

FIS02014 - Observação Astronômica  
Prof. Basílio X. Santiago

A Astronomia não é uma ciência experimental, mas sim observacional. Contrariamente ao que se faz num laboratório de Física, não podemos estudar as fontes celestes alterando suas condições físicas, como pressão, temperatura, densidade, ou fazendo sobre elas incidir luz ou partículas, ou ainda submetendo-as a uma corrente elétrica ou campo magnético.

É fundamental que tenhamos claro quais os elementos básicos de qualquer observação astronômica. São eles:

- 1- O observador, ou seja, quem realiza a observação. Por óbvio que possa parecer a menção deste elemento, a sua existência, que necessariamente implica a existência de um ponto e instante de observação, impõe restrições importantes às observações. Isso é particularmente verdade se lembrarmos que a grande maior parte dos dados astronômicos são coletados por observações realizadas na superfície da Terra, onde apenas metade do céu está disponível a cada instante.
- 2- O alvo ou objeto da observação. Há uma grande variedade deles, tais como planetas, satélites planetários, asteróides, cometas, estrelas (o Sol inclusive), sistemas multi-estelares (de binárias a aglomerados), galáxias, alvos de oportunidade (explosões estelares, surtos de raios gama), radiação de fundo, entre outros.

Uma característica geral dos alvos astronômicos, que torna a Astronomia uma ciência observacional, é sua inacessibilidade em função da grande distância em que se encontram. Claro que exceções à regra existem e incluem objetos do sistema solar já estudados *in situ* por sondas exploratórias, ou rochas lunares e meteoríticas, encontradas na Terra.

- 3- O carregador de informação. Toda observação pode ser entendida como um processo pelo qual o observador adquire informação sobre o alvo. Essa informação necessariamente tem que ser levada do alvo ao observador por algum intermediário que a transporte. A grande maior parte do que aprendemos sobre fontes astronômicas provém da luz por elas emitida, absorvida ou espalhada. Ou seja, a radiação eletromagnética (EM), seja descrita como ondas ou como partículas (os fótons), é o transportador de informação mais usual.

Mesmo observações que resultam na inferência da famosa matéria escura, um componente de matéria que não interage com a luz e que domina a gravidade no Universo em grande escala, são baseadas na luz emitida por estrelas ou galáxias. Por paradoxal que seja, a matéria escura, mesmo não emitindo ou absorvendo radiação EM, afeta gravitacionalmente as estrelas numa galáxia ou as galáxias em escalas maiores; daí ser possível registrar sua existência.

Mas há outros carregadores de informação úteis à Astronomia. Partículas materiais de alta energia provenientes do Sol ou de eventos como supernovas são um exemplo. Tratam-se dos chamados raios cósmicos, em geral prótons, elétrons, pósitrons (elétrons de anti-matéria), núcleos de He (partículas  $\alpha$ ), entre outras. No caso de observações *in situ*, podemos entender que o carregador de informação se confunde com o próprio alvo da observação.

Outro exemplo de potencial portador de informação em Astronomia é a radiação gravitacional, cuja existência é prevista pela Relatividade Geral e teorias correlatas. Detetores de radiação gravitacional encontram-se atualmente em seus estágios iniciais de operação.

- 4- Um meio de propagação da informação . Em geral, a radiação emitida por objetos de interesse astrofísico se propaga pelo espaço interestelar ou intergaláctico, o qual constitui-se em vácuo mais rarefeito do que aqueles criados nos melhores laboratórios da Terra. Para observações baseadas em solo terrestre, contudo, os portadores têm que atravessar a atmosfera da Terra, cuja densidade é suficiente para causar modificações importantes nos portadores. No caso da luz, por exemplo, a atmosfera absorve, espalha e emite luz por mecanismos diversos, mudando tanto a distribuição de energia EM em função da frequência da onda (ou seja, mudando o espectro observado) quanto a direção aparente da fonte.

Partículas de alta energia também interagem fortemente com a nossa atmosfera. Algumas, ao colidirem com o material nas altas camadas atmosféricas, dão origem a outras partículas.

- 5- Finalmente, a observação astronômica não pode consumir-se sem que se use uma ferramenta que a viabilize. A presença do observador somente não garante o sucesso de uma observação . Na verdade, nosso conhecimento sobre fontes astronômicas e sobre o Cosmos evoluiu enormemente ao acompanhar a evolução das ferramentas de observação . Como exemplo mais simples de ferramenta, citamos o telescópio, usado pela primeira vez em 1609. A luneta de Galileu contribuiu para revelar uma Via-Láctea como um sistema estelar, para a descoberta de luas em Júpiter, anéis em Saturno, relevo acidentado na Lua, entre outros.

Mas o telescópio, que aumenta a capacidade de coleta da luz de fontes fracas, é uma ferramenta incompleta. A ele precisa estar associado um detetor da luz coletada. O olho humano é um detetor de luz, largamente usado no passado. Mas hoje é obsoleto. A Astronomia moderna registra imagens e espectros de fontes em placas fotográficas, usadas desde o século XIX, fotocontadoras ou detetores do tipo charge coupled device (CCDs), para citar apenas os mais comuns.

- 6- O dado astronômico: este é o resultado final do processo de observação . A descrição dos dados astronômicos está intimamente relacionada às ferramentas usadas. Em comum a qualquer dado, contudo, está a existência de um sinal num detetor. Mas mesmo em observações que envolvem a luz, o sinal pode ser de vários tipos: o olho gera, a partir de processos bio-químicos, pulsos elétricos que são enviados ao nervo óptico para formar a imagem; placas fotográficas geram sinal por processos físico-químicos. Já fotomultiplicadoras ou fotocontadores geram sinais elétricos pelo efeito foto-elétrico. CCDs também geram sinais elétricos e funcionam à base de mecanismos de foto-excitação na estrutura interna de sólidos. Há outros detetores, em geral para radiação EM de maior comprimento de onda (infra-vermelho distante e radio), que funcionam registrando o campo elétrico ou a variação de temperatura resultantes da incidência da radiação .

Além disso, acoplados aos detetores que geram o sinal, podem haver outros elementos que constituem a ferramenta observacional e que também influem no dado resultante. Por exemplo, a luz, antes de chegar ao detetor pode ser dispersa em diferentes  $\lambda$ , gerando um espectro ao invés de uma imagem. Mesmo imagens astronômicas no óptico, em geral fazem uso de filtros que selecionam um domínio finito (e conhecido) em  $\lambda$  que contribui com a imagem.

Finalmente, os dados resultantes de uma ou mais observações astronômicas precisam ser processados e analisados, havendo novamente uma enorme variedade de estratégias para fazê-lo. Determinados propósitos científicos, por exemplo, podem priorizar a detecção de objetos

muito fracos uma única vez, o que exige imagens ou espectros com longo tempo de exposição . Alternativamente, fontes mais brilhantes podem ser monitoradas continuamente, gerando uma série temporal de medidas de brilho (chamada de curva de luz, ou seja, brilho em função do tempo) ou de espectros. Medidas de brilho ou espectros, quando obtidos por diferentes ferramentas, em diferentes instante e por diferentes autores, exigem um processo de calibração para que possam ser comparados.

Discutir em mais detalhe cada um desses elementos fundamentais à observação astronômica é a função deste curso de Astronomia Observacional. Esta, na verdade, é uma tarefa muito ampla, inadequada a um único semestre de aulas. Isso porque, conforme vimos nesta curta introdução , grandes variações são possíveis em cada um dos elementos básicos listados. Mesmo em observações que envolvem a radiação EM, os processos físicos, os efeitos causados pelo meio e, por conseguinte, as ferramentas usadas, variam muito ao longo do espectro de radiação EM. Até as limitações inerentes ao observador, como a posição e o instante da observação , mudam dependendo de estarmos lidando com observações ópticas ou em rádio, por exemplo.

Inevitável, portanto, que adotemos um certo viés a esta disciplina, o qual poderá ser adaptado ou modificado por estímulo e esforço dos próprios alunos, seguindo seus interesses específicos.

A essência da observação astronômica ainda pode ser compreendida pelo estudo das observações ópticas ou próximas do domínio óptico do espectro, ou seja, usando radiação EM restrita a comprimentos de onda  $3000\text{\AA} \leq \lambda \leq 22000\text{\AA}$ . Essa afirmativa pode ser embasada tanto levando-se em conta o papel histórico, quanto pela quantidade de informação que ainda provém desses dados. Em outras palavras, em que pese a grande diversidade de dados, o estudo das técnicas em Astronomia Óptica, além de (ainda!) bem contemporâneo, fornece subsídios fundamentais à compreensão de outros tipos de observação .