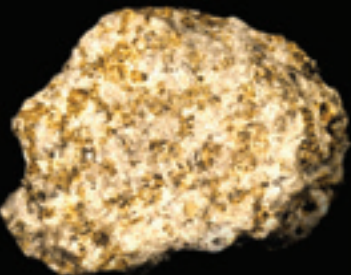
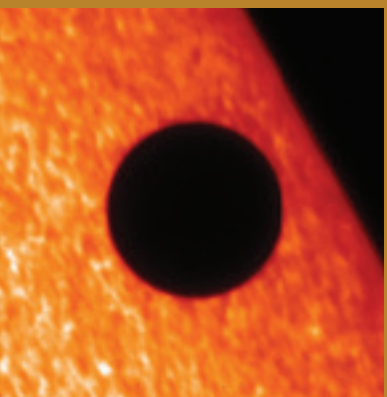
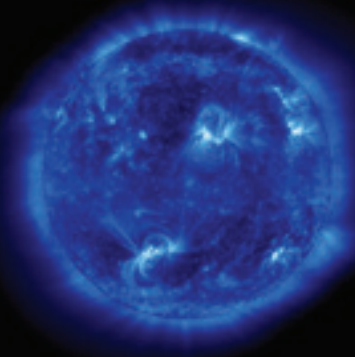
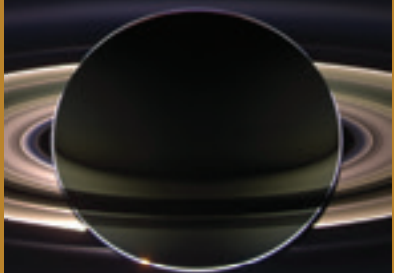


MARCUS CHOWN

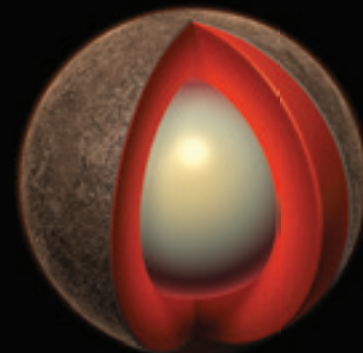
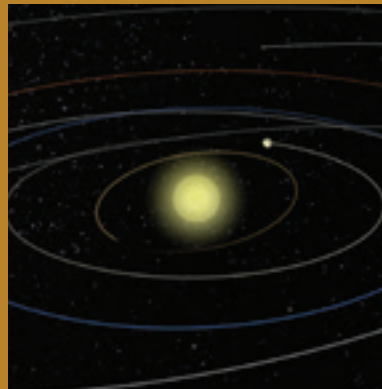
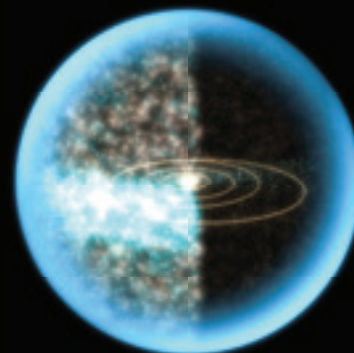


SISTEMA SOLAR

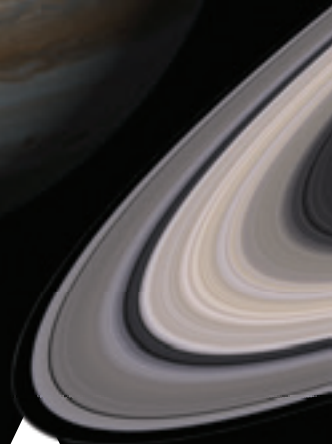
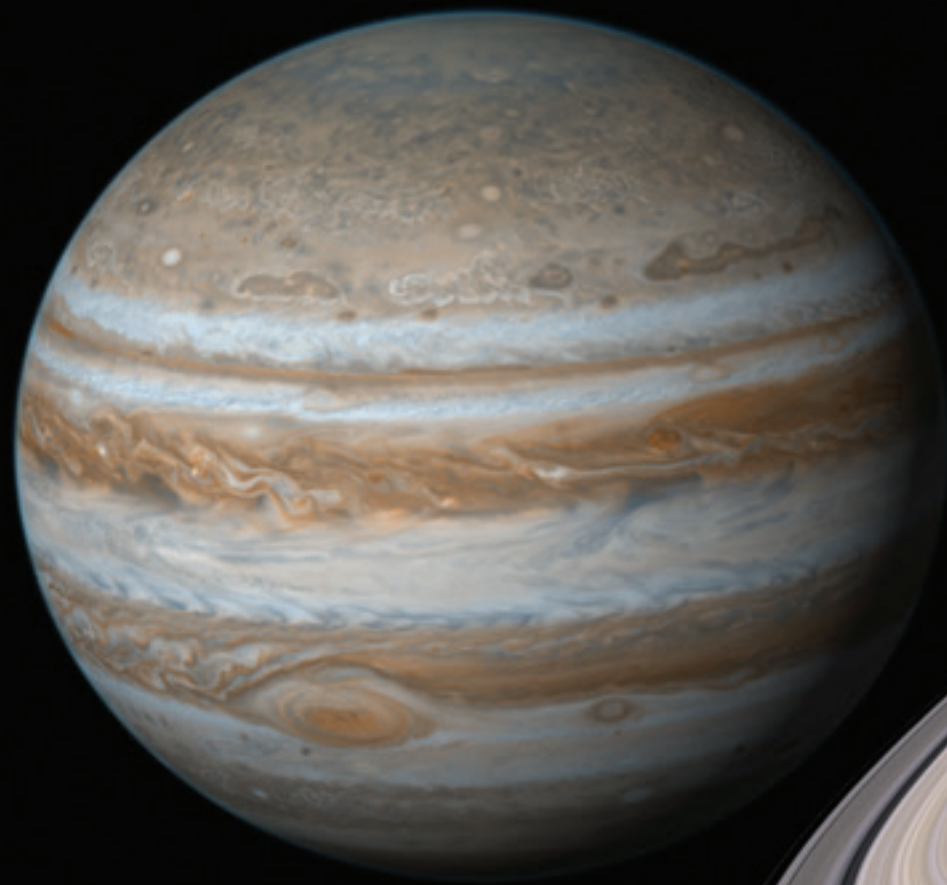
Uma exploração visual dos planetas, das luas e de outros corpos celestes que orbitam nosso Sol



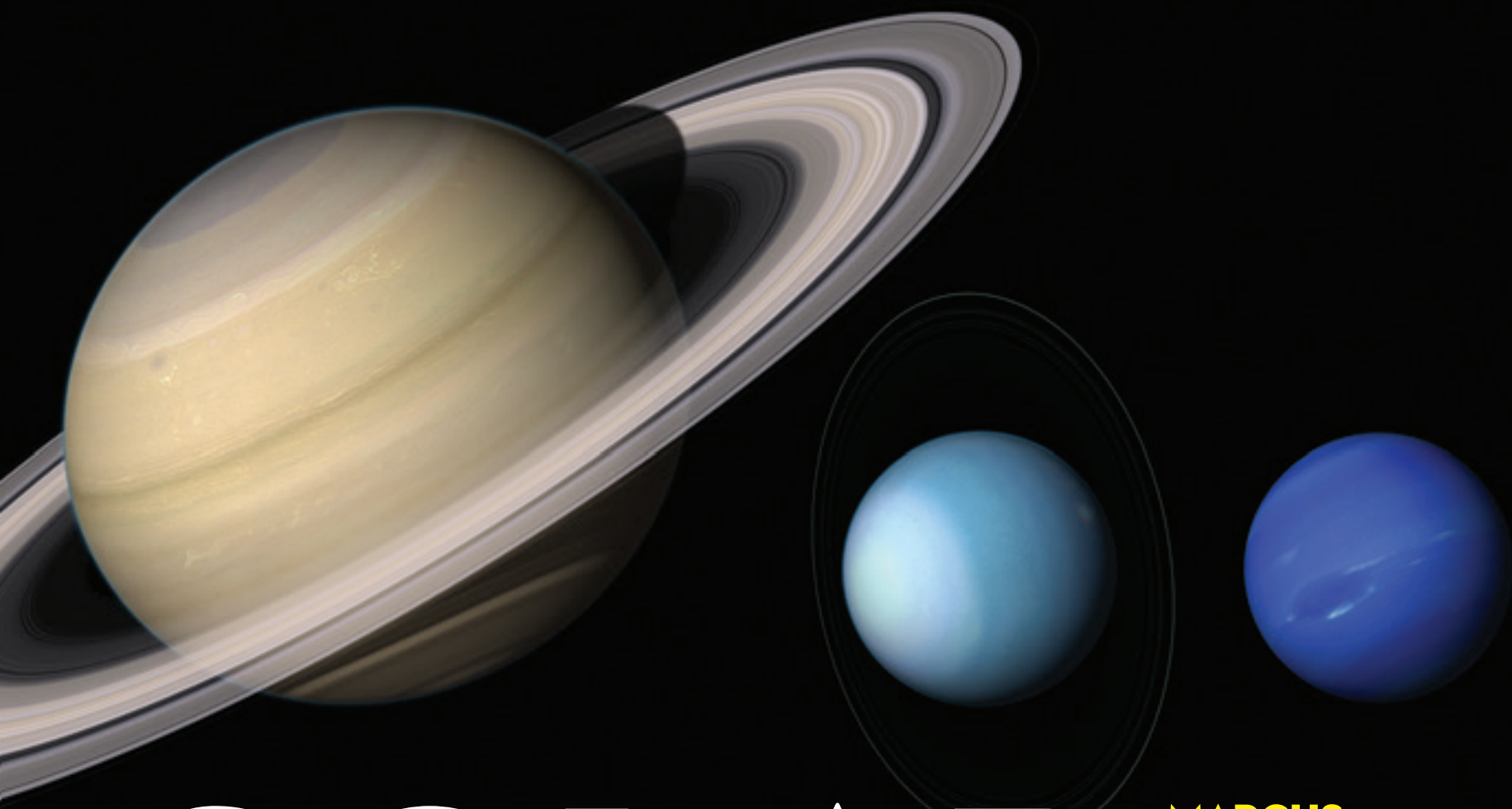
Blucher



SISTEMA SOLAR



SISTEMA



SOLAR

MARCUS
CHOWN

Uma exploração visual dos planetas,
das luas e de outros corpos celestes
que orbitam nosso Sol

Blucher

Copyright do texto ©2011 Marcus Chown
Texto das legendas de fotos do espaço ©2011 Planetary Visions Limited
Edição Eletrônica Original para iPad ©2011 Touch Press LLP.
Editado pela Touch Press e Faber and Faber.

Todas as imagens espaciais são fornecidas pelas Planetary Visions Limited.
www.planetaryvisions.com
Copyright dos mapas de órbitas, mapas, globos dos planetas e lua ©2011 Planetary Visions Limited

Cortes dos planetas por Joe Zeff Design

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte deste livro, seja texto ou ilustração, poder ser usada ou reproduzida de qualquer modo sem prévia permissão por escrito do editor.

Design do interior e da capa por Matthew Riley Cokeley

Créditos das imagens da capa:

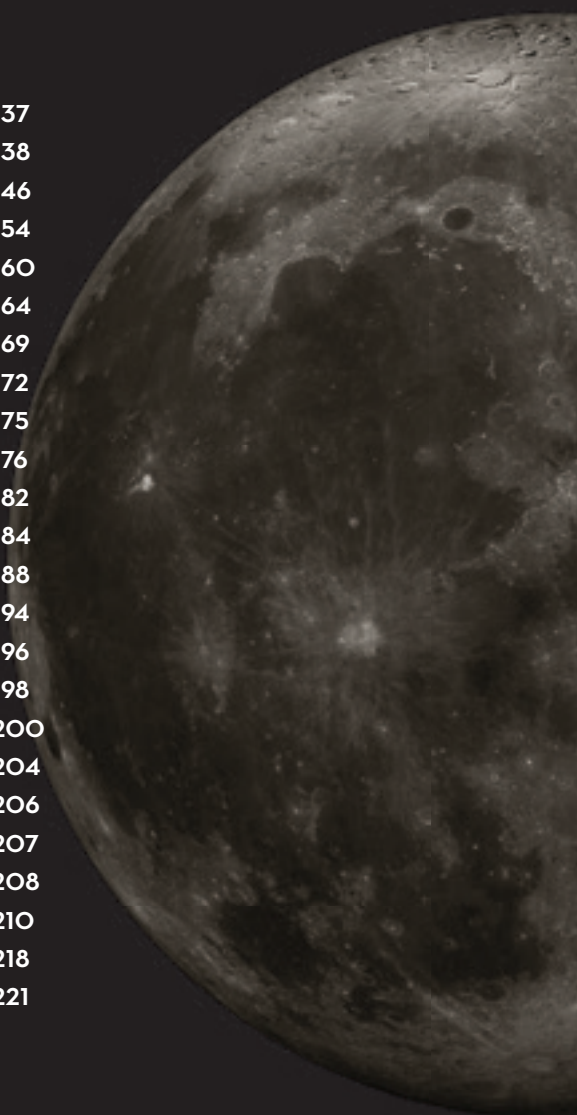
Linha 1: NASA/JPL-Caltech/UMD; Joe Zeff Design; @York Films; Linha 2: JAXA/NASA/PPARC; Lunar and Planetary Institute; Planetary Visions; Planetary Visions; Philippe Duhoux, ESO; Linha 3: TA Rector/NOAO/AURA/NSF; Linha4: NASA/JPL/Space Science Institute; NASA/JPL/Space Science Institute; Planetary Visions; ESA / NASA; ©NASA; Linha 5: Joe Zeff Design; Planetary Visions; Joe Zeff Design.

Créditos das imagens da contracapa:

Terra, Lua e Vênus: Planetary Visions; Saturno: Joe Zeff Design; Sol: NASA/Goddard Space Flight Center – Estudio de visualização científica.

Conteúdo

Os dados e as imagens explicados	6	Outras luas de Júpiter	137
Mapa do Sistema Solar	8	Saturno	138
Sistema Solar	10	Anéis de Saturno	146
Mapa do Sistema Solar interior	24	Titã	154
Sol	26	Encélado	160
Mercúrio	38	Jápeto	164
Vênus	46	Mimas	169
Terra	54	Hipérion	172
A Lua	66	Luas de Saturno	175
Marte	78	Urano	176
Fobos	90	Miranda	182
Deimos	94	Luas de Urano	184
Mapa do Cinturão de asteroides	96	Netuno	188
Ceres	102	Tritão	194
Eros	104	Mapa do Cinturão de Kuiper	196
Gasptra	106	Cinturão de Kuiper	198
Ida	108	Plutão	200
Itokawa	110	Éris	204
Mapa do Sistema Solar exterior	112	Makemake	206
Júpiter	114	Haumea	207
Io	122	Nuvem de Oort	208
Europa	126	Cometas	210
Ganimedes	130	Créditos	218
Calisto	134	Índice	221



Os dados e as imagens explicados

A MAIORIA DAS FOTOS deste livro foi tirada por sondas espaciais, enviadas nos últimos 30 anos, para explorar nossos planetas vizinhos. Imagens individuais, selecionadas entre as milhares que estão disponíveis, variam em escala, indo desde imagens do disco completo, obtidas por telescópios na Terra, até vistas microscópicas das estruturas rochosas, obtidas por câmeras em naves-robô. Além das imagens convencionais, o espectro inteiro é mostrado indo de raios-X, passando pelas emissões de ultravioleta e infravermelho e até as emissões de rádio, o que reflete a variedade de sensores usados para examinar superfícies, atmosferas e campos magnéticos planetários.

Os mapas de luas e planetas são compilados de muitas imagens, às vezes algumas centenas, outras vezes alguns milhares, obtidas por espaçonaves, à medida que orbitaram um planeta ou simplesmente o sobrevoaram. Cada imagem foi ajustada geometricamente para mostrar parte da superfície do planeta e, depois, combinada com outras, com as devidas correções, por conta da variação de iluminação, de maneira a formar o mapa global.

Os planetas interiores foram todos visitados por várias sondas espaciais: Mariner 10 e MESSENGER para Mercúrio; Venera, Magellan e Venus Express para

Vênus; uma flotilha completa com satélites e sondas de exploração da superfície, para Marte.

Várias missões também chegaram aos grandes planetas exteriores: Galileo orbitou Júpiter; Cassini ainda está orbitando Saturno e lançou uma sonda na lua Titã; antes destas, a missão Voyager teve suas espaçonaves sobrevoando os gigantes gasosos, sendo que a Voyager 2 foi a única nave a ter visitado Urano e Netuno.

Hoje, a espaçonave New Horizons está a caminho de Plutão e do Cinturão de Kuiper. Sondas robôs até mesmo já visitaram asteroides e trouxeram de volta amostras de rochas, já seguiram cometas e trouxeram a poeira destes.

Alguns planetas são mais bem mapeados do que a Terra, onde mais de 70% da superfície sólida está oculta por águas profundas. Outros corpos são somente parcialmente documentados com imagens, dada a natureza fugaz dos sobrevoos. Você verá áreas em branco nos mapas – isso não quer dizer “Aqui existem dragões”, mas definitivamente trata-se de “Terra incógnita”. Os objetos mais distantes, incluindo planetas-anões recém-descobertos, têm imagens com não mais do que alguns pixels de diâmetro quando observados dos mais potentes telescópios – vislumbres tentadores de novas terras a serem exploradas.

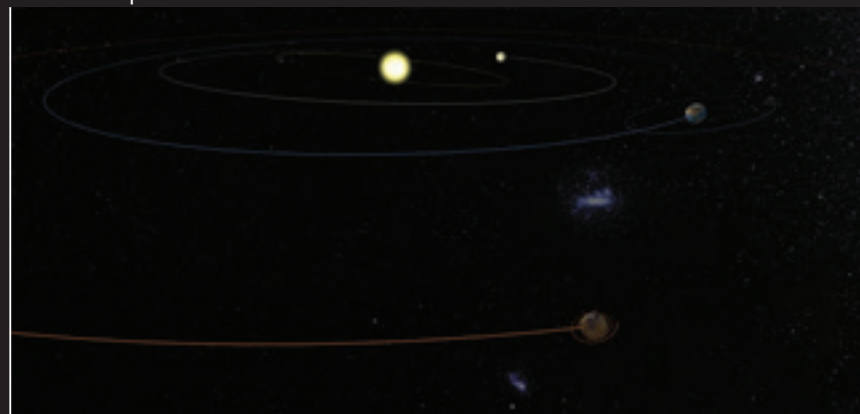
► MAPAS DO SISTEMA SOLAR

Os mapas 3D, em página dupla, do Sistema Solar são simulações em computação gráfica com as órbitas dos planetas desenhadas em proporção real. Por clareza, o tamanho das luas e dos planetas foi exagerado em 500 vezes e as órbitas das luas são mostradas 50 vezes maiores que seus tamanhos corretos. A posição de cada corpo é a correta para 1º de janeiro de 2011. As estrelas mostradas ao fundo são também precisas, desenhadas a partir de uma varredura fotográfica de todo o céu, com partes, tais como a Via Láctea e as Nuvens de Magalhães, aparecendo em muitas das vistas.



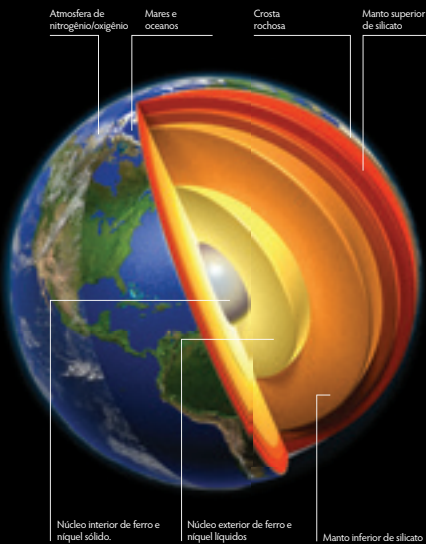
GLOBOS DE PLANETAS E LUA ▲

Essas vistas feitas em computação gráfica mostram cada planeta, lua ou asteroide, a partir de um mesmo ponto de vista e com iluminação semelhante, de modo que suas aparências possam ser comparadas diretamente. Essas vistas são geradas a partir de mapas globais de cada corpo, com base nas melhores imagens obtidas por sondas espaciais. Cada corpo é mostrado o mais próximo possível de sua aparência natural, assim Terra, Vênus e a lua de Saturno – Titã – são mostrados com suas características coberturas de nuvens. Os planetas são mostrados com suas corretas inclinações de eixos, com o ângulo de rotação (longitude) escolhido para mostrar algumas de suas principais marcas na superfície.



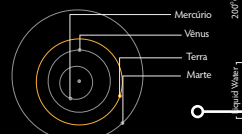
Terra

ELA É GRANDE é redonda, e nós todos dependemos dela. Quando de considera um mundo tão familiar quanto a Terra, fica difícil dizer algo novo. Mas nosso planeta é profundamente misterioso. É o único mundo com água na superfície. É o único mundo com placas tectônicas, com uma camada de ozônio e com vida. Por que a Terra é tão especial? Isso deve estar relacionado à sua distância em relação ao Sol – está bem dentro da zona habitável, nem quente demais, nem fria demais – ou à sua massa e composição, com sua lua gigante que estabiliza o clima. Enquanto, nos outros planetas, a coisa mais complexa é o clima, na Terra a complexidade é muito maior – de bactérias à vida multicelular, a sociedade humana, a civilização e a tecnologia. Se você sabe por que aqui, e não em outro lugar, há um Prêmio Nobel esperando por você. Por enquanto, pense nas diversas coisas que tornam a Terra única.



DADOS ORBITAIS

Distância até o Sol 147 a 152 milhões de km/0,98 a 1,02 AU
 Período orbital (ano) 365,26 dias terrestres
 Duração do dia 23,935 horas terrestres
 Velocidade orbital 30,3 a 29,3 km/s
 Excentricidade orbital 0,0167
 Inclinação orbital 0°
 Inclinação do eixo 23,44°



DADOS FÍSICOS

Diâmetro 12.756 km
 Massa 5.970 bilhões de bilhões de toneladas
 Volume 1.080 bilhões de km³
 Gravidade 1 x Terra
 Velocidade de escape 11,18 km/s
 Temperatura da superfície 204 °K a 331 °K / -69 °C a 58 °C
 Densidade média 5,515 g/cm³



COMPOSIÇÃO ATMOSFÉRICA

Nitrogênio 78,084%
 Oxigênio 20,946%
 Argônio 0,9340%
 Vapor d'água 0,1000%
 Dióxido de carbono 0,039%
 Neônio 0,001818%
 Hélio 0,000524%
 Metano 0,000179%
 Criptônio 0,000114%
 Hidrogênio 0,000055%
 Óxido Nitroso 0,00003%
 Monóxido de Carbono 0,00001%

TERRA 55



VISTAS EM CORTE DOS PLANETAS ▲

As vistas em corte mostram a estrutura do interior de cada planeta até onde podemos determinar, desde a atmosfera ou crosta até o núcleo. A estrutura interna é inferida a partir da massa e do tamanho do planeta, e pelas leis da física.

MAPAS DE LUAS E PLANETAS ▼

Os mapas de luas e planetas mostram a superfície inteira de cada corpo, com Terra, Vênus e Titã mostrados sem nuvens. Os mapas estão em projeção de áreas iguais de Mollweide, que mantém a relação de áreas correta entre as partes, embora haja distorção da forma em direção as extremidades e polos. Este é só um modo de representar a superfície esférica de um planeta num pedaço plano de papel – como a casca de uma laranja retirada num pedaço único e planificada.



▲ DADOS DE PLANETA E LUA ▼

As "estatísticas vitais" de cada corpo são agrupadas em Dados Orbitais, que descrevem onde o corpo está e como se move, e Dados Físicos, que descrevem o tamanho, a massa e outras propriedades físicas do próprio corpo.

Duas propriedades importantes são mostradas visualmente em escalas verticais na lateral da página; a **Temperatura da superfície** segue um padrão à medida que nos movemos do calor do Sol, sendo Vênus a única exceção, cuja temperatura é elevada pelo efeito estufa de sua atmosfera espessa. Apenas a Terra está confortavelmente instalada na faixa de 0-100 °C, na qual a água líquida, tão importante para a vida, pode existir na superfície.

A **Densidade média** nos dá uma ideia em relação a como planeta, lua ou asteroide são constituídos, sendo que um sólido e pequeno Mercúrio apresenta uma densidade próxima à do ferro e o gigante gasoso Saturno é menos denso que a água.

MAPAS ORBITAIS

O mapa orbital mostra a forma da órbita de cada planeta, lua ou asteroide em relação a seus vizinhos e ao corpo em torno do qual orbita. As órbitas estão em proporção real e a posição de cada corpo é a correta para 1º de janeiro de 2012.

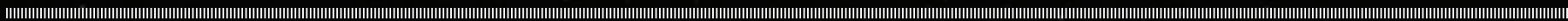
MAPAS DE PROPORÇÃO

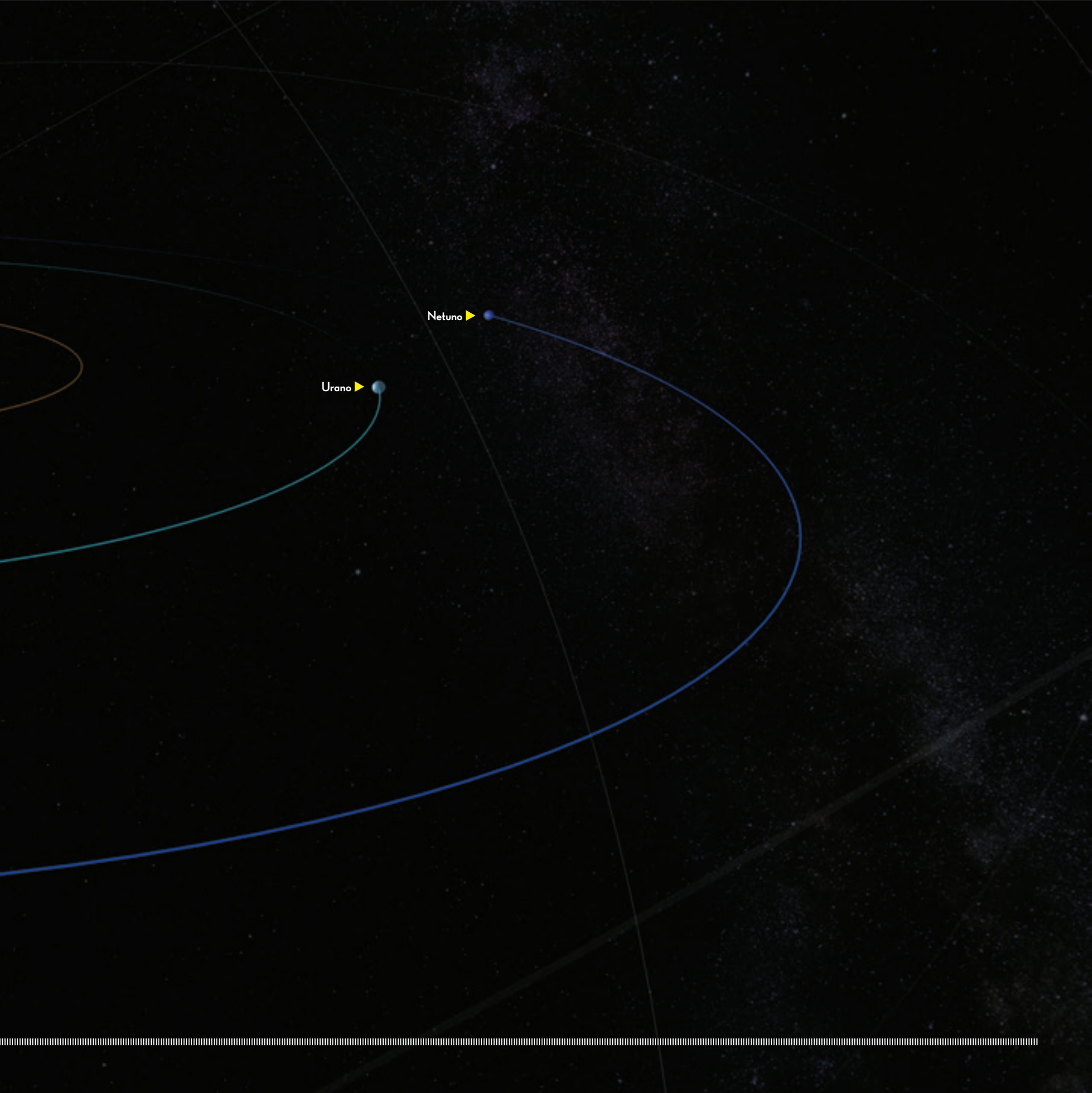
Os mapas de proporção mostram o tamanho de cada planeta, lua ou asteroide em comparação a um objeto que (esperamos!) seja mais familiar ao leitor. Os objetos de comparação vão desde o planeta Terra até um ser humano. (O contorno de um humano acenando, que usamos para dar a proporção das partículas dos anéis de Saturno, foi tirado da placa que está na lateral da sonda espacial Pioneer 10, a qual foi desenhada por Linda Salzman Sagan, esposa do astrônomo Carl Sagan.)

Temperatura da superfície

Densidade média

Sistema Solar

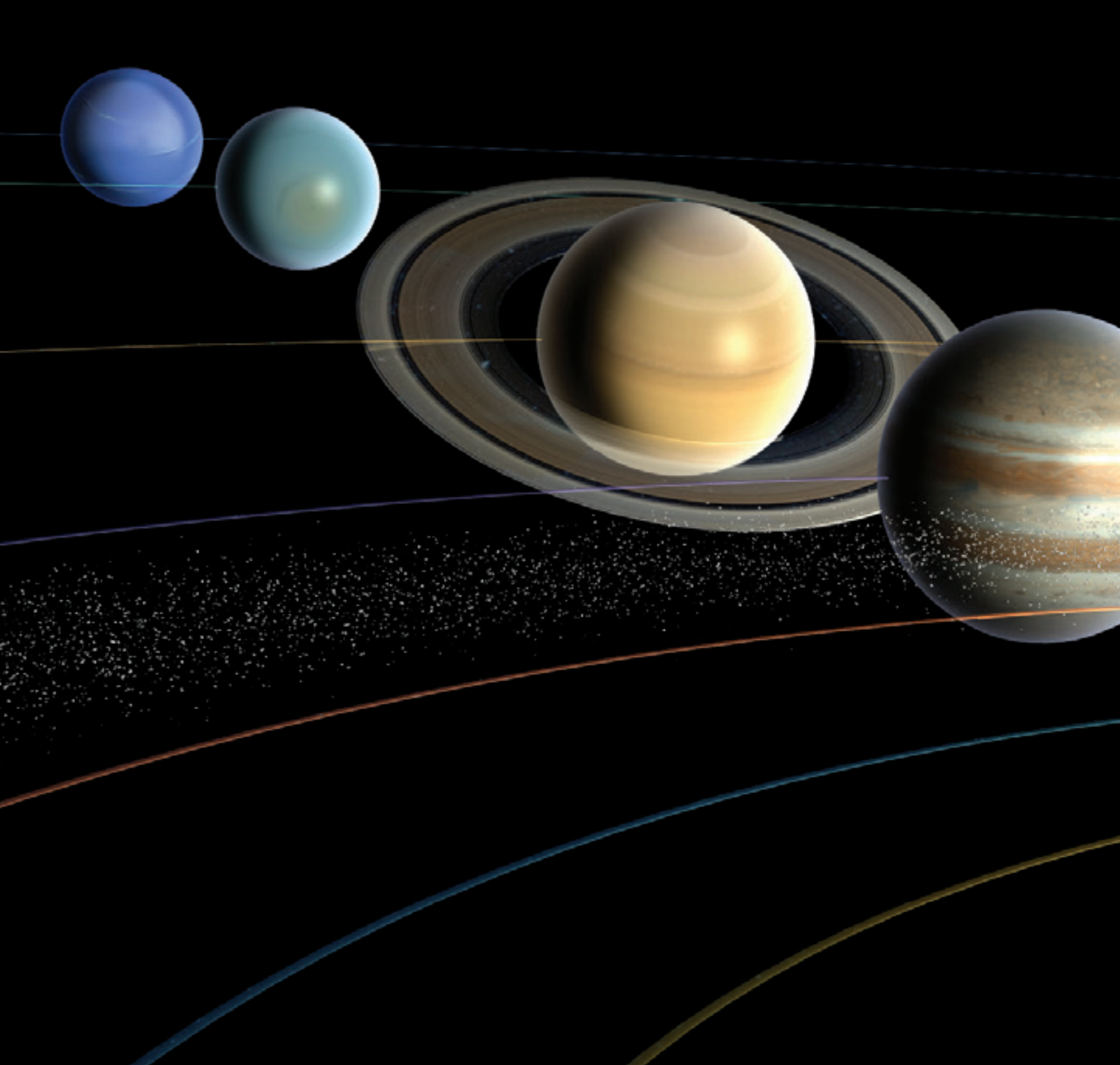




Urano ▶

Netuno ▶





Sistema Solar



PARA A MAIORIA DAS PESSOAS a vida na Terra é difícil. Para alguns felizardos é meramente febril. Não surpreende que sejamos dominados por nosso cotidiano. Olhamos mais para baixo do que para cima. Ignoramos o fato de vivermos em um pedacinho de rocha suspensa, numa vastidão indescritível de espaço vazio. Mas além da fina camada atmosférica estão outros mundos. Mundos nos quais furacões estão soprando há cem anos,

vulcões de gelo estão em erupção, relâmpagos enormes saltam entre os topos das nuvens e luas. Essas coisas estão acontecendo há bilhões de anos, mas só agora podemos vê-las bem de perto. Somos extraordinariamente privilegiados por estarmos vivos no início da era da exploração espacial. Bem-vindo ao Sol e aos planetas, às luas e aos cometas e a outros pedaços variados de cascalho que compõem o Sistema Solar.

NÚMERO DE PLANETAS

8 (Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno)

NÚMERO DE PLANETAS ANÕES

5 (Ceres, Plutão, Éris, Haumea e Makemake)

LUAS PLANETÁRIAS

162

DIÂMETRO

64.000.000 milhões km/

427.813 AU (Limite externo da Nuvem de Oort)

O que é o Sistema Solar?

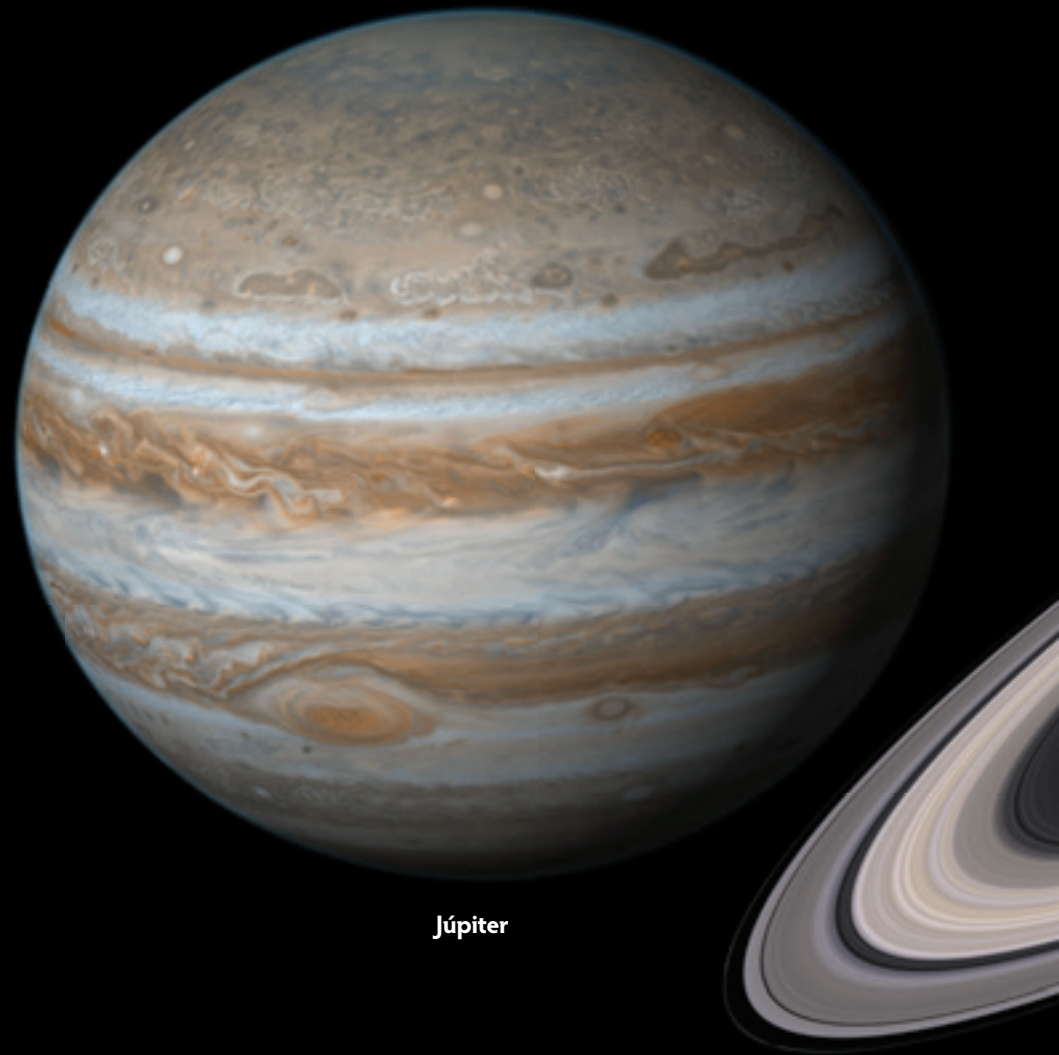
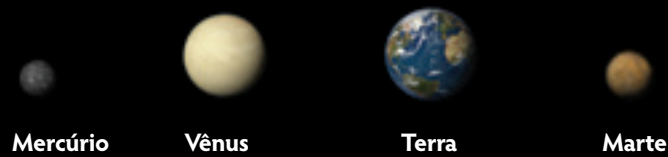
O SISTEMA SOLAR é o conjunto de corpos sob a influência gravitacional do Sol, essencialmente o Sol e mais uma pequena quantidade de resíduo de construção que sobrou de seu nascimento há 4,55 bilhões de anos. Embora o Sol contenha 99,8% da massa do Sistema Solar, o resíduo contém o que há de mais interessante. Novamente, podemos dizer que a Terra está incluída nesse resíduo.

Os principais componentes do Sistema Solar, em ordem crescente de distância até o Sol, são os quatro planetas rochosos, ou terrestres – Mercúrio, Vênus, Terra e Marte – e quatro “gigantes gasosos” – Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Entre os dois grupos orbita um enxame de cascalho rochoso, conhecido como Cinturão de Asteroides, e, além dos gigantes gasosos, um enxame de cascalho gelado chamado de Cinturão de Kuiper. Mais longe de tudo está a “Nuvem de Oort”, que talvez contenha um trilhão de cometas gelados.

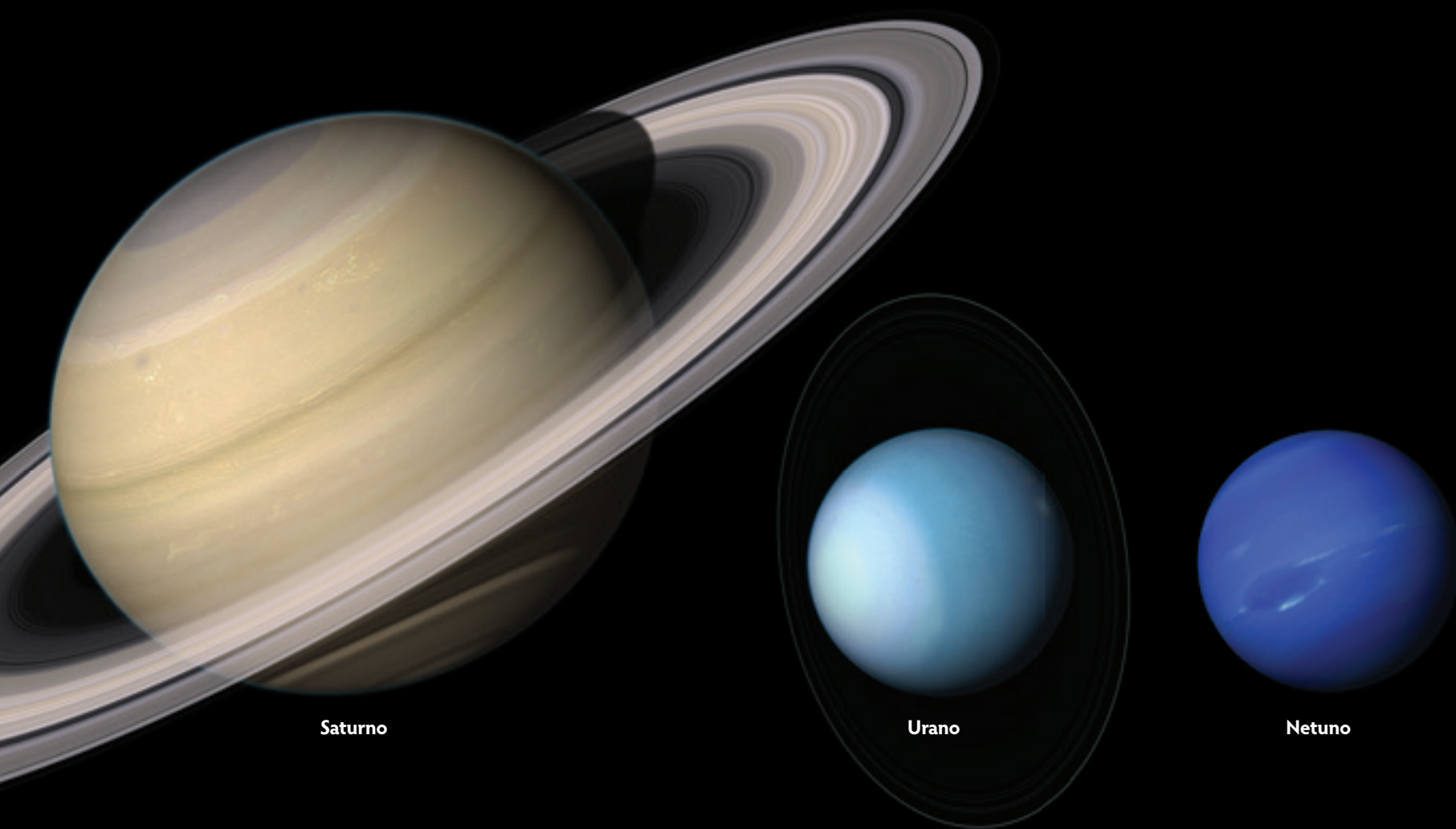
Imagine um CD num enxame gigantesco de abelhas. Isto é como se parecem os planetas, os asteroides, os demais corpos no interior da Nuvem de Oort.

Para a entendermos a proporção, se o Sol tivesse o tamanho de um grão de pimenta, a Terra estaria a dez centímetros de distância, e Éris, o maior objeto do Cinturão de Kuiper, a dez metros de distância. A Nuvem de Oort, entretanto, indo até a metade do caminho até a próxima estrela, estaria num raio de dez quilômetros. Isto marca a extensão da ação gravitacional do Sol e o limite do Sistema Solar.

Bom, sabemos o que é, mas onde está o Sistema Solar?



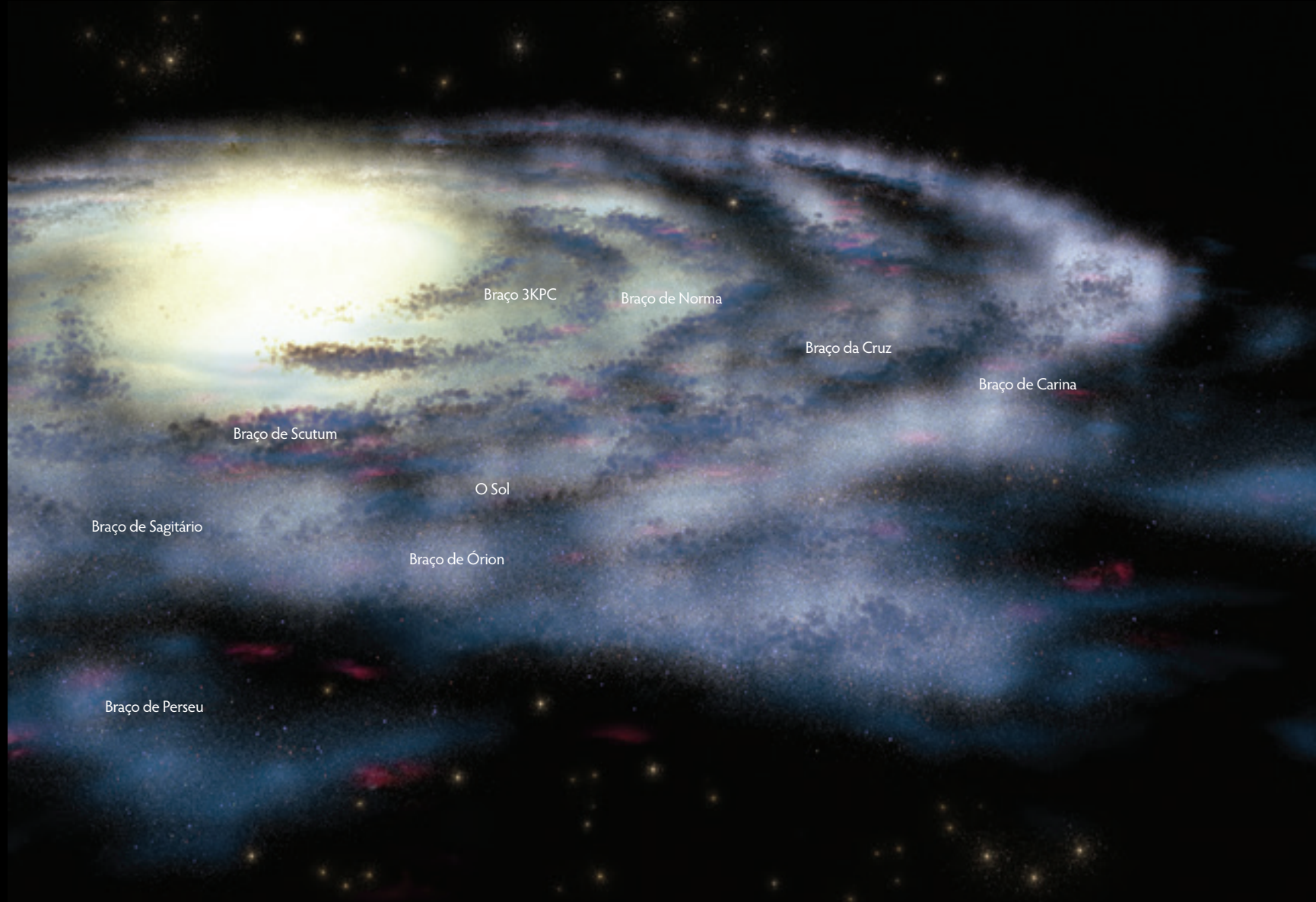
▼ Os oito planetas do sistema solar mostrados em proporção (desde a esquerda): os pequenos planetas rochosos ou terrestres — Mercúrio, Vênus, Terra e Marte — e os gigantes gasosos, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.



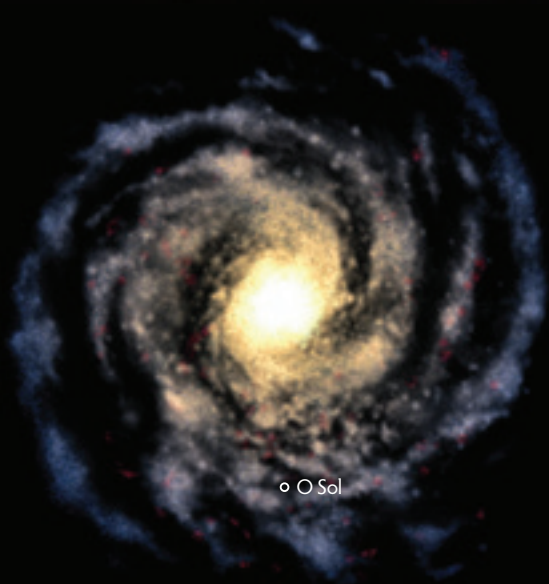
Saturno

Urano

Netuno



▲ Uma vista simulada e mais detalhada de nossa galáxia.



◀ A vista simulada de nossa galáxia, mostrando a localização do Sistema Solar.



Onde está o Sistema Solar?

O SOL É uma de aproximadamente 100 bilhões de estrelas, em uma galáxia espiral chamada Via Láctea – um grande redemoinho de estrelas girando lentamente no espaço. Olhando de lado, a Via Láctea ficaria parecida com dois ovos fritos unidos pela base. Acredita-se que esse completo sistema de estrelas esteja envolto num gigantesco halo esférico de matéria invisível – dita “escura”.

O Sol orbita o centro da galáxia a uma distância de, aproximadamente, 26.000 anos-luz, em um braço de espiral que serpenteia desde o bulbo central de estrelas. Esse braço – na realidade, um ramo do braço espiral de Perseu – está aproximadamente a média distância até o limite exterior. A essa distância, o Sol move-se ao redor do centro da galáxia, completando uma volta a cada 220 milhões de

anos. À medida que orbita, também oscila verticalmente em relação ao plano da galáxia. Encontros com “Nuvens Moleculares Gigantes” de gás podem agitar a Nuvem de Oort, enviando cometas em direção ao Sol – atingindo a Terra e iniciando extinções em massa?

A Via Láctea é uma entre 100 bilhões de galáxias no Universo Observável, uma bolha com aproximadamente 84 bilhões de anos-luz de diâmetro, usando-se como centro a Terra. Ela contém todas as galáxias cuja luz teve tempo de chegar até a nós desde o nascimento do Universo há 13,7 bilhões de anos. Além desse limite, ou horizonte de luz, estão outras galáxias atualmente invisíveis para nós. Pode ser que o universo siga adiante por toda a eternidade. Mas, como o universo, o Sistema Solar não existiu sempre.

▲ A Via Láctea é visível no Hemisfério Norte, mas brilha de verdade ao sul do Equador. Isto ocorre porque o Polo Sul da Terra é voltado na direção do centro da galáxia, onde está concentrada a maioria das estrelas, enquanto o Polo Norte aponta para a borda da galáxia.

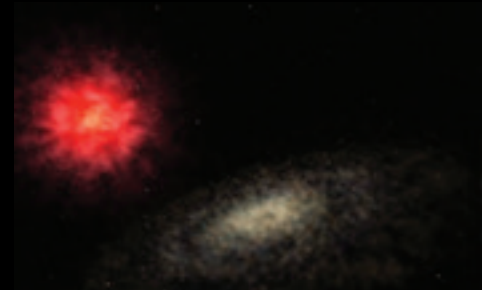
De onde ele surgiu?

NO COMEÇO, por volta de 4,55 bilhões de anos atrás, havia uma gigantesca nuvem molecular. Nuvens desse tipo existem hoje em nossa galáxia – aglomerados de gás e poeira, frias e escuras, como se fossem poças de tinta espalhadas no meio das estrelas. A nuvem primordial teria ficado ali por muito tempo, sem fazer nada, a não ser pelas moléculas de que era composta. A luz que elas forneciam escapou da nuvem, levando consigo o calor. Sem seu calor interno a nuvem não foi capaz de evitar que a gravidade a comprimisse, e ela começou a encolher.

Quando coisas que giram encolhem – e a nuvem também era animada da rotação da galáxia – elas giram mais rápido, como uma patinadora que encolhe seus braços. Simultaneamente a nuvem se fragmentou em glóbulos menores, um dos quais originou o nosso sistema solar.

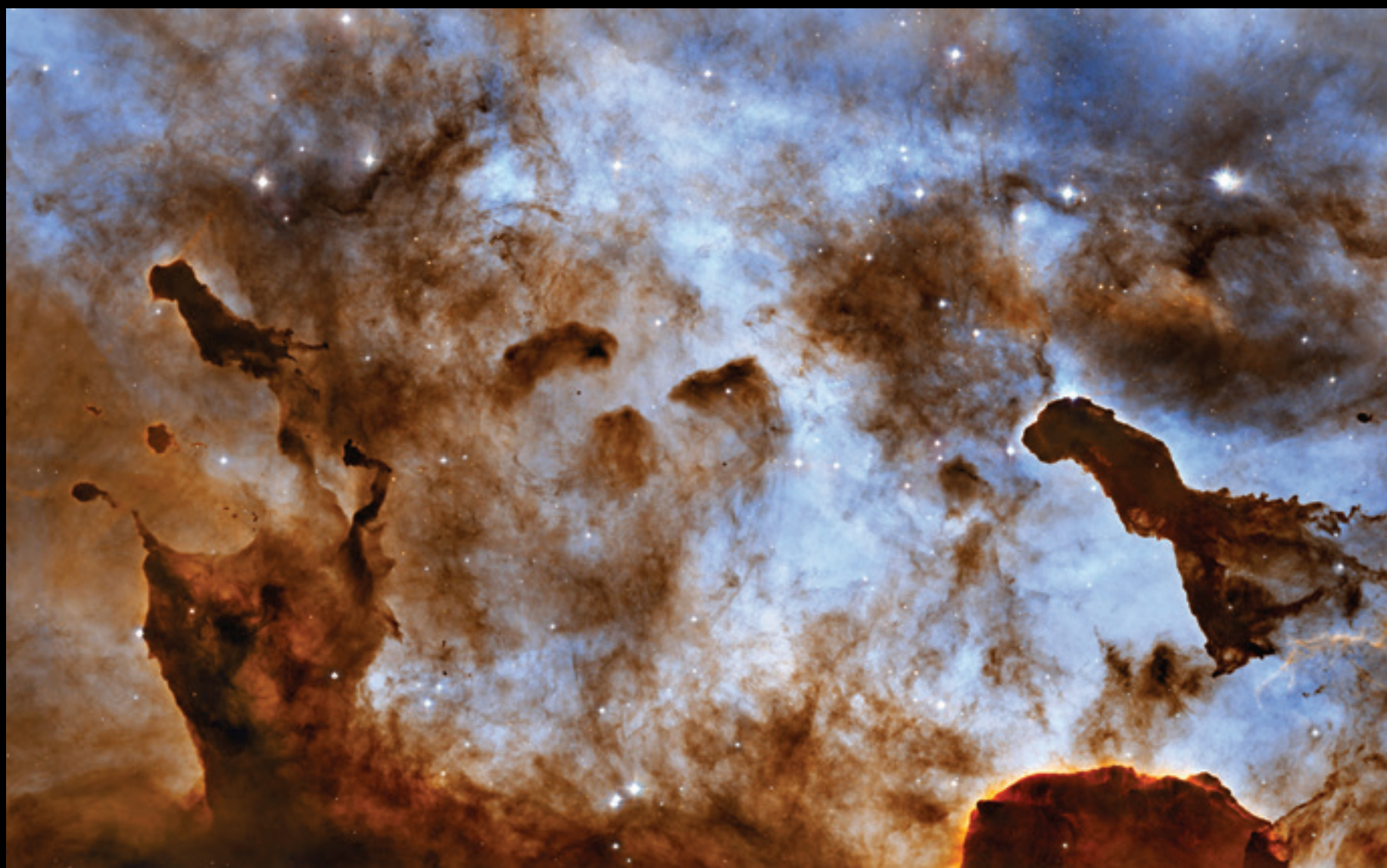
O glóbulo aqueceu à medida que encolhia, até que o seu centro ficou quente o bastante para iniciar as reações nucleares geradoras de energia. O Sol nasceu. Ao redor do recém-nascido Sol girava um disco de gás e poeira residuais. Ele era plano, pois a nuvem girante de gás encolhe mais facilmente na direção dos polos do que no equador, onde a gravidade é limitada pela tendência “centrífuga” da matéria ser expelida.

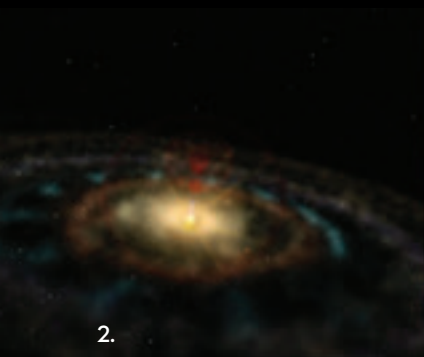
No disco de resíduos, partículas de poeira colidiam umas com as outras e se aglomeravam, formando corpos cada vez maiores que vieram a se agregar, formando os planetas. Simulações em computador comumente mostram por volta de dez corpos, com massa semelhante à da Terra, formando-se. A maioria foi catapultada para fora do Sistema Solar após encontros com os planetas gigantes embrionários – os irmãos e irmãs da Terra ficaram perdidos para sempre no oceano do espaço interestrelar.



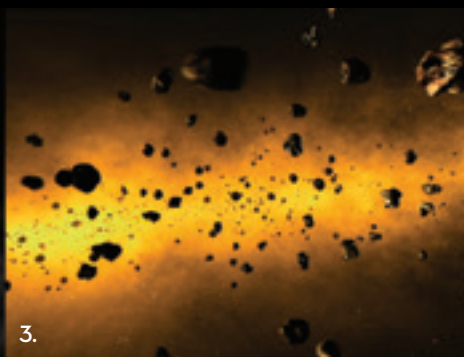
1.

▼ As estrelas nascem quando nuvens imensas de gás e poeira são comprimidas, formando estruturas densas, tais como os pilares de poeira na Nebulosa de Carina. Os pilares são esculpidos por ventos estelares violentos e poderosa radiação das enormes estrelas vizinhas.

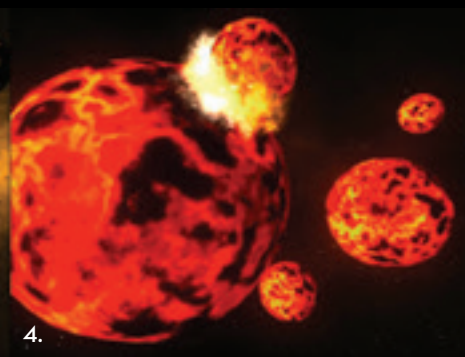




2.



3.



4.



5.

1. O colapso gravitacional da nuvem de gás e poeira que originou o Sistema Solar pode ter sido iniciado pela onda de choque da explosão de uma estrela próxima – uma supernova.

2. Quando o material no centro da nuvem que vai encolhendo fica mais denso e quente o bastante para dar início a reações nucleares, nasce o Sol.

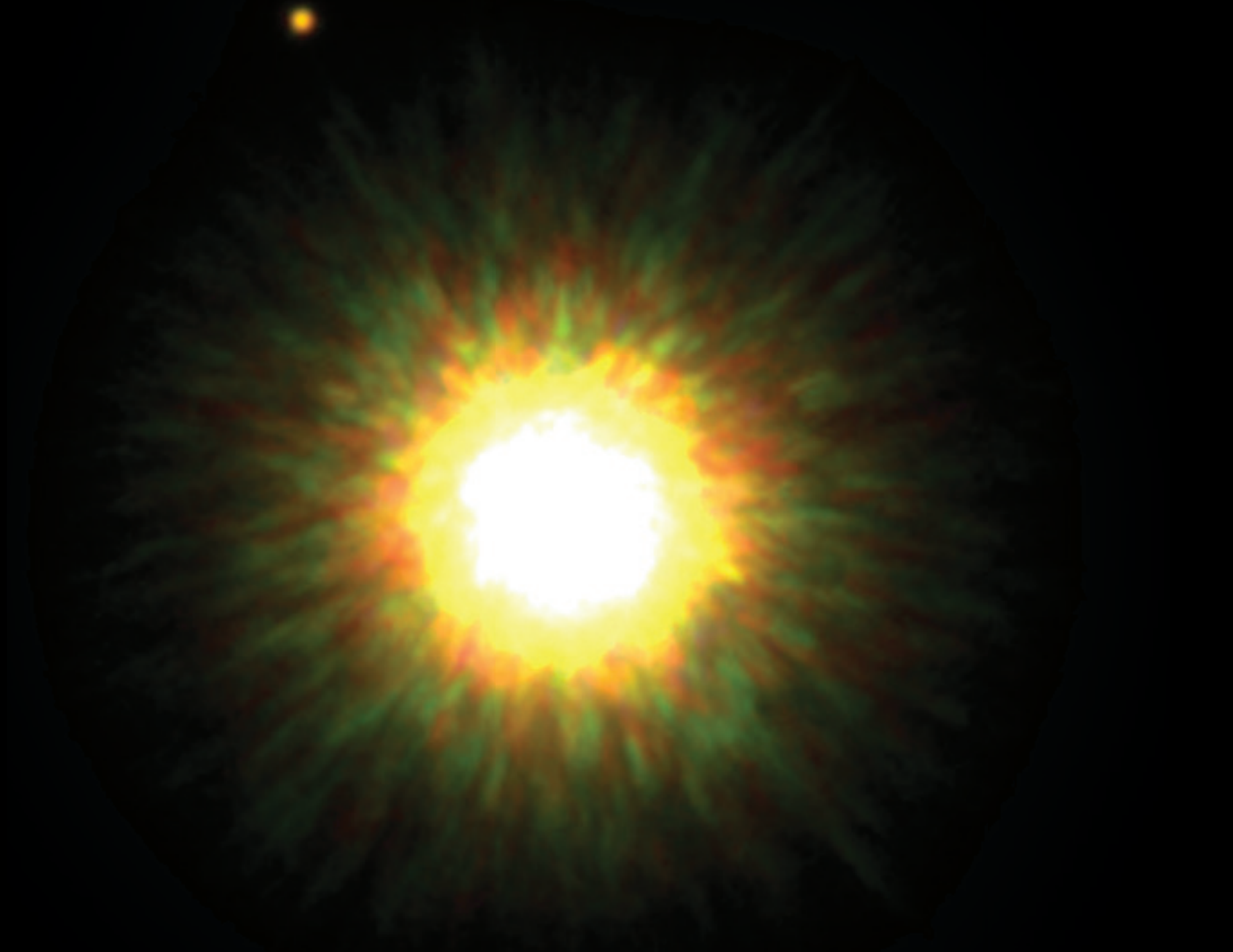
3. Na fase conhecida como “acrecção fria”, partículas de poeira de aglomeram, formando pedaços de rocha e gelo. Esses “planetesimais” cresceram, à medida que sua gravidade atraía mais material.

4. Alguns desses corpos ficaram tão grandes e densos que o calor interno derreteu o núcleo. Colisões violentas entre corpos liberaram mais energia.

5. Os corpos maiores se transformaram em “protoplanetas” com sua estrutura interior diferenciada em zonas distintas, com interior derretido e crosta sólida fria. Os maiores foram capazes de acumular uma atmosfera espessa com moléculas de gases leves.

► Um aglomerado de estrelas muito jovens ilumina a Nebulosa da Chama na constelação de Orion. Essa região de criação de estrelas é parte do Complexo de Nuvens Moleculares de Orion, que inclui a nebulosa da Cabeça de Cavalo (acima, à direita).





▲ A primeira imagem de um planeta alienígena orbitando uma estrela semelhante ao Sol. Esse planeta é aproximadamente oito vezes maior que Júpiter e orbita o seu sol a uma distância dez vezes maior que a de Netuno em relação ao nosso Sol.

◀ O sistema exoplanetário Gliese 581 contém seis planetas, um dos quais (pintado de azul) imagina-se que seja um planeta rochoso, com aproximadamente três vezes o tamanho da Terra, posicionado na Zona Habitável dessa estrela.

O Sistema Solar é único?

ATÉ 1995 não tínhamos a menor ideia sobre a possibilidade de haver planetas como o nosso orbitando outras estrelas. Desde então, um grande número de planetas “extrassolares” foi descoberto. Ao que parece, uma entre dez das estrelas próximas tem um planeta e, talvez, uma em três tem um disco protoplanetário. Extrapolando para toda a Via Láctea, podemos falar em dezenas de bilhões de sistemas planetários. O sistema planetário mais próximo que se conhece está ao redor de Epsilon Eridani, a 10,5 anos-luz de distância.


A grande surpresa foi descobrir o quão diferentes os outros sistemas planetários eram em relação ao nosso. Alguns até mesmo possuíam planetas gigantes gasosos, orbitando suas estrelas a distâncias menores do que a de Mercúrio ao Sol. Esses “Jupiteres quentes” não podem ter se formado nesse local, uma vez

que o gás necessário para criar o seus mantos estaria quente demais para ser aprisionado pela gravidade. O atrito entre um planeta embrionário gigante e um disco primordial de detritos pode ter feito com que o planeta migrasse em direção a sua estrela.

É difícil saber se os sistemas planetários descobertos até agora são típicos, pois as técnicas usadas para encontrá-los tendem a revelar somente os planetas maiores. Essas técnicas envolvem a observação da oscilação de uma estrela, à medida que é puxada pela gravidade do planeta orbitante, ou, ainda, a observação da redução no brilho de uma estrela quando um planeta gigantesco transita, ou passa na frente dessa estrela. Estamos nos aproximando da capacidade de detectar um mundo semelhante à Terra junto a uma estrela semelhante ao Sol. O objetivo é encontrar outro Éden.



▲ Dessas cinco estrelas jovens na Nebulosa de Orion, quatro possuem discos de gás e poeira remanescentes de sua formação. Esses discos protoplanetários (proplídeos) podem evoluir para sistemas planetários ao redor de estrelas.



▼ Poeira concentrada no plano da eclíptica brilha, refletindo a luz solar. Nas noites mais limpas e escuras podemos observar isto como sendo a “luz zodiacal”, uma área brilhante no céu noturno, na direção oposta a do Sol.

Espaço

É FÁCIL negligenciar o maior componente do Sistema Solar, aquele que supera totalmente todos os demais: o espaço.

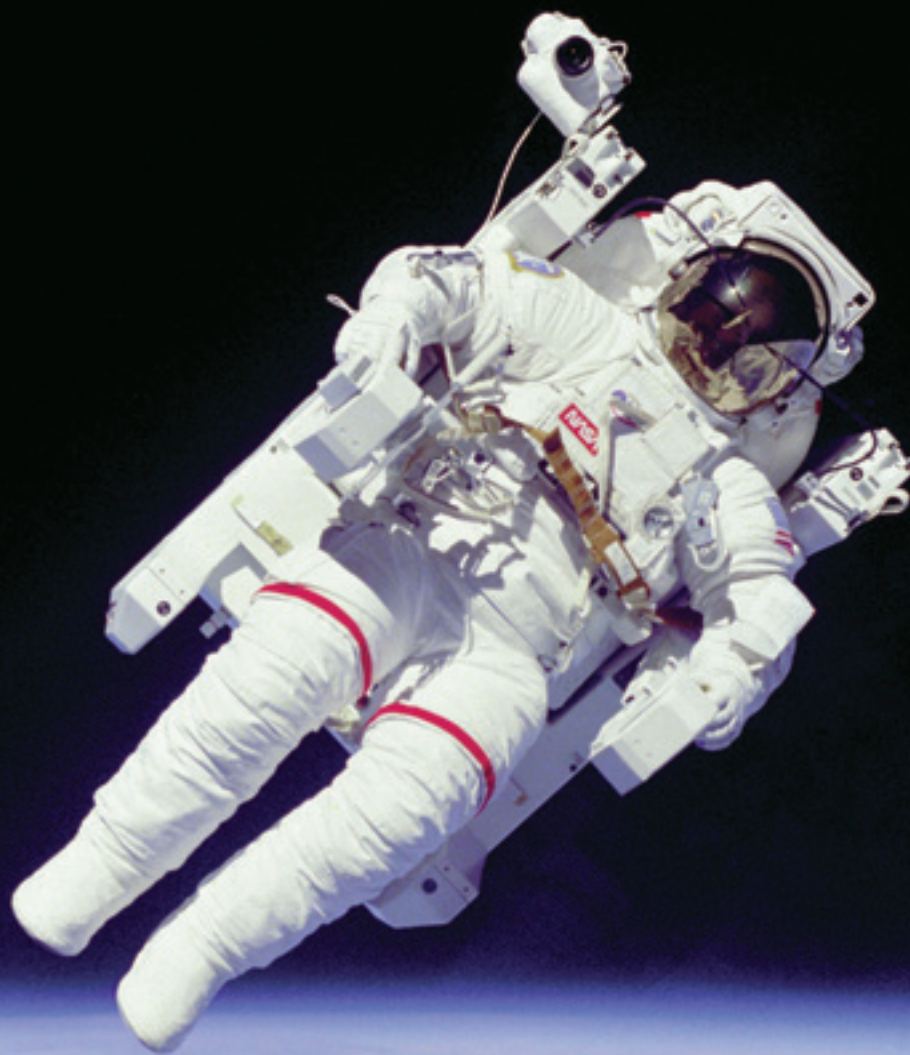
No espaço interplanetário há, em média, apenas dez átomos e moléculas por centímetro cúbico. Em comparação, o mesmo volume de ar no nível do mar contém aproximadamente 30 bilhões de bilhões, enquanto o vácuo feito na terra tem aproximadamente 100 mil

moléculas. Uma vez que o vácuo interplanetário é essencialmente vazio, é verdade que, no espaço, ninguém pode ouvir você gritar. O som, afinal, precisa de um meio para se propagar como vibração. A luz não precisa de meio algum. Entretanto feixes de laser no espaço são invisíveis pois só poderiam ser vistos se houvesse poeira para espalhar a luz dos feixes na direção do seu olho (desculpas aos fãs de Guerra nas Estrelas).

Um astronauta no espaço enfrenta muitos perigos. Ele precisa portar um suprimento de ar, pois não há ar para respirar. A roupa deve ser aquecida, pois o vácuo, com tão poucas moléculas, é incredivelmente frio. Mas a roupa também deve ter a capacidade de ser resfriada, pois não há ar para dissipar o calor excedente, e um astronauta exposto diretamente à luz solar corre o risco de sobreaquecer. Além disso, a roupa do astronauta

deve ser pressurizada, pois ele, assim como eu e você, vive sob o peso de 50 quilômetros de ar – equivalente a um quilograma sobre cada centímetro quadrado de seu corpo – e, sem essa proteção, seu sangue ferveria. Como se tudo isto não fosse ruim o bastante, há o perigo constante da radiação mortal das explosões solares. Deu para sentir que os humanos não foram feitos para o espaço?

▶ O astronauta Bruce McCandless flutua livremente no espaço, testando a Unidade Tripulada de Manobras durante a missão 41B, do Ônibus Espacial, em 1984.



A vida no Sistema Solar

A ÁGUA É um pré-requisito para a vida. Podemos estar errados a respeito disto, mas temos somente um exemplo de vida para acompanhar: a nossa própria. E precisamos de água. Portanto é crucial saber onde pode existir água no Sistema Solar ao se procurar por vida extraterrestre.

Para que exista água líquida, ela deve estar quente o bastante para não congelar e fria o bastante para não evaporar. Como a temperatura cai, à medida que a distância em relação ao Sol aumenta, há uma região restrita, conhecida como Zona Habitável, na qual um planeta pode orbitar e ter água em sua superfície. Ela vai desde o interior da órbita terrestre até quase depois da órbita de Marte. A zona é aumentada ligeiramente pela presença de gases de efeito estufa, tais como o vapor d'água na Terra, que retêm o calor.

Às vezes, essa faixa é chamada de Zona Habitável "clássica". Isto porque descobertas recentes deixaram o conceito menos preciso. Por exemplo, diferenças de gravidade ao longo do corpo, ou forças de marés, podem esticar ou comprimi-lo, aquecendo o interior. A gravidade de Júpiter está fazendo isso tanto com Io, que é quente o bastante para ter vulcões ativos, como com Europa, onde se acredita existir um oceano sob sua superfície gelada. As duas luas estão fora da zona habitável quando se considera sua distância em relação ao Sol.

Ainda mais extraordinário, a lua de Saturno, Titã, aparenta ter oceanos e rios, chuva e neve, compostas não de água, mas de metano e etano líquidos. Isso gera possibilidades incríveis de outro líquido, além da água, ser o meio no qual a química da vida se desenvolva, criando uma biologia verdadeiramente alienígena.



▲ A Grande Barreira de Coral é a maior estrutura singular composta por organismos vivos – uma coleção de recifes de coral e ilhas que se estende por mais de 2.600 km ao longo da costa nordeste da Austrália. Recifes de coral são uns dos habitats mais ricos para a vida na Terra, dando abrigo para 25% de todas as espécies marinhas.

Um artefato alienígena?

NO FILME 2001: uma odisseia no espaço, um artefato alienígena é escavado da Lua. Enterrado há milhões de anos sob a cratera Tycho, é um tipo de alarme, ajustado por seus criadores, para alertá-los quando a raça humana evitasse a autodestruição e atravessasse a distância até o vizinho cósmico mais próximo.

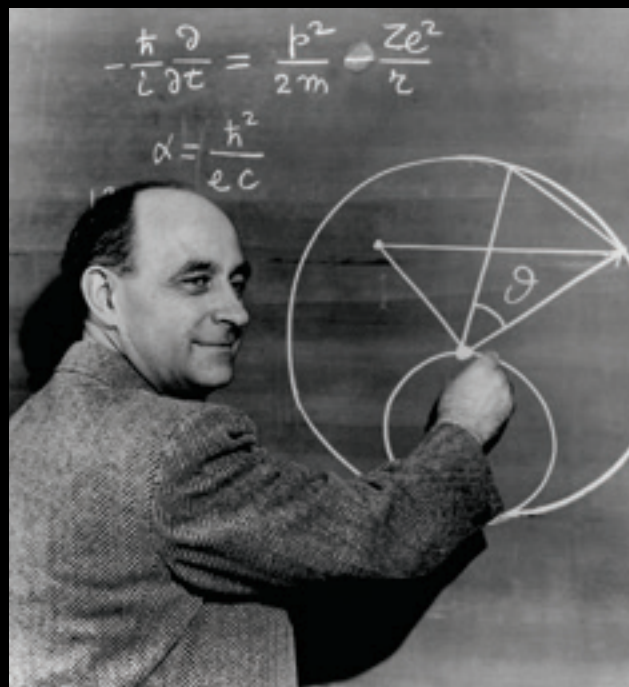
Poderia haver tal artefato alienígena no Sistema Solar? Ninguém sabe.

Entretanto, há um forte argumento de que, se nossa galáxia é lar de civilizações que viajam no espaço, elas devem vir até aqui. Ele é atribuído ao físico ítalo-americano Enrico Fermi, que, enquanto discutia, em 1950, no almoço com seus colegas a respeito de ETs, soltou a seguinte frase: "Onde estão todos eles?"

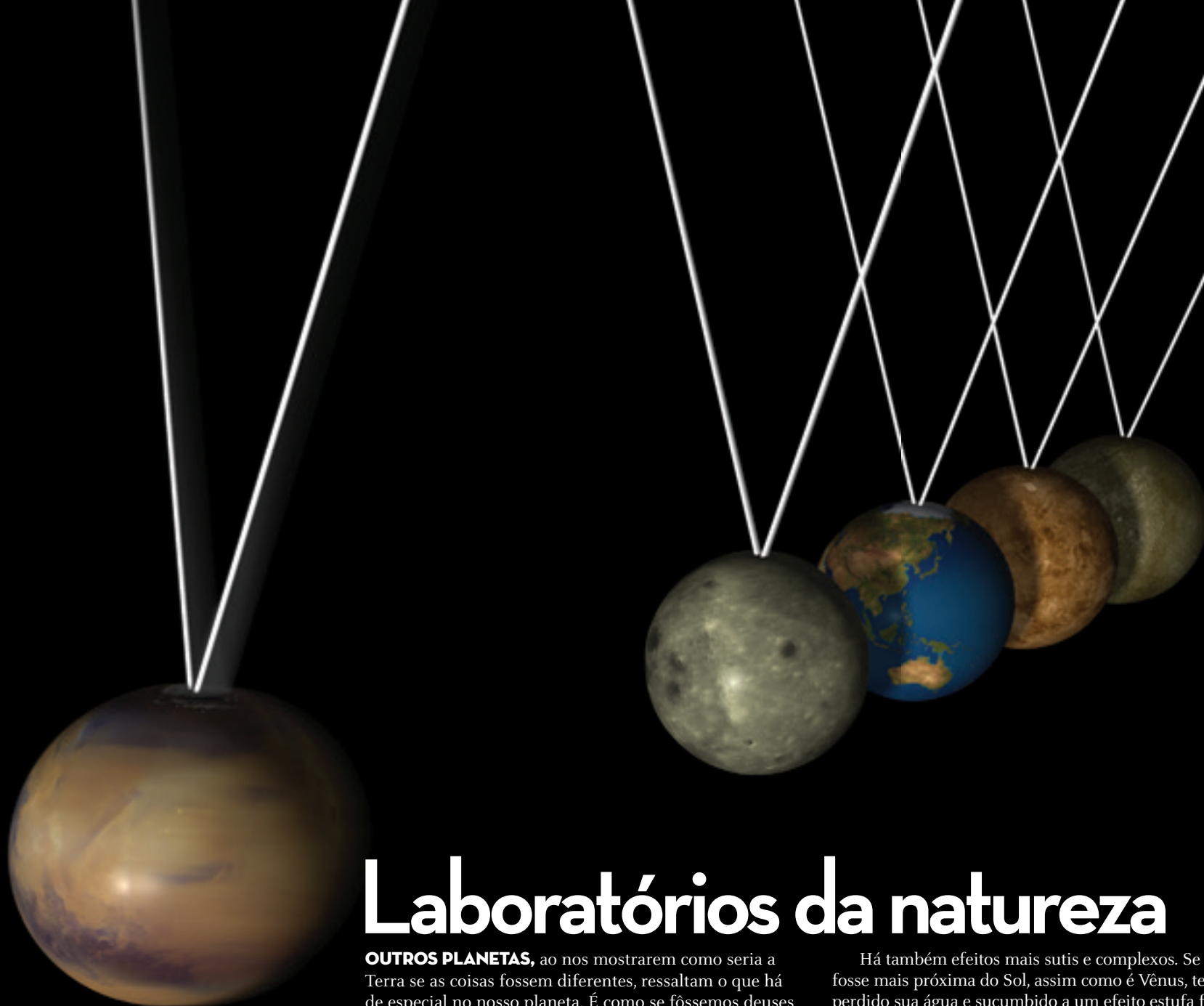
O modo mais simples de explorar a galáxia, segundo o argumento de Fermi, é por meio de "sondas espaciais que se reproduzem". Envie uma a um sistema estelar próximo, onde usará dos recursos locais para construir duas cópias de

si mesma, que seguirão para outros sistemas estelares e repetirão o processo. Como um vírus infectando o corpo humano, tais sondas poderiam infectar a galáxia, visitando todas as 100 bilhões e tantas estrelas em algumas dezenas de milhões de anos. Mas, como Fermi se deu conta, esse tempo é somente 0,1% da idade da galáxia. Assim, se ETs estão por aí, eles devem vir até aqui.

Alguns dizem que não vemos os sinais porque somos a primeira civilização a se desenvolver. Outros dizem que a falta de provas não é prova de elas não existam. Como mostrado por Stephen Webb autor de *If the universe is teeming with Aliens... Where is everybody?* (Se o universo está repleto de alienígenas... onde estão todos?), há 80 bilhões de bilhões de bilhões de quilômetros cúbicos no interior de uma esfera que contém a órbita de Plutão. Até o momento, nós mal exploramos esta vastidão.



◀ Enrico Fermi (1901 - 1954) ganhou o Prêmio Nobel de Física em 1938 e teve um papel central no Projeto Manhattan. O elemento químico número 100 foi batizado em homenagem a ele.



Laboratórios da natureza

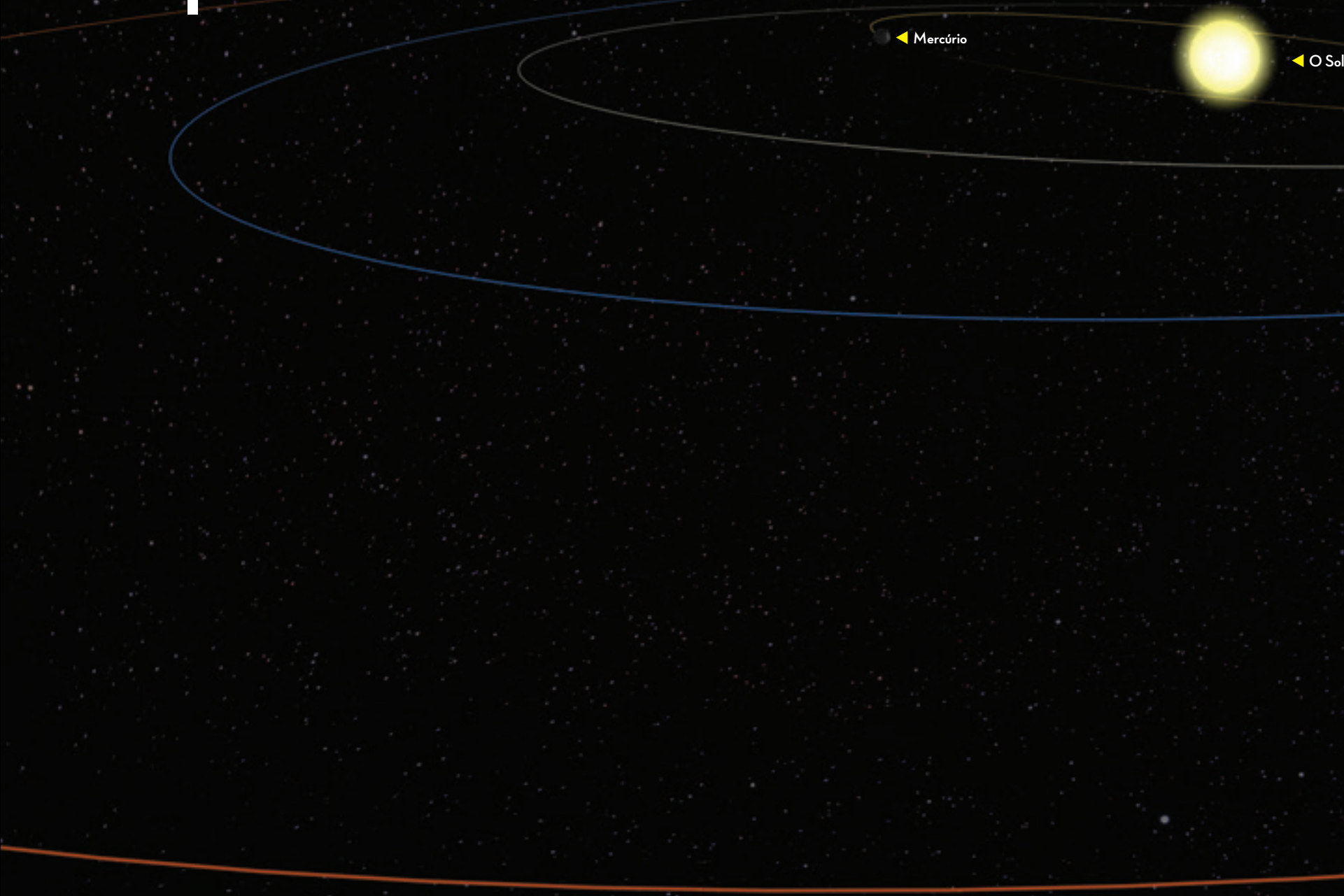
OUTROS PLANETAS, ao nos mostrarem como seria a Terra se as coisas fossem diferentes, ressaltam o que há de especial no nosso planeta. É como se fôssemos deuses capazes de girar os botões que mudariam a massa da Terra, sua distância em relação ao Sol ou sua temperatura, onde na nebulosa solar ela surgiu, e assim por diante.

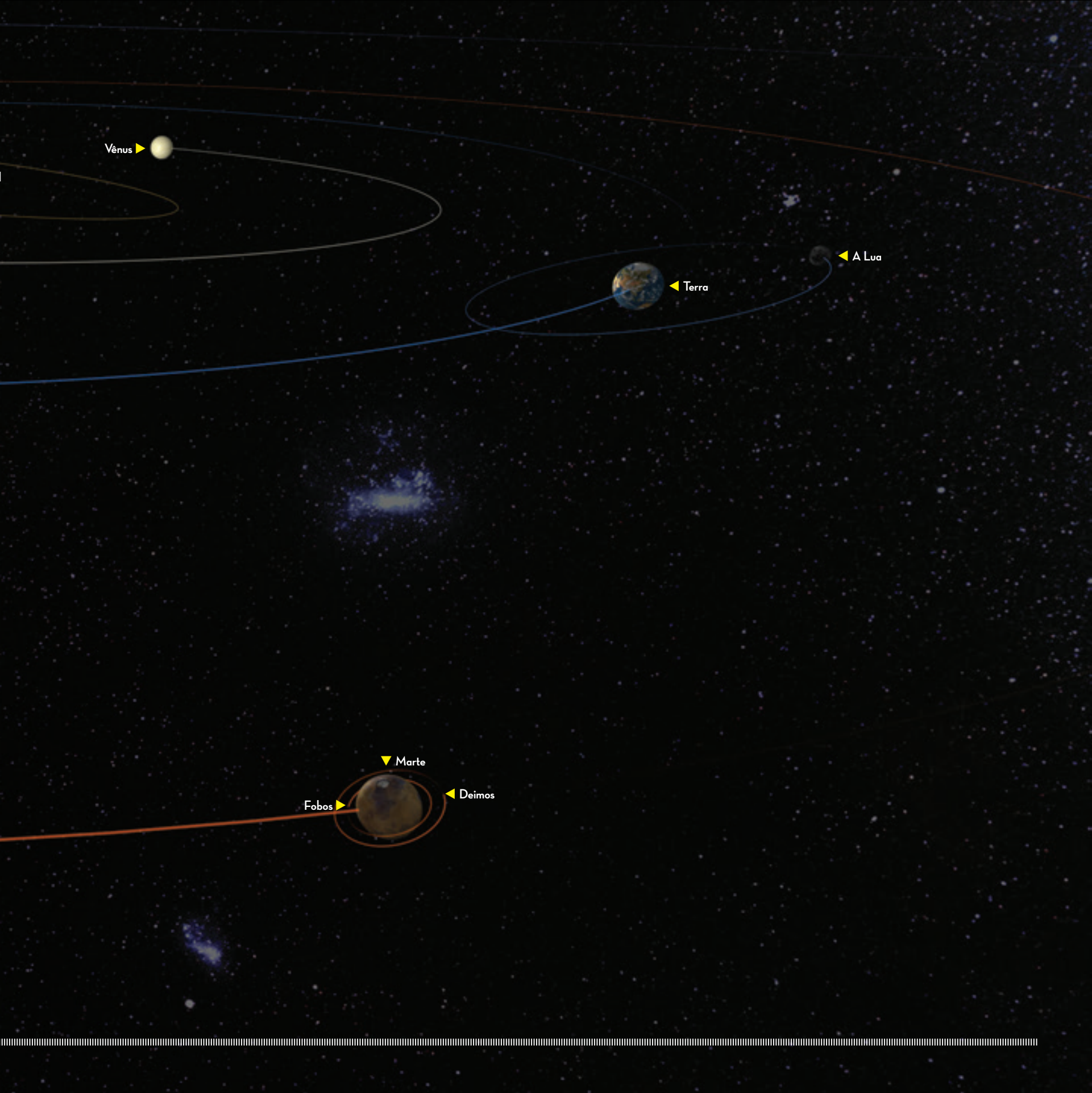
Por exemplo, as atmosferas dependem muito da massa de um planeta e de sua distância em relação ao Sol. Mais próximo, onde é mais quente, as moléculas de gás ficam voando freneticamente como se fossem abelhas raivosas, assim é necessária uma gravidade mais forte, de um planeta maior, para contê-las. Mercúrio é muito pequeno. Vênus e Terra são grandes o bastante, de modo que podem conter uma atmosfera. Entretanto, mais longe do Sol, onde é frio e as moléculas de gás movem-se lentamente, mesmo um mundo pequeno, como a lua de Saturno, Titã, pode manter uma atmosfera densa.

Há também efeitos mais sutis e complexos. Se a Terra fosse mais próxima do Sol, assim como é Vênus, teria perdido sua água e sucumbido a um efeito estufa fora de controle, transformando-se no equivalente planetário do inferno. A atmosfera rarefeita de Marte é facilmente agitada, causando as fortes tempestades de poeira que refletem a luz solar e esfriam fortemente a superfície. De fato, a ideia de um inverno nuclear surgiu de observações de Marte. Os dois mundos, Marte e Vênus, servem como alerta à raça humana.

O incrível é que os planetas continuam a nos surpreender. Por exemplo, a recente descoberta de água na pequena lua de Saturno, Encélado. Sim, os planetas são o laboratório da Natureza. Mas o jogo de forças diferentes é tão complexo que, muitas vezes, não podemos adivinhar o resultado. Temos de ir lá e ver com nossos próprios olhos.

Mapa do Sistema Solar interior





Vênus ▶



◀ Terra



◀ A Lua



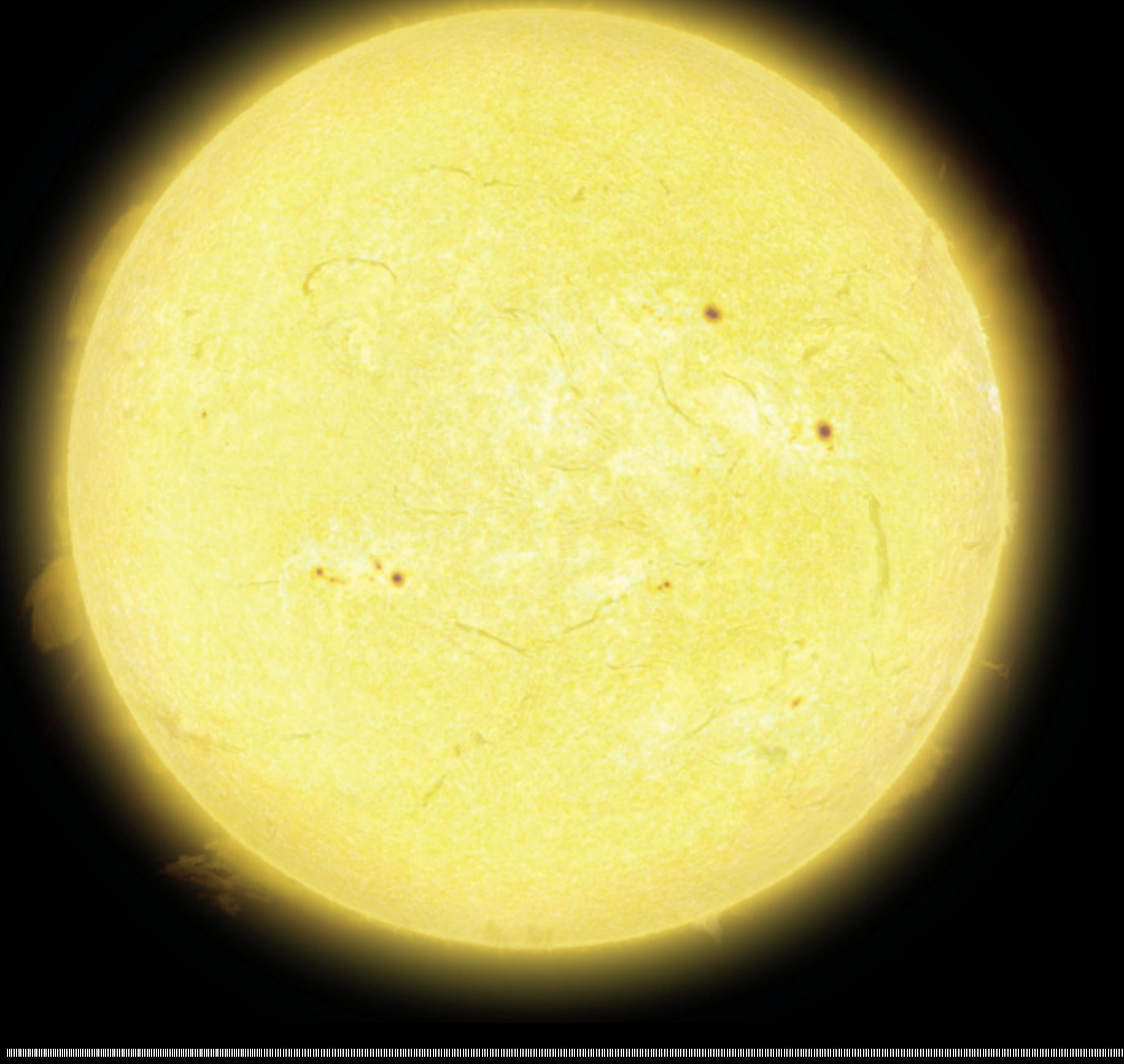
▼ Marte



Fobos ▶

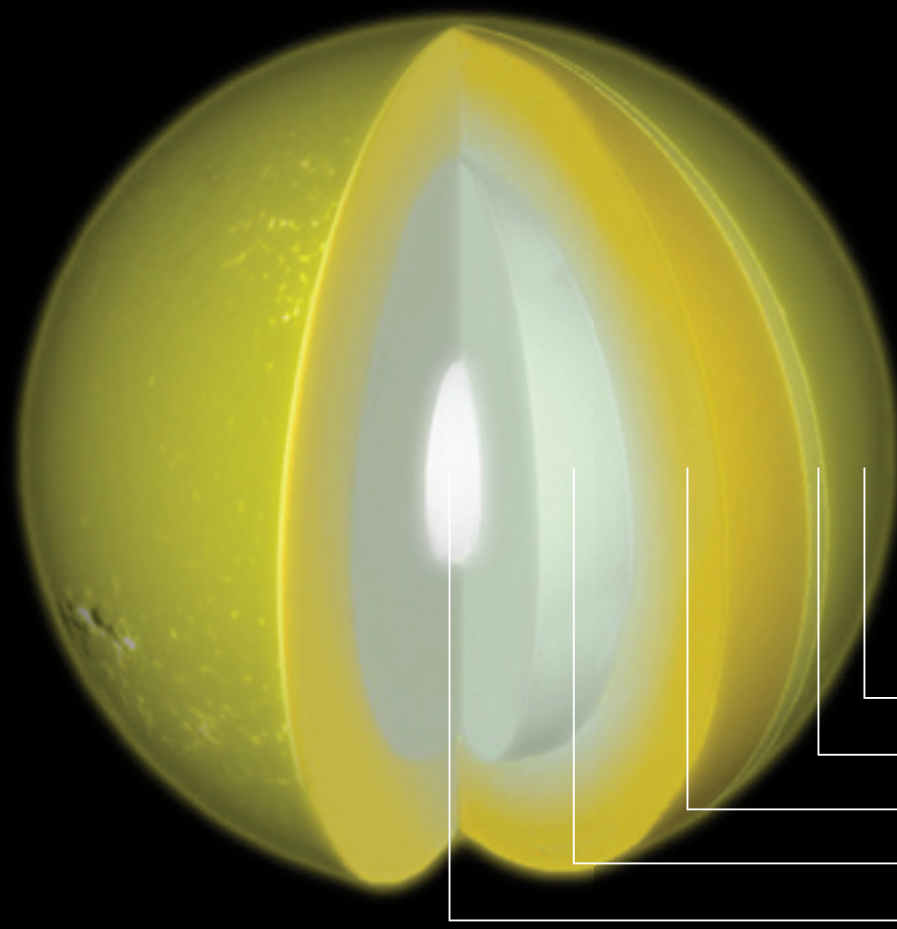
◀ Deimos





Sol

O SOL é a estrela mais próxima. É a única estrela próxima o bastante para aparecer como um disco e não como um pontinho luminoso. Essencialmente, o Sol é o Sistema Solar. Ele perfaz 99,8% da massa e é tão grande que conteria um milhão de Terras. Está emitindo luz e calor, de modo relativamente constante, desde o nascimento da Terra, há 4,55 bilhões de anos. Isso enfatiza a diferença fundamental entre uma estrela e um planeta. Uma estrela gera seu próprio calor e sua luz, enquanto um planeta, formado no disco de detritos ao redor de uma estrela, brilha (geralmente) com a luz refletida. Como todas as estrelas, o Sol é uma bola gigante de gás, mantida coesa e comprimida por sua própria gravidade até que superaqueça. Mas qual é esse gás? Em resumo, do que é feito o Sol?



DADOS ORBITAIS

Duração do dia 27 dias terrestres

Inclinação do eixo 7,25°

DADOS FÍSICOS

Diâmetro 1.391.900 km / 109 × Terra

Massa 1,99 bilhões de bilhões de bilhões de toneladas / 333.333 × Terra

Volume 1,41 milhões de milhões de milhões de km³ / 1,3 milhões × Terra

Gravidade 27,963 × Terra

Velocidade de escape 617 km/s

Temperatura da superfície 5.780 °K / 5.507 °C

Densidade média 1,41 g/cm³



Júpiter

COMPOSIÇÃO ATMOSFÉRICA

Hidrogênio 73,46%

Hélio 24,85%

Oxigênio 0,77%

Carbono 0,29%

Ferro 0,16%

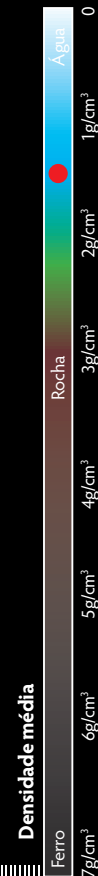
Enxofre 0,12%

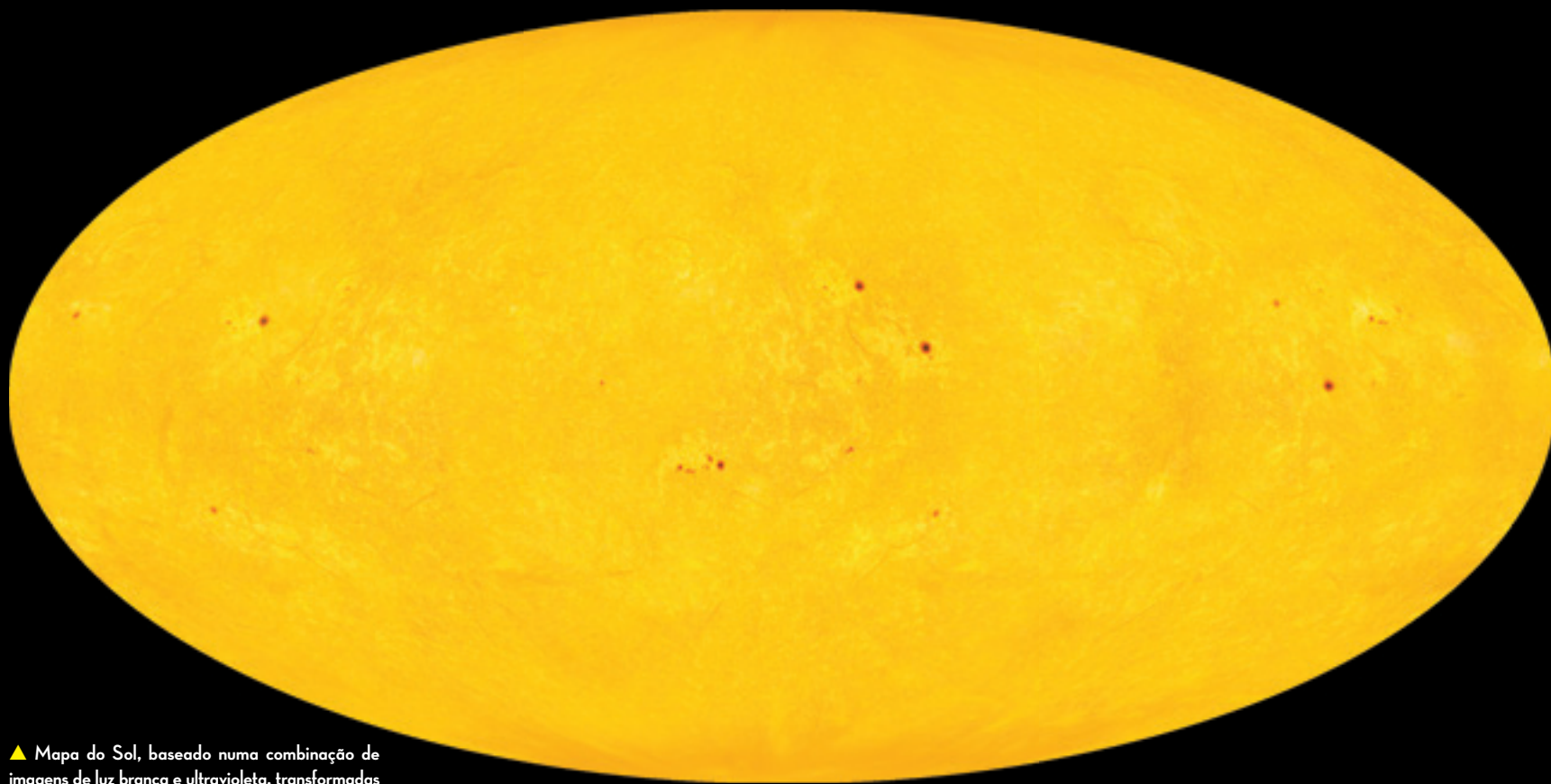
Neônio 0,12%

Nitrogênio 0,09%

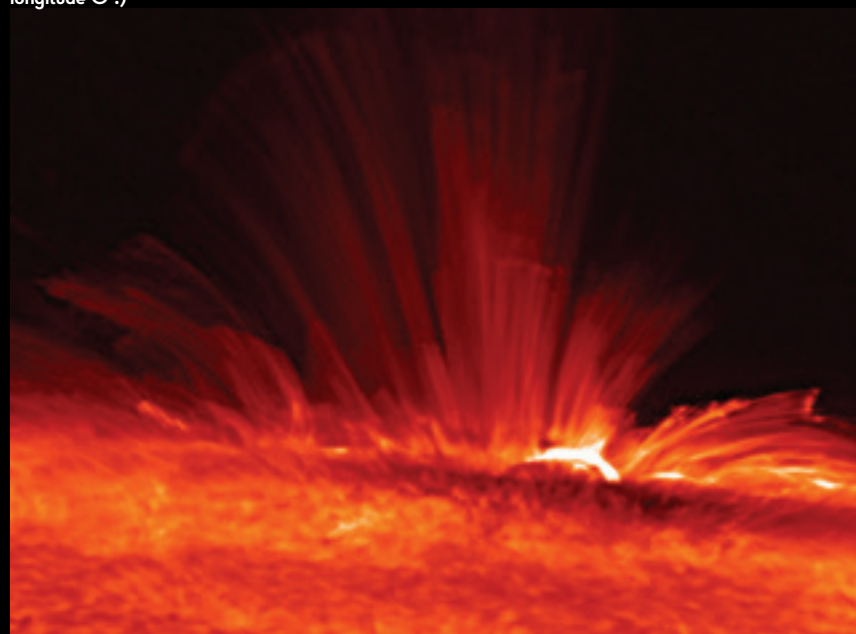
Silício 0,07%

Magnésio 0,05%

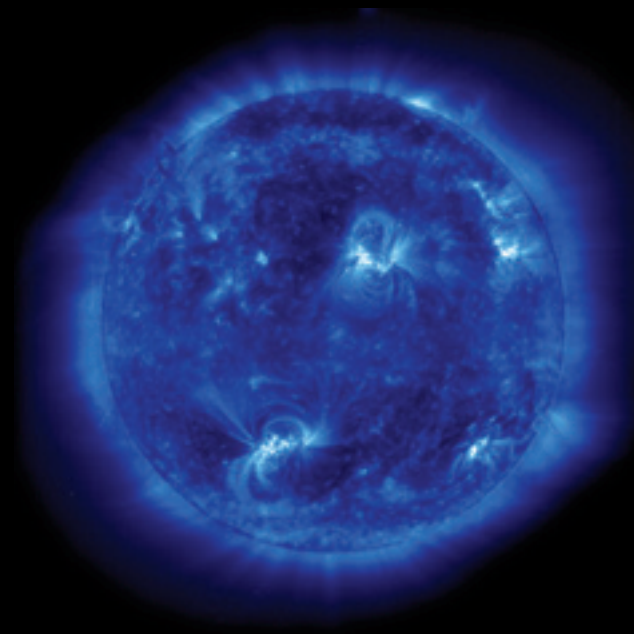




▲ Mapa do Sol, baseado numa combinação de imagens de luz branca e ultravioleta, transformadas geometricamente em coordenadas heliográficas. (Mapa em projeção de Mollweide, com centro na longitude 0°.)

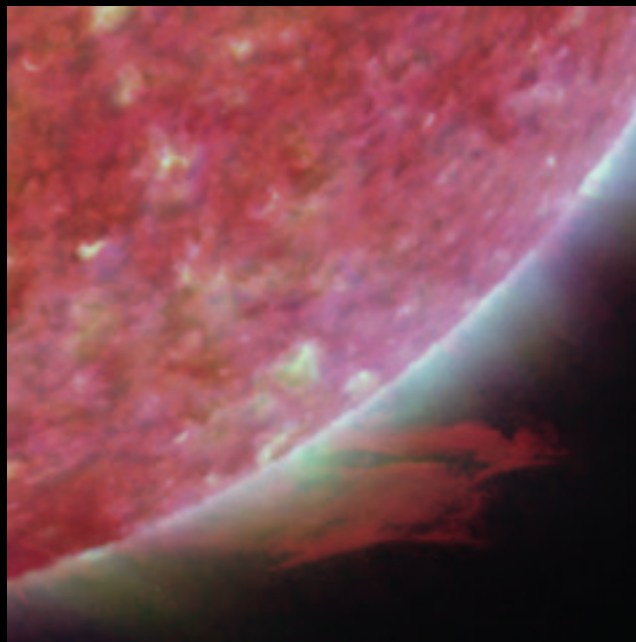
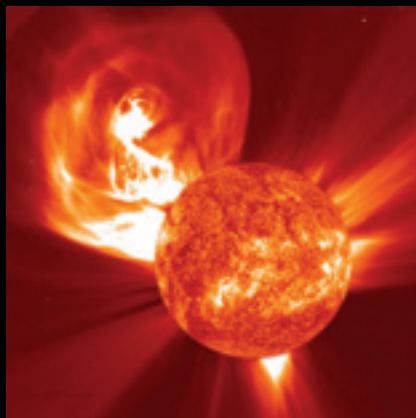


▲ O campo magnético do Sol torna-se mais forte junto às manchas solares. Esta imagem mostra a estrutura vertical do gás ionizado que segue as linhas do campo magnético local, na borda de uma mancha na orla do Sol.

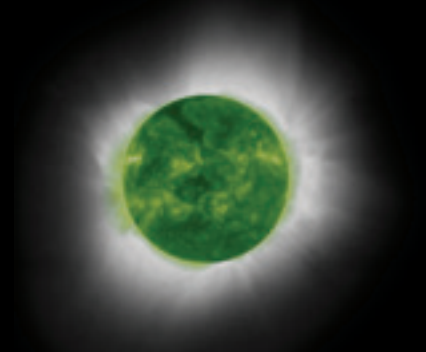


◀ Estruturas magnéticas na coroa solar são reveladas nesta imagem ultravioleta, sensível a uma temperatura de aproximadamente 1 milhão de Kelvin.

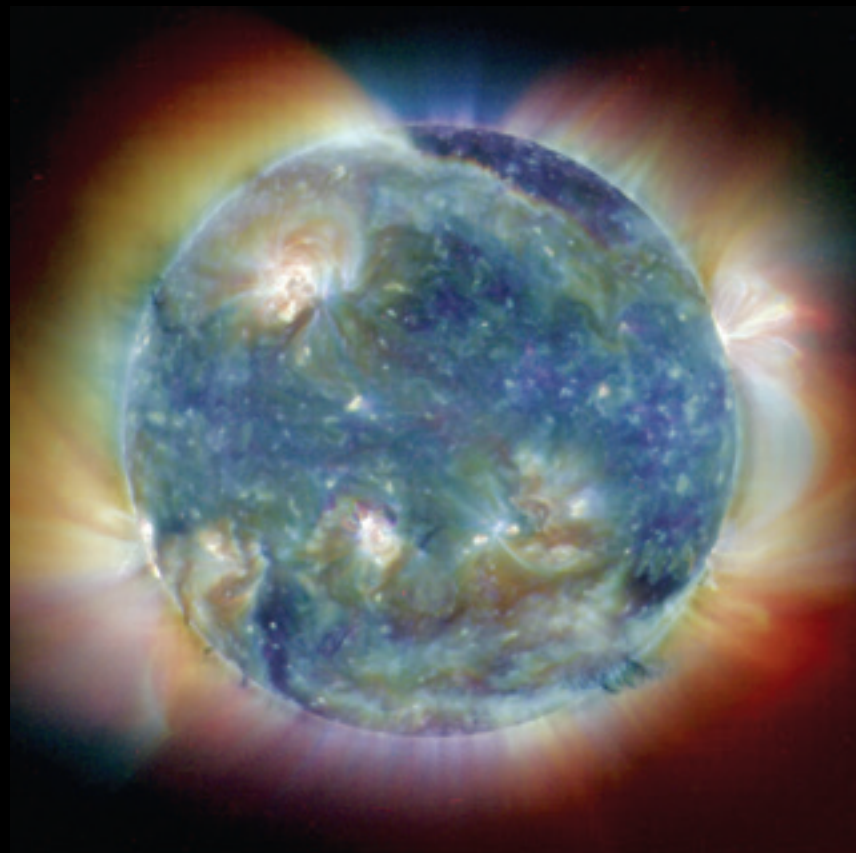
► Uma imensa Ejeção de Massa Coronal (EMC) irrompe da coronosfera solar nesta imagem de 4 de janeiro de 2002.



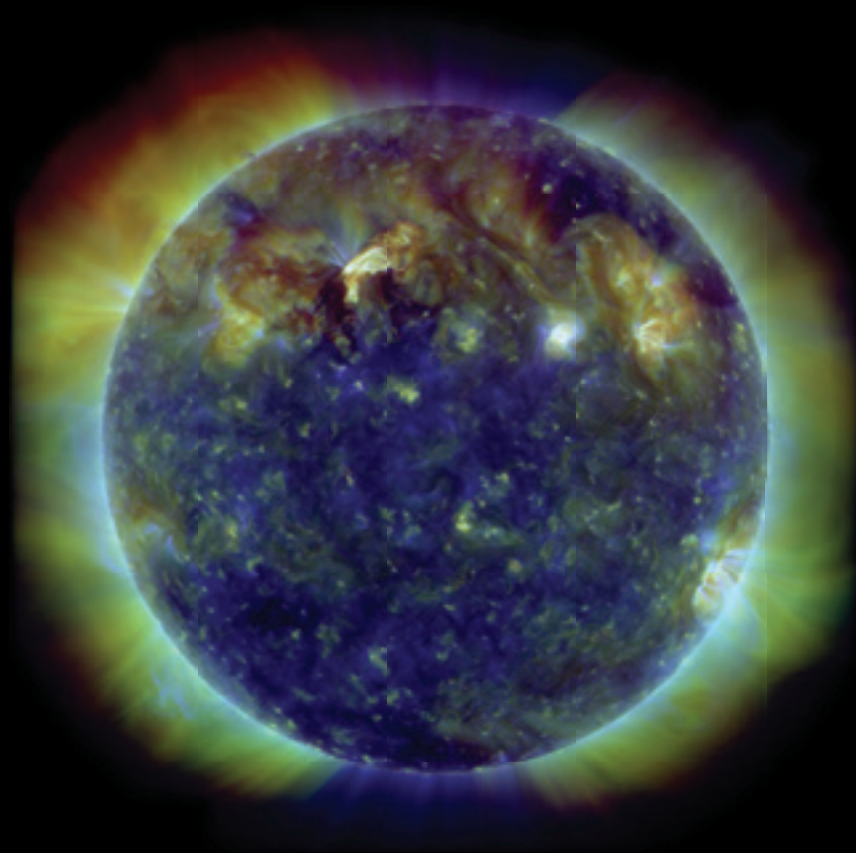
◄ Esta imagem mostra uma proeminência junto ao polo sul do Sol. Uma combinação de três comprimentos de onda ultravioleta (a 30, 171 e 195 Angstroms) confere à imagem a sua cor.



▲ Esta imagem combina uma foto ultravioleta, tirada a partir de um satélite, com uma foto da coroa, tirada a partir da Terra, durante um eclipse.



▲ Diferentes comprimentos de onda de luz ultravioleta foram usados para explorar estruturas na atmosfera solar.



▲ Ondas e anéis de gás ionizado movem-se ao redor das fontes de várias tempestades solares em 30 de março de 2010.

Do que é feito?

CECILIA PAYNE ESCREVEU a tese de doutorado mais importante em astronomia do século XX, mas, ainda assim, quase ninguém conhece o seu nome. Nos anos 1920 ela descobriu que 98% do Sol eram compostos por hidrogênio e hélio, gases essencialmente ausentes na Terra. Isso era tão controverso que ela escreveu na tese que essa abundância dos dois gases seria “improvavelmente alta e quase certamente não real”. Anos mais tarde, quando as provas em favor da hipótese dela eram absolutas, foi o seu orientador, Henry Norris Russel, quem ganhou os créditos.

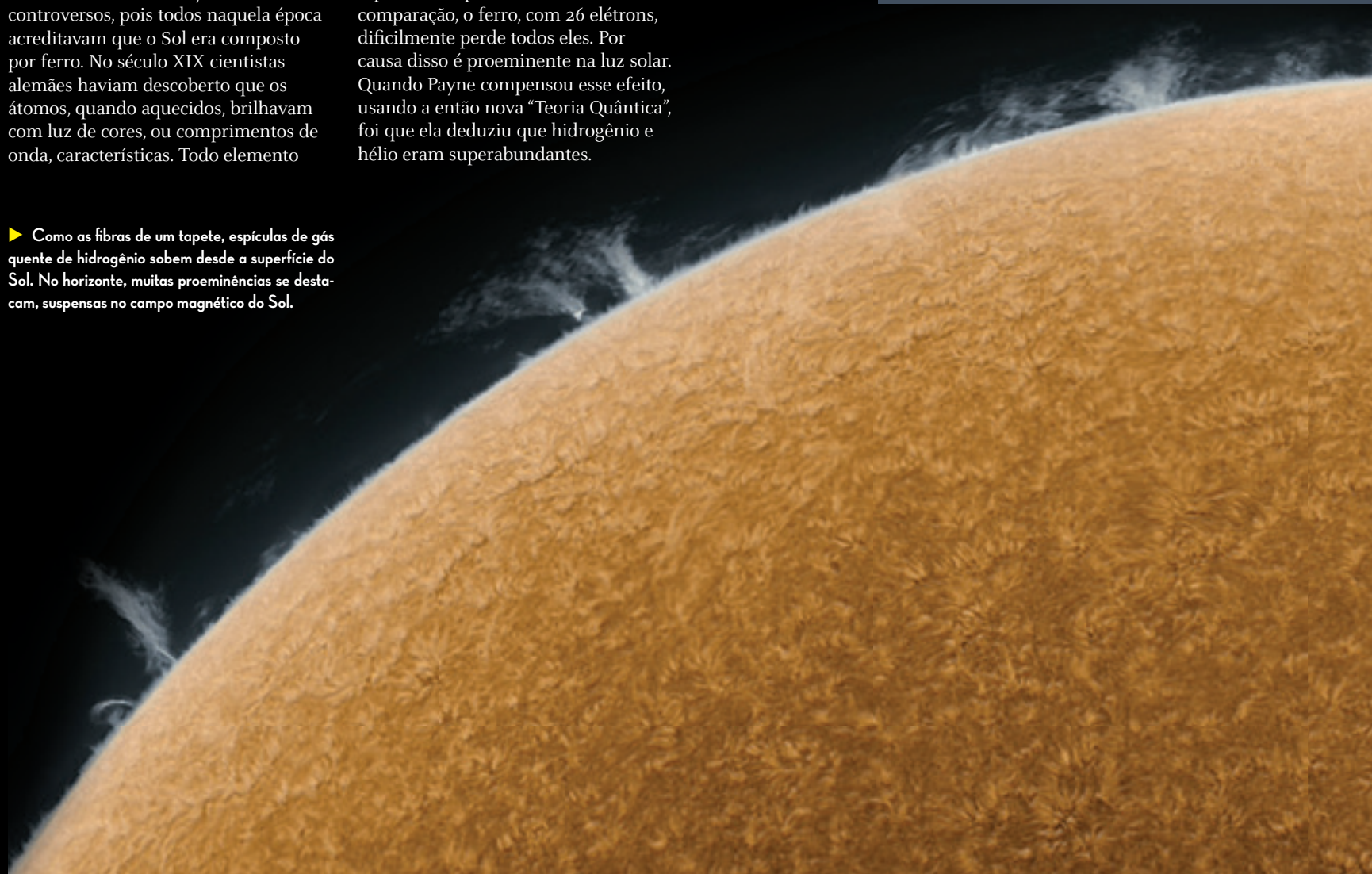
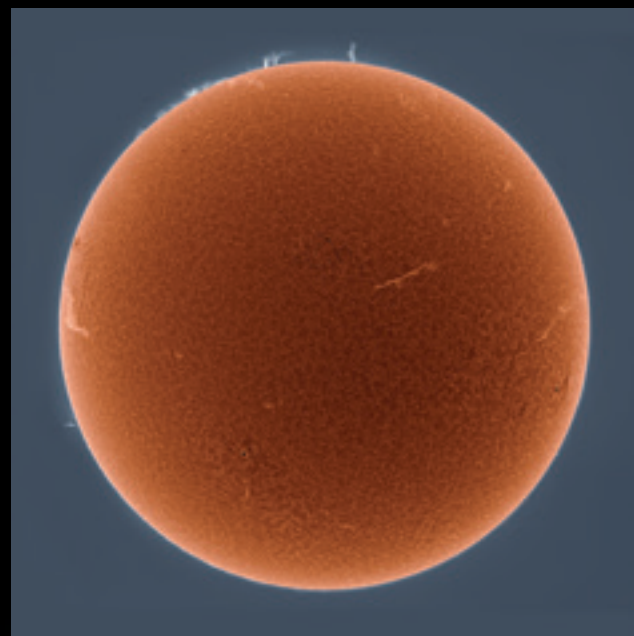
Os resultados de Payne eram controversos, pois todos naquela época acreditavam que o Sol era composto por ferro. No século XIX cientistas alemães haviam descoberto que os átomos, quando aquecidos, brilhavam com luz de cores, ou comprimentos de onda, características. Todo elemento

– oxigênio, hidrogênio, cálcio, ouro – tinha sua própria impressão digital. A nova ciência da espectroscopia detectou no espectro solar a impressão digital dominante de um elemento: ferro.

Os átomos liberam ou absorvem luz quando um elétron salta de uma órbita para outra ao redor do núcleo. A descoberta crucial de Payne era que, na alta temperatura do Sol, com os átomos se movendo e colidindo violentamente, alguns átomos perdiam alguns, senão todos, os seus elétrons. É o caso do hidrogênio e do hélio, que possuem, respectivamente, um e dois elétrons. Assim esses elementos representam pouco na luz do Sol. Em comparação, o ferro, com 26 elétrons, dificilmente perde todos eles. Por causa disso é proeminente na luz solar. Quando Payne compensou esse efeito, usando a então nova “Teoria Quântica”, foi que ela deduziu que hidrogênio e hélio eram superabundantes.

► Como as fibras de um tapete, espículas de gás quente de hidrogênio sobem desde a superfície do Sol. No horizonte, muitas proeminências se destacam, suspensas no campo magnético do Sol.

► O gás hidrogênio ionizado na atmosfera do Sol é destacado nesta imagem pelo uso de um filtro na parte do vermelho profundo do espectro visível.



Por que o Sol é quente?

O SOL É QUENTE porque contém muita massa. Simples assim. Toda essa massa comprime o núcleo solar. Se você alguma vez já usou uma bomba manual para inflar o pneu de uma bicicleta, você sabe que o ar comprimido se aquece. O interior do Sol é quente pela mesma razão.

É tanta matéria sendo comprimida no centro do Sol que a temperatura lá é de aproximadamente 15 milhões de graus Celsius. A temperaturas tão elevadas, toda matéria – a despeito de sua identidade – dissolve-se na forma de um gás ionizado ou “plasma”. O ponto chave é que esse é um estado anônimo, uniforme. Assim, faz pouca diferença do que é feito o Sol. Tudo acaba num estado muito similar.

O Sol é feito de um bilhão de bilhão de bilhão de toneladas, principalmente de gás hidrogênio. Mas se você

substituir por um bilhão de bilhão de bilhão de toneladas de fornos de micro-ondas ou um bilhão de bilhão de bilhão de toneladas de bananas, você acabará com algo tão quente e parecido com o Sol.

Ok, não exatamente como o Sol. Embora a temperatura central do Sol dependa somente da quantidade de matéria lá contida, do que ele é composto desempenha um papel secundário para sua composição, pois os elétrons livres dificultam o escape do calor. Quanto mais elétrons em um átomo – e átomos pesados como o ferro possuem mais do que os leves como o hidrogênio – mais eficientemente o calor ficará contido no interior do Sol.

Já basta para explicar por que o Sol é quente. Mas por que ele continua quente?



▲ Aqui há somente oito bananas, assim não há tanta massa como no Sol, mas imagine quantas seriam necessárias para compor um bilhão de bilhão de bilhão de toneladas.

Por que continua quente?

O SOL ESTÁ PERDENDO CALOR continuamente para o espaço, assim deveria estar esfriando. Mas não está. Evidentemente, algo está repondo o calor tão rápido quanto é liberado, mantendo a temperatura do Sol ditada por sua massa. Mas por quê?

A pergunta não pode ser respondida sem saber-se quanto calor o Sol está gerando. No início do século XIX isso foi medido independentemente por Claude Pouillet e John Herschel, este último, em uma ilha cercada por pântanos infestados de hipopótamos, no que hoje é um subúrbio da Cidade do Cabo chamado Observatório.

No século XIX, quando tudo era movido a vapor, era natural especular se o Sol era movido a carvão. Por quanto tempo o Sol poderia manter sua quantidade medida de calor emitido, se fosse um monte de carvão? A resposta era menos de 5.000 anos. Entretanto, provas da biologia e da geologia mostraram que a Terra era

muito mais velha. A estimativa atual é de 5.000 milhões de anos. Assim, qualquer que seja a fonte de energia do Sol, considerando a massa, ela deve ser um milhão de vezes mais concentrada do que o carvão.

No século XX, a fonte de tal energia foi descoberta: era energia nuclear. Na elevada temperatura do Sol, os núcleos dos átomos do elemento mais leve, o hidrogênio, colidem e se fundem, formando gradualmente o núcleo do elemento imediatamente mais pesado, o hélio. Essa é uma reação nuclear muito ineficiente. Em média, demora 10 bilhões de anos para que dois núcleos de hidrogênio colidam e se fundam. É por isso que o Sol pôde continuar queimando por bilhões de anos, tempo suficiente para evolução de vida complexa.

As reações nucleares no Sol liberam uma quantidade enorme de energia, que emerge sob a forma de luz na superfície. Mas o que queremos dizer com “superfície”?



▲ Uma das maiores proeminências, resultante de erupções dos anos recentes, levanta-se da superfície do Sol. Tais erupções são provocadas quando há uma súbita reconfiguração do campo magnético que retém o gás na coroa solar.

O Sol tem uma superfície?

▼ Detalhe da superfície do Sol, mostrando uma proeminência eruptiva.

O SOL TEM aproximadamente 300 mil vezes mais massa que a Terra. Ainda que a intensa gravidade de toda essa matéria comprima o seu interior mais profundo, de modo que seja mais densa que qualquer sólido, o Sol ainda é uma bola de gás. Então, como ele pode ter uma superfície?

A resposta é que ele não pode – ao menos não uma como a superfície sólida da Terra. Em vez de sólida, a superfície do Sol é definida pela luz.

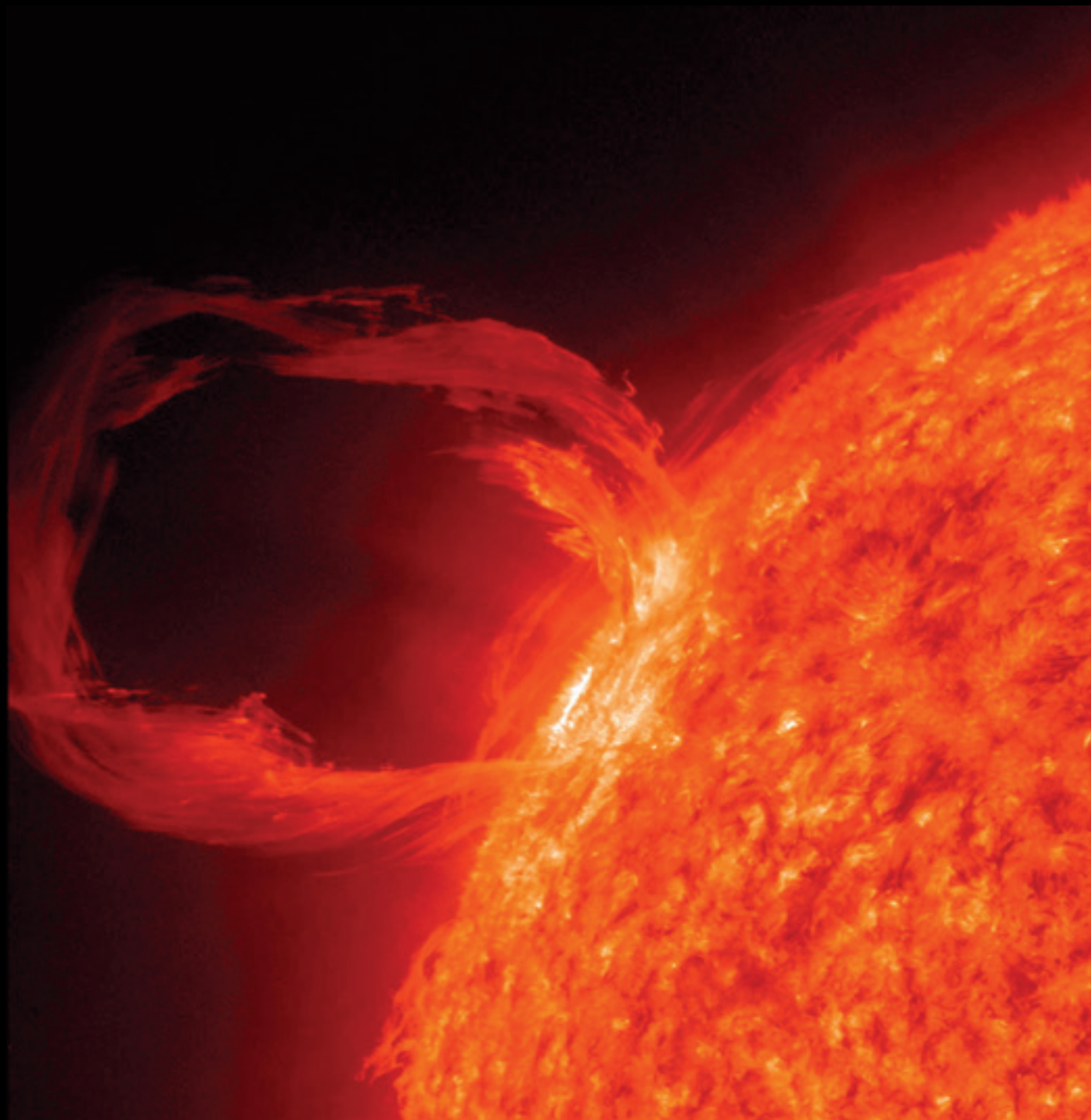
Imagine a luz solar, gerada pelas reações nucleares no centro do Sol, buscando uma saída. Elétrons livres bloqueiam o caminho como se fossem pedestres que não colaboram, assim a luz não cobre mais do que um centímetro antes de ser defletida. Ela zigzagueia até a saída. Essa “caminhada a esmo” é tão tortuosa que demora por volta de 30 mil anos. Assim, a luz solar de hoje foi produzida durante a última era do gelo.

A “fotosfera” ou “superfície” do Sol é onde a luz que busca sair do Sol deixa de caminhar e passa a voar. Uma vez fora da superfície, a luz solar está livre para se propagar em linha reta, e leva apenas oito minutos para chegar à Terra.

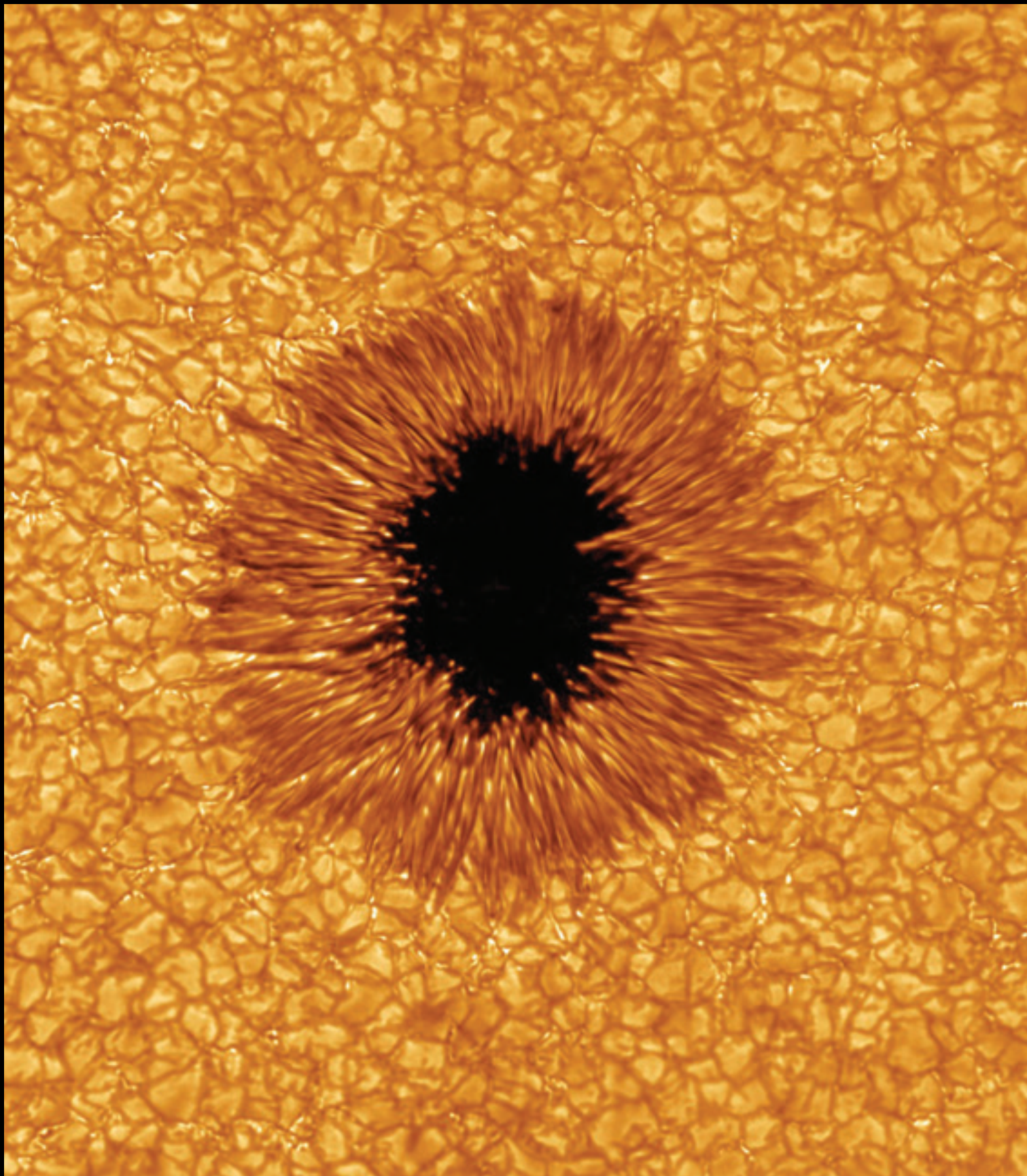
Se a luz pudesse viajar em linha reta desde o centro do Sol, ela demoraria somente 2 segundos para ir até a superfície e não 30 mil anos. Este é o tempo que levam até à superfície os neutrinos, que também são gerados nas reações nucleares de criação de energia e da luz solar.

Levante o seu polegar. Por volta de 100 milhões de neutrinos estão atravessando a ponta do dedo a cada segundo. Mais ou menos oito minutos antes eles estavam no coração do Sol. Uma imagem incrível foi feita pelo detector japonês Super-Kamiokande: o Sol, visto na noite, emitindo na direção da Terra, mas não com luz, e sim com neutrinos.

Mas há mais no Sol além de luz e neutrinos. Há magnetismo.



▶ O coração escuro de uma mancha solar é visto em grande detalhamento nesta imagem obtida por um telescópio na Terra. Ao redor da mancha há um padrão contínuo de células convectivas.



Explosão no Sol

É SETEMBRO DE 1859. Navios no mar reportam auroras tremendas em cor “vermelho sangue” – como cortinas esvoaçantes de luz no céu noturno. As bússolas ficam loucas. Os operadores de telégrafo são eletrocutados por seu próprio equipamento. Um homem sabe o que está causando tudo isto, mas ninguém acreditará nele.

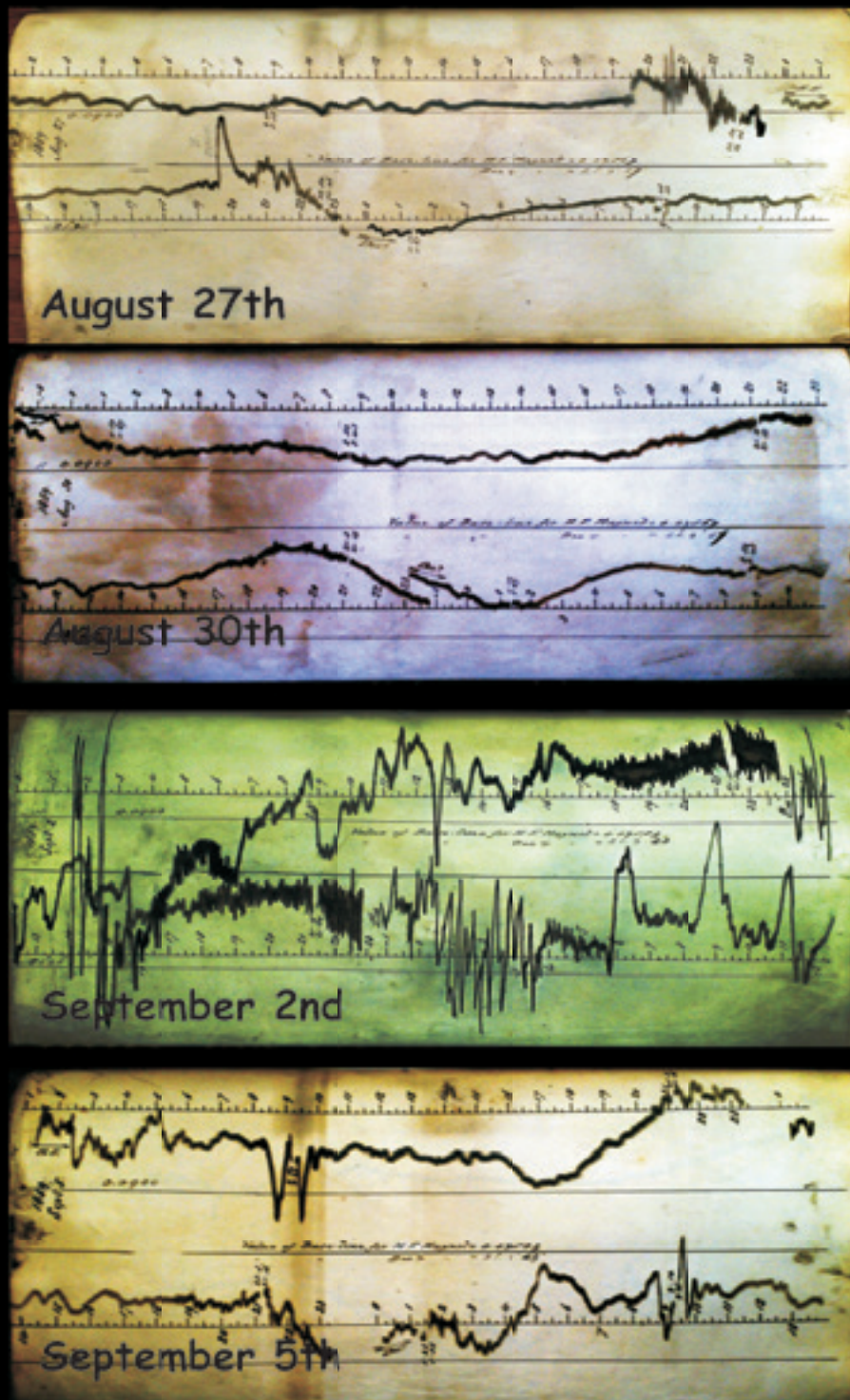
Em 1 de setembro, Richard Carrington está observando o Sol desde o seu observatório em Redhill, ao sul de Londres, quando vê uma explosão brilhante acima de um grupo de manchas solares no centro do Sol. Ao mesmo tempo, ainda em Londres, em Kew, a agulha do magnetômetro vai além do fundo de escala. Ao saber da coincidência, Carrington conclui que uma tempestade irrompeu no Sol – uma tempestade que nos atingiu desde o espaço e engoliu a Terra.

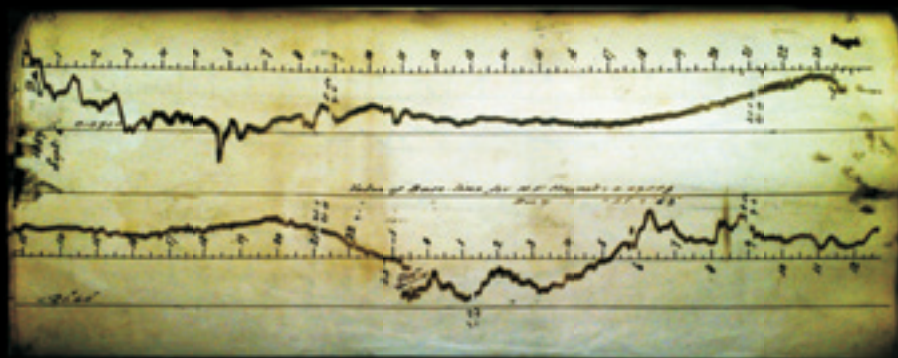
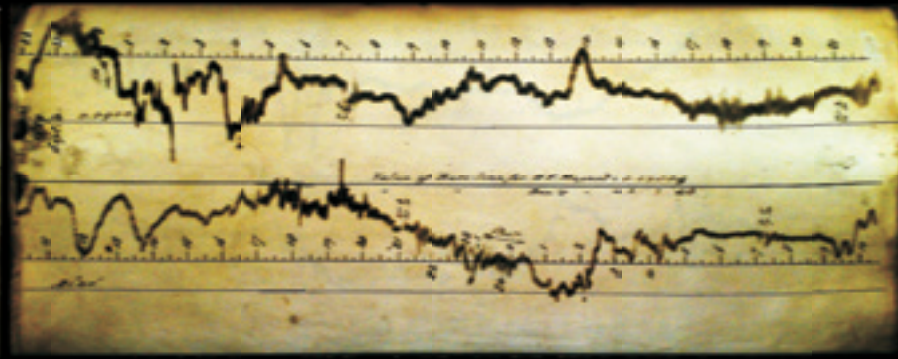
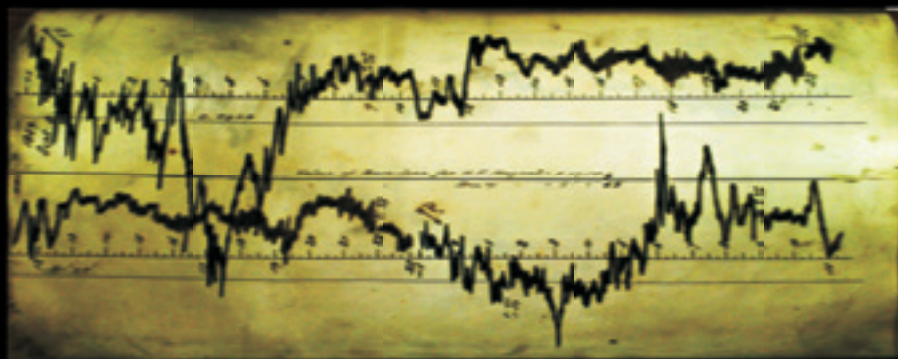
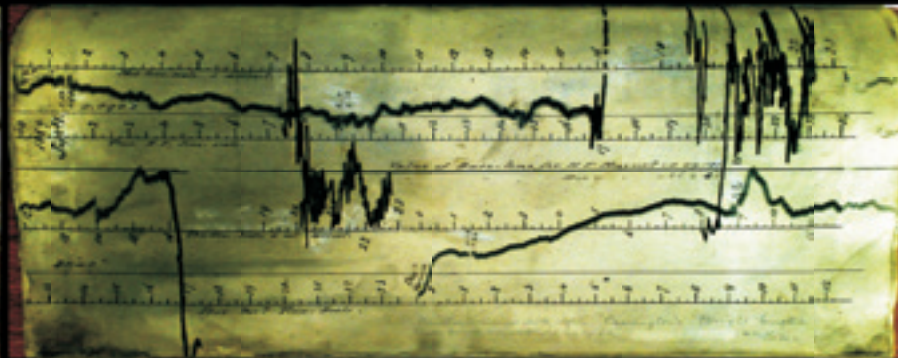
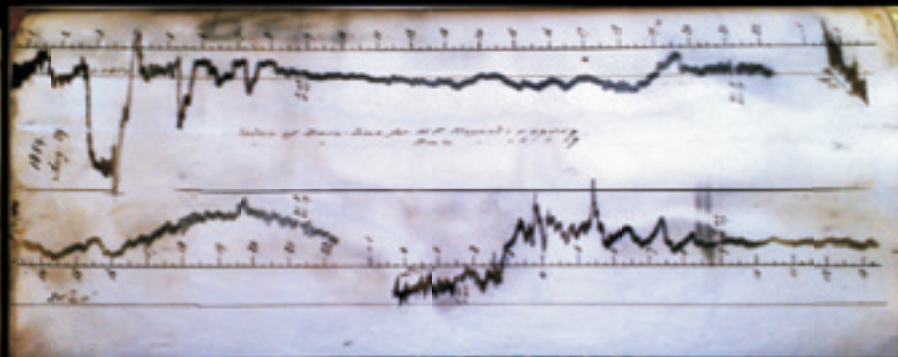
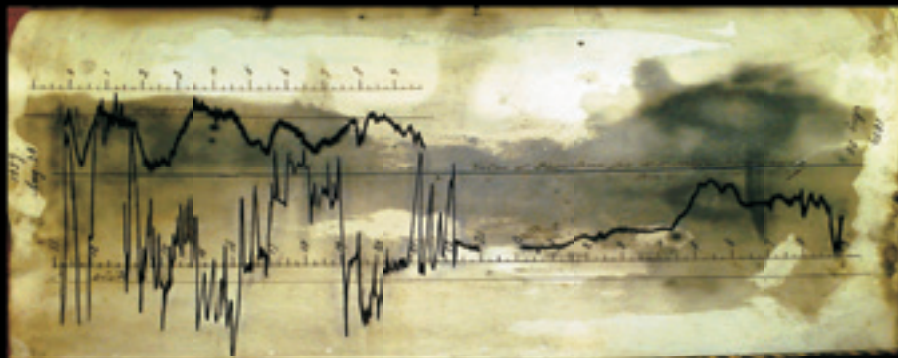
Isso é heresia científica. Carrington é levado ao ostracismo por cientistas de sua época. Desde Newton, a ortodoxia ditava que apenas uma força afetava a Terra e os planetas: a gravidade. Infelizmente, Carrington morreria antes da sua descoberta ser aceita plenamente.

Mas o que Carrington confirmou era que o Sol é magnético e que seu magnetismo afeta profundamente a Terra. A Terra não flutua em isolamento completo no espaço, mas é afetada pelos eventos cósmicos.

A “tempestade” solar de 1859 foi a maior já registrada. Se tivesse ocorrido hoje, diz Stuart Clark em *The Sun Kings*, correntes elétricas seriam induzidas nas linhas de transmissão e nas usinas geradores de eletricidade sendo o bastante para derretê-las. Satélites, computadores e redes de comunicação seriam destruídos. Voltaríamos à era do vapor.

► Evento de Carrington. Registros do Magnetômetro de 27 de agosto a 7 setembro de 1859.





O Sol magnético

O SOL É o maior ímã do Sistema Solar. Ele se manifesta em vários fenômenos, sendo as “manchas solares” o de maior fama. Borrões escuros, quase sempre maiores que a Terra, são locais onde campos magnéticos particularmente intensos rompem a superfície.

O número de manchas solares cresce e diminui a cada 11 anos. Esse ciclo das manchas solares está relacionado a mudanças globais no campo magnético do Sol que é invertido a cada 11 anos. O polo norte magnético passa a ser o polo sul magnético e vice-versa.

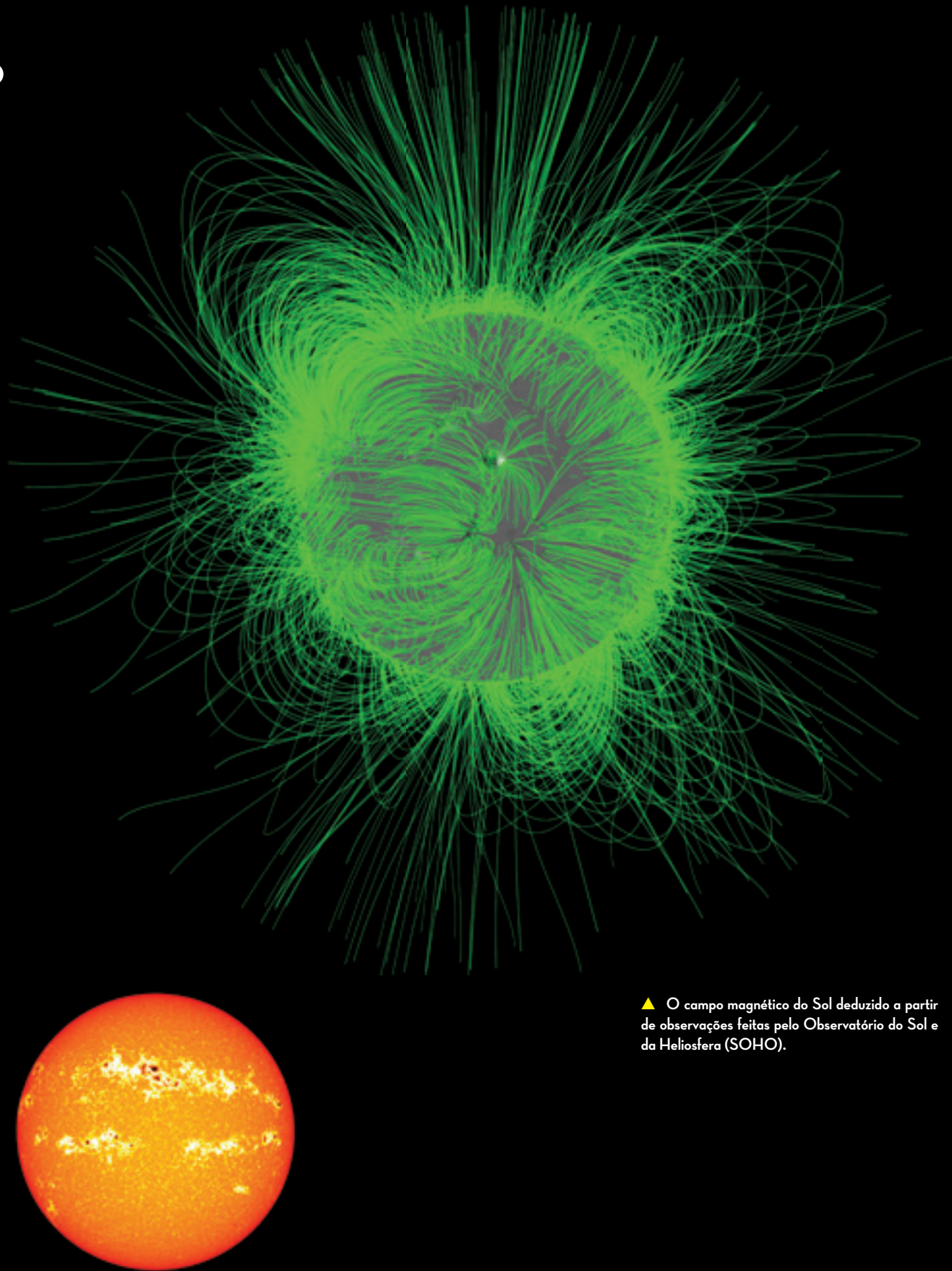
De 1645 a 1710, misteriosamente, o Sol teve muito poucas manchas. Conhecido como o “Mínimo de Maunder”, esse período coincide com o período intermediário e mais frio da “pequena era do gelo” na Europa e América do Norte, um período de invernos muito frios.

Além das manchas solares, o Sol apresenta tempestades quando as linhas de campo ficam torcidas, como se fossem elásticos de dinheiro, e lançam matéria no espaço. Os maiores eventos, quando quantidades grandes de matéria são ejetadas, são conhecidos como “ejeções de massa da coroa”, um bom exemplo destes foi o evento de Carrington em 1859.

Acredita-se que o campo magnético do Sol seja criado por correntes de gás carregadas eletricamente que circulam em seu interior. De certo, esse dínamo deveria desacelerar, com suas correntes ficando mais lentas à medida que perdem energia para a vizinhança. Entretanto, uma combinação da rotação solar com a convecção de matéria quente – vindo desde o núcleo – parece manter esse dínamo magnético em funcionamento.

Mesmo sem as tempestades, o Sol alcança e toca a Terra – com o vento solar.

▶ Em tempos de intensa atividade solar, a superfície do Sol fica salpicada de manchas escuras. As manchas solares se transformam em regiões mais quentes e brilhantes conhecidas como fáculas. Esta imagem foi retocada para mostrar as fáculas como áreas brancas.



▲ O campo magnético do Sol deduzido a partir de observações feitas pelo Observatório do Sol e da Heliosfera (SOHO).

O vento solar

O VENTO SOLAR é um furacão que vem do Sol a mais de um milhão e seicentos mil quilômetros por hora e passa pelos planetas. Ele consiste principalmente de núcleos de hidrogênio e carrega consigo o campo magnético do Sol.

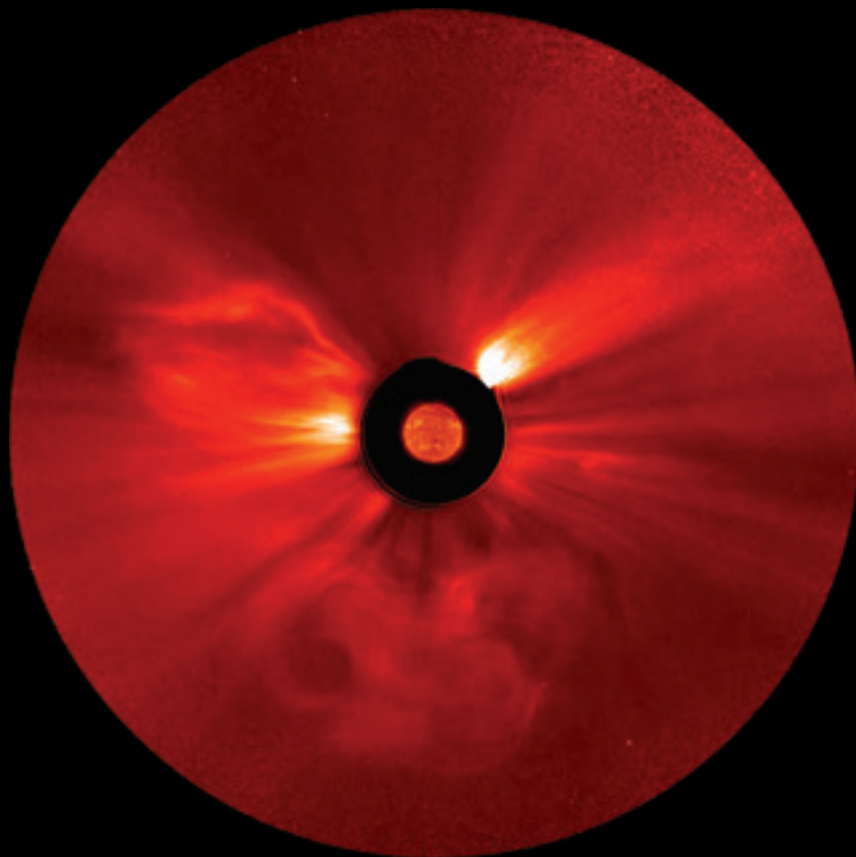
A origem do vento não é totalmente compreendida. Embora a temperatura da superfície do Sol seja menor do que 6.000 graus Celsius, o Sol é cercado por uma atmosfera ou coroa cuja temperatura é de milhões de graus. Acredita-se que seja aquecida por ondas de choque provenientes da superfície escaldante do Sol. Partículas de gás da coroa estão se movendo tão rápido que podem facilmente escapar da gravidade solar. Uma vez que o vento é a atmosfera superior do Sol e o vento se estende à Terra e mais além, estamos, de fato, no interior do Sol.

O vento solar demora por volta de quatro dias para cruzar o espaço e chegar até nós. Felizmente a Terra possui um campo magnético bastante semelhante

ao de um ímã em formato de barra, e essa “magnetosfera” protege o planeta, de modo que o vento solar passa sem causar dano ao seu redor como uma corrente ao redor de uma pedra.

Mas partículas do vento solar podem descer pelas linhas do campo magnético nos polos da Terra. Lá elas colidem com átomos do ar, energizando seus elétrons, que, quando liberam a energia extra na forma de luz, criam as emanações coloridas de luz das auroras.

Finalmente, o vento solar esbarra no gás interestelar, retornando na sua própria direção, numa região conhecida como “choque de terminação”. Além desse ponto está a calma da “heliopausa”, onde a contribuição de nosso Sol mistura-se aos ventos estelares de todas as estrelas vizinhas para formar o meio interestelar. A criação mais distante da humanidade, a Voyager 1, deve passar à calma do espaço interestelar, depois da heliopausa, em algum instante de 2014.



▲ Isto não é um DVD, mas sim o gás superaquecido da coroa saindo do Sol conforme observado do satélite Solar Terrestrial Observatory (Stereo).

A morte do Sol

O QUE FICA MAIS QUENTE à medida que perde calor? O Sol.

Eis como acontece. Em seu núcleo, o Sol usa os bloquinhos básicos de Lego da natureza, os átomos de hidrogênio, e os monta formando núcleos de hélio, sendo que o subproduto é a luz solar. Por ser mais pesado que o hidrogênio, o hélio cai em direção ao núcleo. A sua própria gravidade o comprime intensamente e – como todo gás comprimido – ele se aquece.

Assim, paradoxalmente, o Sol fica mais quente e brilhante enquanto envelhece. Agora está aproximadamente 30% mais brilhante do que quando surgiu, colocando um enigma: por que a Terra não congela, virando uma gigantesca bola de neve, para jamais se recuperar?

No futuro, à medida que “cinzas” de hélio continuem a chover na direção do núcleo, o Sol ficará continuamente

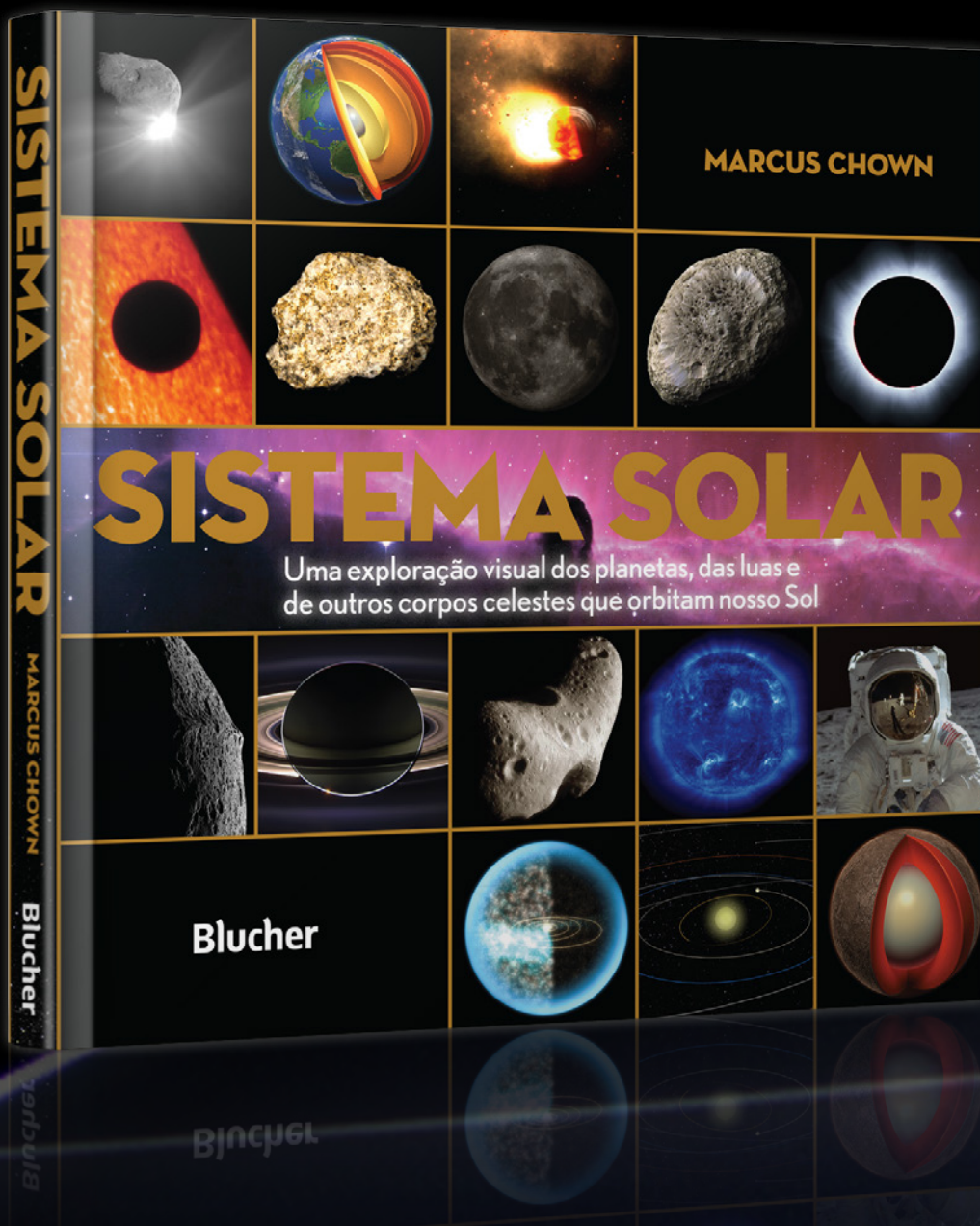
mais quente. Com efeito, ele se transformará em duas estrelas em uma só: um núcleo pequeno, branco e quente, bem no fundo de um envelope frio, inflado até um tamanho monstruoso pelo calor emanado do núcleo. Será uma “gigante vermelha” – um estrela em forma de pêssego.

E o Sol engolirá a Terra? Depende. Gigantes vermelhas retêm de maneira pouco intensa as suas regiões exteriores – elas lançam matéria no espaço. O Sol certamente se expandirá até a atual órbita terrestre. Entretanto, a Terra, por estar sujeita a uma atração gravitacional menos intensa de um Sol mais leve, irá para longe do alcance deste.

A fase de gigante vermelha do Sol será curta. Por volta de 5 bilhões de anos, quando tiver exaurido todo o seu combustível de hidrogênio, o Sol acabará como uma “anã branca”, uma brasa estelar supercompacta com o tamanho aproximado da Terra. Fenecerá lentamente, terminando sua vida não com um estrondo, mas com uma lamúria.



▲ Quando o Sol inchar até se tornar uma gigante vermelha, desenvolverá um interior parecido com o de um pêssego, com um núcleo extremamente denso cercado por um envelope rarefeito.



Clique aqui e :

VEJA NA **LOJA**

OU,

ACESSE O **HOTSITE**

SISTEMA SOLAR

MARCUS CHOWN

Páginas: 226

Formato: 26x26 cm

Ano de Publicação: 2014

Peso: 1.340 kg

ISBN: 9788521208266

PREÇO: R\$ 94,90