

[www.astronomia2009.org.br](http://www.astronomia2009.org.br)

EXPOSIÇÃO

## PAISAGENS CÓSMICAS DA TERRA AO BIG BANG



Montagem inaugural no IAG-USP, abril 2009



Esta exposição faz parte das comemorações do Ano Internacional da Astronomia - 2009. Composta de 20 painéis com fotografias de denso conteúdo científico e grande beleza, é acompanhada de duas estruturas auto portantes e iluminação.

Área necessária para montagem: aproximadamente 50 m<sup>2</sup>

Alternativas: disposição linear: 4 x 13 m; disposição lado a lado: 7 x 7 m.

Ver MANUAL DE MONTAGEM disponível no site.

Informações e agendamento: [www.astronomia2009.org.br](http://www.astronomia2009.org.br)



Telescópio SOAR, nos Andes Chilenos, do qual o Brasil é sócio majoritário. Foto: Augusto Damineli / IAG-USP

As distâncias são indicadas a partir do Sol, menos nos casos do Sol e da Lua, nos quais são indicadas a partir da Terra. 1 segundo-luz é a distância percorrida pela luz em 1 segundo = 300 mil km. / 1 ano-luz = 9,5 trilhões de km

Curadoria científica e texto final

Augusto Damineli

Design gráfico e museografia

Miguel Paladino

Administração

Rede brasileira IYA 2009

Apoio

Organização das Nações Unidas (ONU) / Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) / União Astronômica Internacional (UAI) / Ministério da Ciência e Tecnologia e Ministérios da Educação e da Cultura do Governo Federal / Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) / Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) / Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP (IAG-USP) / Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) Sociedade Brasileira de Física (SBF) / Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciência (ABCMC) / Associação Brasileira de Planetários (ABP)

## 01. PAISAGENS CÓSICAS / DA TERRA AO BIG BANG

Em 1609, Galileu apontou seu telescópio para a Lua e enxergou claramente suas crateras e montanhas. Com o aperfeiçoamento do telescópio, fronteiras cada vez mais distantes foram se abrindo: novos planetas, aglomerados de estrelas, galáxias e aglomerados de galáxias e a cortina de luz gerada pelo Big Bang.

O uso de detectores permitiu a captação de imagens invisíveis ao olho humano, como os raios X, infravermelho e ondas de rádio. Elas revelaram condições físicas desde temperaturas extremamente altas até quase o zero absoluto, astros com densidades maiores que a do núcleo atômico ou até o vácuo quase absoluto. O telescópio permitiu acessar esses verdadeiros laboratórios de Física que jamais poderemos replicar na Terra. Por meio dele descobrimos a origem dos átomos, da água, de moléculas orgânicas e esperamos, em breve, encontrar sinais de vida. Nos demos conta de que temos uma grande intimidade com os astros. Em contrapartida, descobrimos recentemente que a matéria e a energia que formam os planetas, estrelas e galáxias somam apenas 4% do universo. Em sua maior parte, ele é constituído por um tipo de matéria ("matéria escura") e um tipo de energia ("energia escura") das quais temos apenas indicações indiretas. Quanto mais longe um astro está, mais tempo sua luz demora para chegar até nós. Assim, quanto mais longe penetramos no espaço, mais fundo enxergamos o passado. O telescópio nos permite observar as diversas etapas evolutivas do universo, até quase sua origem, tornando-o um objeto não de três, mas de quatro dimensões (três de espaço e uma de tempo). Portanto, tudo o que vemos já aconteceu! Atualmente, as revoluções astronômicas se dão em escalas de décadas e tudo indica que vão continuar se acelerando. Nossa exploração do universo está apenas no começo. Por isso é fundamental manter a escuridão do céu noturno, combatendo a poluição luminosa. Evitar o desperdício de energia luminosa é a receita para preservar esse patrimônio da humanidade.

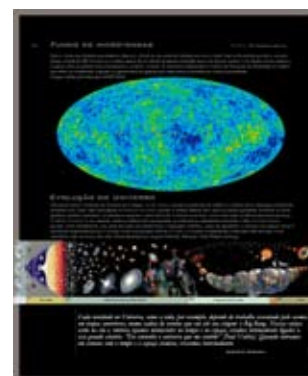


## 19. LENTES GRAVITACIONAIS EM AGLOMERADO DE GALÁXIAS

(Distância: 5 bilhões de anos-luz)

A força gravitacional deste aglomerado de galáxias (manchas em amarelo) desvia a luz de sua trajetória retilínea, formando uma gigantesca lente gravitacional. Essa lente projeta as galáxias distantes e primitivas que estão atrás do aglomerado para o nosso lado (manchas azuis). A massa necessária para isso supera em muito a massa das galáxias visíveis, indicando que a gravidade é produzida principalmente por um tipo de matéria invisível: a "matéria escura". Note que a lente gravitacional produz diversas imagens de uma mesma galáxia (mancha azul alongada em torno do centro).

Foto: Telescópio Espacial Hubble/STScI/Nasa.



## 20. UNIVERSO

### a) Fundo de micro-ondas

(Distância: 13,7 bilhões de anos-luz)

Este é o limite mais distante que podemos observar: o fundo do céu emitindo radiação em micro-ondas. Essa luz foi emitida quando o universo atingiu a idade de 380 mil anos e a matéria passou de um estado de plasma (ionizado) para o de átomos neutros. A luz libertou-se da matéria e o espaço entre as galáxias ficou transparente e, portanto, invisível. As manchas correspondem a minúsculas flutuações de densidades na matéria que teriam se condensado e gerado os aglomerados de galáxias que observamos atualmente em nossas proximidades.

Foto: Telescópio Wmap/Nasa.

### b) Evolução do universo

Este painel mostra a evolução do universo em cinco etapas: A) FASE CÔSMICA, quando as partículas de matéria e os fótons de luz interagiam fortemente, formando uma "sopa" homogênea. No fim dessa fase, é emitida a cortina de micro-ondas do mostrada no painel anterior; B) FORMAÇÃO DOS ASTROS, quando a matéria desabou sob o peso da própria gravidade, formando os astros (galáxias, estrelas e planetas), e as estrelas se aqueceram a ponto de fundir os átomos mais leves, construindo todos os demais elementos químicos; C) ORIGEM E EVOLUÇÃO DA VIDA, quando, ainda na infância de nosso planeta, as moléculas se organizaram em estruturas maiores, gerando a vida, que não parou de se diversificar até hoje; D) CULTURA HUMANA, quando, muito recentemente, uma parte dos seres vivos desenvolveu a linguagem simbólica, capaz de representar a natureza num espaço virtual. É através de nossas palavras que o universo conta a sua própria história; E) FUTURO, em que o universo estará se expandindo e esfriando cada vez mais, numa velocidade cada vez maior, sem volta. O universo contém sua própria história, constituindo-se num objeto quadri-dimensional.

Painel idealizado por Augusto Damineli. Ilustração: Paulo R. F. Santiago.

*Cada novidade no universo, como a vida, depende de trabalho executado pelo cosmos em etapas anteriores, numa cadeia de eventos que vai até sua origem: o Big Bang.*

*A matéria e a energia não param de criar novas estruturas. Nossas raízes estão no céu e, embora sejamos minúsculos no tempo e no espaço, estamos intimamente ligados a esse grande cenário. "Eu contendo o universo que me contém" (Paul Valéry). Quando entramos em contato com o tempo e o espaço cósmico, crescemos interiormente.*

Augusto Damineli

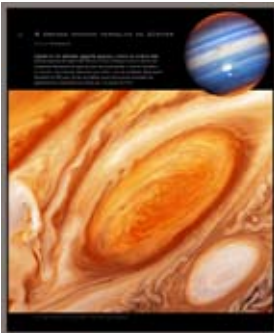


#### 06. PAISAGENS MARCIANAS

(Distância: 12,6 minutos-luz)

Marte é um planeta rochoso, um pouco menor que a Terra. Como a Terra e Vênus, Marte nasceu com composição atmosférica de ~ 95% de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) e temperatura de ~ 85o C e teve condições propícias para a vida até 3,5 bilhões de anos atrás. Entretanto, por sua baixa gravidade, o planeta perdeu rapidamente os gases atmosféricos e se resfriou abaixo do ponto de congelamento. Estas imagens mostram seu terreno árido, sob uma atmosfera fina, com raras nuvens de CO<sub>2</sub> em torno de seus vulcões equatoriais (manchas brancas na foto maior).

Foto: Nasa/Mars Global Surveyor.

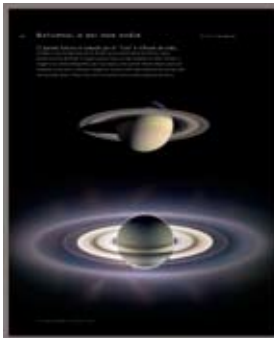


#### 07. A GRANDE MANCHA VERMELHA DE JÚPITER

(Distância: 35 minutos-luz)

Júpiter é um planeta gigante gasoso, como os outros três planetas exteriores do sistema solar (Saturno, Urano e Netuno) e como a maioria dos exoplanetas descobertos até agora em torno de outras estrelas. A mancha vermelha é um furacão – cerca de duas vezes maior que a Terra – que não se dissipou desde que foi descoberto 300 anos atrás. Ele tem 63 satélites, quatro dos quais (as chamadas luas galileanas) foram descobertos por Galileu em 7 de janeiro de 1610.

Foto central: Voyager 2 Team At Jpl/Nasa - Foto superior: Gemini Observatory



#### 08. SATURNO, O REI DOS ANÉIS

(Distância: 1,2 hora-luz)

O planeta Saturno é rodeado por 61 “luas” e milhares de anéis, formados a partir da destruição de luas de gelo que se situavam dentro do limite de ruptura gravitacional (raio de Roche). A imagem superior mostra os anéis recebendo luz direta. Embaixo, a vista é em contraluz (fotografado pela nave Cassini), como quando olhamos insetos e poeira em suspensão ao pôr do sol. Note que a imagem em contraluz revela anéis adicionais que não são vistos sob iluminação direta. A Terra é vista como um pontinho entre os anéis à esquerda de Saturno.

Foto: Nasa/JPL/Cassini



#### 09. MORTE DE UMA PEQUENA ESTRELA

(Distância: 3 mil anos-luz)

Estrelas pequenas, com massas parecidas com a do Sol, vivem longamente, gerando energia de modo estável ao longo de bilhões de anos. Isso é muito favorável para abrigar vida. Ao se tornarem gigantes vermelhas, entram em violenta pulsação, expelindo camadas esféricas concêntricas (círculos tênues ao fundo). Na fase final, ventos rápidos e quentes carregados de átomos de carbono e nitrogênio formam uma nebulosa planetária (nuvens em forma de S) que, neste caso (Nebulosa Olho de Gato), tem 0,4 ano-luz de diâmetro. A estrela morta (anã branca) no centro é 10 milhões de vezes mais densa que o ferro.

Foto: Telescópio Espacial Hubble/STScI/Nasa.

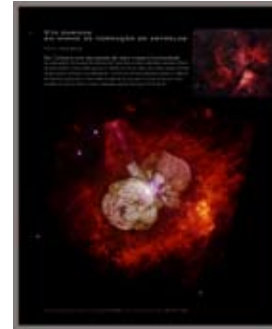


#### 10. EXPLOÇÃO DE UMA GRANDE ESTRELA

(Distância: 6,5 mil anos-luz)

As estrelas de grande massa (com mais de dez vezes a massa solar), ao chegarem ao final da vida, explodem de modo violento, ejetando gases ricos em oxigênio. A Nebulosa do Caranguejo é o resíduo da explosão de uma estrela vista pelos chineses em 1054 d. C. em pleno dia, na Constelação do Touro. Colunas de gases lançadas à velocidade de 1 mil km/s formam uma nebulosa com 10 anos-luz de diâmetro. No centro, o “cadáver” formou um pulsar (estrela de nêutrons), que gira 33 vezes por segundo e é 10 trilhões de vezes mais denso que o ferro.

Foto: Telescópio Espacial Hubble/STScI/Nasa.



#### 11. ETA CARINAE EM NINHO DE FORMAÇÃO DE ESTRELAS

(Distância: 7,5 mil anos-luz)

Eta Carinae (foto maior) é uma das estrelas de maior massa e luminosidade em nossa galáxia. Ela faz parte da Nebulosa de Carina (foto ao lado), onde estão nascendo milhares de outras estrelas. Embora tenha apenas 2,5 milhões de anos de idade, ela já ejetou densas camadas de gás e poeira, formando uma nebulosa de 1 mil anos-luz. Em breve (décadas, séculos ou milênios) ela explodirá, produzindo um feixe estreito e poderoso de raios gama ao longo de seu eixo maior, tornando-se visível em todo o universo. Felizmente, estamos fora da sua “linha de tiro”.

Foto superior: José Carlos Diniz / Rea, Ngc E Canf

Foto central: Nathan Smith e Telescópio Espacial Hubble/STScI/Nasa.



#### 12. AGLOMERADO DE ESTRELAS VELHAS

(Distância: 14 mil anos-luz)

Os chamados aglomerados globulares, como este da Constelação do Pavão, contêm entre 100 mil e 1 milhão de estrelas de pequena massa, relativamente frias e com poucos átomos pesados. O formato esférico do aglomerado se deve ao fato de as estrelas estarem presas ao campo gravitacional do grupo. Com 12 bilhões de anos de idade, todas as estrelas de grande massa desse grupo já morreram, restando apenas estrelas como o Sol ou menores. Atualmente, por causa da falta de matéria-prima (gás interestelar), as “ninhadas” de estrelas são muito menos numerosas do que quando a Via Láctea era jovem.

Foto: Anglo-Australian Observatory / David Malin.



#### 13. BERÇÁRIO DE ESTRELAS EM GALÁXIA VIZINHA

(Distância: 180 mil anos-luz)

Este grupo de estrelas recém-nascidas (5 milhões de anos) situa-se na galáxia vizinha Pequena Nuvem de Magalhães e forma um aglomerado aberto (não ligado gravitacionalmente). A luz das jovens estrelas está dissipando a nuvem interestelar que as formou. Nesta região de 200 anos-luz de diâmetro existem estruturas um pouco mais densas que ainda resistem, formando “pilares” que apontam na direção do aglomerado central de estrelas. O aglomerado estelar menor, que aparece à esquerda, é um pouco mais evoluído, tendo já dissipado as nuvens de gás. Ao fundo, veem-se diversas galáxias a centenas de milhões de anos-luz.

Foto: Telescópio Espacial Hubble/STScI/Nasa.



#### 14. GALÁXIAS ESPIRAIS

**a) Andrômeda** (Distância: 2,5 milhões de anos-luz)

Andrômeda é uma galáxia com mais de 100 bilhões de sóis e foi a primeira a ser reconhecida como exterior à Via Láctea.

As galáxias de Andrômeda e da Via Láctea são do tipo espiral e dominam gravitacionalmente um grupo de outras 19 galáxias menores, como as duas elípticas que aparecem nesta imagem.

**b) NGC 1300** (Distância: 70 milhões de anos-luz)

NGC 1300 é uma galáxia do tipo espiral barrada, com tamanho muito parecido ao de Andrômeda e da Via Láctea, ou seja, 100 mil anos-luz de diâmetro. A região central, da barra, é dominada por estrelas velhas (amareladas), enquanto a luz dos braços espirais é dominada por estrelas jovens de grande massa (azuladas).

Foto superior : Robert Gendler - Foto inferior: Telescópio Espacial Hubble/STScI/Nasa.



#### 15. GALÁXIA COM ESTRELAS EXPLODINDO

(Distância: 12 milhões de anos-luz)

M82 é uma galáxia espiral vista de perfil, constituída de estrelas (parte esverdeada) e ejetando enormes quantidades de gás quente (nuvens vermelhas e azuis) para fora de si mesma. Essas nuvens foram produzidas por inúmeras supernovas que estão explodindo em aglomerados de estrelas recém-formadas próximo ao núcleo. A alta taxa de formação de estrelas em M82, dez vezes maior que na Via Láctea, deve-se a uma colisão que ela teve com sua vizinha M81 (não mostrada aqui) há cerca de 100 milhões de anos.

Foto: Telescópio Espacial Hubble/STScI/Nasa.



#### 16. GALÁXIAS EM COLISÃO

(Distância: 45 milhões de anos-luz)

As Antenas são um par de galáxias espirais em colisão que estão em processo de fusão. As nuvens de gás de seus braços espirais estão gerando copiosa quantidade de aglomerados de estrelas (pontos azuis e manchas vermelhas), por causa do choque. As estrelas mais antigas (manchas amareladas) foram arrancadas das regiões centrais e esparramadas. Um evento semelhante vai acontecer dentro de ~ 1 bilhão de anos, quando a Via Láctea colidirá com Andrômeda.

Foto: Telescópio Espacial Hubble/STScI/Nasa.



#### 17. BURACO NEGRO GIGANTE EM ATIVIDADE

(Distância: 62 milhões de anos-luz)

A galáxia NGC 1316 (mancha azulada no centro) tem um buraco negro gigante em seu núcleo. A galáxia menor acima dela está colidindo, lançando matéria interestelar sobre o buraco negro. Parte dos gases é sugada pelo buraco e parte é aquecida a 10 milhões de graus e ejetada em forma de duas orelhas. A nuvem de gases (laranja) estende-se por 1 milhão de anos-luz de ponta a ponta. Nossa galáxia tem em seu centro (a 26 mil anos-luz de nós) um buraco negro gigante (3,6 milhões de massas solares) que atualmente está em baixa atividade.

Foto: J. Uson do Noao/AUI e Second Palomar Sky Survey.



#### 18. MATÉRIA ESCURA NO AGLOMERADO DA BALA

(Distância: 3,4 bilhões de anos-luz)

A fotografia mostra a colisão entre dois aglomerados de galáxias. As nuvens rosadas correspondem a nuvens de gás muito quente emitindo raios X. As manchas azuis são um mapa da chamada "matéria escura", composto com base nas lentes gravitacionais. A força gravitacional da "matéria escura", um tipo de matéria diferente da nossa, ou seja, que não é composta de prótons e elétrons, supera a da matéria comum. Avalia-se que a "matéria escura" é cinco vezes mais abundante que a que forma as galáxias, estrelas e planetas.

Foto: Telescópio Espacial Hubble e Chandra/STScI/Nasa.



#### 02. AMÉRICA DO SUL E LUZES DAS CIDADES

Há 500 anos se sabe que moramos num planeta da mesma natureza que os demais, mas só recentemente pudemos vê-lo a partir do espaço. A vida prosperou e se diversificou neste minúsculo planeta rochoso pelo fato de ele se localizar na estreita "zona de água líquida" que circunda o Sol. Na vista noturna (foto inferior) identifique a sua cidade.

A luz direcionada para o céu, além de ser um desperdício, ofusca os astros. A escuridão do céu noturno é um patrimônio da humanidade e deve ser preservada.

Foto superior: Reto Stöckli

Foto inferior: Marc Imhoff, Christopher Elvidge, Craig Mayhew e Robert Simmon, Nasa GSFC

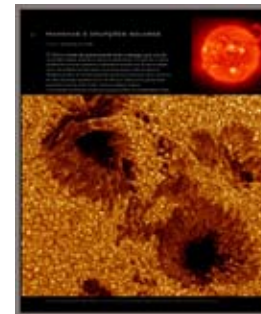


#### 03. LUA CHEIA E ECLIPSE LUNAR

(Distância: 1,25 segundo-luz da Terra)

Por ser grande e estar próxima da Terra, a Lua exerce grande influência sobre a humanidade. As fases da Lua, as marés, a iluminação noturna e os eclipses (painel inferior) foram usados, desde a remota antiguidade, para organizar calendários, mapear espaços na Terra e no céu e testar teorias. Sua distância e tamanho já eram bem conhecidos há 2.300 anos. Um eclipse solar, observado em Sobral, no Ceará, em 1919, permitiu testar a Teoria da Relatividade Geral. Em 1969, apenas 40 anos atrás, o homem conseguiu aportar na Lua.

Foto superior: Jean-Luc Dauvergne - Foto inferior: Akira Fujii / Ciel et Espace.



#### 04. MANCHAS E ERUPÇÕES SOLARES

(Distância: 8,3 minutos-luz da Terra)

O Sol é a fonte de praticamente toda a energia que circula na atmosfera terrestre, mantendo os oceanos em estado líquido, movimentando os ventos, possibilitando as chuvas e garantindo a sobrevivência dos seres vivos. Ele está na metade (5 bilhões de anos) de sua vida, tendo como fonte de energia a fusão de átomos de hidrogênio em hélio. As manchas solares (foto maior) são maiores que a Terra e se formam em razão dos campos magnéticos do Sol. Há 400 anos, Galileu provou que elas faziam parte do Sol e que não eram "nuvens", como se imaginava na época. O Sol é filmado 24 horas por dia para que se possa monitorar sua atividade.

Foto central: Garan Scharmer e Kai Langhans, Mats Lafdahl, ISP e Royal Swedish Academy of Sciences - Foto superior: Soho (ESA + NASA)



#### 05. COMETA MCNAUGHT

(Distância: 2,5 minutos-luz)

Os cometas sempre deslumbraram e até mesmo assustaram os povos da Terra, por não se deslocarem ao longo do zodíaco, diferentemente do Sol, da Lua e dos planetas. Logo que os planetas se formaram, esses astros foram "arremessados" para longe, mas ocasionalmente voltam a visitar o interior do sistema solar. Foram os cometas e asteroides que trouxeram toda a água e substâncias biogênicas que existem hoje na Terra. O McNaught foi o cometa mais brilhante dos últimos tempos.

Foto: João Francisco C. Santos Jr. Univ. Fed. de Minas Gerais e Soar.

