

O Universo no meu bolso



Ameaças  
cósmicas



Georges Alecian  
Observatório de Paris



As primeiras florestas apareceram no período Devoniano, há cerca de 400 milhões de anos (à esquerda, uma imagem de uma selva atual).

“O Nascimento de Vênus” de Botticelli (1485).

Esta obra mostra o que o pintor considerava ser o aspecto mais precioso da natureza: o poder do mar, a firmeza do solo,



A leveza do ar, o esplendor do nascimento.



Um exemplo do que uma ameaça cósmica pode nos fazer: a destruição de uma floresta siberiana pelo meteorito Tunguska em 1908.

# A Terra está em perigo?

A Terra foi formada há cerca de 4,5 bilhões de anos, ao mesmo tempo em que o Sol e os outros planetas do Sistema Solar. Os primeiros vestígios de vida apareceram cerca de um bilhão de anos mais tarde. Nos 3,5 bilhões de anos desde então, nenhuma catástrofe cósmica foi suficientemente destrutiva para erradicar toda a vida em nosso planeta! Mas será que podemos descartar qualquer ameaça? A resposta é não!

Neste livrinho, discutiremos os perigos cósmicos que nos ameaçam, desde os mais freqüentes até os mais hipotéticos. Mas falaremos apenas dos perigos identificados em nosso estado atual de conhecimento, esperando que não haja outros...



Representação artística das chuvas de partículas devidas aos **raios cósmicos** (partículas de alta energia que viajam entre estrelas e galáxias).

Algumas dessas partículas têm energia suficiente para penetrar em nossa atmosfera e atingir as moléculas do ar, criando **chuvas de partículas secundárias** que atingem o solo. Estas cascatas de partículas não são visíveis a olho nu.



Durante uma erupção solar, um grande número de partículas atômicas **carregadas eletricamente** são emitidas. Algumas dessas partículas se

propagam para a Terra, que felizmente é protegida por seu **campo magnético**.

Quando estas partículas solares chegam à atmosfera, elas podem causar auroras boreal e austral.



## Raios cósmicos e emissões solares

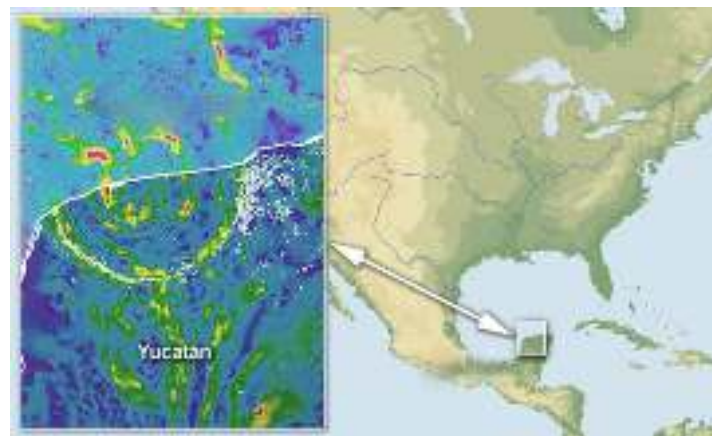
O chamado vácuo do espaço não é um vácuo absoluto. Na verdade, o espaço é permeado por um fluxo constante de partículas de todos os tipos (prótons, elétrons, etc.) vindas de outras estrelas e galáxias. Somos continuamente bombardeados por uma **chuva de partículas** (muitas vezes partículas secundárias, ver página oposta).

Quando os raios cósmicos são muito energéticos, eles podem causar mutações genéticas. Esta é a **ameaça cósmica mais comum** à qual a vida na Terra se adaptou.

As partículas emitidas pelo Sol durante suas erupções não afetam nossos corpos, mas podem **perturbar** as telecomunicações, pôr em perigo as aeronaves de alta altitude e causar **danos** aos satélites.



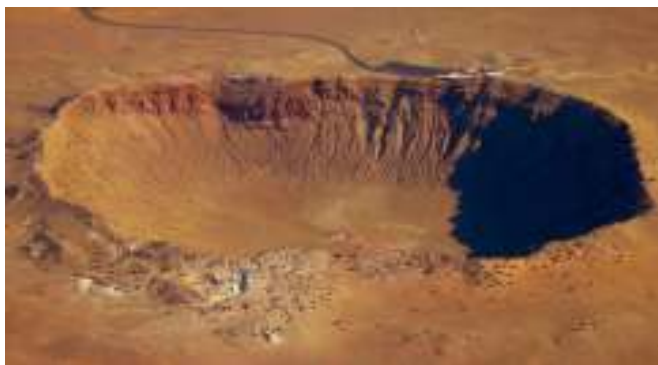
Asteróide 433 Eros fotografado pela espaçonave NEAR Shoemaker. Este **objeto próximo à Terra**, de cerca de 17 km, passou na vizinhança da Terra em 2012, a uma distância 70 vezes maior que a distância da Lua.



Rastro do meteorito de 10 km de diâmetro, que se acredita ser o responsável pela **extinção dos dinossauros**. Ele caiu em

Chicxulub (Golfo do México) criando uma cratera de 140 km de diâmetro e 30 km de profundidade.

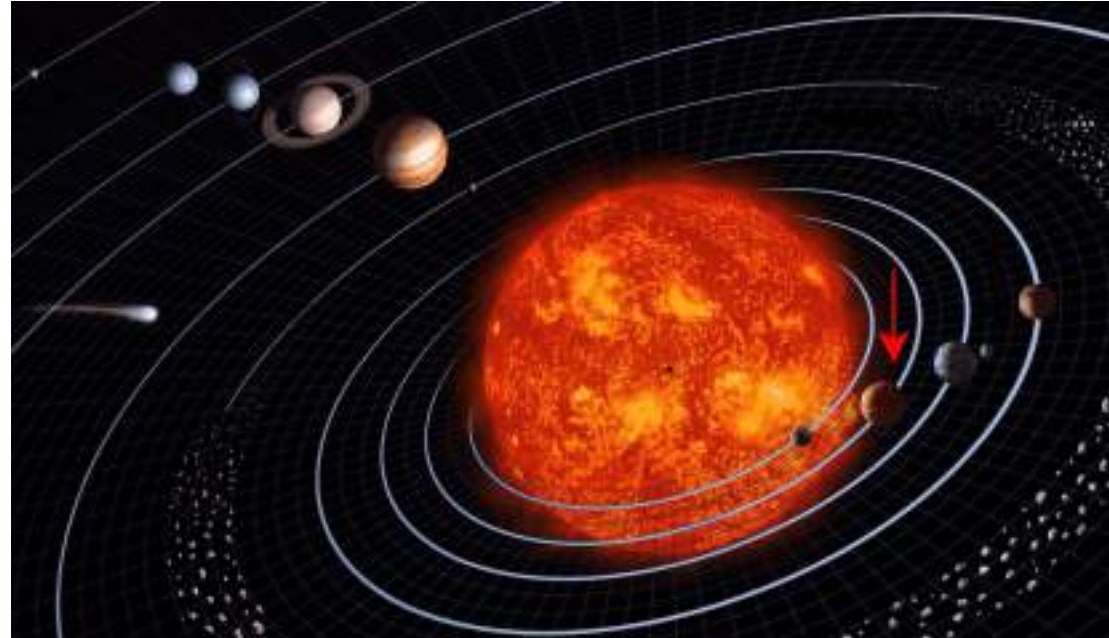
Cratera do Meteoro no Arizona, EUA (1 km de diâmetro) causada por um asteróide de apenas 30m de diâmetro.



# Asteróides tangenciando a Terra e cometas

A formação de planetas ao redor de nossa estrela também produziu um **grande número de “pequenos” corpos** remanescentes: cometas e milhões de asteroides de todos os tamanhos, desde simples rochas até corpos de tamanho de dezenas de quilômetros que orbitam o Sol (ver TUIMP 4). Alguns dos maiores são **asteroides que passam de raspão** na Terra (EGAs do Inglês Earth-grazing asteroids). Os EGAs representam uma ameaça muito séria. Um deles provavelmente causou a extinção dos dinossauros há cerca de 65 milhões de anos.

Para nos proteger de tal risco, várias organizações nos EUA e na Europa (missão DART) criaram sistemas de alerta e estão considerando formas de desviar esses astros de suas trajetórias.



Em cerca de 6 bilhões de anos, o Sol evoluirá para uma **gigante vermelha** e crescerá até englobar Vênus (indicado pela seta vermelha). O pequeno ponto preto no centro representa o tamanho atual do Sol. Neste desenho, o tamanho dos planetas está bem exagerado.



Representação artística do Sol no início de sua fase de expansão vista da Terra, que será então um deserto escaldante, daqui a 5-6 bilhões de anos. Ele então ocupará quase **todo o céu!**



# A evolução do Sol

Os astrofísicos calculam a evolução das estrelas com grande precisão. O Sol está atualmente no meio de um período bastante estável que durará cerca de 5 bilhões de anos.

Entretanto, sua luminosidade aumentará em 10% nos próximos bilhões de anos, o que começará a eliminar a água líquida e a vida na superfície da Terra. Após este período estável, a evolução do Sol se tornará catastrófica. Ele se tornará uma gigante vermelha e terá um diâmetro 100 vezes maior. Abrangerá os planetas Mercúrio e Vênus, e a Terra será um deserto resplandecente.

Mas, em uma escala de tempo humana, a evolução do Sol não é perigosa e não é a causa do atual aquecimento global.

Direita: uma supernova tipo Ia é causada pelo acréscimo de matéria sobre uma anã branca pela estrela companheira...



Esquerda: ...então a explosão da anã branca ilumina toda a galáxia! (Desenhos artísticos)



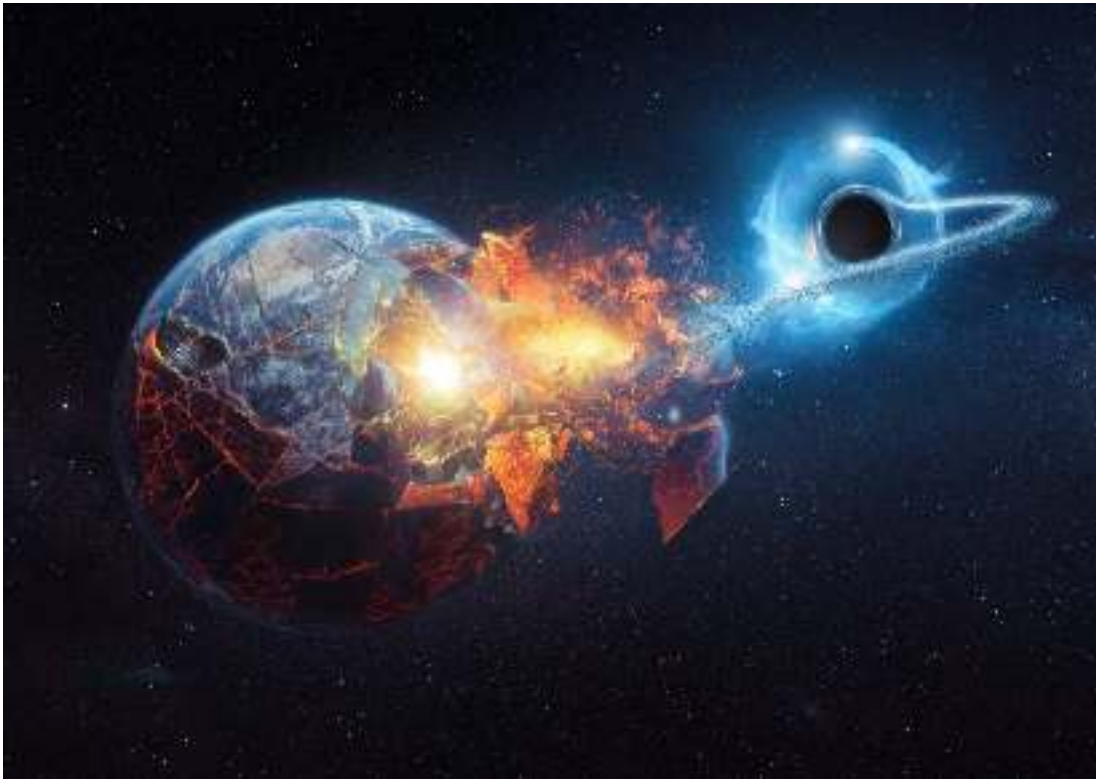
Abaixo: Uma representação visual do efeito na Terra de uma supernova que explode a uma distância de menos de alguns anos-luz.



A estrela mais próxima capaz de virar supernova (tipo II) parece ser Betelgeuse a uma distância de 500 anos-luz.

# Supernovae

Uma explosão de supernova (SN) é um dos processos mais **energéticos** do Universo (ver TUIMP 9). É um fenômeno relativamente **raro**, com somente 1 a 3 supernovas por século em nossa Galáxia. Ela tem cerca de 120.000 anos-luz de diâmetro, então uma supernova deve estar a cerca de 10 anos-luz para ser perigosa. A probabilidade de tal evento ameaçar a Terra é baixa, mesmo que tal risco não possa ser descartado. Nenhuma estrela próxima parece ser uma supernova em potencial. Note que uma estrela não se torna uma supernova por acidente: é um **estágio normal** de evolução para estrelas de mais de 8 massas solares (supernova tipo II). Algumas estrelas de massa inferior altamente evoluídas (não o Sol!) também podem se tornar supernovas (tipo Ia) desde que tenham uma estrela companheira.



Impressão artística de como poderia ser uma quase colisão da Terra com um buraco negro. Perto do buraco negro, os efeitos da maré são tão fortes que o planeta se rompe e seu material forma um disco ao redor do buraco negro antes de cair dentro dele. Neste desenho, o buraco negro é relativamente maciço (algumas dezenas de milhares de massas solares). Um buraco negro com a massa do Sol teria um horizonte (representado pelo disco negro) de apenas 3 km.

## Ameaças “exóticas”

Para que um encontro com um buraco negro fosse verdadeiramente fatal, a Terra teria que **colidir quase de frente** com ele. Isto é altamente improvável, pois tanto a Terra quanto os buracos negros mais comuns (resultantes do colapso de uma estrela) têm diâmetros muito pequenos. O resultado mais provável de um buraco negro que se aproxima seria que a Terra orbitaria o buraco negro a uma distância segura. Mas mesmo sem destruição imediata, tal evento criaria um **grande desequilíbrio gravitacional** no Sistema Solar. O perigo seria muito maior com um buraco negro supermassivo, mas há muito poucos deles, e eles estão principalmente nos centros das galáxias. Igualmente improvável é uma colisão com uma estrela, pois o número de estrelas perto do Sistema Solar é pequeno. 13

# Desafio



Qual é o evento cósmico mais ameaçador para a vida na Terra?




Resposta na parte de trás



Raios cósmicos e  
emissões solares

# Resposta



Encontro com  
um objeto  
cruzando a  
órbita da Terra



Evolução do Sol



Explosão de  
supernova



Encontro com um  
buraco negro

Um encontro com um  
asteroide é a ameaça  
cósmica mais séria.

Mas a atividade  
humana pode gerar  
outras ameaças.

# O Universo no meu bolso No. 21

Este livrinho foi escrito em 2021 por Georges Alecian e revisado por Jean Schneider. Ambos são do Observatório de Paris e do CNRS (França).

Nr 1

Imagem da capa: Um asteróide que colide com a Terra como imaginado por D. Hardy (© 2015 AstroArt de David A. Hardy)

Créditos:

4.1: NASA; 4.2: NASA; 4.3: Emmanuele Balboni;  
6.1: NASA ; 6.2: Alan Hildebrand, Athabasca University, Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma de Yucatán ;  
6.2: © Steve Jurvetson, CC by-nc 2.0; 10.1: NASA;  
10.2 NASA/CXC/M. Weiss; 12.1: ESO/M.Kornmesser.



Para saber mais sobre esta coleção e os temas apresentados neste livrinho, você pode visitar

<http://www.tuimp.org>

Tradução: Natalia Vale Asari  
TUIMP Creative Commons

