

AS OBSERVAÇÕES ASTRONÓMICAS E OS NOVOS PROGRAMAS DE FÍSICA

Telescópios e outros instrumentos de observação

GUILHERME DE ALMEIDA

Escola Secundária Marquês de Pombal — Lisboa

A Astronomia chegou em boa hora aos novos programas de Física e Química do 8.º ano de escolaridade, componente de Física. Pretende-se neste artigo desmistificar a ideia profundamente arraigada de que as observações astronómicas implicam sempre a utilização de instrumentos sofisticados e a posse de grandes conhecimentos. Serão referidas diversas possibilidades de observação a olho nu, com binóculos e com pequenos telescópios, bem como alguns aspectos a ter em conta na escolha destes últimos aparelhos. Na última parte serão descritas algumas actividades e instrumentos de fácil construção e de utilização simples, capazes de permitir, ao nível de uma iniciação, a medição de distâncias angulares entre astros.

Durante a Conferência Nacional de Física (Física 94)/4.º Encontro Ibérico para o Ensino da Física, apresentámos uma comunicação sobre os telescópios. O presente artigo é mais diversificado e apresenta novos tópicos, acompanhados de algumas sugestões de observações astronómicas e de diversas actividades.

1. Os olhos do observador

Foram e são, indiscutivelmente, o primeiro instrumento de observação. Com eles estabeleceram-se as constelações (mais de metade delas já era conhecida na Antiguidade) e identificaram-se os 5 planetas brilhantes. Foi também sem a ajuda de instrumentos de óptica que os Babilónios identificaram a eclíptica e Hiparco (séc. II a.C.) fez um catálogo de estrelas e descobriu a precessão dos equinócios, fenómeno extremamente lento, com o período de cerca de 26 000 anos! Kepler (1571-1630) baseou-se em tabelas de posições dos planetas, que lhe foram legadas por Tycho Brahe (1546-1601) também

elaboradas sem telescópios. Estas são apenas algumas das realizações que foram possíveis antes das primeiras observações com telescópios, feitas por Galileu, em 1609.

É também a olho nu que se tem acesso ao “funcionamento da esfera celeste”, compreendendo as suas particularidades. Entre estas últimas são de referir noções fundamentais tais como o zénite, o nadir, o horizonte, os pólos celestes, o meridiano celeste local, o equador celeste, a eclíptica, a altura e azimute de um astro, etc.

Não é pois de desprezar a observação do céu à vista desarmada, único modo de se dispor de um campo de visão amplo, permitindo relacionar as posições relativas das constelações na esfera celeste.

Só depois de se conhecer algumas constelações e várias estrelas brilhantes, identificando-as com segurança, é que será apropriado utilizar um binóculo. Antes disso, será prematuro. Posteriormente, para melhor explorar determinadas regiões do céu, poder-se-á utilizar um pequeno telescópio.

Observações à vista
desarmada

Observações com
binóculos

Uso de telescópios

Conselhos práticos

Actividades de campo

Bibliografia básica

2. Considerações sobre a observação do Sol

Observar o Sol *sem* protecção adequada é *extremamente perigoso*, mesmo a olho nu. Neste último caso, para observações de curta duração (não mais de 15 segundos), pode-se utilizar como filtro dois pedaços de película fotográfica sobrepostos (necessariamente película a preto-e-branco, para uma protecção adequada), previamente enegrecidos por exposição à luz. Estes pedaços de película fotográfica são fáceis de obter numa loja de artigos fotográficos, pois trata-se de desperdícios.

A observação do Sol, com binóculos ou com telescópios, só deverá ser feita pelo processo da projecção, o *único absolutamente seguro*, utilizando meios simples (é necessário diafragmar a objectiva do aparelho). Este processo tem a vantagem adicional de permitir a observação simultânea da nossa estrela por várias pessoas ao mesmo tempo. É também possível medir o tamanho das manchas solares e comprovar a rotação do Sol, fenómeno interessante e inesperado para os alunos.

Em caso algum se deverá permitir que, na observação do Sol, os alunos *aproximem* o olho da ocular, seja com binóculos ou com telescópios. Também não são seguros os processos de observação baseados no uso de filtros montados junto à ocular.

3. Os binóculos

Para utilização no âmbito da Astronomia, os binóculos 7 × 50 (ampliação de 7 vezes e objectivas com 50 mm de diâmetro) representam o compromisso ideal entre o preço, o peso (ligado ao conforto das observações e à facilidade de transporte) e as possibilidades de observação propriamente ditas. Devem ser utilizados, de preferência, fixados a um tripé fotográfico, o que melhora consideravelmente as condições de observação, evitando ao mesmo tempo a fadiga e permitindo que várias pessoas observem sucessivamente a mesma região do céu. Permitem aceder à observação de estrelas de 10.^a magnitude. No caso das observações a olho nu, são de 6.^a magnitude as estrelas que estão no limiar de visibilidade de um observador com boa visão, situado num local onde as condições de observação sejam excelentes.

Com esta ajuda óptica relativamente simples e acessível, passamos a poder observar mais de 150 000 estrelas, em vez das cerca de 2500 que podemos ver a olho nu, num dado local e num dado instante, por melhores que sejam a nossa visão e as condições do local onde nos encontramos. Abrem-se ainda outras possibilidades, como veremos adiante.

4. Os telescópios

A curiosidade pelas observações astronómicas suscita o desejo de empreender explorações mais elaboradas. Para isso, um telescópio reflector, preferencialmente de Newton e montado equatorialmente, constitui a escolha ideal. A parte mecânica que suporta o telescópio, assim como a montagem equatorial, deverão ser sólidas e robustas, incluindo comandos de movimentos lentos (comandos micrométricos) nos dois eixos, para facilitar o seguimento dos astros observados e as correcções de pontaria.

O diâmetro (abertura) do espelho primário (objectiva) deverá situar-se entre os 80 mm e os 125 mm: abaixo destes valores, as possibilidades de observação serão mais limitadas; aberturas maiores tornarão o aparelho mais pesado, difícil de transportar e de preço menos convidativo.

A amplificação angular dos telescópios, aqui referida abreviadamente como “amplificação”, é muitas vezes indicada como “ampliação” no comércio de telescópios; nos catálogos surge como “*power*”, ou como “*grossissement*”.

Para determinadas observações (por exemplo no caso da Lua, do Sol ou dos planetas brilhantes), uma luneta (telescópio refractor) com objectiva de 60 mm de abertura poderá servir, embora o seu poder separador seja inferior ao do aparelho anteriormente referido.

Contrariamente a determinados “argumentos” de venda, a máxima amplificação possível não é tão “optimista” como por vezes se afirma. Quem adquirir uma luneta de 60 mm de abertura esperando obter boas imagens com as ampliações anunciadas de 300× terá certamente uma grande decepção.

Pelas mesmas razões, um telescópio de 100 mm de abertura, de boa qualidade, poderá dar boas imagens com ampliações até cerca de 150× e imagens por vezes aceitáveis com 200×; em circunstâncias *excepcionais*, e para a observação de estrelas duplas, poder-se-á utilizar 240×, e não mais. Quanto maior for a amplificação, mais se farão notar as turbulências atmosféricas e os efeitos das correntes de convecção, prejudicando a nitidez e a estabilidade das imagens que observamos. Tudo seria diferente, para melhor, (no que se refere estritamente à nitidez das imagens que os telescópios nos dão), se entre os telescópios e os objectos observados existisse apenas o vácuo. Como dizia o famoso astrónomo francês André Couder, “*l'air est la plus mauvaise partie de l'instrument*”.

As grandes ampliações também exigem que o telescópio tenha mecânicas mais elaboradas, e mais caras, para se poderem utilizar sem aborrecimentos.

Não desanimemos. Tudo o que Galileu fez, do ponto de vista das observações astronómicas (e fez bastante), foi

conseguido com uma luneta modesta de cerca de 44 mm de abertura e amplificação de 20× (32× se se der crédito a alguns documentos históricos). A amplificação não é tudo, nem é a característica mais importante dos telescópios, embora por vezes seja realmente necessária para determinadas observações. A capacidade de captação de luz, dada pela razão entre a área da objectiva e a da pupila dos nossos olhos adaptados à obscuridade (diâmetro de cerca de 7 mm) é muito importante para a detecção de corpos celestes de fraca luminosidade. O poder separador, que determina a capacidade do telescópio para permitir a detecção de pormenores nas imagens observadas é directamente proporcional à abertura do aparelho. Uma boa mecânica também é essencial, como já se referiu.

5. Possibilidades de observação

Não existe tradição de observações astronómicas no nosso Ensino Básico e Secundário. Estão agora integradas no novo programa da disciplina de Físico-Químicas do 8.º ano (unidade temática *Nós e o Universo*, na componente de Física), que sugere a sua realização. Trata-se de uma decisão acertada.

É há muito reconhecida a curiosidade e fascínio que os jovens manifestam relativamente ao Universo observável.

É ainda importante assinalar o valor formativo das observações astronómicas. O confronto entre um modelo teórico e a experiência, passo fundamental na validação de qualquer teoria física, é de extraordinário valor formativo para os alunos. No caso presente, podem-se realizar (e interpretar facilmente) observações que contrariam o geocentrismo.

Mesmo sem equipamento sofisticado, há imensas observações possíveis. O professor pode seleccionar algumas delas, ou distribuí-las por grupos de alunos (como é óbvio, nem todas estarão disponíveis em simultâneo). Eis *algumas dessas observações*:

5.1. Observações sem instrumentos de óptica

Aprendizagem das principais constelações. Identificação das estrelas mais brilhantes, associando-as aos nomes correspondentes. Distinção entre estrelas e planetas. Acompanhamento das sucessivas posições dos planetas brilhantes, relativamente às constelações. Reconhecimento das cores das estrelas mais brilhantes. Observação da Via Láctea (se as condições locais de observação forem satisfatórias). Medição das distâncias angulares entre estrelas, ou entre estrelas e planetas.

Convém que as condições de observação sejam suficientes: pouca iluminação ambiente, ar pouco poluído, noites de céu límpido. É também necessário esperar que os olhos se adaptem à obscuridade (basta aguardar pelo menos 10 minutos, já no local de observação, para que nos apercebamos de que já vemos muito mais estrelas do que quando lá chegámos); isto também é importante no caso das observações com binóculos e com telescópios. Evite-se também o luar, que incomoda bastante, a não ser que o nosso alvo seja a própria Lua, ou os planetas brilhantes.

No entanto, não se exagere com as exigências: mesmo dentro das cidades, a menos que se esteja em zonas fortemente iluminadas, será possível identificar várias constelações.

A identificação das constelações faz-se por confrontação entre um mapa (iluminado com luz vermelha, para que não se perca a adaptação dos olhos à obscuridade) e o céu, utilizando estrelas brilhantes como referência para, a partir delas, definir direcções na esfera celeste que nos conduzam a outras estrelas e correspondentes constelações (método dos alinhamentos). Este procedimento é mais fácil e interessante se do local de observação se puder ver uma extensão ampla do céu.

Para que este método se possa pôr em prática, é necessário que os alunos aprendam previamente a identificar pelo menos *uma* constelação que possa servir como ponto de partida, na região do céu onde se pretende fazer o reconhecimento. A Ursa Maior, o Oriente, e o Escorpião são exemplos de bons “pontos de partida”. Os alunos podem e devem saber identificar *algumas* constelações no céu. Não se deverá, contudo, exigir que identifiquem constelações pouco óbvias, nem se lhes deve apresentar desenhos ou fotografias onde a constelação cuja identificação é pedida tenha sido “cortada”, a ponto de não se verem constelações vizinhas que possam servir para ajudar a essa identificação.

5.2. Observações com binóculos (7× 50 ou 10× 50)

Reconhecimento dos principais “mares” na superfície da Lua e identificação das maiores crateras (utilizando um mapa da superfície lunar). Observação e acompanhamento do movimento de translação dos satélites de Júpiter. Reconhecimento das cores das principais estrelas. Observação de algumas estrelas duplas. Observação de enxames de estrelas (globulares e abertos). Exploração da Via Láctea. Observação de campos de estrelas no plano da Via Láctea. Exploração geral do céu. É sempre vantajoso que existam condições razoáveis de observação: pouca iluminação ambiente, ar pouco poluído, noites de céu límpido.

5.3. Observações com telescópios

Observação do relevo da superfície lunar. É possível ver com surpreendente nitidez muitas crateras, os “mares”, vales e montanhas à superfície do nosso satélite, fazendo a correspondente identificação (com o auxílio de um mapa da superfície da Lua). Observação das ocultações de estrelas e planetas pela Lua. Observação das fases de Vénus (e reconhecimento de que essa observação é incompatível com uma concepção geocêntrica do Sistema Solar). Acompanhamento do movimento de translação dos 4 maiores satélites de Júpiter (além da observação do planeta). Observação de Saturno, dos seus anéis e de *Titã*, o seu maior satélite. Observação dos planetas Mercúrio e Marte (embora estes planetas apresentem pouco interesse quando vistos com um telescópio pequeno).

Observação das manchas solares (sem perigo), e verificação da rotação do Sol (as observações do Sol, embora seguras, requerem a presença do professor). Reconhecimento das cores das estrelas. Observação de estrelas duplas. Observação de muitos enxames de estrelas (globulares e abertos). Se as condições locais forem satisfatórias (pouca iluminação ambiente, ar pouco poluído, noites de céu límpido) será ainda possível observar algumas nebulosas e até uma ou outra galáxia.

6. Outras actividades

Será interessante que os alunos tentem fazer, por si mesmos, mapas celestes parcelares representando quatro ou cinco constelações. Podem também fazer um mapa das constelações próximas do equador celeste (a partir de um mapa já existente) abrangendo, por exemplo, as declinações entre $+40^\circ$ e -40° . Se este mapa for emoldurado e coberto com um vidro (ou com um acetato, para que não quebre), poderão marcar-se sobre ele as posições em que a Lua e os planetas brilhantes vão sendo observados. Essas posições serão actualizadas de tempos a tempos, vendo-se que os diversos planetas não “evoluem” entre as constelações com a mesma rapidez.

É também possível acompanhar o movimento diurno do Sol e as suas alterações ao longo do ano (pela sombra de uma vara cravada no solo, ao meio-dia solar), fazendo a correspondente interpretação.

Por meio de observações sistemáticas podem determinar-se aproximadamente as datas dos solstícios e dos equinócios.

Observando periodicamente o céu pouco depois do pôr do Sol, (por exemplo de 15 em 15 dias), é possível comprovar a “marcha” da nossa estrela relativamente às constelações. Deste modo é possível detectar a translação da Terra.

O *quadrante* (Fig. 1) é muito fácil de construir e de utilizar. Basta cortar um quarto de círculo em madeira (por exemplo, em contraplacado de 6 mm de espessura), com cerca de 30 a 40 cm de raio. Gradua-se de 0° a 90° , com um transferidor. Crava-se um prego pequeno junto ao vértice recto, do qual se suspende um fio com um pedaço de chumbo de pesca, ou uma porca de ferro, com cerca de 10 g (esta massa não é crítica). Se não se quiser ter muito trabalho, também se pode utilizar uma placa quadrada, desde que se desenhe correctamente a escala.

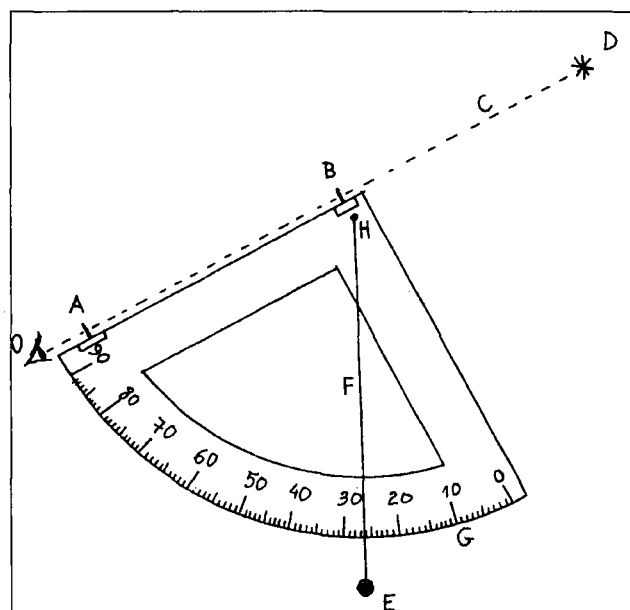


Fig. 1 — O quadrante. A e B — pinulas com orifícios de pontaria; C — direcção de pontaria; D — astro visado, do qual se está a medir a altura; E — massa suspensa, para que o fio F defina a vertical; G — escala; H — prego para suspensão do fio; O — olho do observador.

Tudo o que há a fazer, para utilizar este quadrante, é visar o astro e ler a sua *altura* na escala graduada. Convém que sejam duas pessoas a fazer a medição: uma visa o astro e a outra faz a leitura, amortecendo com a mão as oscilações do fio de prumo improvisado. Evita-se assim a fadiga muscular da pessoa que segura o quadrante. Este instrumento também se pode montar sobre uma haste vertical, procedendo de modo a que tenha mobilidade em torno de dois eixos (horizontal e vertical). Com este instrumento simples também se pode determinar aproximadamente a latitude do lugar de observação, medindo a altura da estrela polar.

A construção de uma *balestilha* (Fig. 2) é muito simples, utilizando dois pedaços de madeira; como os alunos do 8.º ano ainda não conhecem a trigonometria, a vara mais longa (chamada *virote*) será graduada empiricamente, utilizando um transferidor e um fio fino (este último servirá para ligar o vértice do ângulo, onde o obser-

vador coloca o olho, com a extremidade da haste transversal (chamada *soalha*). Pode-se então medir o ângulo assim estabelecido (que é metade do ângulo definido de ponta a ponta da *soalha*). As marcações (escala) a fazer no virote deverão por isso corresponder aos ângulos segundo os quais se vê a *soalha* (a haste menor), à medida que esta ocupa sucessivas posições sobre aquele.

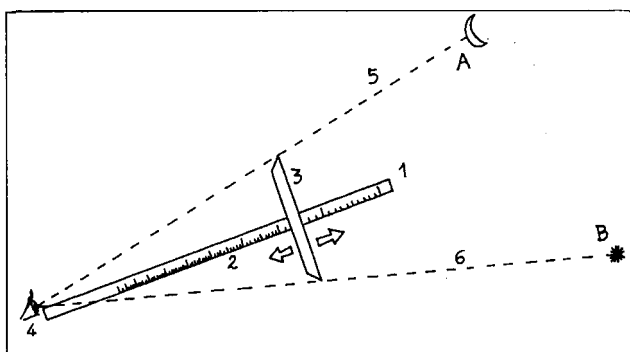


Fig. 2 — A balestilha. 1 — virote; 2 — escala do virote; 3 — soalha; 4 — olho do observador; 5 e 6 — direcções de pontaria; A e B, astros visados, entre os quais se pretende medir a distância angular.

Para isso, a soalha é furada, de modo a poder deslizar sobre o virote.

O olho do observador situa-se junto à extremidade do virote. Para medir a distância angular entre dois pontos A e B (por exemplo entre duas estrelas ou entre uma estrela e um planeta), com este instrumento, procede-se do seguinte modo:

Aponta-se o virote de modo a que uma das extremidades da soalha coincida com o ponto A. Faz-se então deslizar a soalha, até que uma das suas extremidades coincida com a direcção de A e a outra com a de B. Pode-se então ler, na escala do virote (já graduada) a distância angular entre A e B.

Podem-se construir modelos de balestilhas para grandes distâncias angulares, digamos até 50° e outros por exemplo só até 10° (com soalhas mais curtas). A escala não é linear, e as suas divisões vão-se tornando mais compactas à medida que se aproximam do olho do observador (do qual não se deverão aproximar a menos de 25 a 30 cm).

Para que a utilização da balestilha não se torne incómoda, o virote não deverá ter mais de 75 cm de comprimento.

A balestilha permite medir distâncias angulares entre astros (ou entre outros objectos de referência), mas não é conveniente para a medição de alturas de astros, devido à imprecisão da direcção horizontal.

As distâncias angulares entre astros também se podem medir utilizando as mãos e os dedos na extremidade do braço esticado. Este processo, embora menos rigoroso do

que quando se utiliza o quadrante ou a balestilha, é interessante pela sua simplicidade. O tamanho das mãos é obviamente diferente de pessoa para pessoa, mas os possuidores de mãos grandes também têm braços mais compridos, e vice-versa. Deste modo, na extremidade de um braço estendido, obtêm-se, entre outras, as seguintes medidas *angulares*:

— Um palmo, perpendicularmente à linha de visão, determina um ângulo de 22° .

— Um punho fechado determina um ângulo de 10° .

— A largura do dedo indicador determina um ângulo de 2° .

— A largura de três dedos determina um ângulo de 5° .

O erro cometido nestes procedimentos é da ordem dos 8%. Contrariamente ao que parece, trata-se de um erro muito aceitável, para o nível que se pretende.

De facto, as distâncias angulares são extraordinariamente enganadoras. Peça-se a um grupo de alunos que representem, numa folha colocada a cerca de 30 cm dos olhos, o “tamanho” com que vêem a Lua, quando se apresenta cheia. Depois de se olhar para os vários desenhos, de diferentes “tamanhos”, desde o de um pequeno botão até ao de uma bola de futebol, a surpresa salta à vista: o desenho correcto seria um pequeno disco com o diâmetro de... 2,6 mm! O diâmetro aparente da Lua é de cerca de $0,5^\circ$, o que corresponde a cerca de 5 mm na extremidade de um braço estendido. Nessa posição, a mais pequena das moedas é vista sob um diâmetro aparente muito maior que o da Lua.

BIBLIOGRAFIA

- [1] FERREIRA, Máximo; ALMEIDA, Guilherme de — *Introdução à Astronomia e às Observações Astronómicas*, Plátano Editora, Lisboa, 1993.
(Noções essenciais, telescópios, identificação de estrelas e de constelações, e outras observações astronómicas).
- [2] BAKULIN, P., et. al. — *Curso de Astronomia*, Editora Mir, Moscovo, 1988.
(Livro à venda em Portugal, distribuído pela Livraria C.D.L., Lisboa).
- [3] *Astronomy* — Revista mensal americana (à venda em Portugal) publicada por Kalmbach Publishing Co., 21027, Crossroads Circle, P.O. Box, Waukesha, WI 53187 — 9910 U.S.A.
- [4] *Ciel et Espace* — Revista mensal francesa (à venda em Portugal), publicada pela Association Française d'Astronomie (AFA), Observatoire du Parc Montsouris, 17, rue Émile-Deutsch-de-la-Meurte, 75014, Paris, FRANCE.
- [5] *Dados Astronómicos para os Almanques* — Publicação anual do Observatório Astronómico de Lisboa (edição correspondente ao ano mais recente).
(Nestas publicações encontram-se dados sobre as posições dos planetas e outras efemérides astronómicas, além de diversos artigos acessíveis sobre Astronomia em geral).