

# Experimento de Herschel: el descubrimiento del Infrarrojo



International  
Day of Light

El propósito del Día Internacional de la Luz es el de proporcionar un foco anual para apreciar de forma continua el papel central que la luz juega en la vida de los ciudadanos del mundo en las áreas de la ciencia, la cultura, la educación, el desarrollo sostenible, y en campos tan diversos como la medicina, las comunicaciones y la energía.



La propuesta de NASE para celebrar globalmente el Día Internacional de la Luz, que recuerda el día en que por primera vez se encendió un rayo láser creado por el ser humano en 1960, quiere poner de manifiesto esas regiones del espectro electromagnético que no se detectan con el ojo, recreando el experimento histórico, realizado por William Herschel en 1800, cualquier día del mes de mayo de 2018.

**LOS RESULTADOS DEBEN ENVIARSE EN EXCEL A:**

[rosamariaros27@gmail.com](mailto:rosamariaros27@gmail.com)

[beatrizgarciautn@gmail.com](mailto:beatrizgarciautn@gmail.com)

# Día Internacional de la Luz (16 de Mayo)

## NASE GLOBAL: Detección del Infrarrojo

### Introducción

Lo que normalmente llamamos luz es en realidad una forma básica de energía: la Energía Electromagnética. La luz es solo una pequeñísima región de esa energías, la que nuestro ojo puede detectar. Mas allá de la región visible del espectro, que se extiende desde el violeta (alta energía, alta frecuencia, corta longitud de onda: 400 nm – 1nm equivale a  $10^{-9}$  m) hasta el rojo (baja energía, baja frecuencia, longitud de onda larga: 780 nm) hay radiación de enorme importancia, ya sea para la astronomía o para la vida cotidiana.

En la figura 1 puede analizarse como cambian los objetos celestes cuando son estudiados en distintas regiones del espectro.

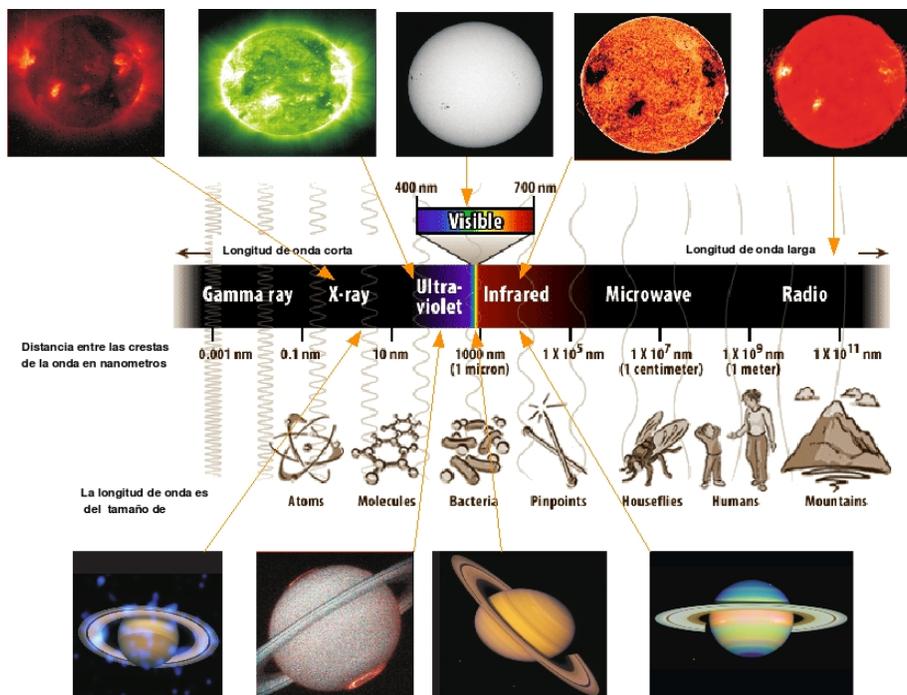
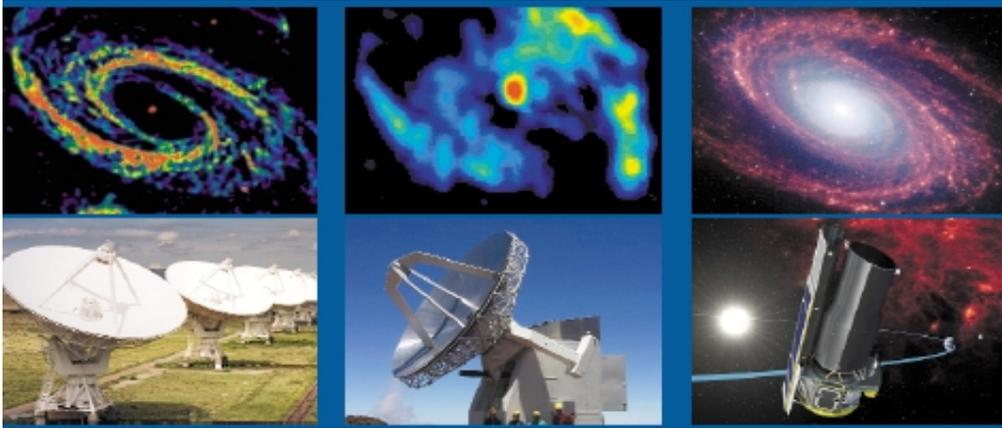


Figura 1. Espectro electromagnético, con objetos del tamaño de esas ondas. El Sol (arriba) y Saturno (abajo) observados en distintas longitudes de onda (los colores son simulados).

## El espectro en Astronomía

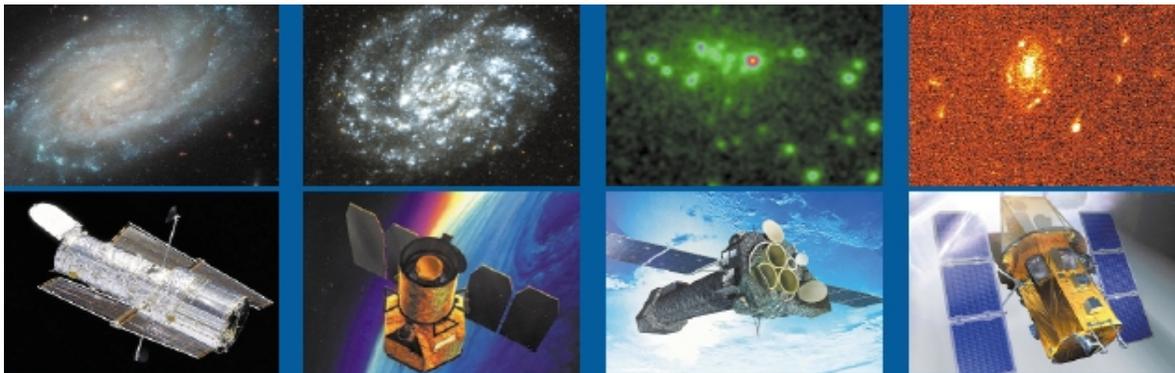
Diferentes tipos de luz nos dan diferentes pistas sobre el universo y requieren diferentes tipos de telescopios.



**ONDAS DE RADIO,**  
Las longitudes de onda más largas, son detectados por grandes antenas en Tierra como el Very Large Array en Nuevo México. El cielo de la radio está dominado por nubes de gas en nuestra galaxia y por los sorprendentes chorros relativistas de materia que escapa de los cuásares en galaxias distantes

**RADIACIÓN SUBMILLIMÉTRICA,**  
un nuevo dominio para los astrónomos, es estudiado desde satélites y desde los lugares más altos y secos de la Tierra, como Mauna Kea de Hawaii. En esta banda se estudian complejas moléculas en las más frías y oscuras nubes en nuestra galaxia, así como el tenue resplandor del Big Bang

**INFRARROJO LEJANO**  
puede ser detectado solo desde observatorios espaciales Como el Telescopio espacial Spitzer. Fuentes de infrarrojo distantes son granos de polvo agrupados alrededor del lugares de nacimiento de estrellas y planetas



**VISIBLE u ÓPTICO, IR CERCANO**  
Las tradicionales de la astronomía. Nuestros ojos evolucionaron para ver la luz del Sol que puede atravesar la atmósfera de la Tierra; en cimas de las montañas por encima de las nubes, los detectores modernos pueden ver también el IR cercano.. En estas bandas de onda, las estrellas y las nubes de gas revelan su gloria en las imágenes de de tierra, como las del Telescopio Keck en Hawaii desde el espacio, como las del Hubble y también a través de binoculares en el patio de casa.

**LUZ ULTRAVIOLETA**  
es la firma de estrellas jóvenes y calientes y los vientos violentos que fluyen de ellas. Nuevas hermosas imágenes de satélites, como el GALEX de la NASA, revelan el esqueleto ultravioleta de galaxias, Estas imágenes se fusionan con vista infrarroja de Spitzer para completar nuestra imagen de la formación y evolución de las estrellas.

**LOS RAYOS X**  
Radiación que está más allá del UV. Cada fotón de rayos X tiene cientos de veces la energía la radiación UV que provoca una quemadura de Sol, pero la atmósfera de la Tierra nos protege de ellos. Telescopios espaciales como Chandra de la NASA y el XMM-Newton de la Agencia Espacial Europea proporcionan acceso al cielo de rayos X, que brilla con la luz de objetos exóticos como explosiones estelares y agujeros negros.

**RAYOS GAMMA RAYS**  
La energía más alta. Satélites (como el Swift), globos y telescopios en tierra, comienzan a revelar sus secretos. Los misteriosos rayos gamma asociados con las más violentas explosiones en el universo, motivan los rápidos avances en este campo.

## El Infrarrojo

La región infrarroja del espectro electromagnético fue descubierta por William Herschel (el descubridor del planeta Urano) en 1800 utilizando un prisma y termómetros. Diseñó un experimento a través del cual es posible obtener el espectro visible, al hacer pasar la luz blanca del Sol a través de un prisma, donde se despliega el espectro se colocan 3 termómetros, uno en la región del azul, otro en el rojo (ambos colores detectables por el ojo) y el tercer termómetro más allá del rojo, inmediatamente después. Para demostrar que algo sucede con el termómetro que está más allá del límite visible de bajas energías del espectro, más allá del rojo, se controla la temperatura ambiente con cuarto termómetro. Al realizar este experimento, Herschel descubrió que la temperatura que marcaba el termómetro en esa zona era mayor que la del ambiente. Herschel hizo otros experimentos con esta radiación, relacionada con el calor (el IR es lo que eleva la temperatura de los objetos y cualquier objeto a cualquier temperatura emite en IR) a los que él llamaba, por ese motivo, “rayos caloríficos”. Descubrió que podían ser reflejados, refractados, absorbidos y transmitidos igual que la luz visible. Estos “rayos caloríficos” fueron posteriormente denominados rayos infrarrojos (“por debajo” del rojo) o radiación infrarroja y su descubrimiento permitió el desarrollo de varias (y hoy muy comunes) aplicaciones tecnológicas, como los LED infrarrojos de los controles remotos, la termografía y, por supuesto, los detectores infrarrojos para observar el cosmos.

Los cuerpos que se encuentran a baja temperatura no emiten en la región visible del espectro, sino en longitudes más largas, de menor energía. Por ejemplo, nuestro cuerpo y el de los animales emiten una radiación infrarroja que no la detectamos con el ojo, pero que podemos percibir como el calor que emite el organismo. La termografía es una técnica basada en la detección del infrarrojo. Se utiliza en la medicina clínica, con aplicaciones que van desde la atención médica general hasta la detección de dolencias circulatorias y tumores.

La imagen 2 presenta, a la izquierda un perfil térmico que muestra el contraste entre varios sitios de un cabeza, con el canal auditivo y la sien más cercanos a la temperatura corporal central normal que el lóbulo de la oreja y la nariz, más expuestos al medio ambiente. La imagen de la derecha muestra que las manos del paciente se calientan lentamente después de haberse enfriado en agua. La técnica se usa para evaluar condiciones que conducen a una mala circulación.

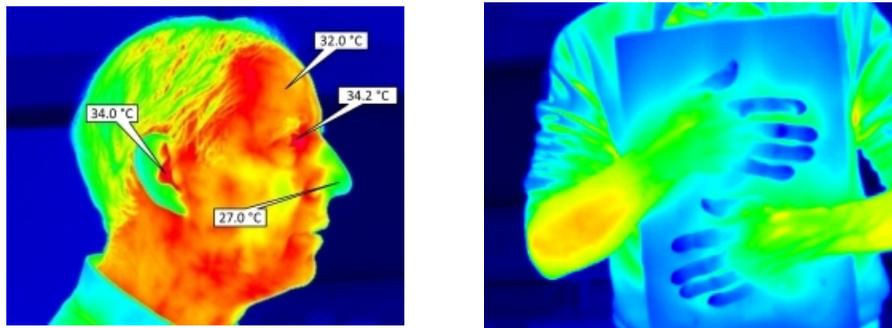


Fig. 2. Termografías de la cabeza (izq.) y las manos (der.). (Fuente, National Physical Laboratory, UK)

## Experimento de Herschel: descubrimiento del Infrarrojo (IR)

La propuesta de NASE para celebrar globalmente el Día Internacional de la Luz es poner de manifiesto esas regiones que no se detectan con el ojo, pero son formas de la energía electromagnética y para ellos, repetir el histórico experimento de 1800, mediante el cual el famoso astrónomo William Herschel descubrió una forma de radiación distinta de la luz visible.

El experimento se debe realizar al aire libre, en un día MUY soleado. Si hay mucho viento, la experiencia puede hacerse en el interior, siempre que tenga una ventana por donde el Sol ingrese de manera directa.

Elementos necesarios:

- un prisma de vidrio,
- cuatro termómetros, de los usados en el laboratorio de Química.
- rotulador permanente de tinta negra,
- tijeras,
- cinta adhesiva,
- una caja de cartón
- una hoja blanca.

Procedimiento:

1. Envolver con cinta adhesiva los bulbos de los termómetros y pintarlos con rotulador negro para que absorban mejor el calor.
2. Colocar una hoja blanca en el fondo de la caja de cartón.
3. Instalar el prisma cuidadosamente en el borde superior de la caja, de modo que quede del lado del Sol. El interior de la caja debe quedar todo o casi todo en sombra (figuras 3 y 4).
4. Girar el prisma cuidadosamente hasta que aparezca un espectro lo más amplio posible sobre la hoja situada en el fondo de la caja.
- 5.

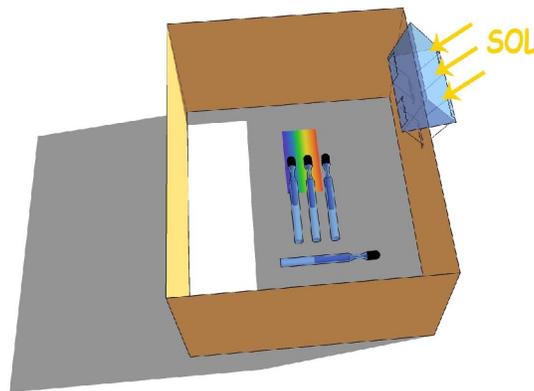


Fig. 3. Dispositivo de Herschel. Los tres termómetros en el espectro marcan mayor temperatura que el ambiente.

5. Asegurar con cinta adhesiva el prisma en esa posición.
6. Colocar los tres termómetros en la luz del espectro, de manera que cada bulbo esté en uno de los colores: uno en la región azul, otro en la amarilla y el tercero un poco más allá de la región roja visible (Figuras 4 y 5).

Se debe poder ver bien la escala graduada, para no mover el termómetro cuando se tomen las medidas. El cuarto termómetro debe instalarse y fijarse en la sombra, no alineado con los anteriores (Figura 3).

7. Registrar el lugar de la observación.
8. Registrar la hora de inicio del experimento.
9. Registrar cada minuto las temperaturas en cada una de las tres regiones del espectro y en el medio ambiente en la Tabla 1.
10. Registrar la hora de fin del experimento.

Las temperaturas tardan unos cinco minutos en alcanzar sus valores finales. No hay que mover los termómetros de su posición en el espectro ni bloquear su luz.



Fig.4: Situando los tres termómetros, con el bulbo negro, y el espectro en la parte de la sombra.

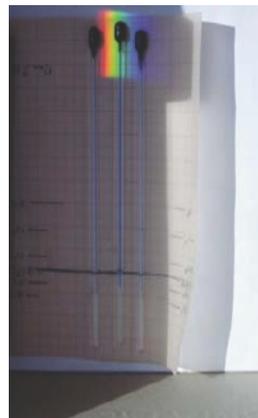


Fig.5: Los termómetros en el azul, en el amarillo y justo después del rojo.

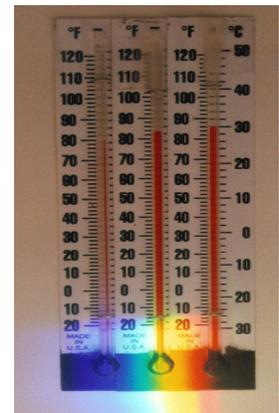


Fig. 6: Un ejemplo de las medidas a los 3 minutos.

Tabla 1: Tabla de toma de datos

<b>Inicio:</b> <b>Fin:</b> <b>Lugar:</b> <b>Lat.:</b> <b>Long:</b>	Termómetro nº 1 en el azul	Termómetro nº 2 en el amarillo	Termómetro nº 3 más allá del rojo	Termómetro nº 4 a la sombra
Después de 1 minuto				
Después de 2 minutos				
Después de 3 minutos				
Después de 4 minutos				
Después de 5 minutos				

## **Resultados**

El termómetro en el amarillo (Figura 6) debería marcar una temperatura algo mayor que en el azul; y en el del ambiente, y el que esté cerca del rojo debería marcar una temperatura todavía algo mayor, por lo que es lógico deducir que al termómetro junto al rojo le llega algún tipo de radiación del Sol, invisible a nuestra vista.

Los resultados se compartirán de manera Global entre los participantes en esta propuesta.

Las tablas deberán ser enviadas en formato excel a:

[rosamariaros27@gmail.com](mailto:rosamariaros27@gmail.com)

[beatrizgarciautn@gmail.com](mailto:beatrizgarciautn@gmail.com)

## **Bibliografía**

- 14 pasos hacia el Universo, 2da. Edición. Eds. Rosa Ros & Beatriz García, Ed- Antares, España, 2018.
- Spitzer Telescope, Educacion, California Intitute of Technology. <http://www.spitzer.caltech.edu/espanol/edu/index.shtml>
- [http://www.scienceinschool.org/2014/issue29/EM\\_Astronomy](http://www.scienceinschool.org/2014/issue29/EM_Astronomy)
- <https://www.khanacademy.org/science/cosmology-and-astronomy/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/>