

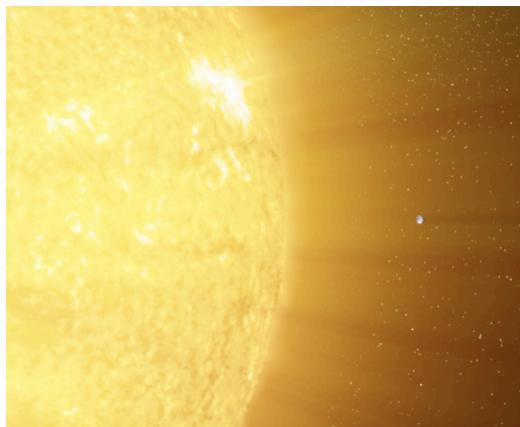
# Método da Projeção Indireta

---

## Introdução

---

O que é o Sol? Se ele é uma estrela, por que é tão mais brilhante que aquelas que vemos durante a noite? Se o Sol é tão maior que a Lua, por que esses dois astros parecem ser do mesmo tamanho quando observados a partir da Terra (esse fato fica ainda mais explícito durante um eclipse solar total, quando a Lua oculta totalmente o Sol, deixando visível somente sua coroa)? Por que não temos um eclipse do Sol a cada lua nova? Os eclipses solares são visíveis em todo o planeta? Qual a diferença entre o mecanismo de eclipses solares e lunares? Por que os animais ficam agitados? Por que alguns povos associam o fenômeno a catástrofes e ameaças de fim dos tempos? Essas e muitas outras indagações permeiam o imaginário dos jovens estudantes. A observação de eclipses solares pode ser utilizada pelo educador como uma estratégia eficaz responder essas e a muitas outras perguntas e curiosidades relacionadas a esse fenômeno singular, bem como para despertar o interesse dos alunos pela ciência.



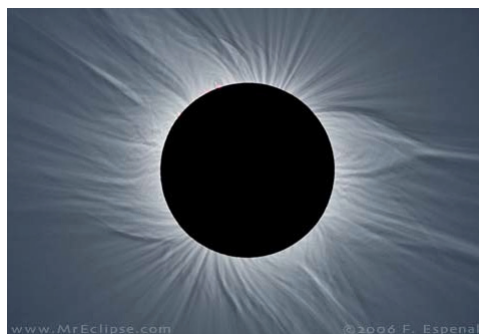
**Fig. 1 - Sol e Terra em escala.** Essa imagem ilustra os tamanhos relativos do Sol e da Terra, colocando-os em uma fictícia situação de proximidade. Crédito: NASA/JPL-Caltech/R. Hurt (SSC).

Eclipses solares ocorrem quando a Lua, em *conjunção* (ou seja, entre o Sol e a Terra) cruza o *plano da eclíptica*. Eclipses lunares, por sua vez, ocorrem quando a Terra projeta sua sombra na superfície da Lua, e a Terra se encontra entre o Sol e a Lua. Tais fenômenos fascinam alunos e professores de todos os níveis de ensino e idades. Eles proporcionam oportunidades raras de envolver-se com a ciência, por meio da observação de espetáculo de tamanha beleza.



**Fig. 2 – Eclipse total da Lua.** Essa figura apresenta uma seqüência de imagens de um eclipse total da Lua, do princípio (direita) ao fim (esquerda). Esse eclipse foi visível somente nos Estados Unidos. Crédito: ©2004 Fred Espenak.

Apesar de as pessoas sentirem-se tentadas a observar o Sol diretamente durante eclipses, esse procedimento é geralmente perigoso. Com efeito, certas precauções devem ser tomadas, com o propósito de proteger a visão durante a observação do Sol, em qualquer ocasião. O uso de óculos de sol é de pouca utilidade, porque eles são incapazes de filtrar a radiação infravermelha invisível e nociva que causa serios danos a retina. Outros métodos improvisados, tais quais observar o Sol em uma bacia de água, ou olhando através de plásticos muito escuros (como lâminas de raio-x, por exemplo), são igualmente perigosos. Filtros solares especialmente projetados e certificados podem ser utilizados para observar o Sol. Entretanto, um pequeno defeito nesses aparatos é suficiente para causar danos irreparáveis para a visão, logo esse método também não é seguro.



**Fig. 3 – Eclipse total do Sol de 2006.** Essa imagem composta mostra estruturas sutis na corona solar. Crédito: ©2006 Fred Espenak.

---

## Método da Projeção Indireta

---

O método mais seguro de se observar eclipses é a técnica chamada projeção indireta. Ela pode ser utilizada para a observação de manchas solares, eclipses totais e parciais do Sol e os trânsitos dos planetas Mercúrio e Vênus. Pode ainda ser usada para observar as nuvens que movem-se à frente do Sol. Considerando que o observador não olha para o Sol diretamente em momento algum, mas somente para uma imagem do Sol projetada em uma superfície, não há nenhum risco para a visão. Entretanto, deve-se tomar cuidado para que os alunos não olhem diretamente através do projetor (telescópio, binóculos, etc.), pois isso poderia causar dano irreversível à visão. Deve-se tomar especial cuidado se houver crianças presentes. Mesmo na fase de totalidade, quando todo o disco solar se encontra encoberto e somente a corona é visível, o Sol não deve ser observado diretamente, pois não se sabe o exato momento em que a fase de totalidade irá terminar, e o repentino reaparecimento do Sol pode pegar desprevenido o observador e causar sérios problemas para a visão.

**1. Público alvo:** Estudantes dos níveis Fundamental e Médio.

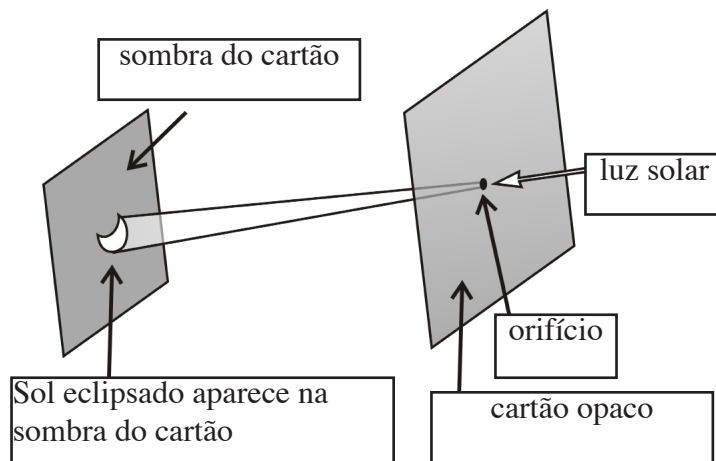
**2. Objetivos:**

- Observar eclipses de forma segura.
- Promover conscientização entre os alunos sobre os riscos de observar o Sol sem proteção adequada.
- Disseminar a projeção indireta como o método mais seguro para observar o Sol.
- Despertar o interesse dos alunos por pesquisa científica sistemática.
- Motivar os alunos para tópicos em astronomia.

**3. Materiais:**

a) Aparato 1 - Técnica simples de projeção

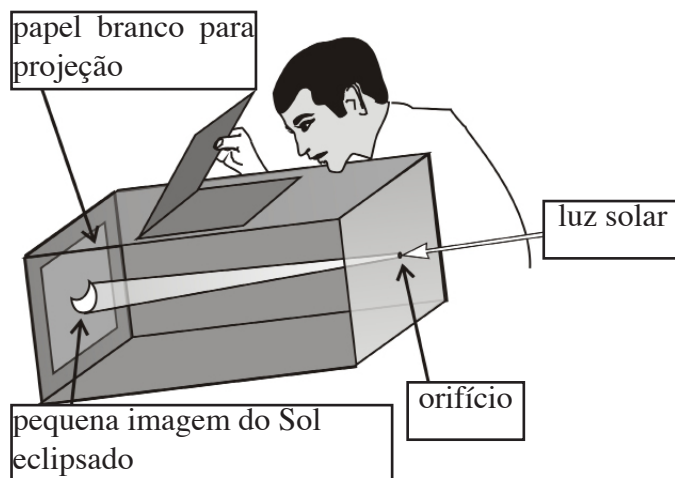
- 01 folha de cartão opaco;
- 01 folha de papel claro para receber a projeção;
- 01 prego ou outro dispositivo perfurante.



**Fig. 4 – Cartão de projeção.** Crédito: Pedro S. Baldessar (UTFPR, Brasil).

### b) Aparato 2 - Método Pinhole ou câmara escura de projeção

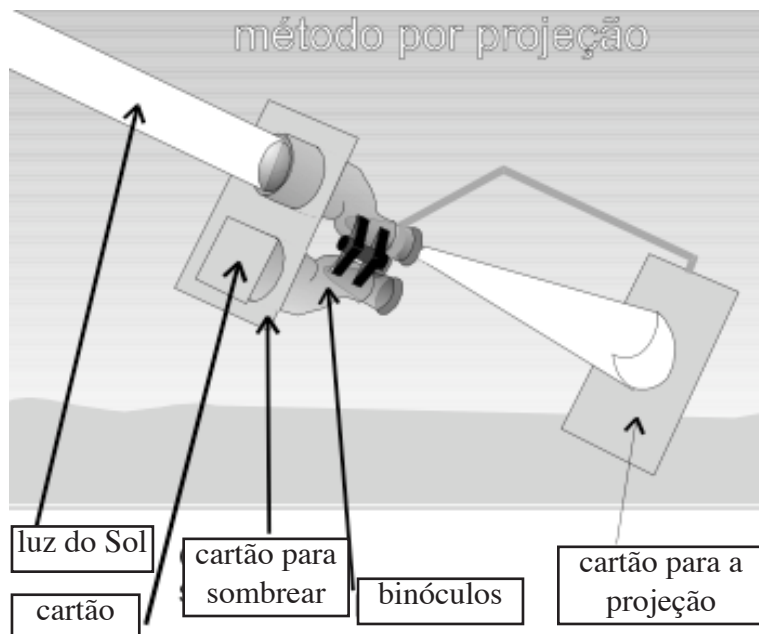
- 01 caixa retangular (tal qual uma caixa de sapato);
- 01 prego ou outro dispositivo perfurante;
- papel branco;
- tesoura;
- cola.



**Fig. 5 – Caixa de projeção.** Crédito: Pedro S. Baldessar (UTFPR, Brasil).

### c) Aparato 3 - Técnica de projeção indireta utilizando lente de projeção

- binóculos;
- 01 folha de papel;
- 01 cartão escuro;
- 01 cartão branco.



**Fig. 6 – Método de projeção.** Crédito: Pedro S. Baldessar (UTFPR, Brasil).

#### 4. Montagem do experimento e procedimento observacional

##### a) Aparato 1

- i. Faça um furo de cerca de 2 mm no cartão opaco, por exemplo, uma cartolina ou outra superfície mais resistente. Esse furo não precisa ter necessariamente uma forma definida.
- ii. Segure o cartão ou folha em branco na direção do Sol e voltado para a folha de papel claro ou outra superfície branca para receber a projeção do Sol.
- iii. A imagem do Sol aparecerá projetada sobre a superfície escolhida e poderá ser observada sem riscos para a visão.

##### b) Aparato 2

- i. Usando tesoura, corte um quadrado mediano na parte central superior da superfície retangular superior da caixa (conforme mostrado na figura), de modo que esse quadrado forme uma tampa que os alunos possam

- abrir para observar a imagem projetada;
- ii. Usando um prego ou outro instrumento perfurante, faça um pequeno orifício em uma das superfícies quadradas do aparato;
  - iii. Alinhe o fundo da caixa e o orifício na direção do Sol;
  - iv. Oriente os alunos a abrir a tampa do aparato e observar a imagem projetada do Sol na superfície quadrada da caixa oposta àquela na qual o pequeno orifício foi feito;
  - v. Observe a imagem projetada do Sol nessa superfície e note que ela é mais precisa que aquela fornecida pelo aparato descrito anteriormente, devido ao fato que o ambiente de projeção se encontra fechado.

### c) Aparato 3

- i. Cubra uma das lentes do binóculo com um cartão opaco ou similar para utilizar apenas uma das lunetas do aparelho.;
- ii. Coloque um outro cartão opaco (cartão para sombrear) para formar uma sombra no cartão branco da projeção.;
- iii. Posicione o cartão de projeção, de preferência branco, para receber a luz que sai da ocular do binóculo;
- iv. Ajuste a ocular do binóculo até que seja observada uma imagem nítida da borda do Sol;
- v. A imagem fornecida por esse aparato é ainda mais nítida que a obtida pelos experimentos anteriores, pelo fato de que as lentes do binóculo permitem uma convergência controlada da luz que vem do Sol, no cartão de projeção.

---

## Recomendações Pedagógicas

---

É possível despertar o interesse dos alunos por ciências espaciais a partir da observação de eclipses solares, bem como promover uma postura proativa entre os estudantes, orientando-os a realizar registros científicos do fenômeno observado. Dessa forma, eles irão vivenciar o método científico e perceberão que no fazer científico, nem sempre observamos aquilo que

esperamos e que diferentes grupos observando o mesmo fenômeno podem ter percepções e conclusões distintas, uma vez que seus filtros de realidade e expectativas são diferentes. Isso significa que a realidade subjetiva do observador pode induzir diferentes procedimentos e resultados na realidade objetiva. Isso tem sido notado com curiosidade em campos científicos como a física quântica, na qual uma entidade física pode se comportar como uma onda quando ninguém está observando, ou como partícula quando um observador se faz presente.

Apesar de as atividades de sala de aula não terem a finalidade precípua de preparar cientistas no sentido estrito, é importante permitir que os alunos experimentem a prática científica, tanto como uma forma de socializar esse conhecimento por vezes percebido de forma mistificada pelo público em geral, bem como de estimulá-los a seguir carreiras em ciência e tecnologia. Durante a observação, os alunos podem fotografar a seqüência de imagens que vêm projetadas no cartão branco, registrar o momento em que a Lua começa a projetar sua sombra no disco solar (ou seja, o momento do princípio do eclipse), medir a duração da totalidade (no caso de eclipses solares totais), e registrar o momento de término do eclipse. O professor não deve impor um procedimento padrão aos estudantes, mas apresentar alternativas, de modo que o aluno tenha liberdade de escolha.

Um procedimento sugerido consiste em explicar para a turma como construir seu próprio projetor para observar o eclipse do Sol. Depois, a classe pode ser dividida em equipes de 4 a 5 estudantes. Se a observação for realizada em uma área segura, é interessante que as equipes trabalhem separadamente. O professor deve ter conhecimento, entretanto, de onde os alunos se encontram e visitar as equipes no intuito de fornecer-lhes orientação e assistência adicional no decorrer do processo.

Depois que as observações e registros estiverem completos, o grupo deve se reunir novamente e um representante de cada equipe, eleito pelos próprios alunos, deve apresentar os resultados. Esse processo permite a socialização das diferentes percepções coletadas durante as atividades experimentais *in-situ*. O objetivo de qualquer atividade experimental não deve consistir em simplesmente entregar um trabalho escrito para o professor, mas sobretudo, levar os alunos a experimentar os desafios e o sabor do fazer científico, compartilhando o aprendizado com seus colegas, manifestando o que mais despertou interesse e outras impressões. Esse *feedback* pode ser utilizado pelo educador como subsídio para preparar aulas futuras. Ademais, na

medida em que os alunos apresentam resultados para seus colegas, eles aprendem um pouco do formalismo utilizado na comunidade científica para comunicar resultados. As apresentações devem ser formais, objetivas, concisas, claras e consistentes.

As ciências espaciais constituem um pilar fundamental para a preparação científica dos alunos, uma vez que a complexidade dos ecossistemas terrestres se encontra imersa em uma complexidade maior, qual seja, o ambiente espacial que, no caso específico do Sistema Solar, é enormemente influenciado pela dinâmica solar, como os plasmas ejetados durante as explosões que ocorrem na superfície daquela estrela, como os “flares” solares e as ejeções de material coronal (CMEs). Assim, diversos conteúdos em ciências espaciais podem ser explorados pela motivação da observação de eclipses, tais quais a dinâmica de plasmas solares e o clima espacial, em uma abordagem integrada e significativa.

Como atividades complementares, sugere-se pesquisa adicional sobre a história dos eclipses, seu impacto sobre as civilizações ao longo dos séculos, dentre outros, bem como visitas guiadas a planetários, museus científicos ou espaciais, centros espaciais ou similares – dessa vez como entretenimento, sem tarefas correlatas. A ciência precisa ser apreciada pelo que ela é, e os alunos dos ensinos fundamental e médio devem ser estimulados a sentir o prazer da descoberta e da exploração.

O artigo “*Eclipses ao longo dos Séculos*” oferece dados científicos e históricos sobre eclipses, podendo enriquecer discussões sobre esse fenômeno magnífico que ainda hoje fascina pessoas em todo o mundo.

**Crédito:** M.Sc. Norma Teresinha Oliveira Reis (Ministério da Educação – MEC, Estagiária no Centro de Voo Espacial NASA Goddard, de maio a agosto de 2008).

**Mentores:** Dr. Timothy E. Eastman, Dr. Louis A. Mayo e Dr. James Thieman (NASA Goddard).

**Colaboradores:** Dr. Fred Espenak (NASA Goddard), Dr. Nilson Marcos Dias Garcia, Dr. Pedro S. Baldessar (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Brasil), e Paulo H. Silva de Oliveira (Ministério da Educação - MEC).