em parte porque procuram resultados científicos, mas também em busca de prestígio político e estímulos económicos. E é claro que os países da linha da frente não querem ficar para trás nesta corrida...



China



Japão



Índia

Algumas questões pendentes:

Como funciona o magma oceânico?

Qual foi a evolução termal da jovem Lua?

Serão os resultados dos instrumentos da Apollo representativas de toda a Lua, ou de apenas regiões pequenas, próximas dos locais de alunagem?

Qual o verdadeiro papel do vulcanismo?

Qual a composição e estrutura do manto lunar?

Será que a Lua teve realmente origem num impacto gigante?





Versão portuguesa:

Ricardo Cardoso Reis
Centro de Astrofísica da Universidade do Porto, Portugal
e Grupo de Trabalho das Noites de Galileu

Nelma Alas Silva
Centro de Astrofísica da Universidade do Porto, Portugal

Roberto Bugiolacchi (Instituto Max-Planck de Investigação do Sistema Solar, Alemanha)
e Grupo de Trabalho das Noites de Galileu

As Noites de Galileu são um Projecto Global do AIA2009
<http://www.galileannights.org/>

Contacto
Catherine Moloney
cmoloney@eso.org

Global Sponsors



Organisational Associates

