

Experiência de Herschel: a descoberta dos infravermelhos

O objetivo do Dia Internacional da Luz é o de promover, anualmente, o apreciar do papel central que a luz tem na vida dos cidadãos nas áreas da ciência, cultura, educação, desenvolvimento sustentável, e em diversos campos como a medicina, comunicação e energia.

2019 nos chama a participar com várias atividades de um novo chamado global: a celebração do centenário da União Astronômica Internacional (IAU).



International
Day of Light

16 May



A proposta da NASE para celebrar o Dia Internacional da Luz, que recai no dia em que o primeiro feixe laser criado pelos humanos foi ligado, em 1960 e, por sua vez, o centenário da IAU,, pretende destacar as regiões do espectro eletromagnético que não são detetadas pelo olho humano, recriando a experiência realizada por William Herschel em 1800, num qualquer dia do mês de maio de 2019.

**OS RESULTADOS
DEVERÃO SER ENVIADOS,
NUMA FOLHA EXCEL,
PARA:**

rosamariaros27@gmail.com

beatrizgarciautn@gmail.com

1919- 2019 - Centenário da IAU
Dia Internacional da Luz (16 de maio)

NASE GLOBAL: Detecção de infravermelhos

Introdução

Aquilo a que normalmente chamados luz é, basicamente, uma forma de energia: Energia Eletromagnética. A luz é apenas uma pequena região, que os nossos olhos conseguem detetar, dessa energia.

Para além da região visível do espectro, que se estende do violeta (alta energia, alta frequência, pequeno comprimento de onda: 400 nm¹) ao vermelho (baixa energia, baixa frequência, grande comprimento de onda: 780 nm) há radiações de enorme importância, quer para a astronomia quer para o quotidiano.

Na figura 1 pode ser observado como o aspeto dos objetos celestes varia de acordo com as regiões do espectro com que são estudados.

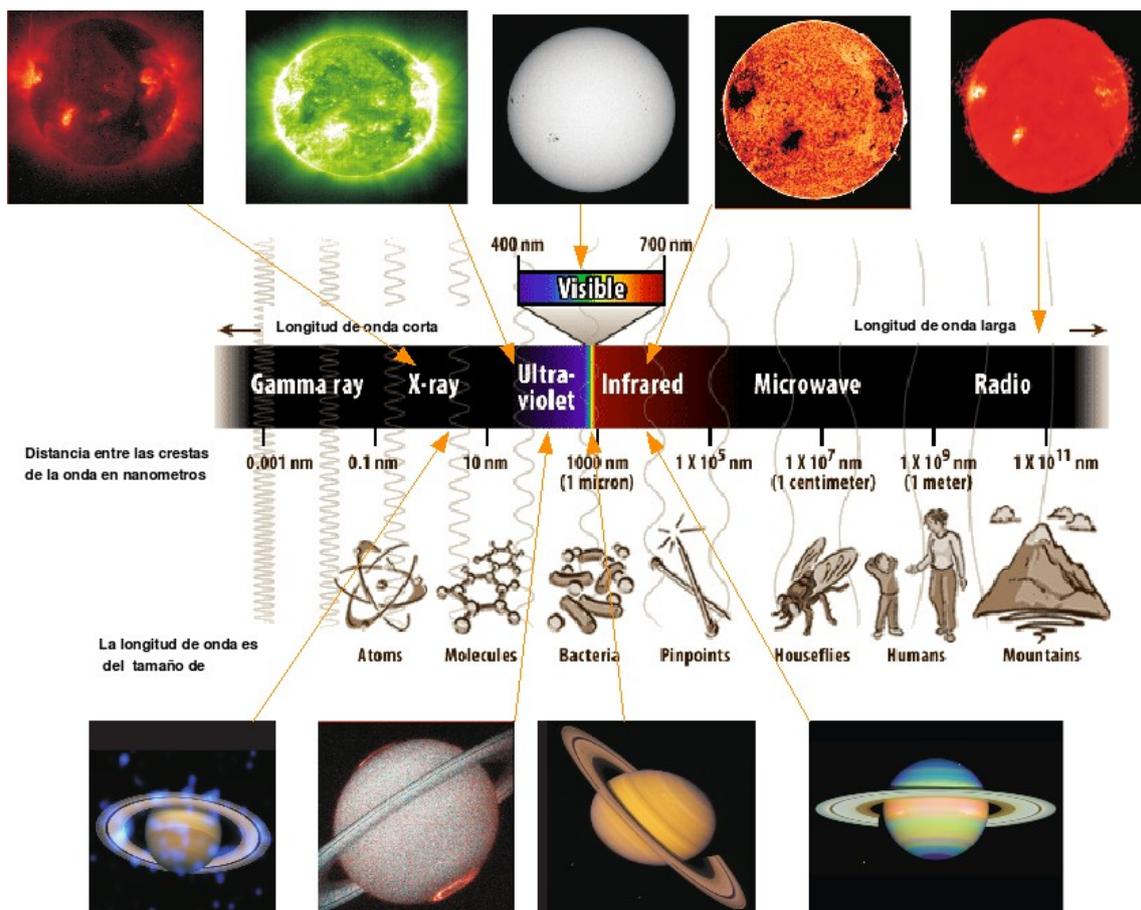
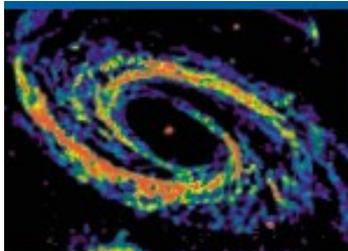
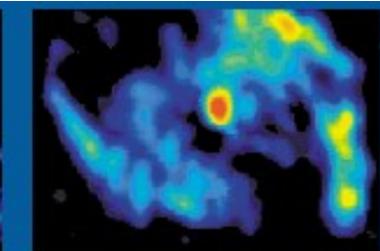
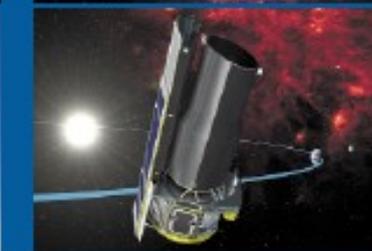


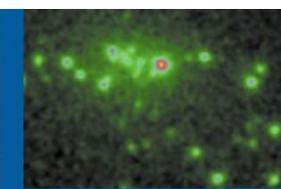
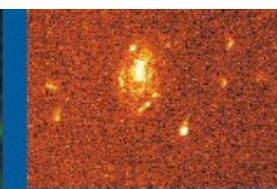
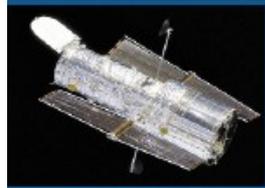
Fig. 1. Espectro eletromagnético com objetos de tamanho equivalente ao comprimento de onda respetivo. O Sol (no topo) e Saturno (em baixo) observados em diferentes comprimentos de onda (cores falsas).

¹ 1 nm corresponde a 10⁻⁹ m.

O espectro na Astronomia

Diferentes tipos de luz fornecem-nos diferentes pistas acerca do Universo e requerem diferentes tipos de telescópios.

		
		
<p>ONDAS DE RÁDIO Os comprimentos de onda maiores são detetados por grandes antenas, na Terra, como as do <i>Very Large Array</i>, no Novo México. O céu das ondas rádio é dominado por nuvens de gás na nossa galáxia e por espetaculares jatos relativísticos que escapam de quasares em galáxias distantes.</p>	<p>RADIAÇÃO SUBMILIMÉTRICA Este novo domínio para os astrónomos é estudado a partir de satélites e de locais secos a grandes altitudes, na Terra, como Mauna Kea no Havai. Nesta banda de frequência são estudadas moléculas complexas nas frias e distantes nuvens escuras da nossa galáxia assim como nos ténues resquícios do <i>Big Bang</i>.</p>	<p>INFRAVERMELHO LONGÍNQUO Apenas pode ser detetado a partir do espaço por observatórios como o Telescópio Espacial Spitzer. As fontes de infravermelho longínquo são nuvens de grãos de poeira em redor de berçários de estrelas e planetas.</p>

			
			
<p>VISÍVEL ou ÓTICO, INFRAVERMELHO PRÓXIMO Os tradicionais da astronomia. Os nossos olhos evoluíram para ver a luz solar que consegue atravessar a atmosfera terrestre. Em montanhas acima das nuvens, os detetores modernos também podem ver no infravermelho próximo. Nestas bandas de frequência, estrelas e nuvens de gás revelam a sua glória em imagens a partir da Terra, como do Telescópio Keck, no Havai, do espaço, como do Hubble, e também através de binóculos, a partir do quintal de casa.</p>	<p>LUZ ULTRAVIOLETA Esta é a assinatura de jovens e quentes estrelas e dos ventos violentos que estas libertam. Imagens recentes, e belas, de satélites, como o GALEX da NASA, revelam um esqueleto ultravioleta das galáxias. Estas imagens são fundidas com as do Spitzer, em infravermelho, para completar a visão da formação e evolução das estrelas.</p>	<p>RAIOS-X É a radiação para além dos UV. Cada fóton raio-X tem centenas de vezes a energia da radiação UV B, causadora das queimaduras solares, mas a atmosfera terrestre protege-nos deles. Telescópios espaciais como o Chandra, da NASA, e o XMM-Newton, da Agência Espacial Europeia, fornecem dados dos raios-X no céu, que brilham com a luz de objetos exóticos, como explosões de estrelas e buracos negros.</p>	<p>RAIOS GAMA É a energia mais elevada. Satélites (como o Swift) e telescópios na superfície terrestre começam a revelar os seus segredos. Os misteriosos raios gama, associados às explosões mais violentas no Universo, motivam rápidos avanços neste campo.</p>

Os Infravermelhos

A região infravermelha (IV) do espectro eletromagnético foi descoberta por William Herschel (que também descobriu o planeta Urano) em 1800 usando um prisma e termômetros. Ele desenvolveu uma experiência com a qual é possível obter o espectro visível, passando a luz branca solar através de um prisma, e colocando 3 termômetros no espectro obtido, um na região azul, outro na vermelha (ambas as cores detetadas pelo olho) e o terceiro imediatamente para além do vermelho. Para demonstrar que algo acontece com o termómetro para além do limite de energia visível do espectro, para além do vermelho, a temperatura ambiente é controlada com um quarto termómetro. Na realização desta experiência Herschel descobriu que a temperatura medida pelo termómetro nesta zona era maior do que a temperatura ambiente. Herschel efetuou outras experiências com radiação, relacionadas com calor (a radiação IV é a que provoca aumento da temperatura dos objetos e qualquer objeto, a qualquer temperatura, emite na região dos IV), a que ele chamou, por essa razão, “raios caloríficos”. Ele descobriu que eles poderiam ser refletidos, refratados, absorvidos e transmitidos, tal qual a luz visível. Estes “raios caloríficos” foram mais tarde chamados raios infravermelhos (“abaixo” do vermelho) ou radiação infravermelha e a sua descoberta permitiu o desenvolvimento de diversas (e atualmente muito comuns) aplicações tecnológicas, tais como os LEDs infravermelhos dos controles remotos, termografia e, claro, detetores de infravermelho para observar o cosmos. Os corpos a baixa temperatura não emitem na região visível do espectro, mas sim nos maiores comprimentos de onda, de menor energia. Por exemplo, o nosso corpo e dos animais emitem radiação infravermelha que não detetamos com os olhos, mas podemos perceber a calor a ser emitido pelo organismo. Imagens térmicas (termografia) é uma técnica que é explorada em medicina clínica, com uso desde os cuidados básicos de saúde até à deteção de doenças e tumores

A figura 2 apresenta, do lado esquerdo, um perfil térmico que demonstra o contraste entre diversos locais de uma cabeça humana, com o canal auditivo e a têmpora mais perto da temperatura corporal normal do que as zonas mais expostas como o lóbulo e nariz e, do lado direito, mostra as mãos de um paciente a aquecer lentamente depois de terem sido arrefecidas em água. A técnica é usada para testar condições que provoquem baixa circulação.

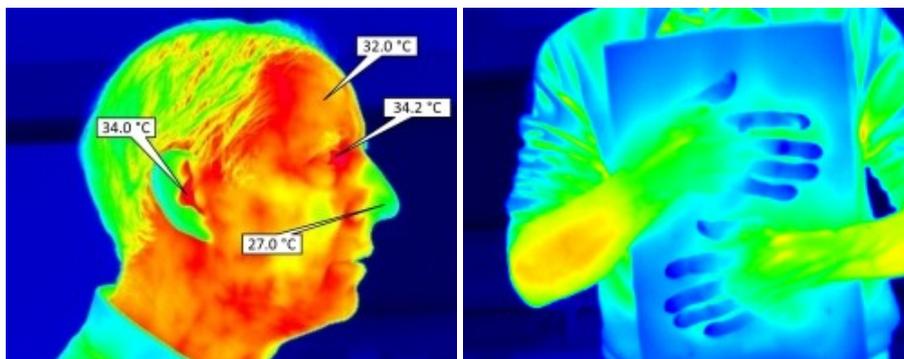


Fig. 2. Termografia da cabeça (esquerda) e de mãos frias (direita) (Fonte: *National Physical Laboratory, UK*).

Experiência de Herschel: descoberta do Infravermelhos (IV)

A proposta da NASE ao celebrar globalmente o Dia Internacional da Luz, que relembra o dia em que um laser criado pelo ser humano foi ligado pela primeira vez (<https://www.lightday.org/>), é destacar as regiões que não são detetadas pelos nossos olhos, mas que são formas de energia eletromagnética, e incentivar a repetição da célebre experiência de 1800 em que o famoso astrónomo William Herschel descobriu uma forma de radiação para além da radiação visível.

Esta experiência deve ser realizada no exterior, num dia muito solarengo. Se estiver muito vento, a experiência poderá ser realizada no interior desde que haja uma janela através da qual a luz do Sol entre diretamente.

Material necessário:

- Prisma de vidro;
- Quatro termómetros, idênticos aos usados num laboratório de química;
- Marcador de tinta preta;
- Tesoura;
- Fita adesiva;
- Caixa de cartão;
- Folha de papel branco;

Procedimento:

1. Embrulhar os bulbos dos termómetros com fita adesiva e pintar essas fitas com o marcador preto, para absorver melhor o calor.
2. Colocar uma folha de papel branco no fundo da caixa de cartão.
3. Colocar, cuidadosamente, o prisma no rebordo da caixa, de modo a que fique do lado de incidência da luz solar. O interior da caixa deverá estar completamente, ou quase, à sombra (figuras 3 e 4).
4. Rodar o prisma, lentamente, até que o espectro mais largo possível apareça na folha colocada no fundo da caixa.

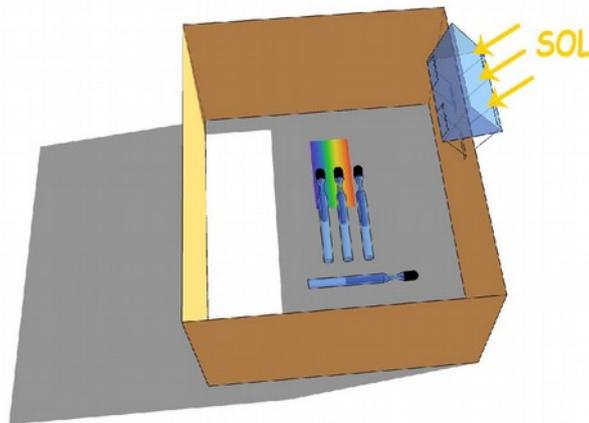


Fig. 3. Dispositivo de Herschel. Os termómetros colocados no espectro marcam temperaturas mais altas do que a temperatura ambiente.

5. Manter o prisma, nessa posição, segurando-o com fita adesiva.

6. Coloque três termômetros no espectro para que cada um dos bulbos esteja numa das cores: um na região azul, outro na região amarela e o terceiro um pouco depois da região vermelha visível (figura 5).
As escalas dos termômetros devem ficar bem vivíveis. Não mover os termômetros enquanto as medições estiverem a ser realizadas. O quarto termómetro deve ser instalado e fixado na zona de sombra, não-alinhado com os restantes (figura 3).
7. Registre o local de observação.
8. Registre a hora de início da experiência.
9. Recolher as temperaturas, de minuto a minuto, em cada uma das três regiões do espectro e do ambiente e registar os valores na tabela 1.
10. Registre o tempo de término do experimento.

As temperaturas demoram cerca de cinco minutos a atingir os seus valores finais. Os termómetros não devem ser movidos das suas posições e a luz que neles incide não deve ser bloqueada.



Fig.4: Colocação dos 3 termómetros, com os bulbos pretos, e o espectro na sombra.

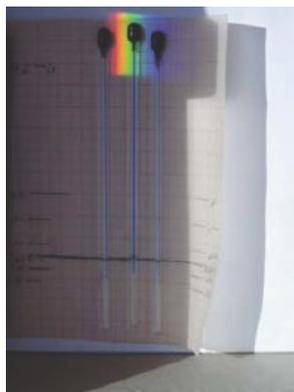


Fig.5: Os termómetros no azul, no amarelo e para além do vermelho.



Fig. 6: Exemplo de medições realizadas após 3 minutos.

Tabela 1: Tabela de dados.

Início:				
Fim:				
Lugar:	Termómetro nº 1	Termómetro nº 2	Termómetro nº 3	Termómetro nº 4
Lat.:	no azul	no amarelo	para além do vermelho	na sombra
Long.:				

1 minuto

2 minutos

3 minutos

4 minutos

5 minutos

Resultados

O termómetro no amarelo (figura 6) deverá marcar uma temperatura um pouco acima das temperaturas registadas no azul e na sombra (ambiente), e o colocado para além do vermelho deverá marcar uma temperatura superior: se sim, é possível deduzir que o termómetro colocado para além do vermelho recebe um tipo de radiação solar que é invisível aos nossos olhos.

Os resultados serão partilhados, globalmente, entre os participantes desta atividade.

As tabelas devem ser enviadas, em formato Excel, para:

rosamariaros27@gmail.com

beatrizgarciautn@gmail.com

Bibliografia

- *14 steps to the Universe*, 2nd. Ed. Eds. Rosa Ros & Beatriz García, Ed. Antares, Spain, 2018.
- *Spitzer Telescope*, Education, California Institute of Technology.
- <http://www.spitzer.caltech.edu/espanol/edu/index.shtml>
- http://www.scienceinschool.org/2014/issue29/EM_Astronomy
- <https://www.khanacademy.org/science/cosmology-andastronomy/universe-scale-topic/light-fundamental-forces/v/introduction-to-light>
- *Chandra X-ray Observatory*: <http://chandra.harvard.edu/about/>
- *The Fermi Gamma-ray Space Telescope*: <http://fermi.gsfc.nasa.gov/>
- IAU 100 years, <http://www.iau-100.org>