

POR QUE AS ESTRELAS SÃO IMPORTANTES PARA NÓS?⁺⁺¹

Grażyna Stasińska
Observatório de Paris
Paris – França

Resumo

Desde os tempos mais remotos, as estrelas constituíram tanto um refúgio quanto uma referência para os seres humanos. Foi, porém, somente neste último século, a partir do desenvolvimento da Astrofísica, que os cientistas passaram a compreender o que faz as estrelas brilharem, resolvendo ao mesmo tempo o mistério da origem dos espécimes químicos no Universo. Nós agora sabemos que as estrelas são muito mais importantes para nós do que poderiam imaginar as civilizações antigas.

Palavras-chave: *Astrofísica; estrelas; elementos.*

Abstract

Since the most remote times, stars have constituted both a refuge and a reference for human beings. But it is only in the last century, since the development of Astrophysics, that scientists came to understand what makes the stars shine, solving at the same time the mystery of the origin of the chemical species in the Universe. We now know that stars are far more important to us than what could be imagined by ancient civilizations.

⁺ Why are stars important for us?

* *Recebido: fevereiro de 2010.
Aceito: fevereiro de 2010.*

¹ Traduzido por Natalia Vale Asari.

Keywords: *Astrophysics; stars; elements.*

Desde o mais longínquo passado, os homens contemplam as estrelas. Representações de constelações foram encontradas em sítios pré-históricos na França e na Espanha (Baudoin 1916, Rappenglück 1996, 2000), embora seja uma tarefa reconhecidamente difícil ler a arte em rochas (Le Quellec 2008) e a nossa interpretação possa estar errada. Não restam dúvidas, contudo, quando o esboço de uma constelação é acompanhado de explicações escritas como, por exemplo, no Atlas Estelar de Dunhuang, que data do século VII, do qual se mostra uma página na Fig. 1.



Fig. 1 - Uma página do Atlas Estelar de Dunhuang, o mais antigo atlas completo de estrelas conhecido até hoje, descoberto na cidade de Dunhuang, na Rota da Seda, em 1907. Ele data dos anos 649 a 684 (início da dinastia Tang). Créditos e direitos autorais: J.-M. Bonnet-Bidaud (CEA, Saclay), F. Praderie (Obs. Paris) S. Whitfield (British Library) in Journal of Astronomical History and Heritage (ISSN 1440-2807), Vol. 12, No. 1, p. 39 - 59 (2009).

De fato, não é surpreendente que os homens tenham-se fascinado pelos céus. Todos nós experimentamos esse entusiasmo de nos sentirmos parte do cosmos quando olhamos um céu estrelado. Os padrões imutáveis desenhados pelas estrelas e a sua aparição regular no céu ao longo do ano, em contraste com os fenômenos sempre em mutação da Terra, constituíram tanto um refúgio quanto uma referência para os seres humanos.

Os padrões atribuídos às estrelas mais brilhantes visíveis no céu são, claro, fruto da imaginação humana. Não somente o significado mitológico, mas até mesmo a maneira com que as linhas imaginárias são desenhadas entre as estrelas podem diferir de uma cultura para outra. Por exemplo, a constelação conhecida como Órion no mundo ocidental desde a Grécia antiga é mostrada na Fig. 2, na versão oficial da União Astronômica Internacional. O mito associado a ela pode ser visto na Fig. 3, como representada por Hevelius no seu magnífico atlas do céu.

Este é o belo e alto caçador Órion, já mencionado no Almagest de Ptolomeu. Porém, outras culturas criaram figuras diferentes ao redor das três estrelas do cinto de Órion. Por exemplo, para os Yolngu, povo aborígene da Austrália, as três estrelas representam três irmãos que foram pescar em uma canoa (cujas proas é a estrela Betelgeuse e a popa é a estrela Rigel). Um deles comeu um peixe que era proibido (as estrelas delineando o punhal de Órion) e por isso a canoa foi levada ao céu (ver Fig. 4). Por outro lado, para os índios Tupinambá da Amazônia, essas três estrelas pertenciam à constelação do Homem Velho. A lenda conta que o Homem Velho foi morto por sua mulher, que estava apaixonada pelo irmão dele, tendo uma perna cortada por ela. Os deuses compadeceram-se do Homem Velho e levaram-no aos céus. Desde então, ele lá permaneceu, ocupando uma vasta porção do céu, com as Híades formando a sua cabeça e linha entre $\pi 5$ Orionis e β Orionis a sua bengala (ver Fig. 5).

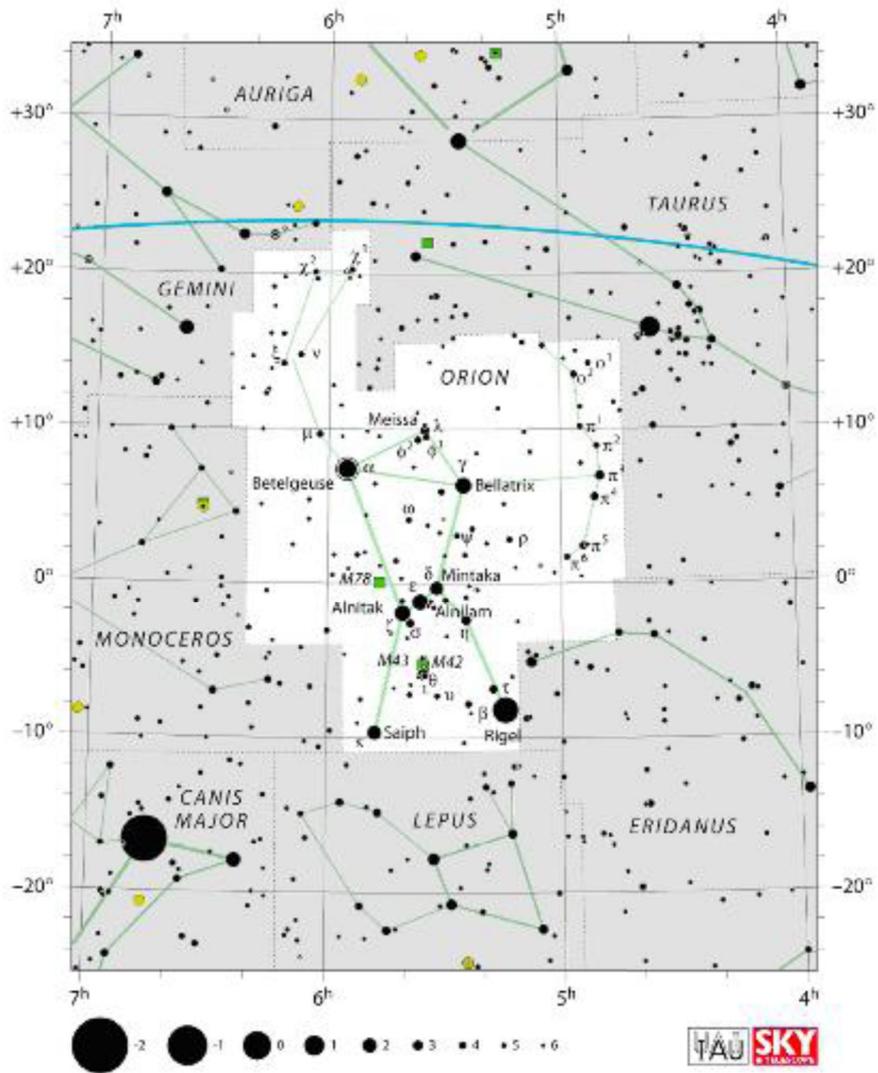


Fig. 2 - A constelação de Órion, como definida pela União Astronômica Internacional (http://www.iau.org/public_press/themes/constellations/).



Fig. 3 - Uma página do atlas de estrelas Firmamentum de Johannes Hevelius, Gdansk, Polônia, 1690. Ela mostra a constelação de Órion, com uma bela gravura da figura mitológica do caçador de Órion.

As estrelas, além de estarem na origem de mitos e lendas, eram pontos de referência no calendário. Por exemplo, a aparição de Órion no céu marcava o início da estação chuvosa para os índios da Amazônia, enquanto para os Kuwema da Austrália ela indicava a estação quando os dingos começavam a procriar, gerando filhotes que representavam uma fonte importante de subsistência para esse povo.

Poderiam-se citar dezenas de exemplos que mostram quanto as estrelas foram importantes para os homens desde tempos primitivos.

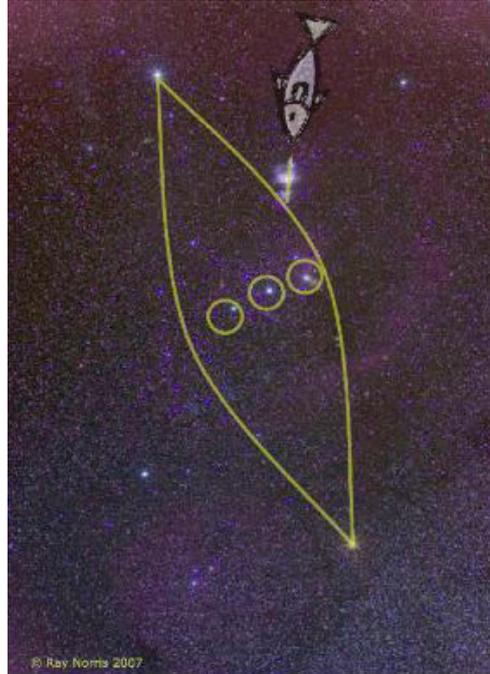


Fig. 4 - Três irmãos em uma canoa e um peixe: o que os aborígenes australianos viam no céu na direção da constelação de Órion.



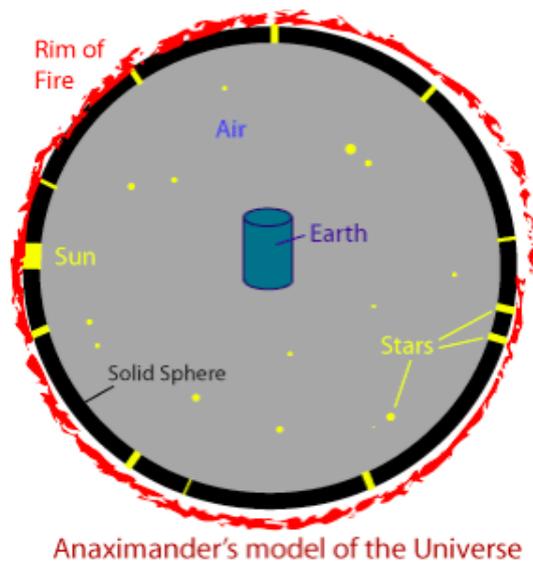
Fig. 5 - A constelação do Homem Velho, de "As Constelações Indígenas Brasileiras" de Germano Afonso.

Há, contudo, um outro aspecto que apareceu apenas com o desenvolvimento da Astrofísica. A Astrofísica é o ramo da astronomia que estuda a natureza e evolução das estrelas e corpos celestes. Ela teve início quando as pessoas foram capazes de analisar a luz das estrelas, decompondo-a através de um prisma em seu espectro contínuo em comprimentos de onda, do vermelho ao violeta. O espectro de estrelas – e, dentre outras, do Sol – mostrava linhas escuras estreitas, que indicavam a presença de elementos químicos distintos. Esses elementos eram os mesmos encontrados na Terra. Uma ilustre exceção é o caso do hélio, que foi primeiro encontrado na atmosfera do Sol e somente depois na Terra. Nas primeiras décadas do século XX, astrofísicos foram capazes de determinar a composição química exata das atmosferas estelares. O primeiro trabalho quantitativo e abrangente devotado a isso foi a tese de doutorado de Cecília Payne (ver Fig. 6) intitulada “Stellar Atmospheres” (“Atmosferas Estelares”) e publicada em 1925.



Fig. 6 - Um retrato de Cecilia Payne, de Patricia Watwood. Cortesia da Harvard Portrait Collection.

Ao mesmo tempo, astrofísicos começaram a montar o quebra-cabeças para responder à pergunta que intrigava astrônomos e filósofos desde os tempos mais remotos: como as estrelas brilham? (ver Fig. 7 para a interpretação de Anaximandro, um filósofo grego pré-socrático do século VI a.C.). No seu artigo “The internal constitution of stars” (“A composição interna das estrelas”), publicado em 1920, Arthur Eddington (Fig. 8) explicou que as estrelas tendem a colapsar devido à sua própria gravidade, até que a sua temperatura central atinja um ponto no qual a fonte interna de energia é ligada. Que tal fonte de energia devesse existir era indicado pelo fato de encontrarem-se rochas na Terra com idades de bilhões de anos, embora a contração gravitacional do Sol devesse levá-lo ao colapso em poucos milhões de anos. Arthur Eddington sugeriu que essa energia poderia ser produzida pela fusão de hidrogênio em hélio. No entanto, foram necessárias mais algumas décadas para identificar o mecanismo nuclear apropriado.



Anaximander's model of the Universe

Fig. 7 - De acordo com o grego Anaximandro, a Terra é um cilindro em repouso no centro do Universo. As estrelas são buracos na casca esférica através dos quais se pode ver o fogo circundante (<http://outreach.atnf.csiro.au/education/senior/cosmicengine/classicalastronomy.htm>).

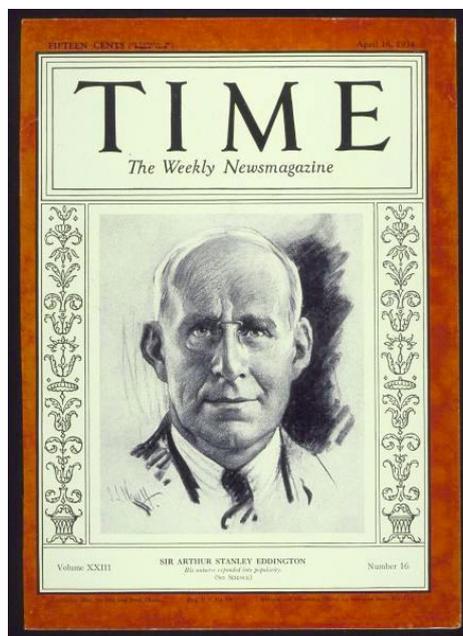


Fig. 8 - Sir Arthur Eddington.

Em 1931, Robert D'Escourt Atkinson propôs um cenário no qual a produção de energia estelar e a origem dos elementos estavam intimamente combinados: “os vários elementos químicos são formados passo a passo no interior das estrelas a partir dos mais leves, pela incorporação sucessiva de prótons e elétrons, um a um”. Ele também notou que o hélio escapa de tal explicação e deve ser de fato produzido em outro lugar no Universo. A resposta correta para o problema do hélio foi dada por George Gamow (Fig. 9) e seu estudante Alpher em 1948, que mostraram que o hélio (e o hidrogênio) eram sintetizados antes das estrelas nascerem, alguns minutos depois do Big Bang. Enquanto isso, Hans Bethe e Edwin Salpeter haviam identificado os processos pelo qual o hélio é produzido a partir do hidrogênio nas regiões centrais das estrelas, e pelas quais o carbono é produzido a partir do hélio em um estágio posterior da evolução estelar. Um teoria completa da síntese dos elementos em estrelas foi publicada em 1957 por Margaret Burbidge, Geoffrey Burbidge, William Fowler e Fred Hoyle (Fig. 10). Ela descrevia em detalhes os processos de formação de todos os elementos do hélio ao chumbo (e isso inclui nitrogênio, oxigênio, cálcio, ferro, prata e ouro).



Fig. 9 - George Gamow (<http://www.iki.rssi.ru/gmic100/english/gmic.htm>).



Fig. 10 - Margaret Burbidge, Geoffrey Burbidge, William Fowler e Fred Hoyle (do arquivo visual Emilio Segre).

Já se sabia, então, que as estrelas terminam suas vidas ou expulsando suavemente suas atmosferas e dando origem às belas nebulosas planetárias como a vista na Fig. 11, ou, no caso das de maior massa, explodindo em supernovas, como a vista a olho nu em 1054 por astrônomos Chineses e cujos filamentos ainda podem ser observados hoje com telescópios (Fig. 12). Em ambos os casos, a morte de estrelas libera elementos recém-sintetizados, gradualmente enriquecendo a matéria interestelar da qual novas gerações de estrelas irão se formar, junto com seus planetas circundantes.



Fig. 11 - A planetária nebulosa de Hélix: NGC 7293.

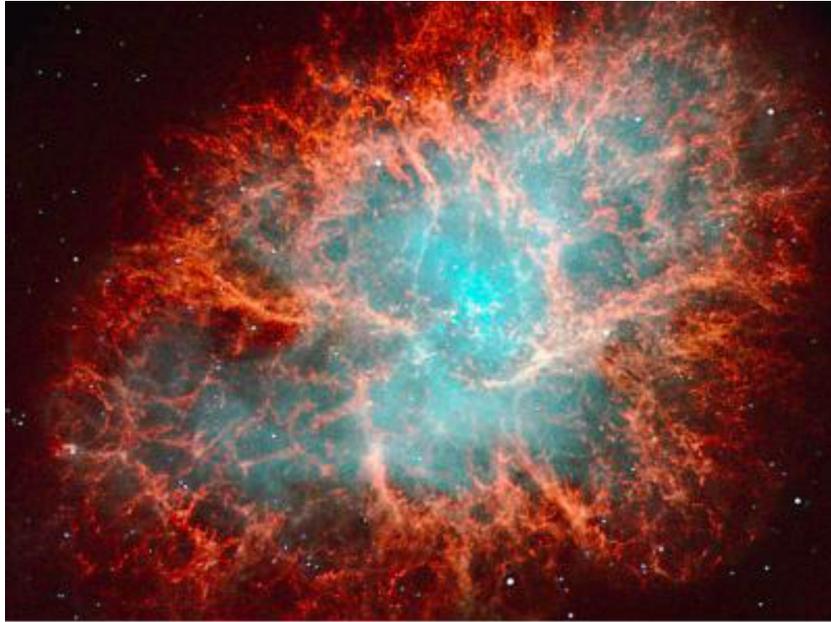


Fig. 12 - A Nebulosa do Caranguejo, remanescente da supernova que explodiu em 1054.

Portanto, em apenas algumas décadas, os cientistas puderam resolver a questão fundamental da origem dos elementos. Esse é um dos mais belos trabalhos da astronomia moderna. Agora nós sabemos que as estrelas são bem mais importantes para nós do que poderiam imaginar as antigas civilizações.

Referências

AFONSO, G. Mitos e Estações no céu Tupi-Guarani. **Scientific American**, edição 45, 2006.

ALPHER, R. A.; BETHE, H.; GAMOW, G. The Origin of Chemical Elements. **Phys. Rev.**, v. 73, p. 803, 1948.

ATKINSON, R. D'ESCOURT. Atomic Synthesis and Stellar Energy. **ApJ**, v. 73, p. 250, 1931.

BAUDOUIN M. La préhistoire des étoiles au paléolithique. Les pléiades à l'époque aurignacienne et le culte stello-solaire typique au solutréen. **Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris**. VI^o Série, Tome 7, fascicule 5-6, p. 274-317, 1916.

BURBIDGE, E. M.; BURBIDGE, G. R.; FOWLER, W. A.; HOYLE, F. Synthesis of the Elements in Stars. **Rev. Mod. Phys.**, v. 29, p. 547, 1957.

EDDINGTON, A. S. The internal constitution of the stars. **The Observatory**, v. 43, p. 341, 1920.

LE QUELLEC, J. L. Can one 'read' rock art? An Egyptian example. In: TAYLOR, P. (Ed.) **Iconography without Texts**. London: Warburg Institute (Warburg Institute Colloquia 12), p. 25-42, 2008.

Nature 459, p. 778-779 (11 June 2009) | doi:10.1038/459778a. Published online 10 June 2009.

PAYNE, C. **Stellar Atmospheres; a Contribution to the Observational Study of High Temperature in the Reversing Layers of Stars**. 1925. PhD Thesis.

RAPPENGLÜCK, M. Ice Age People Find their Ways by the Stars. **Migration & Diffusion, an international journal**, v. 1, Issue Number 2, p. 15-28, 2000.

RAPPENGLÜCK, M. The Pleiades in the Salle des Taureaux. In: CONGRESO DE LA SEAC, Meeting "Astronomy and Culture", IV, 1996. **Actas...** p. 217-225.

<http://www.absoluteastronomy.com/topics/Orion_%28constellation%29>

<<http://www.atnf.csiro.au/research/AboriginalAstronomy/>>