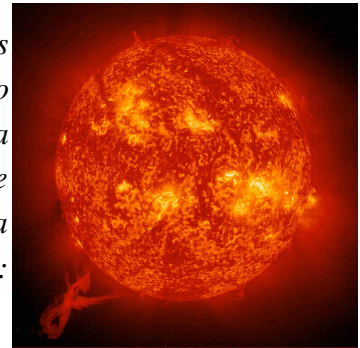


# Estrelas

## EIXO PRINCIPAL – O SOL

O Sol, nossa fonte de luz e de vida, é a estrela mais próxima de nós e a que melhor conhecemos. O Sol é uma estrela comum. Basicamente, é uma enorme esfera de gás incandescente, em cuja região central acontece a geração de energia através de reações termo-nucleares. A energia gerada no centro do Sol escapa na forma de luz emitida pelas suas camadas mais externas, a que chamamos de atmosfera solar.

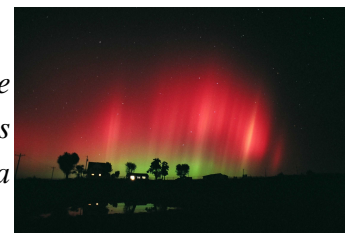
*sol001.tif. LEGENDA: Imagem do Sol obtida com o satélite Soho. Vemos uma enorme proeminência solar em forma de S. Proeminências são erupções de material que se estendem até as regiões periféricas da atmosfera do Sol, a cromosfera e a coroa. Por vezes o material, basicamente prótons e elétrons de alta energia, é ejetado com velocidade suficiente para escapar da gravidade solar, compondo então o vento solar. Fonte: <http://sohowww.nascom.nasa.gov/gallery/images/hires/eit001.tif>*



## EIXO SECUNDÁRIO

As camadas externas do Sol ejetam constantemente o chamado vento solar, partículas eletricamente carregadas que chegam à Terra, interagem com o campo magnético terrestre e caem principalmente nos pólos, causando as auroras. O vento solar resulta da interação do gás quente da atmosfera do Sol com o seu campo magnético. Tempestades solares, em que o campo se intensifica muito, podem causar estragos nas grandes linhas de transmissão de energia, nos gaseodutos e oleodutos, nos satélites artificiais e até nas pessoas.

*aurora-oklahoma.jpg. LEGENDA: Aurora boreal fotografada por Dave Ewoldt, de Oklahoma, EUA. A luz da aurora é resultado da interação das partículas do vento solar com o campo magnético e com a atmosfera da Terra.*



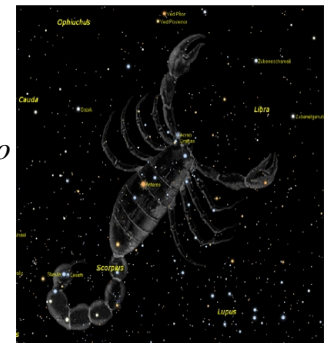
Fonte: [http://apod.nasa.gov/apod/image/0311/auroraOK\\_ewoldt\\_f1.jpg](http://apod.nasa.gov/apod/image/0311/auroraOK_ewoldt_f1.jpg)

## EIXO PRINCIPAL – propriedades das estrelas

Olhando uma foto da constelação do Escorpião, por exemplo, vemos que existem estrelas de diferentes cores, algumas vermelhas, outras azuis. Há também estrelas mais brilhantes, outras mais tênues. Em parte, as diferenças de brilho são causadas pelas distâncias diferentes.

*Scorpius.jpg. LEGENDA: A constelação de Escorpião, visível no céu no início da noite durante os meses de inverno. Sua estrela mais brilhante, Antares, é uma supergigante vermelha. Na cauda do Escorpião, vemos várias estrelas azuis, como Shaula.*

Fonte: <http://www.barransclass.com/astr1070/const/Yoneguchi/Scorpius.jpg>



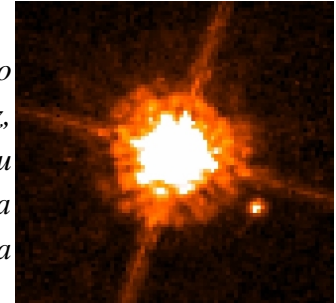
A cor de uma estrela está relacionada com sua temperatura externa. Quanto mais azul a estrela, mais quente ela é. Antares é vermelha, sendo, portanto, uma estrela fria, com temperatura de aproximadamente 3.600K. Já Shaula tem uma temperatura bem maior, em torno de 25.000K.

As estrelas também variam muito em termos de luminosidade e tamanho. Há estrelas centenas de milhares de vezes mais luminosas do que o Sol, como Hadar, na constelação do Centauro. Outras, têm da ordem de um milésimo da luminosidade solar, como as estrelas de baixa massa e baixa temperatura, chamadas de anãs vermelhas. Se conhecermos a distância à estrela, podemos determinar sua

luminosidade a partir da medida de seu brilho no céu. Para isso usamos uma técnica chamada de fotometria.

*CHXR73-reddwarf.jpg. LEGENDA: A anã vermelha CHXR 73 imageada pelo telescópio espacial Hubble (HST). As estrelas são fontes pontuais de luz, mesmo quando vistas com os melhores telescópios. Não temos como medir seu tamanho ou analisar sua estrutura apenas com sua imagem. A cruz na imagem do HST, por exemplo, é causada por um efeito óptico sobre a luz da estrela ao passar pela abertura do telescópio, chamado de difração.*

*Fonte: <http://imgsrc.hubblesite.org/hu/db/images/hs-2006-31-a-print.jpg>*

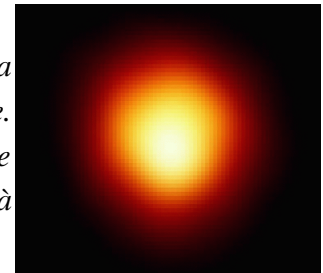


## **EIXO SECUNDÁRIO**

A estrela Betelgeuse, na constelação do Orion, o caçador, é uma estrela vermelha como CHXR 73. As temperaturas de ambas são comparáveis, portanto. Mas Betelgeuse é muito mais luminosa do que o Sol (135.000 vezes), tem cerca de 950 vezes seu raio e 20 vezes sua massa. Por isso é chamada de uma supergigante vermelha. Há ainda estrelas muito menores do que o Sol, como as anãs brancas, que têm a massa de uma estrela, mas o tamanho da Terra.

*betelgeuse\_resolved.gif. LEGENDA: Imagem da supergigante vermelha Betelgeuse, obtida com o HST. Trata-se de uma estrela fria, mas muito grande. Sua luminosidade é também muito maior do que a do Sol, pois a luminosidade depende da área da estrela (raio ao quadrado) e da temperatura (elevada à quarta potência).*

*Fonte: [http://spiff.rit.edu/classes/phys440/lectures/limb/betelgeuse\\_resolved.gif](http://spiff.rit.edu/classes/phys440/lectures/limb/betelgeuse_resolved.gif)*



## **EIXO PRINCIPAL - Evolução Estelar**

O Sol se formou no interior de uma nuvem de gás do meio interestelar, numa região de formação estelar. A parte da nuvem que formou o Sol contraiu-se e aqueceu até iniciarem-se as reações de fusão de núcleos de hidrogênio em núcleo de hélio. É nesta fase que as estrelas passam a grande maior parte de

sua vida. No futuro, esgotado o hidrogênio no centro, o Sol se expandirá numa gigante vermelha e, após, se contrairá para virar uma anã branca. Nesta última, a densidade é tão alta, que um centímetro cúbico tem a massa de uma tonelada.

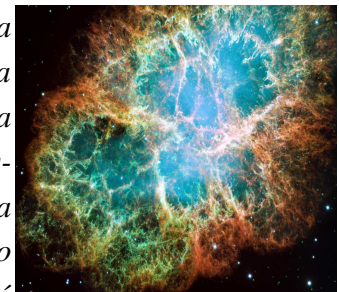


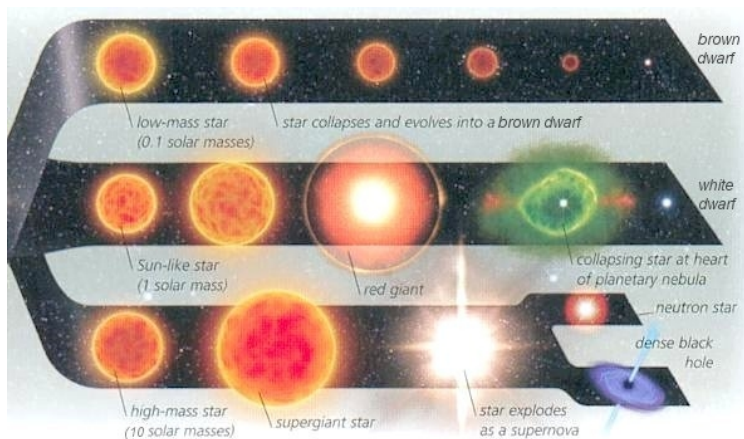
*SunEvolution\_text.jpg. LEGENDA: Fases da evolução do Sol, desde quando se contraiu a partir do gás difuso de uma região de formação estelar até a fase de gigante vermelha, que ocorrerá quando o hidrogênio no centro do Sol tiver todo sido convertido em hélio. Atualmente o Sol é uma estrela amarela, com temperatura superficial próxima de 6000K. Assim esteve nos últimos 4.5 bilhões de anos e assim será por período semelhante no futuro.*

## EIXO SECUNDÁRIO

A massa de uma estrela determina sua evolução. Estrelas de massa bem maior do que o Sol nascem de forma igual às demais e também passam a maior parte do tempo fundindo hidrogênio em hélio no seu interior. Mas terminam sua existência de forma diferente. Após esgotarem seu combustível nuclear, elas passam por uma explosão, chamada de supernova. As supernovas figuram entre os eventos mais energéticos do universo e brilham tanto quanto toda uma galáxia.

*Supernova-M1.jpg. LEGENDA: O resultado de uma explosão de supernova ocorrida na nossa Galáxia, há quase 1000 anos atrás. Os chineses a registraram no ano de 1054 e indicaram sua posição no céu, na direção da constelação do Caranguejo. Os telescópios da atualidade, ópticos e de raios-X, revelam essa nuvem de gás remanescente da explosão. No centro da nebulosa do caranguejo há um objeto muito compacto que sobrou da explosão da estrela progenitora massiva. É uma estrela de nêutrons. Sua densidade é semelhante à de um núcleo atômico (da ordem de um bilhão de toneladas por  $\text{cm}^3$ ). Outro estágio final possível para estrelas de massa muito maior do que o Sol é um buraco negro.*





*LEGENDA: Evolução de estrelas de diferentes massas. A linha superior mostra a evolução de anãs vermelhas, de muito menor massa que o Sol. Elas lentamente consomem seu combustível nuclear e se contraem. Estrelas de massa muito maior que o Sol se transformam em supergigantes, explodem como supernovas e terminam como estrelas de nêutrons ou buracos negros (linha inferior). Uma estrela como o Sol, linha do meio, passa pelos estágios de gigante vermelha e nebulosa planetária, terminando como anã branca.*

Nos aplicativos temos animações da evolução para uma dada estrela.

<http://astro.if.ufrgs.br/evolve/index.htm>

<http://astro.if.ufrgs.br/estrelas/node14.htm>