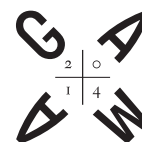


Observar la Luz



08 TEXTO Ignacio Toledo ILUSTRACIONES Toro

La ciencia es una disciplina que busca entender el Universo que nos rodea. La manera en que adquiere este entendimiento es utilizando la *observación* y desarrollando *hipótesis* o *teorías* que puedan explicar lo que hemos observado, para luego volver a la observación y validar, o corregir, las hipótesis formuladas.

La ciencia se conforma por distintas ramas y algunas de estas, como la biología o la química, pueden realizar experimentos en laboratorios, en condiciones controladas y con la posibilidad de repetir muchas veces una determinada prueba, para realizar todas las mediciones y observaciones que sean necesarias. A la astronomía sin embargo, no le resulta tan fácil realizar experimentos: no puede mover planetas a voluntad, viajar a las estrellas para tomar muestras o recoger material en las nubes de polvo y gas de nuestra Galaxia para analizarlo. Entonces, si lo que quiere estudiar y entender está más allá de nuestro alcance, ¿cómo puede intentar entender el Universo a través de la experimentación y el método científico?

La respuesta tiene varias partes: primero necesita un método para estudiar el Universo de manera sistemática, es decir, una observación científica; segundo, el desarrollo de modelos que interpreten o expliquen lo que observamos; tercero, un sistema que permita validar, o no, dichos modelos. *Observar la luz*, el proceso sistemático de recolectar y analizar la información que nos llega del cielo, es la herramienta que tiene la astronomía para cumplir con la primera parte. Los grandes telescopios y observatorios de nuestro tiempo son la manifestación concreta de este proceso.

Para entender la importancia que tiene para la astronomía observar la luz, tomemos prestada una analogía del físico Richard Feynman. Imaginemos a un insecto que está en el borde de una piscina, que sólo es sensible a las olas u ondas en el agua y no cuenta con otros sentidos como la vista o el oído. En momentos de calma no hay olas y el insecto experimenta lo que nosotros vivimos al estar encerrados en una pieza oscura, es decir, no tiene ninguna idea de lo que lo rodea y sólo puede asumir que no está ocurriendo nada en la piscina.

De pronto, cae otro insecto en alguna parte de la piscina y se producen pequeñas olas. Nuestro insecto, al detectar dichas olas, puede

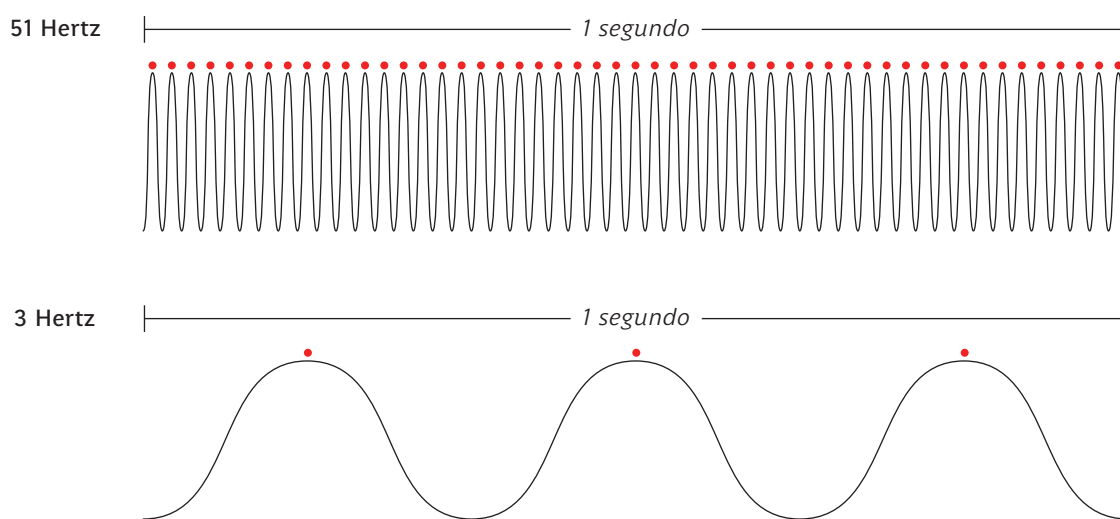
Link

Analogía de Feynman:
www.youtube.com/watch?v=FjHJ7FmVoM4

obtener información de lo que está ocurriendo en un lugar alejado en el agua. Luego comienza a captar distintas olas que vienen de varias direcciones, pero muy parecidas a las primeras que lo molestaron: más insectos han caído en la piscina. Momentos después se ve afectado por olas más grandes y que tienen formas distintas a las primeras: ¡una persona acaba de tirarse un piquero! Distintas serán también las olas producidas por niños saltando o por una persona nadando; o, si estuviera en el mar, por un tsunami que ocurrió en lugares muy lejanos.

La luz es un conjunto de ondas –u olas– pero en el espacio y no en la superficie del agua. Se llaman *ondas electromagnéticas* y a pesar de que tienen una física y origen que es muy distinto al de las olas en el agua, poseen características que las hacen similares a las olas de nuestra analogía. Las ondas son producidas por objetos y eventos en el espacio, que luego nosotros somos capaces de detectar e interpretar. Tienen también «formas» diversas dependiendo del tipo de evento que las produjo. Los humanos somos sensibles a ciertos tipos de ondas electromagnéticas (llamadas *luz visible*), mientras otras no son percibidas por nuestros ojos.

Frecuencia en las ondas electromagnéticas



En la imagen, los puntos rojos marcan la cantidad de veces que oscila la onda en un segundo. Además, si medimos la distancia entre cada punto rojo, obtendremos la *longitud de onda*.

Es muy importante distinguir la forma de la luz, para poder deducir qué tipo de evento la produjo. Para esto utilizamos dos propiedades de las ondas: la longitud y la frecuencia. La *longitud de onda* es la distancia entre dos máximos o mínimos en una onda –la distancia entre dos crestas de una ola–, mientras la *frecuencia* es la cantidad de veces que la onda oscila en un segundo (un Hertz). El concepto importante a recordar es que la longitud y/o la frecuencia (nos basta con una), nos ayuda a caracterizar los distintos tipos de luz que estudiamos.

Estas dos características de las ondas electromagnéticas están relacionadas por una constante, la *velocidad de la luz*, por lo tanto podemos usar estas dos cantidades indistintamente. La relación entre ambas es:

$$c = \eta \times \lambda$$

Donde c es la velocidad de la luz, correspondiente a aproximadamente 3×10^8 metros por segundo, λ (*lambda*) es la longitud de la onda de la luz, medida en metros y η (*nu*) es su frecuencia medida en Hertz.

Link

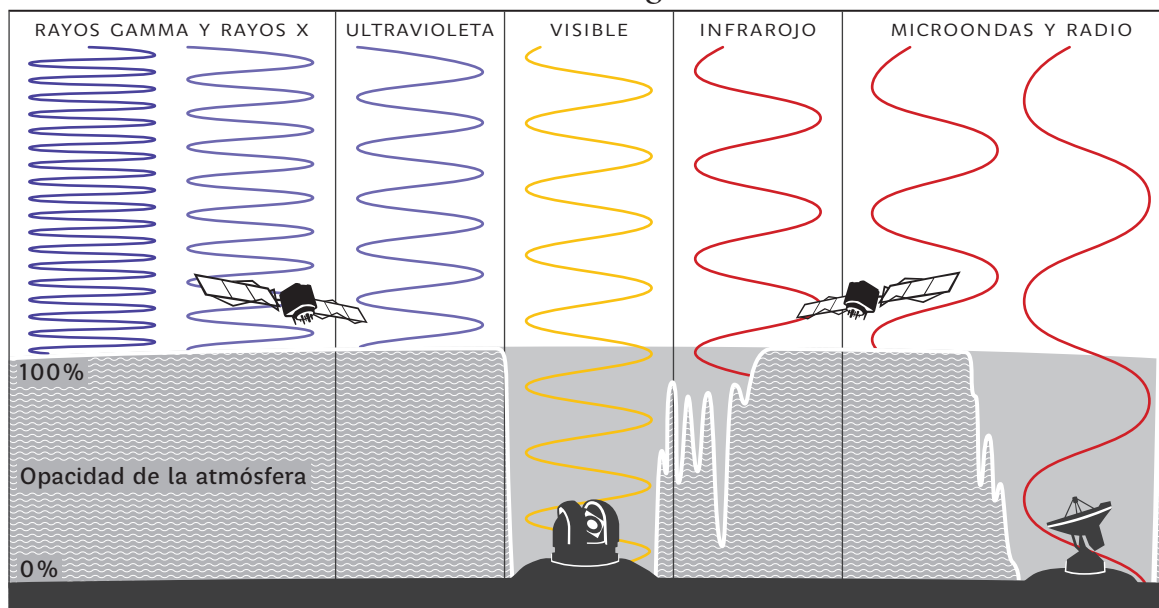
Para ver la Vía Láctea en distintos rangos de longitud de ondas:
www.chromoscope.net

La luz entonces se nos presenta de distintas maneras, lo que nos permite hablar de distintos tipos de luz, desde los energéticos *Rayos gamma* con una longitud de onda extremadamente corta, por lo tanto muy alta frecuencia (mayor temperatura), hasta las ondas de *Radio* que tienen amplias longitudes de onda y por lo tanto muy baja frecuencia (menor temperatura). Esta caracterización de la luz nos permite describir el tipo de eventos físicos o astronómicos que se relaciona con cada rango de ondas. Así podemos definir las condiciones óptimas que deben tener los lugares donde se instalan observatorios, en relación a condiciones atmosféricas, de altitud y el tipo de telescopio adecuado para capturar cada onda electromagnética. Hay algunos rangos dentro del espectro electromagnético que, por ejemplo, no logran pasar la atmósfera, para estos casos decimos que la atmósfera es opaca a ellos, razón por la cual debemos instalar telescopios en satélites que salgan de la capa atmosférica para observar determinados eventos. A continuación presentamos el *espectro electromagnético* con sus principales rangos y características.

www.galacticmagazine.org

Material bajo licencia *Creative Commons: Attribution 3.0 Unported* (CC BY 3.0). Producido durante el segundo semestre de 2013.
 Si gustas imprimir para una lectura más confortable, nota que este documento está compuesto en formato A4 (21×29,7 cm).

Ondas electromagnéticas



Características

	Rango η	Rango λ	Tipo de Telescopio	Fenómenos asociados
Rayos Gamma & Rayos X	Entre 3×10^{19} y 3×10^{16} Hz	Entre 1×10^{-11} y 1×10^{-8} m	Esta radiación es completamente absorbida por la atmósfera, por lo que sólo se pueden hacer observaciones directas desde el espacio, con telescopios que cuentan con una óptica e instrumentos especialmente diseñados.	Producidas por eventos altamente energéticos, estas ondas se relacionan con objetos de muy alta temperatura, eventos cataclísmicos como explosiones de supernovas y sucesos cercanos a hoyos negros; fenómenos que ocupan o producen grandes cantidades de energía. Por eso estas ondas tienen la mayor frecuencia del espectro.
Ultravioleta	Entre 3×10^{16} y $7,5 \times 10^{14}$ Hz	Entre 1×10^{-8} y 4×10^{-7} m	Telescopios espaciales, pues casi la totalidad de esta luz es absorbida en la atmósfera.	Objetos más calientes que nuestro Sol, típicamente estrellas en momentos tempranos o tardíos de su evolución, como estrellas masivas jóvenes o estrellas muy viejas. Esta luz se observa para estudiar la composición química, densidad y temperatura del medio interestelar.
Visible	Entre $7,5 \times 10^{14}$ y 4×10^{14} Hz	Entre 4×10^{-7} y 7×10^{-7} m	Los clásicos telescopio ópticos con espejos o lentes. Esta radiación atraviesa la atmósfera y es afectada por las condiciones climáticas. Gran parte de los observatorios terrestres observan estas longitudes.	Se originan mayormente en estrellas en etapa estable o madura –como nuestro Sol– y también algunas nebulosas. Esta es la luz a que nuestros ojos son sensibles. Al ser afectada por las condiciones climáticas, existen mejores lugares que otros para instalar telescopios ópticos.
Infrarrojo	Entre 4×10^{14} y 3×10^{11} Hz	Entre 7×10^{-7} y 1×10^{-3} m	Generalmente son del mismo tipo que los telescopios ópticos, sin embargo hay ciertos rangos que no atraviesan la atmósfera, o que sólo son detectables en lugares muy altos y secos. Por esta razón se necesitan de telescopios espaciales y terrestres para estudiar esta luz.	Todas las estrellas emiten en esta radiación, pero las estrellas más frías y pequeñas que el Sol, lo hacen en mayor cantidad. Esta luz es capaz de atravesar nubes de polvo que hay, por ejemplo, en nuestra Galaxia, por lo que es una estupenda ventana para mirar hacia el corazón la Vía Láctea. También las nubes de polvo emiten radiación infrarroja. Es un rango de frecuencias amplio, que si bien no podemos ver, si la podemos sentir como calor o temperatura.
Microondas & Radio	Menor a 3×10^{11} Hz	Mayor a 1×10^{-3} m	Son antenas o radio-telescopios, como los que se usan en telecomunicaciones. Como en el infrarrojo, también algunos rangos de longitudes están afectados por la atmósfera, por lo que se necesita de sitios altos y secos para poder estudiar esta luz.	Se asocian con el estudio del Universo frío: nubes de gas y polvo que podrán formar posteriormente estrellas y planetas. También permite observar los momentos más tempranos en la formación de estrellas, planetas y galaxias.

λ = Longitud de onda / η = Frecuencia / T = Temperatura