

ARTIGO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: POR QUE AS ESTRELAS SÃO IMPORTANTES PARA NÓS?

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.

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 aborígine da Austrália, as três estrelas representam três irmãos que foram pescar em uma canoa (cuja proa 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)

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.

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 Cecilia Payne (ver Fig. 6) intitulada “Stellar Atmospheres” (“Atmosferas Estelares”) e publicada em 1925.

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.

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).

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.

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.