

AstroNova

Tour pelo Sistema Solar
As luas de Saturno



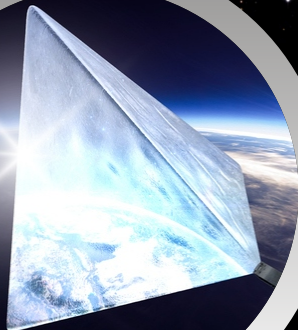
Eclipse Solar
Tudo sobre o eclipse que
irá ocorrer em agosto



Evolução
A adaptação de Vida na
volta para a água



Mayak
Um farol na órbita
da Terra



GALILEU E O TELESCÓPIO 

O DISCO DE OURO DA SONDA ESPACIAL VOYAGER 

ATIVIDADES NA ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL 

AGENDA DOS LANÇAMENTOS ESPACIAIS 



Wilson Guerra
GCAA

EDITORIAL

Os tempos difíceis para a Ciência continuam. Desta vez, a vítima da falta de recurso foi a Astronáutica. Em uma mesma semana a empresa SpaceX e a NASA anunciaram adiamento para suas missões tripuladas à Marte. A meta, que seria para a próxima década, agora está indeterminada.

Mas, na contramão destes contratempos, lançamos nossa 15ª edição da AstroNova. Começando pelo nosso Tour pelo Sistema Solar e conhecendo um pouco das "luas" de Saturno. Em seguida o prof. Ricardo Francisco Pereira nos traz um breve artigo sobre Galileu e seu telescópio.

Dando sequência, trataremos do fenômeno astronômico que encanta a humanidade há milênios: o eclipse solar. O segundo deste ano ocorrerá neste mês de agosto. E tal como no primeiro, que aconteceu em fevereiro, discorro um pouco sobre o fenômeno e como observá-lo.

Nesta edição o prof. Rogério

Souza trata mais uma vez sobre Evolução, mas agora com um enfoque bem mais específico: os mamíferos da água.

Rafael Cândido nos detalha uma das mais fascinantes missões espaciais robóticas da NASA: a sonda Voyager. Nela, um disco dourado viaja pelo espaço, atualmente saindo dos limites do Sistema Solar. Uma pequena amostra do que é a Terra e dos seres humanos que (ainda) a habitam estão contidas neste disco. Como ele foi feito e como estas informações foram concebidas, são os objetos do artigo.

Por fim, Cristian Westphal nos deixa por dentro do Mayak, um satélite concebido por jovens engenheiros russos que está prestar a brilhar, literalmente, em nossos céus.

Mas primeiramente trazemos com nossa tradicional agenda de lançamento de foguetes e os principais acontecimentos na Estação Espacial Internacional neste último trimestre.

Uma ótima leitura a todos!

Wilson Guerra
GCAA

EXPEDIENTE

Editores:

Rafael Cândido Junior
eletrorafa@gmail.com

Wilson Guerra
wilsonguerra@gmail.com

Redatores:

Cristian Reis Westphal
cienciaastronomia@gmail.com

Ricardo Francisco Pereira
ricardoastronomo@gmail.com

Rafael Cândido Junior
eletrorafa@gmail.com

Rogério Correia de Souza
rogerssouza@yahoo.com

Wilson Guerra
wilsonguerra@gmail.com

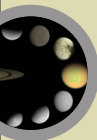
Arte e Diagramação:

Wilson Guerra
wilsonguerra@gmail.com

Astrofotos:

Adriano Faciole
Augusto César Araújo
Leonardo Amaral
Newton Cesar Florencio
Ricardo Leite

Capa: fundo cósmico com galáxia M106
em destaque
apod.nasa.gov/apod/ap170707.html



Tour pelo Sistema Solar

As luas de Saturno

07

Galileu e o telescópio

11



Eclipse Solar

Tudo sobre o eclipse que ocorrerá em agosto

15



Evolução

As "baleias andantes"

21

O disco de ouro da sonda espacial Voyager

27

Mayak

Um farol na órbita da Terra

35

Principais Lançamentos do Trimestre

RÚSSIA



Foguete: SOYUZ (Roscosmos)

Tripulação 52-S da Estação Espacial Internacional

Local: Cosmódromo de Baikonur
Data: 12/08/2017

Foguete: ROCKOT (Roscosmos)

Carga: Sentinel 3B, satélite europeu para observação da Terra

Local: Cosmódromo de Plesetsk
Data: novembro/2017

ESTADOS UNIDOS



Foguete: Atlas 5 (ULA)

Carga: satélite para a ISS se comunicar com outros satélites

Local: Cabo Canaveral
Data: 03/08/2017

Foguete: Pegasus XL (Orbital ATK)

Carga: ICON, satélite da NASA; estuda ambiente espacial via ionosfera

Local: Ilhas Marshall
Data: 14/11/2017

ÍNDIA



Foguete: PSLV (ISRO)

Carga: IRNSS 1H, satélite para sistema de posicionamento regional

Local: Base de Dhawan, Sriharikota
Data: 08/2017

JAPÃO



Foguete: H-2B (Jaxa)

Carga: Michibiki 4, satélite para sistema de posicionamento regional

Lançamento: Centro de Tanegashima
Data: novembro/2017

Principais Lançamentos do Trimestre

EUROPA

Foguete: VEGA

Carga: Optsat 3000: satélite militar italiano;

Venus: monitor vegetação+teste propulsão à plasma

Local: Base de Kourou

Data: 02/08/2017

Foguete: ARIANE 5

Carga: Galileo 19-22, satélites de posicionamento global europeu

Local: Base de Kourou

Data: novembro/2017

CHINA

Foguete: Longa Marcha 5

Carga: sonda lunar Chang'e 5;

enviará amostras da Lua

Local: Base de Wenchang

Data: novembro/2017

NOVA ZELÂNDIA

Foguete: Electron (Rocket Lab)

Carga: teste com pequenos satélites (CubSat)

Local: península Mahia

Data: agosto/2017

Estação Espacial Internacional (ISS)

Principais atividades - maio a julho/2017

Tripulação atual

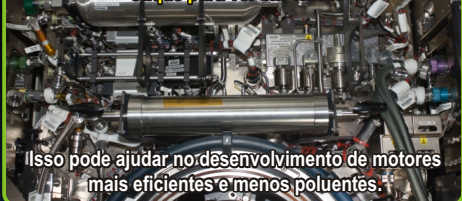


Próxima Expedição - Soyuz MS-06 (13/09/2017)



Foram realizados experimentos no equipamento CIR relativos ao fenômeno chamado "cool flame", onde substâncias queimam em baixa temperatura.

[Clique para ver em vídeo.](#)



Isso pode ajudar no desenvolvimento de motores mais eficientes e menos poluentes.

Instalado na ISS o equipamento NICER, que permitirá estudar Estrelas de Nêutrons.

[Clique para ver em vídeo.](#)

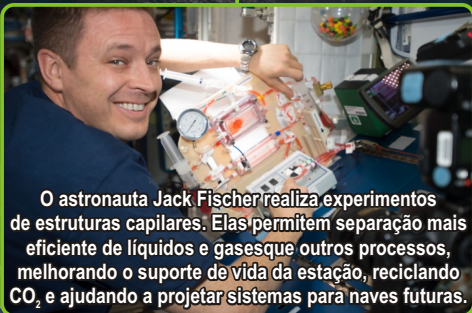


Painel solar flexível é estendido e testado no lado externo da estação. O processo inverso falhou, e o dispositivo foi descartado no espaço.

[Clique para ver em vídeo.](#)



O astronauta Jack Fischer realiza experimentos de estruturas capilares. Elas permitem separação mais eficiente de líquidos e gases que outros processos, melhorando o suporte de vida da estação, reciclando CO₂ e ajudando a projetar sistemas para naves futuras.



Um Tour pelo Sistema Solar



As luas de Saturno

Em 24 de março de 1655, sabia-se apenas que Terra e Júpiter tinham luas. No dia seguinte, Christiaan Huygens acrescentou Saturno à lista ao descobrir sua maior lua, Titã.

De lá para cá, foram descobertos 31 satélites naturais orbitando Saturno. Alguns, como Pan, Atlas, Prometeu e Pandora, são "luas pastoras", que conduzem as partículas em órbita de Saturno para um anel distinto. Algumas luas produzem distorções e padrões de onda nos anéis.

Uma lua, Encélado, é um dos objetos mais brilhantes no sistema solar. Ela tem quase a largura do Estado

americano do Arizona e é coberta por gelo de água que reflete a luz solar como neve recém-caída. Isto a torna extremamente fria, apenas cerca de -201°C . Pode ser que vulcões nesta lua tenham expelido as partículas geladas que formam o anel E de Saturno e que elas nevem de volta continuamente em sua superfície.

Mimas, com apenas 392 quilômetros de diâmetro, tem uma cratera gigante com um terço do tamanho da própria lua. E em seu centro se encontra um pico com cerca de dois terços do tamanho do Monte Everest, o ponto mais alto da Terra.

Iapetus está entre as luas

mais estranhas de Saturno. Metade dela é dez vezes mais brilhante do que a outra metade.

Epimeteu e Jano trocam suas órbita em períodos de poucos anos, se revezando na posição de lua mais próxima do planeta.

Febe pode ser uma centauro capturada, um objeto que vagava na direção do Sol desde seu lar no Cinturão Kuiper, além de Plutão.

Mas é a misteriosa Titã que mais intriga os cientistas. Titã é a segunda maior lua de todo o sistema solar (Ganimedes de Júpiter é ligeiramente maior). Ela é maior do que dois planetas, Mercúrio e Plutão.



Titã

- Tipo: regular
- Raio: 2.575 km
- Característica principal: atmosfera bastante densa, com presença de compostos de carbono.



Encélado

- Tipo: regular
- Raio: 250 km
- Característica principal: superfície muito brilhante, por estar coberta de gelo que reflete luz solar como a neve.

Orbitando Saturno longe do Sol, sua temperatura na superfície é de apenas -180°C. E é a única lua com uma atmosfera densa -tão densa, na verdade, que a pressão atmosférica perto da superfície em Titã é cerca de 60% maior que a da Terra.

Isto é o que um mergulhador sente sob 6 metros cúbicos de água.

Os cientistas acham que a atmosfera de Titã pode lembrar a da Terra quando a vida começou a se formar aqui. Assim, estudar Titã pode ajudar a aprender sobre os primórdios de nosso próprio planeta.

Nós ainda não tivemos uma boa visão da superfície de Titã (sua névoa espessa e vermelha a escondeu das duas espaçonaves Voyager que visitaram o sistema em 1980 e 1981), mas os cientistas usaram recentemente o mais poderoso sistema de radar

do mundo para refletir microondas na lua gigante - a 1 bilhão de quilômetros de distância. Os sinais que voltaram sugeriram que até 75% de Titã pode estar coberto por lagos ou oceanos de metano ou etano líquido.

A sonda Huygens da Europa, batizada em homenagem ao astrônomo holandês, estava viajando para Saturno a bordo da espaçonave Cassini da Nasa. A Huygens mergulhou através da atmosfera nebulosa de Titã e pousou em sua superfície em janeiro de 2005.

A Cassini chegou a Saturno, em 2004, para sua missão orbital de quatro anos, e nós provavelmente aprenderemos muito sobre essas luas - e possivelmente descobriremos ainda mais.

www.nasa.gov

Tradução: Luiz Roberto Mendes
Gonçalves



Iapetus

- Tipo: regular
- Raio: 718 km
- Característica principal: hemisférios de cores extremamente contrastantes: um muito claro e outro muito escuro.



Mimas

- Tipo: regular
- Raio: 198 km
- Característica principal: presença de uma grande cratera de impacto.



Via Láctea

Astrofotógrafo: Augusto Cesar Araújo

Maranguape - CE

VENHA PARA O MAIOR ENCONTRO DE **ASTRONOMIA** DO PARANÁ



INSCRIÇÕES PELO SITE
www.pb.utfpr.edu.br/geastro

Realização:

Ministério da
Educação



7 A 10 DE SETEMBRO/2017
Pato Branco - PR



GALILEU E O TELESCÓPIO

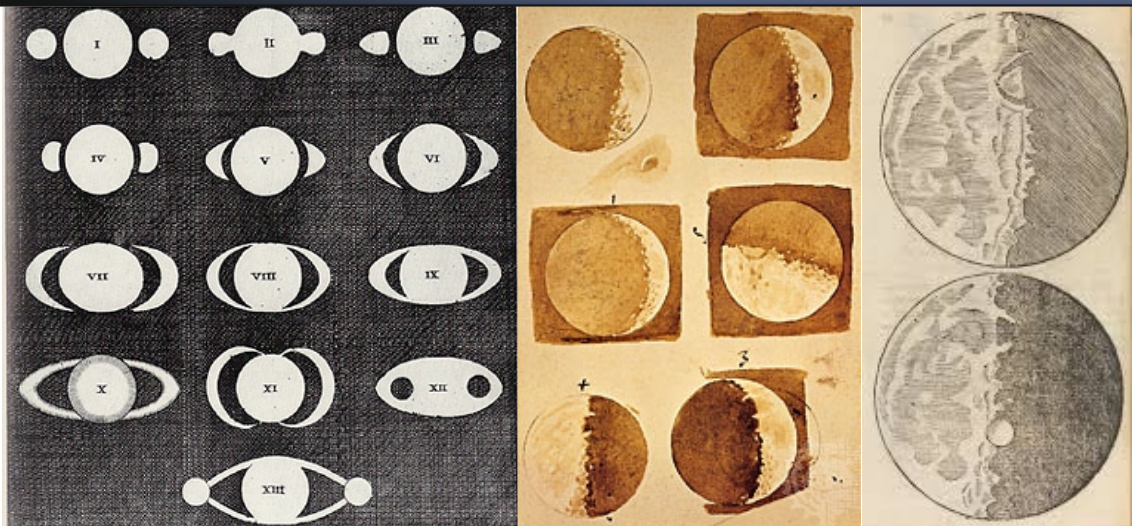
Ricardo Francisco Pereira
ricardoastronomo@gmail.com

A paternidade da invenção que veio a se chamar posteriormente de telescópio é atribuída ao fabricante de lentes

holandês Hans Lippershey, em 1608, que tentou patentear-lo.

Em 1609, em Veneza, Galileu Galilei ouviu falar sobre um instrumento que era capaz de observar com nitidez objetos afastados e que era

composto de duas lentes e um tubo e ainda tinha sido oferecida a um comandante da cidade por um alto preço. Galileu se interessou de imediato pelo instrumento, criando suas próprias versões até chegar a uma



Desenhos feitos por Galileu a partir das observações a Saturno (esquerda) e da Lua (direita).

versão que era capaz de aumentar em 30 vezes o tamanho de objetos. Ele também comercializou o instrumento com comerciantes locais e os legisladores de Veneza,

ganhando algum dinheiro. Não há registros sobre o que motivou Galileu a direcionar para o céu o instrumento, que ele chamou de *Perspicillum*, mas quando o fez, realizou descobertas que revolucionaram a história da humanidade, tais como as crateras e montanhas na Lua, as 4 maiores luas de

Júpiter, as fases de Vênus, as manchas no Sol e os anéis de Saturno (apesar de que ele não soube reconhecer como anéis ao redor do planeta por causa da baixa resolução de seu telescópio).

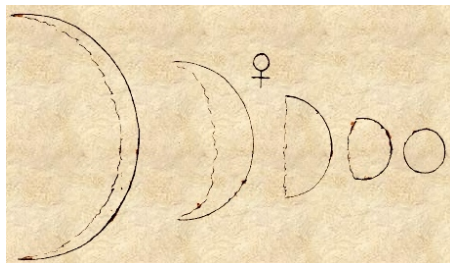
Ricardo F. Pereira é professor no depto. de Física da UEM. É doutor em Educação e coordenador da páginas **Recursos de Física** www.recursosdefisica.com.br



fotografia do *Perspicillum*, o telescópio que Galileu usou para realizar suas descobertas.



O Sol e suas manchas, conforme ilustração de Galileu.



Galileu retrata Vênus e suas fases, conforme as observa com seu telescópio.



M104 - Galaxia do Sombreiro.
Astrofotógrafo: Leonardo Amaral
Observatório dos Amarais
Bilac - SP



20° ENAST RIO DE JANEIRO

ENCONTRO NACIONAL DE ASTRONOMIA

MAIS INFORMAÇÕES NA PRÓXIMA EDIÇÃO





ECLIPSE SOLAR

Segundo fenômeno deste tipo em 2017, será visível em boa parte do Brasil

Wilson Guerra

wilsonguerra@gmail.com

O eclipse é um fenômeno em que um astro passa pela sombra de outro. Quando o Sol, a Terra e a Lua encontram-se quase ou perfeitamente alinhados, a Lua passa pela sombra da Terra: ocorre um **eclipse lunar**. Sem a iluminação direta da luz solar, a Lua quase desaparece. Os mais velhos denominam o fenômeno de "lua sangrenta" devido a sua coloração avermelhada durante o eclipse. Mas esse termo está em desuso. Já quando o alinhamento se dá na ordem Sol, Lua e Terra, ocorre um **eclipse solar**. Nesta

configuração, a Lua obstrui os raios solares, projetando sua sombra em alguma região da superfície da Terra. A região de sombra total é chamada *umbra*. A região de sombra parcial é a *penumbra* (figura 1).

Para quem está observando o fenômeno, ou seja, está aqui na superfície da Terra, há três possibilidades:

Eclipse solar total: ocorre para o observador que fica na região de sombra total (*umbra*). A Lua "tapa" completamente o Sol. O dia se torna noite em minutos! A Natureza tem reações muito inusitadas durante um eclipse solar total: é possível encontrar vídeos na

internet de galinhas entrando no galinheiro para dormir durante um eclipse total. Quando o fenômeno acaba e a luz do dia retorna, elas saem do galinheiro novamente como se fosse outro dia.

Um eclipse solar total também é uma bela oportunidade para os pesquisadores. Com a Lua obstruindo a intensa luz solar, é possível estudar uma região em torno do Sol chamada "coroa solar" (figura 2). Esta região compõe uma espécie de atmosfera do Sol, com gás muito aquecido, (basicamente hidrogênio e um pouco de hélio). O hélio,

Tipos de Eclipse Solar

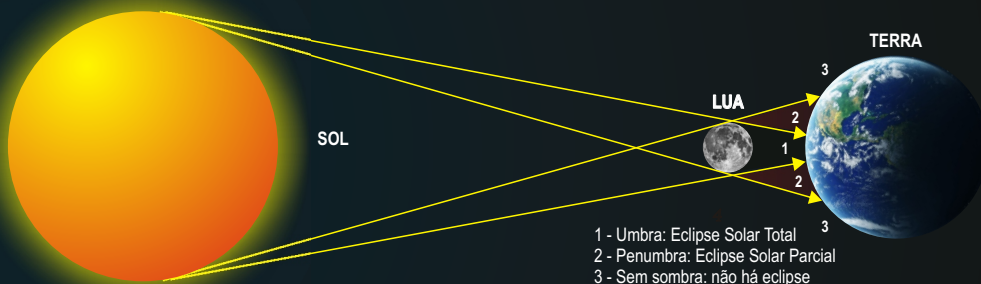


Figura 1
Astros sem escala

inclusive, foi descoberto durante um eclipse solar, se tornando o único elemento químico encontrado primeiro no espaço para depois ser detectado também aqui na Terra. Daí seu nome, uma referência a *Helios* (Sol em grego).

Foi em um eclipse total, visto a partir de Sobral no Ceará em 1919, que a medição do desvio aparente de uma estrela serviu como primeira evidência observacional da Teoria da Relatividade Geral de Albert Einstein. Sem o eclipse, as estrelas não seriam visíveis e a medição não poderia ser feita (figura 3).

Eclipse solar parcial: é o que vê um observador que esteja na região de penumbra (pontos 2 da figura 2). Desta posição, a Lua cobre apenas parte do disco visível do Sol. Dependendo da porção do disco solar coberto pela Lua, o eclipse parcial pode transformar a iluminação do

ambiente em algo parecido com um fim de tarde - em pleno meio-dia! A figura 4 exibe uma astrofoto de um eclipse parcial.

Eclipse anular: a órbita que a Lua descreve ao redor da Terra não é uma circunferência perfeita. É uma elipse de baixa excentricidade, ou seja, é "um pouco oval". Como a Terra não está exatamente no centro dessa "oval", há pontos em que a Lua está um pouco mais próxima de

nosso planeta, e pontos onde está um pouco mais afastada (figura 5). Nestes pontos de maior afastamento, o diâmetro aparente da Lua (ou seja, o tamanho que a vemos no céu) fica ligeiramente menor. Claro, pois está mais afastada. Quando um eclipse solar acontece nessas condições, o diâmetro aparente da Lua pode não ser suficiente para cobrir todo o Sol. Ocorre então um **eclipse solar anular**, e as bordas do Sol

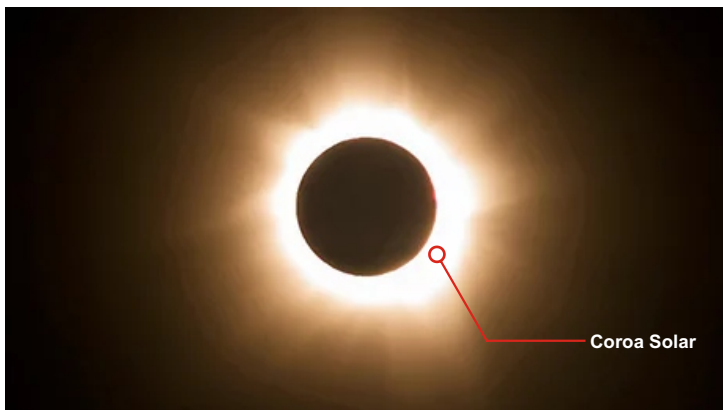
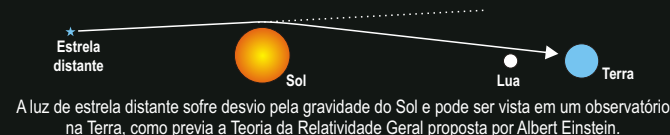


Figura 2 - A região brilhante ao redor do Sol é a coroa solar. Por ser milhões de vezes menos brilhante que o Sol, só pode ser vista em um eclipse solar total.



Figura 3: fotografia do eclipse solar total ocorrido em 29 de maio de 1919, visto da cidade de Sobral (CE). Em 1999 foi criado o Museu do Eclipse, uma exposição permanente, painéis contendo mapas e fotos da cidade de Sobral na época do Eclipse, dos integrantes das comissões brasileira e estrangeira para observação do fenômeno, instrumentos utilizados pelos cientistas e um telescópio adaptado com uma câmera digital de alta resolução, sendo este, considerado um dos aparelhos mais potentes do Norte e Nordeste do país.



continuam visíveis, formando a imagem de um anel brilhante (figura 6). Este tipo de eclipse solar é mais raro, pois precisa coincidir com posições da Lua próximas do apogeu - nome dado a posição da órbita mais longe da Terra. Quem observa um eclipse anular está em uma região de sombra parcial chamada *anti-umbra* (figura 7).

É importante lembrar que a Lua se afasta da Terra a uma taxa de aproximadamente 4 centímetros por ano. Isto significa que um dia a Lua estará afastada da Terra a tal

ponto que não conseguirá mais cobrir todo o disco solar. E nunca mais ocorrerão eclipses solares totais; apenas parciais ou anulares!

Eclipse solar híbrido, um caso especial: existem situações muito raras em que, durante o movimento da sombra da Lua pela superfície da Terra, observadores de pontos diferentes vêem tipos distintos de eclipses, de totais a anulares. Para determinados pontos, a distância até a Lua é menor, e a região fica totalmente

coberta pela sombra da Lua (umbra). Nestes locais, observaríamos um eclipse solar total. Já em outros locais, a distância até a Lua é maior porque a superfície da



Figura 4 Eclipse solar parcial ocorrido em 2014.

www.nasa.gov/content/goddard/how-to-safely-watch-the-october-23-partial-solar-eclipse/

Figura 5 - O perigeu e o apogeu da Lua (fonte: Roscosmos)

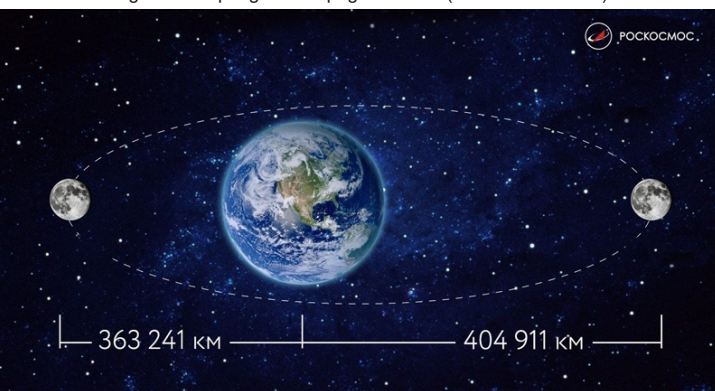


Figura 6 Eclipse solar anular ocorrido em 2003.

<https://stereo.gsfc.nasa.gov/classroom/eclipse.shtml>

Terra é curva (nosso planeta é praticamente uma esfera), pode acontecer que estas regiões acabem sendo cobertas pela sombra parcial da Lua, a anti-umbra. Um observador desta região, portanto, veria um eclipse solar anular (veja figura 8).

CONFIGURAÇÃO EM QUE UM ECLIPSE É POSSÍVEL

O plano da órbita da Lua ao redor da Terra não coincide com o plano da órbita da Terra ao redor do Sol. Elas possuem uma diferença angular de 5 graus (figura 9). Desta forma, um eclipse só pode ocorrer quando o alinhamento entre Sol, Terra e Lua coincidir com a Lua em um ponto de sua órbita que toca o plano da órbita da Terra. É daí que vem o termo *eclipse*: o ponto de intersecção entre as eclípticas (linhas na esfera

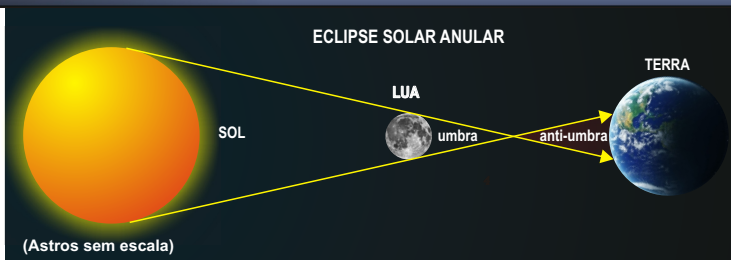


Figura 7 - Formação da anti-umbra durante um eclipse anular.

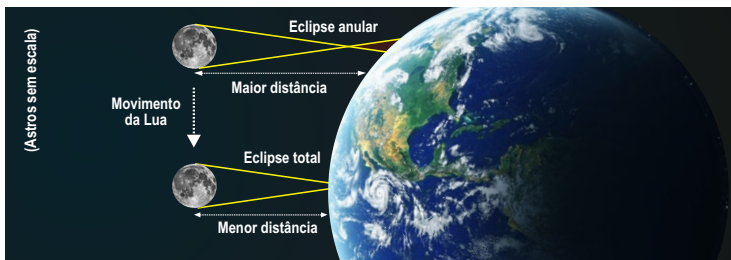
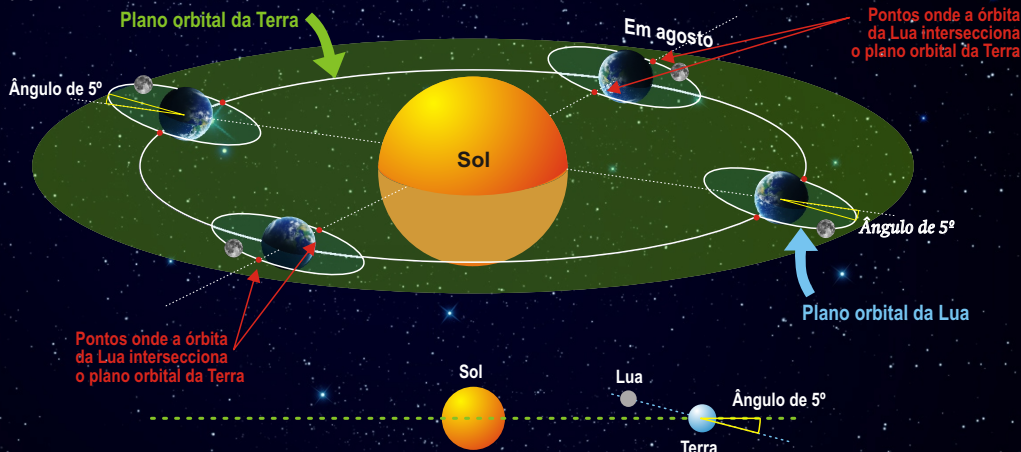


Figura 8 - Ocorrência de eclipse solar híbrido.

celeste que representam a trajetória do Sol e Lua *em uma perspectiva geocêntrica*. Se não existisse essa diferença angular nos planos orbitais da Lua e da Terra, haveriam eclipses todos os meses. Mas como os planos não coincidem,

existem épocas do ano onde é possível a ocorrência de eclipses. Em todas as outras épocas não há como ocorrer eclipses pois qualquer alinhamento entre o Sol, a Terra e a Lua é impossível. É importante lembrar que devido as interações

Figura 9



gravitacionais com o Sol, a órbita da Lua gira lentamente e faz com que os meses das temporadas de eclipses se adiantem um pouco no decorrer dos anos. Em 2017, essas temporadas serão em fevereiro e agosto.

VISÍVEIS NO BRASIL

São dois os eclipses solares deste ano. O primeiro já aconteceu. Foi em 26 de fevereiro. Iniciou-se entre 10h e 11h30, variando com a região. Foi visível nos estados das regiões sul, sudeste, parte do centro-oeste e parte do nordeste.

O segundo ocorre agora, dia 21 de agosto. Estima-se que só regiões norte e nordeste, e parte da região centro-oeste contemplarão o fenômeno.

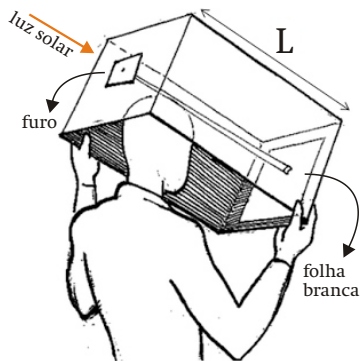


Figura 11 - Vendo um eclipse solar com o princípio da "câmara escura". Para uma imagem nítida é indicado manter a seguinte proporção: para um tamanho da caixa (L) de 50cm, o furo na caixa deve ser de aproximadamente 4 milímetros. Ilustração - www.keyword-suggestions.com

quanto mais ao norte, maior a área do disco solar coberta pela Lua (clique na figura 10). O início do eclipse variará de próximo das 15h até as 18h.

Como ocorreu em fevereiro, o eclipse solar de agosto, visto no Brasil, será apenas parcial.

COMO OBSERVAR UM ECLIPSE SOLAR

Não devemos olhar diretamente para o Sol. Isto provoca lesões irreversíveis na retina, levando perda parcial ou total da visão. Por isto, observar um eclipse solar requer alguns cuidados.

Não é aconselhado usar "chapas de radiografia". Apesar da filtragem de grande parte da luz visível tornar a observação do Sol fácil, estas "chapas" não filtram os raios ultravioleta. Observar o Sol com uma delas é bompardear os olhos com estes raios. A longo prazo pode levar a cegueira.

Para quem faz questão de observar o fenômeno diretamente o ideal é adquirir filtros adequados para isto. Uma alternativa é o vidro usado em máscaras de soldador. Eles são classificados por números de acordo com a espessura. Para observar o Sol, a

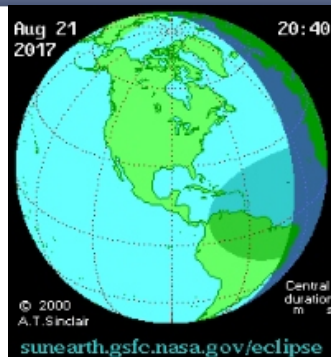


Figura 10 Abrangência do eclipse solar de agosto/2017. Clique na imagem para ver a animação.

mínima espessura recomendada é a número 14.

O método mais seguro é usando o princípio da "câmara escura". Nela, a imagem do Sol é projetada em um anteparo branco colocado na face interior de uma caixa que deve ter um pequeno furo na face oposta, por onde entra a luz (fig. 11).

Resta-nos agora torcer para que no dia do eclipse o tempo colabore, mantendo as nuvens longe e o céu limpo.

Wilson Guerra é professor, graduou-se em Física (UEM), tem especialização em Astrobiologia (UEL) e atualmente é mestrando em Educação Científica.

Referências:

Astronomia - Guia Ilustrado
Editora Zahar

Astronomia Elementar
Roberto Rosa, Editora EDUFU

Astronomia e Astrofísica
astro.ifrgs.br/eclipses/eclipse.htm



Lua
Astrofotógrafo: Newton Cesar Florencio
04/06/2017
Londrina - PR

As "baleias andantes"

O vai e vêm dos seres vivos para a água mostram que a Evolução não é linear

Rogério C. Souza

rogersouza@yahoo.com

Desde muito antes da publicação de “A Origem das Espécies” por Charles Darwin em 1859, os naturalistas já procuravam explicações para o surgimento das baleias e dos cetáceos em geral, devido a Aristóteles ter incluído as baleias, por semelhanças anatômicas, no mesmo grupo dos mamíferos terrestres e não no grupo dos peixes, se julgasse simplesmente pelo formato do corpo.

Darwin já sabia!

Com o avanço do pensamento evolucionista, sobravam hipóteses, mas faltavam evidências. O próprio Darwin especulou

sobre a ancestralidade das baleias. Ele ouviu relatos sobre ursos tentando “pescar” salmões com grande dificuldade. Imaginou então um animal parecido com um urso. Na época foi ridicularizado por esse comentário, mesmo isso não uma mera especulação.

Um outro mundo

Essas evidências demoraram muito a chegar. Somente na década de 1970 as evidências da transição de um animal terrestre para um aquático começaram a aparecer, na região do atual Paquistão, antigo território banhado pelo extinto Oceano Tétis. Esse antigo oceano ia da região da atual Indonésia até Gibraltar, foi lentamente sendo fechado pelo avanço

do subcontinente indiano e da península arábica em direção à Ásia, o atual Mar Mediterrâneo pode ser considerado o que restou do antigo Oceano Tetis.

Essa movimentação foi produzindo um mar raso e tropical, riquíssimo em vida marinha, fazendo com que os carnívoros terrestres ficassem com água na boca. Após a extinção dos dinossauros, os mamíferos se diversificaram muito, originando muitos grupos e ocupando variados nichos. Um desses grupos deu origem aos atuais Artiodáctilos (herbívoros com número par de cascos, como as vacas, cervos, girafas, camelos, cabras, hipopótamos, etc.) e aos cetáceos.



Figura 1 Questionamentos de Darwin começavam pela dificuldade dos ursos em capturar salmão;

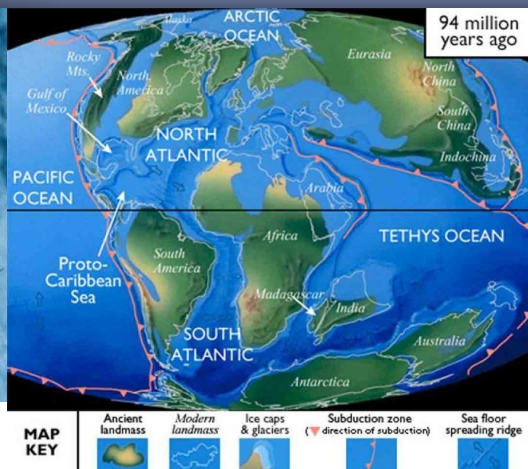


Figura 2 Os mares em outras eras.

Astros de “O Hobbit e Senhor dos Anéis”

Esse grupo era os mesoniquídeos, representado pelo Mesonyx, um animal carnívoro de grande porte (mais de 300 quilos), com mandíbulas gigantes e cascos, muito semelhante aos Wargs da saga “O Senhor dos Anéis” de Tolkien, os grandes lobos montados pelos Orcs.

Os Mesoniquídeos possuíam enormes mandíbulas, essas mandíbulas fizeram a diferença para o

aparecimento dos Cetáceos Misticetos, os animais mais pesados que já existiram no planeta, representado principalmente pela Baleia Azul (*Balaenoptera musculus*), esses animais não possuem dentes, possuem cerdas queratinosas que servem para filtrar ou peneirar o alimento, pequenos peixes ou crustáceos como o krill. O outro grupo de cetáceos são os Odontocetos, representado pelos golfinhos, orcas, cachalotes, botos, etc, todos possuem

dentes em forma de cone para melhor agarrar os peixes.

A “Baleia do Paquistão”

Mas a árvore genealógica dos cetáceos é longa, a transição para o mar levou ao menos 40 milhões de anos para ocorrer, o mais antigo ancestral já descrito pertence-se ao gênero *Pakicetus* (ou “Baleia do Paquistão”), era nitidamente um animal terrestre, a pista para revelar seus descendentes estavam em alguns detalhes da orelha



Mesonyx



Wargs em “As Duas Torres”

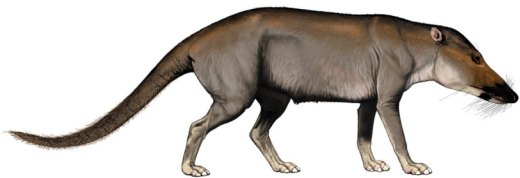


Figura 3 Pakicetus, reconstrução e esqueleto fóssil.



Figura 5 Rodhocetus



Figura 6 Dorudon

interna, como o Grande Auditório Bulla formado a partir do osso ectotimpânico, presente só em cetáceos.

Já o *Ambulocetus natans* (“Baleia andante que nada”) era diferente de tudo que já existiu, literalmente uma forma transicional entre seres aquáticos e terrestres. Poderia nadar muito bem, mas ao mesmo tempo se

movia em terra firme. Também encontrado no Paquistão, antigas praias do Tétis.

Quase só aquáticos

Em seguida começam a aparecer evidências de animais dependentes do ambiente aquático, da forma das atuais focas, como o *Rodhocetus* e *Protocetus*. Ambos não

conseguiram se virar em terra firme tão bem quanto em ambiente aquático, que aliás garantia a continuidade da adaptação. Descendentes cada vez mais não precisavam sair da água para se reproduzir ou ter seus filhotes.

Cem por cento Aquáticos

Já os basilosaurídeos como os *Basilosaurus* (erroneamente batizado de “Lagarto Rei”) e *Dorudon* (“dentes de lança”), foram animais totalmente aquáticos. Muito mais compridos que os cetáceos atuais, ainda preservavam as pequenas pernas traseiras usadas para se prenderem durante o acasalamento.

Dois grupos surgem

Já na época miocena, ocorreu a diferenciação entre os dois grupos já



Figura 4 *Ambulocetus* caçando um ancestral dos cavalos



Figura 7 Basilosaurus comparado a um humano adulto



Figura 8 Golfinho, exemplo de odontoceto



Figura 9 Baleia Franca de boca aberta exibindo suas cerdas, exemplo de mysticeto.

descritos, Odontocetos e Mysticetos, sendo que os odontocetos mantiveram a característica dentária dos ancestrais apesar de possuírem somente um orifício nasal. Os mysticetos se especializaram na alimentação e em climas polares, perderam os dentes mas conservaram as duas passagens.

Mais evidências

Além das evidências fósseis, os animais vivos atualmente



Figura 10 Ancestralidade simplificada dos cetáceos. De cima para baixo: mesonyx, pakicetus, ambulocetus, rodhocetus, basilosaurus, dorudon, jubarte.



Figura 11 Esqueleto de baleia azul. Em destaque o que restou da "cintura pélvica"

também exibem pistas de sua ancestralidade. Observando um esqueleto de baleia azul é possível ver o que restou de sua cintura pélvica, além de seu código genético possuir semelhanças com o dos hipopótamos, artiodáctilos com mandíbulas enormes,

semelhantes aos mesoníquideos.

No futuro novos achados poderão colocar novas peças no jogo identificando os elos que faltam na escala evolutiva. Infelizmente alguns sítios fossilíferos podem estar localizados em regiões com conflitos políticos (como o Paquistão, por exemplo), atrasando muito as novas descobertas sobre essa jornada incrível dos animais que voltaram para os oceanos 300 milhões de anos após os anfíbios terem deixado a água.

Rogério C. Souza graduou-se em Ciências Biológicas. É professor e coordenador da página **Academia de Ciências Naturais**.



Polo Celeste Sul
Astrofotógrafo: Adriano Faciole
Futuras instalações do
Observatório Estrela do Sul
23/07/2017
Sarandi - PR



Coordenado por **Yara Laiz Souza**
o **Ciência em Pauta** colabora com os *sites*
Universo Racionalista, Ciência e Astronomia,
InfoEscola, SpaceToday e Núcleo de
Pesquisa de Ciências (NUPESC), além das
revistas online **AstroNova** e Planetária.

Acompanhe os canais do
CIÊNCIA EM PAUTA



www.facebook.com/pautadaciencia



www.youtube.com/cienciaempautaporyaralaizsouza

A Set List do espaço

O disco de ouro da sonda espacial Voyager

Rafael Cândido Jr.
eletrorafa@gmail.com

Certamente você já leu sobre histórias de pessoas que colocavam uma carta numa garrafa de vidro e lançavam no oceano. Neste artigo vamos conhecer sobre as 'garrafas' lançadas pela NASA ao espaço.

No final dos anos 60, a NASA planejou uma série de sondas para análise dos planetas do Sistema Solar. Algumas destas naves seriam enviadas a Júpiter, e conforme a previsão da trajetória, após cumprida a missão, estas naves seguiriam rumo ao espaço.

A ideia de que uma mensagem em forma de

placa poderia ser acoplada nas Pioneers foi do escritor e consultor científico Eric Burgess, que era inglês e pertencia à Royal Astronomical Society.

A ideia foi recebida com muito entusiasmo pelo astrônomo Carl Sagan, que propôs uma placa com informações de uma unidade padrão de medida baseada na molécula de hidrogênio, a localização do Sol e humanos de ambos os sexos. Reunido com Frank Drake e com a artista plástica Linda Salzman Sagan (esposa de Carl na época), construíram uma placa de ouro-alumínio anodizado a ser fixada na

estrutura das Pioneer 10e11.

Uma nova missão, uma nova mensagem

Inicialmente, o Projeto Mariner tinha como meta enviar naves para Marte. O desenvolvimento de uma Mariner para Júpiter e Saturno gerou projetos tão diferentes das naves Mariner originais que a NASA decidiu transformar num projeto separado denominado Voyager.

E assim como as Pioneer 10 e 11; as Voyagers seriam naves que sairiam do Sistema Solar. Então, a NASA autorizou novamente Carl Sagan a criar um grupo de trabalho para desenvolver



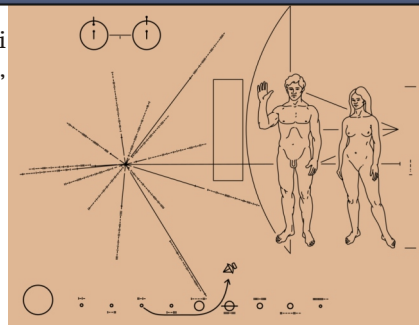
Eric Burgess (1920 - 2005)

uma nova mensagem. A princípio, foi pensada uma mensagem gráfica como a das Pioneer. Porém eles queriam algo que não fosse tão limitado em informações, que pudesse haver algo mais que um desenho estático.

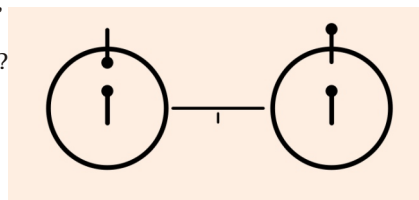
Logo na primeira reunião foi pensada a ideia de um disco, algo equivalente a um LP (long playing). Vale lembrar que na época (segunda metade dos anos 70) o uso de CD lasers beirava a ficção científica.

A primeira tarefa do grupo foi avaliar de qual material deveria ser feito o disco, qual conteúdo seria posto neste disco. Sendo um disco, quais seriam os sons que seriam mandados ao espaço? E como se mandariam as imagens? Uma fita magnética de vídeo ou uma película de cinema não suportaria as condições do espaço.

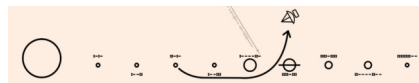
Na época, a empresa Colorado Video havia desenvolvido um sistema que permitia a gravação e a reprodução de imagens estáticas em preto e branco e coloridas usando um LP.



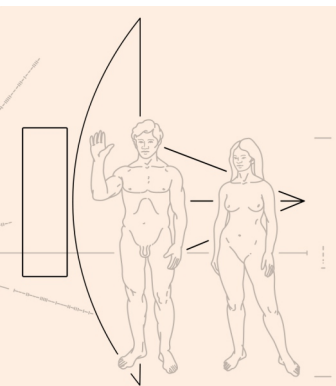
Placa das sondas Pioneer 10 e 11.



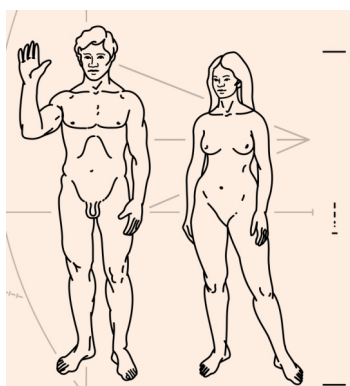
Estados de transição quântica do hidrogênio. Isso funciona como unidade de comprimento e de tempo (mostrada pelo símbolo | abaixo da linha).



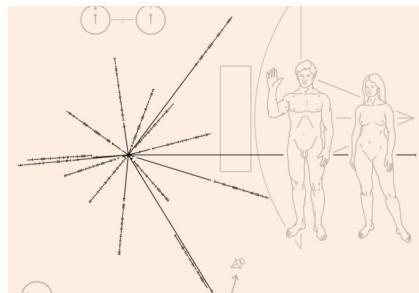
Sistema Solar com a trajetória da Pioneer. Ao lado dos planetas estão grafados em números binários (na forma | e -) as distâncias até o Sol, tendo como unidade 1/10 da distância que separa Mercúrio do Sol.



A nave Pioneer e seu tamanho relativo a humanos adultos.



A humanidade, com detalhe para o polegar opositor. Os genitais femininos não estão em detalhe devido a uma restrição da NASA. Cidadãos dos EUA poderiam considerar a imagem obscena.



Distância do Sol em relação ao centro da Via Láctea e a 14 pulsares com seus respectivos períodos em números binários.



A capa e o disco da Voyager. Na capa percebem-se elementos já vistos na placa da Pioneer. Há também instruções sobre como colocar a agulha captadora, a frequência de giro do disco, o primeiro sinal, a forma como devem ser vistas as imagens e o círculo de calibração.

Porém, ao invés de uma frequência de 33 1/3 rpm, comum nos LPs musicais, era de 16 2/3 rpm.

Mas o LP não poderia ser de vinil, material também frágil nas condições do espaço. Então o disco foi construído em cobre revestido com ouro e sua capa foi feita em alumínio anodizado contendo urânio 238, de modo que o decaimento do U-238 atue como um parâmetro para contagem do tempo. Há

também instruções sobre como colocar a agulha captadora, a frequência de giro do disco, o primeiro sinal, a forma como devem ser vistas as imagens e o círculo de calibração.

Definidos os materiais, o que levaria o disco? Quais imagens e sons seriam eternizados nesta cápsula do tempo?

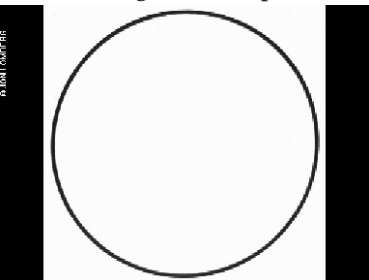
Para definir o conteúdo do disco, o grupo teve as tarefas divididas. Carl Sagan e Frank

Drake ficaram com a coordenação geral e a criação do 'dicionário', ou seja, o padrão que seria utilizado para definir um sistema numérico e as unidades de tempo, comprimento e massa.

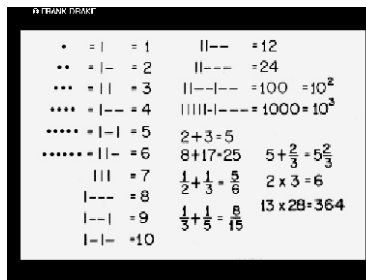
O artista plástico Jon Lomberg ficou encarregado de montar as gravuras do dicionário e selecionar as fotografias. A parte sonora foi dividida em 3: as saudações, os sons e as músicas. E nesta parte sonora responsabilizaram-se Linda Sagan, Ann Druyan e Timothy Ferris.

Dicionário básico

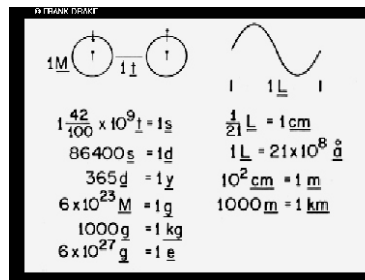
A primeira pergunta é: Como se faz uma comunicação com um ser extraterrestre? Não, não estamos falando de discos voadores ou de seres que vemos em filmes. Caso a nave Voyager seja descoberta daqui a milhões de anos por uma civilização avançada,



Primeira imagem:
Círculo de calibração.



Esta imagem é o 'dicionário' matemático, no qual são definidos os números em sistema binário (usando os grafismos | e -), sistema decimal, as operações fundamentais e o símbolo de igualdade.



Assim como na placa da Pioneer, a partir dos estados de transição quântica do hidrogênio são definidas unidades de massa, tempo e comprimento. Há a unidade 1e, que indica a massa de uma Terra.

como estabelecer padrões que sejam reconhecidos?

A única linguagem universal é a Matemática. Ou seja, a primeira forma de contato deve ser por números. É interessante que Carl Sagan explorou isso em seu livro Contato, no qual o início de uma mensagem do espaço começava com os números primos.

Assim, após a primeira gravura, que é o círculo de calibração; haveria uma sequência de gravuras referentes à Matemática. Cada gravura seria exposta por 8 segundos, caso o disco seja girado na frequência certa de 16 2/3 rpm. É interessante notar que última inscrição na capa do disco é a primeira a ser apresentada ao girar o disco algo como uma mensagem: Se você seguiu as instruções corretamente, esta é a primeira coisa que você verá.

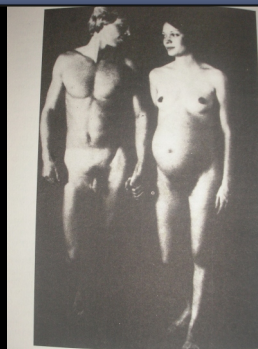
Círculo de calibração

Esta é a primeira imagem. Seguida do 'dicionário' matemático, no qual são definidos os números em sistema binário (usando os grafismos | e -), sistema decimal, as operações fundamentais e o símbolo de igualdade.

Assim como na placa das Pioneer, a partir dos estados de transição quântica do



Imagem da Terra mostrando seu diâmetro e sua massa (1e) como definido na gravura anterior.



A polêmica foto que a NASA não permitiu estar no disco. A foto foi tirada do livro "Murmúrios da Terra".

hidrogênio são definidas unidades de massa, tempo e comprimento. Há a unidade 1e, que indica a massa de um planeta Terra.

As imagens – nosso cartão postal

As imagens seguem uma ordem. Após o dicionário há imagens coloridas do espectro solar e do Sistema Solar.

Após as fotos do Sistema Solar há imagens de definições químicas, incluindo a composição da atmosfera da Terra, diagramas explicando o DNA, as células, a anatomia humana, a fertilização, gestação e nascimento.

É nesta sequência que uma foto de um jovem casal com a moça grávida foi proibida de estar no disco por questão de não desagradar ao lado mais conservador da população dos EUA (afinal a

NASA recebe dinheiro público).

Na sequência tem-se fotos da comunidade humana, de paisagens naturais da Terra, de construções e de viagens espaciais. Algumas fotos foram gravadas com informações sobre suas cores, principalmente as que mostram detalhes tecnológicos.

Alô do planeta Terra

Uma parte do disco deveria ter uma saudação em vários idiomas falados no mundo. Uma saudação que fosse breve, para que não tomasse muito tempo de gravação no disco.

A equipe do disco da Voyager entrou em contato com as Nações Unidas, para que cada representante de um idioma na Terra falasse uma mensagem curta. Só que isso gerou uma grande confusão. Praticamente todos os

representantes queriam falar e suas mensagens não eram nada curtas. Alguns citavam desde poesias a até um discurso comentando das características do seu país, certamente desconhecendo que do espaço não vemos fronteiras. A única gravação que ficou integral é a saudação feita por Kurt Waldheim, secretário-geral da ONU na época. Tanto que esta gravação foi escolhida como a primeira a ser exibida entre todos os sons.

Com prazos apertados, a solução encontrada por Carl Sagan foi gravar pesquisadores do departamento de idiomas da Universidade de Cornell. Assim, puderam também ser incluídas linguagens mortas como sumeriano, acadiano, hitita e latim. Estas saudações são encerradas por uma mensagem em inglês falada por Nick Sagan, filho de Linda Salzman e Carl Sagan.

Entretanto, as mensagens gravadas nas Nações Unidas não foram descartadas. Elas foram editadas de modo que apenas algumas partes são audíveis e ao fundo ouve-se o canto de baleias.

Uma história de sons e ruídos

Você que está lendo este artigo, quais são seus sons favoritos? É interessante que

temos gostos, odores e paisagens favoritas, mas pouco paramos para perceber os sons que nos rodeiam.

Como descrever o mundo que vivemos usando os sons? Se a pessoa vive numa área rural tem-se o som de galo cantando, cigarras, pássaros, animais. Nas cidades o ruído de buzinas, fábricas, trens e, dependendo do lugar, até de navios.

O que foi montado foi uma sequência de sons que segue uma ordem cronológica, começando pela chamada música das esferas, citada pela primeira vez por Johannes Kepler em seu *Harmonices Mundi*.

Seguindo por elementos como vulcões, chuva, terremotos, trovões e o borbulhar de lama, o indicativo da origem da vida. Logo depois animais, batidas cardíacas e som de fogo seguido de uma fala em língua do povo Kung, um povo ainda caçador-coletor que vive no deserto da Namíbia.

Finalmente há sons de atividades humanas, agrícolas e industriais. A série de sons encerra com os sons de um beijo, uma mãe conversando com seu bebê, os indícios de vida (gravados a partir de um encefalograma feito em Ann

15 October 1986

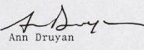
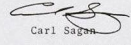
Mr. Chuck Berry
c/o Mr. Nick Miranda
12825 Four Winds Farm Drive
St. Louis, MO 63131

Dear Chuck Berry,

When they tell you your music will live forever, you can usually be sure they're exaggerating. But Johnny S. Goode is on the Voyager interstellar records attached to NASA's Voyager spacecraft -- now two billion miles from Earth and bound for the stars. These records will last a billion years or more.

Happy 60th birthday, with our admiration for the music you have given to this world . . .

Go Johnny, go.


Ann Druyan

Carl Sagan
Cornell University,
Ithaca, New York
On behalf of the
Voyager Interstellar
Record Committee

A carta de Ann Druyan e Carl Sagan parabenizando Chuck Berry.

Druyan, que durante a criação do disco da Voyager apaixonara-se por Carl Sagan, sendo correspondida) e o som de um pulsar, que dá um chiado parecido com o que se tinha nos encerramentos dos LPs antigos.

Músicas de toda a humanidade

Dois critérios foram a estrutura principal das escolhas de música: deveriam ser incluídas músicas das mais variadas culturas da Terra e as músicas deveriam ser incluídas não apenas por questão de respeito, mas principalmente por tocar o coração e a mente.

Para colaborar, foram convidados o musicólogo Robert Brown e o etnomusicólogo Alain Lomax que citaram várias

obras desconhecidas no mundo ocidental.

Carl Sagan cita no livro *Murmúrios da Terra* que gostaria muito que a música *Here comes the Sun* dos Beatles fosse incluída. Mas havia a questão de direitos autorais, então o próprio Sagan telefonou para cada um dos Beatles para conversar. Todos os quatro aceitaram prontamente. Entretanto, a música dos Beatles não pertencia a eles, e sim à gravadora, que não concordou com a cessão do fonograma.

Anos depois, em 1986, Carl Sagan e Ann Druyan (agora casada com Carl) escreveram uma carta parabenizando o cantor Chuck Berry pelos seus 60 anos e citando a música Johnny B. Goode, que foi gravada no disco.

A cápsula do tempo

Carl Sagan cita em alguns de seus livros que quando criança, na exposição de 1939 de Nova York, viu uma cápsula do tempo ser enterrada para ser aberta só 100 anos depois. Esta cápsula continha fotos, recortes de jornais, película de filme de cinema e alguns objetos da época.

Os discos em cada uma das Voyagers são como cápsulas do tempo. Entretanto não serão abertas em centenas de anos e nem por humanos.

Pode ser que vaguem pelo Universo muito mais tempo que pensamos.

Não podemos prever se alguma civilização vai encontrar uma das Voyagers ou uma das Pioneers. Talvez se isso acontecer, a espécie humana poderá já estar extinta, ou, conseguiu sobreviver aos obstáculos e prevalecer não apenas na Terra, mas em outros planetas também.

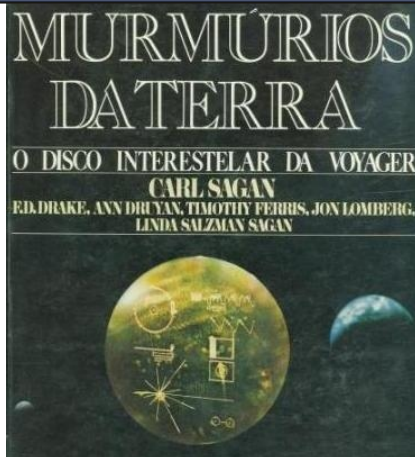
Se as naves forem encontradas, serão o registro de uma espécie que um dia teve um anseio de ser encontrada nesse imenso oceano cósmico, uma esperança de conhecer e ser conhecida entre as outras formas de vidas do Universo.

Dedicatória

Ao final da confecção, Carl Sagan pediu que no intervalo não sulcado dos discos, ou seja, na parte final dos LPs, fosse gravada uma dedicatória, a qual também está no livro *Murmúrios da Terra*. Fazemos a mesma dedicatória para este artigo:

"Aos compositores – de todos os mundos, de todos os tempos."

Rafael Cândido Jr. é graduado e mestre em Engenharia Química pela USP e doutorando em Engenharia Aeroespacial pelo ITA



Referências bibliográficas

A principal referência é o raríssimo livro *Murmúrios da Terra*, escrito por Carl Sagan e por todos os que participaram da criação do disco. Atualmente este livro não é mais editado, só é encontrado em sebos.

Há na Internet páginas citando em detalhes o conteúdo do disco, com as imagens, sons e músicas. Na Wikipédia em espanhol:

es.wikipedia.org/wiki/Disco_de_oro_de_las_Voyager

Há também disponível no Youtube as músicas e os sons gravados na Voyager. Uma busca pela expressão: *Voyager's golden record*, traz como resultado playlists, as músicas isoladas e inclusive vídeos com algumas das imagens.

No site oficial da NASA também há informações disponíveis. Por conta dos direitos autorais não é possível ouvir as músicas e nem ver todas as fotos.

voyager.jpl.nasa.gov/spacecraft/goldenrec.html



www.
RECURSOSdeFÍSICA
.com.br

Página que socializa produção de recursos de ensino adaptados à sala de aula e aos professores. Material produzido nas disciplinas do curso de Licenciatura em Física da UEM e em outros projetos coordenados pelo prof. Dr. Ricardo Francisco Pereira.



Nebulosa de Órion (acima)
Nebulosas da Chama e da Cabeça do Cavalo (abaixo)
Astrofotógrafo: Ricardo Leite
23/07/2017
Munhoz - MG

MAYAK

600 km

MAYAK

Um farol na órbita da Terra

Cristian Reis Westphal
cienciaeastronomia@gmail.com

O foguete cargueiro russo Soyuz 2.1a lançou com sucesso um satélite novo em órbita. Ele se tornará uma das nossas "estrelas" mais brilhantes dentro de alguns dias, ao ponto de alguns astrônomos temerem interferência em suas observações.

O satélite Mayak ("farol", em russo), desenvolvido por jovens engenheiros da Universidade Estatal de Moscou (MAMU), foi financiado no valor de

US\$30.000 dólares através de um site de financiamento coletivo russo. No dia 14 de julho, a sonda foi lançada com sucesso no cosmódromo de Baikonur no Cazaquistão, juntamente com outros 72 outros satélites.

Mayak se enquadra na categoria dos cubesat's, um pequeno satélite do comparável a uma caixa de sapatos. A uma distância de 600 quilômetros acima da Terra, irá abrir uma vela gigante em forma de pirâmide, projetada para

refletir a luz solar. A vela solar abrangerá 16 metros quadrados, esticada, terá uma espessura 20 vezes mais fina que um fio de cabelo.

A empresa por trás do projeto diz que o objetivo da missão é inspirar as pessoas a observarem e explorarem o céu, além de testar tecnologias para satélites em órbitas. Usando um aplicativo no telefone, os patrocinadores do projeto poderão rastrear sua localização e descobrir quando o satélite estará visível sobre o céu da cidade.



O foguete cargueiro Soyuz 2.1a partiu dia 14 de julho com o Mayak e outros 72 satélites.

O satélite permanecerá em órbita por pelo menos um mês. Embora esteja em uma altitude tão grande, existe uma possibilidade do



O engenheiro Alexandr Shaenko, líder do projeto, com uma réplica do Mayak.



Engenheiros preparam a lâmina refletora do satélite Mayak.

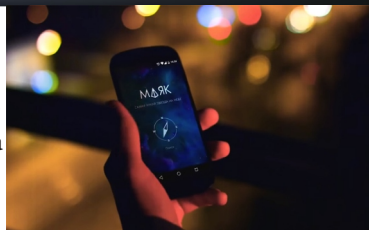
cubesat ficar por muitos meses se a órbita não se alterar, conforme planejado.

Segundo cálculos, a empresa diz que o satélite produzirá um brilho com uma magnitude de -3 à -10, perdendo apenas para o Sol e a Lua, tornando-se o quarto objeto mais brilhante no céu noturno após Vênus.

Este fenômeno ocorrerá por conta da reflexão de raios solares por superfícies reflexivas nos satélites artificiais que, vista da Terra, cria uma espécie de "pulso luminoso" no céu que dura alguns segundos. Esses satélites estão sempre orientados em uma direção determinada e por isso suas superfícies espelhadas se mantêm a um ângulo constante em relação ao solo, permitindo, assim, a previsão dos flares, que pode ser feita por diversos programas de computador, aplicativos para celular e sites disponíveis gratuitamente.

O Mayak também testará técnicas de freamento em órbita, podendo assim trazer informações que podem ser usadas para desviar satélites velhos e minimizar a ocorrência de lixo espacial.

Vários pesquisadores temem que o brilho que o satélite poderá ocasionar no céu, possa atrapalhar



Foi desenvolvido um aplicativo que permitirá prever e avisar as aparições do Mayak.

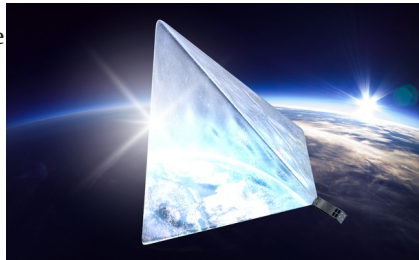
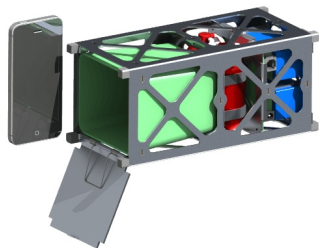


Ilustração mostra o Mayak em órbita, com suas "velas refletores" estendidas.



Mayak comparado a um celular.

observações noturnas com telescópios e interferir em diversas pesquisas importantes no ramo da Astronomia. Já Michael Wood-Vasey, da Universidade de Pittsburgh, diz que provavelmente o cubesat Mayak não será um problema para os astrônomos.

Cristian Reis Westphal é acadêmico de Engenharia Química. Também é coordenador da página **Ciência e Astronomia**



Lua Crescente
Astrofotógrafo: Adriano Faciole
25/07/2017
Sarandi - PR



www.pb.utfpr.edu.br/geastro





Academia de Ciências Naturais

Educação científica 24 horas por dia!
Biologia, Ecologia, Geologia, Astronomia,
Evolução, Genética e muito mais!

www.facebook.com/academiadecienciasnaturais



**REVISTA DE DIVULGAÇÃO
DE ASTRONOMIA
E CIÊNCIAS DA NATUREZA**

AstroNova é uma colaboração de estudantes, professores, astrônomos amadores e profissionais para a divulgação de Astronomia e Ciências da Natureza. Tem lançamento trimestral e divulgação pública e gratuita.

Disponível em:
www.caeh.com.br
www.grupocentauro.org/astronova

Acompanhe nossa página no *Fabebook*



www.facebook.com/AstroNovaBrasil