

COLECCIÓN

¿CÓMO FUNCIONA?

¿CÓMO FUNCIONA LA FÍSICA?

Juan-Guillermo Rivera Berrío

RED educativa
descartes



MATERIA



ENERGÍA



ESPACIO-TIEMPO



UNIVERSO

iCartesiLibri

¿Cómo funciona la física?

Juan Guillermo Rivera Berrío



Fondo Editorial RED Descartes



Córdoba (España)
2026

¿Cómo funciona la física?

Autor:

Juan Guillermo Rivera Berrío

Código JavaScript para el libro: [Joel Espinosa Longi](#), [IMATE](#), UNAM.

Recursos interactivos: [DescartesJS](#), [Herramientas de IA](#), ChatGPT y Gemini.

Fuentes: [Lato](#) y [UbuntuMono](#)

Imagen de portada: ilustración generada por GPT Image 2

Red Educativa Digital Descartes

Córdoba (España)

descartes@proyectodescartes.org

<https://proyectodescartes.org>

Proyecto iCartesiLibri

<https://proyectodescartes.org/iCartesiLibri/index.htm>

ISBN: 978-84-10368-50-7



Esta obra está bajo una licencia Creative Commons 4.0 internacional: Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual.

Tabla de contenido

Prefacio	4
Introducción	7
¿Cómo funciona la gravedad?	10
¿Cómo funciona el magnetismo?	18
¿Cómo funciona la electricidad?	26
¿Cómo funciona la luz?	34
¿Cómo funciona el sonido?	42
¿Cómo funciona un láser?	50
¿Cómo funciona un telescopio?	58
¿Cómo funciona un microscopio?	66

Prefacio

La curiosidad ha sido, desde siempre, el motor del conocimiento. Cada descubrimiento científico comenzó con una pregunta sencilla: **¿cómo funciona?** Esa pregunta, aparentemente simple, ha impulsado a la humanidad a comprender el universo, desarrollar nuevas tecnologías y transformar la forma en que vivimos.

Este libro forma parte de la colección **¿Cómo funciona?**, una serie de obras concebidas para acercar temas complejos al lector mediante explicaciones claras, rigurosas y accesibles. Cada volumen de la colección explora un área específica del conocimiento con un mismo propósito: revelar los principios fundamentales que explican el funcionamiento del mundo que nos rodea y despertar el deseo de seguir aprendiendo.

En esta ocasión, el recorrido nos lleva al fascinante universo de la física, la ciencia que estudia las leyes fundamentales de la naturaleza. Desde la fuerza que mantiene a los planetas en sus órbitas hasta la electricidad que alimenta nuestros dispositivos, desde el comportamiento de la luz hasta el funcionamiento de un microscopio o un telescopio, la física está presente en prácticamente todos los aspectos de nuestra vida cotidiana.

A lo largo de estas páginas descubrirás cómo fenómenos que parecen extraordinarios pueden comprenderse mediante principios sencillos cuando se explican paso a paso. Cada capítulo responde a una pregunta concreta —¿Cómo funciona la gravedad?, ¿Cómo funciona el magnetismo?, ¿Cómo funciona la electricidad?, ¿Cómo funciona la luz?, entre otras— permitiendo construir el conocimiento de manera progresiva y conectando los conceptos con ejemplos cercanos y aplicaciones reales.

Como es característico de la colección **¿Cómo funciona?**, este no es un libro para leer de forma pasiva. Gracias a la integración de recursos digitales interactivos desarrollados con DescartesJS, simulaciones, animaciones, ilustraciones y actividades, el lector podrá experimentar directamente con muchos de los conceptos presentados. Esta combinación de texto, imágenes e interactividad convierte el aprendizaje en una experiencia dinámica, favoreciendo la comprensión profunda de los fenómenos físicos.

Más que memorizar fórmulas o definiciones, el objetivo es desarrollar una forma de pensar basada en la observación, el razonamiento y la curiosidad científica. Comprender **cómo funciona la física** es comprender por qué los objetos caen, cómo viaja la luz, de dónde proviene el sonido, cómo se generan los campos magnéticos o de qué manera los avances científicos han hecho posible las tecnologías que utilizamos todos los días.

Esperamos que este libro no solo responda muchas de tus preguntas, sino que también despierte otras nuevas. Porque la ciencia avanza gracias a quienes nunca dejan de preguntar, y cada respuesta abre la puerta a nuevos descubrimientos.

Bienvenido a **¿Cómo funciona la física?** Que este sea el inicio de un viaje apasionante para comprender las leyes que gobiernan el universo y apreciar la extraordinaria belleza de la física que se esconde detrás de los fenómenos más cotidianos.

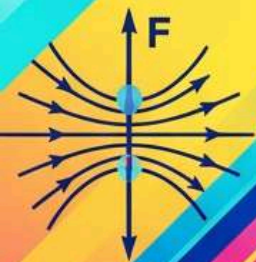
Juan Guillermo Rivera Berrío

2026



¿CÓMO FUNCIONA LA FÍSICA?

EXPLICAR EL UNIVERSO CON REGLAS SIMPLES



Introducción



Figura 1. Introducción

Desde el movimiento de un planeta en su órbita hasta el funcionamiento de tu teléfono inteligente, la física es el lenguaje fundamental que describe cómo funciona el universo. Es la ciencia que busca entender las leyes más básicas que rigen la materia, la energía, el espacio y el tiempo. Al explorar la física, no solo desvelamos los misterios del cosmos, sino que también comprendemos la intrincada maquinaria que hace posible nuestra vida cotidiana.

A menudo pensamos en la física como algo complejo y reservado para científicos con bata blanca, pero la verdad es que todos interactuamos con ella constantemente. Cada vez que lanzas una pelota, sientes el calor del sol o escuchas música, estás experimentando principios físicos en acción. El estudio de la física nos equipa con las herramientas conceptuales para analizar y predecir estos fenómenos, transformando lo aparentemente mágico en comprensible.

Una de las ideas centrales en física es la búsqueda de principios universales. Por ejemplo, la **ley de gravitación universal** de Newton, expresada matemáticamente como:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

nos dice que la fuerza de atracción entre dos objetos es directamente

proporcional al producto de sus masas (m_1 y m_2) e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia (r) que los separa. Esta misma ley describe tanto la caída de una manzana como el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra, demostrando la elegancia y el poder de los principios físicos.

La física moderna ha expandido estas ideas con teorías revolucionarias. La **relatividad especial** de Einstein, que introdujo la famosa ecuación:

$$E = mc^2$$

redefinió nuestra comprensión del espacio, el tiempo, la masa y la energía, demostrando que están intrínsecamente ligados. Posteriormente, la **mecánica cuántica** exploró el mundo subatómico, revelando un universo de probabilidades y comportamientos extraños que desafían nuestra intuición clásica. Estos avances han sido la base de tecnologías que hoy damos por sentadas, desde los láseres hasta los semiconductores.

En este recorrido, nos adentraremos en los pilares de la física: la **mecánica**, que estudia el movimiento; la **termodinámica**, que se ocupa del calor y la energía; el **electromagnetismo**, que describe la electricidad y el magnetismo; y la **física moderna**, con sus descubrimientos en el ámbito de lo muy pequeño y lo muy grande. Al desentrañar estos conceptos, no solo alimentaremos nuestra curiosidad, sino que también desarrollaremos una apreciación más profunda de la maravilla que es nuestro universo y las leyes que lo gobiernan.

FÍSICA

EL LENGUAJE DEL UNIVERSO

De lo más grande a lo más pequeño,
de lo más simple a lo más complejo.

Todo está conectado.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

La misma ley que hace caer una manzana rige el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra.

$$E = mc^2$$

La energía, la masa y la velocidad de la luz están profundamente unidas.

La mecánica cuántica revela un mundo de probabilidades y posibilidades.

MECÁNICA



Estudia el movimiento y las fuerzas que actúan sobre los cuerpos.

TERMODINÁMICA



Se ocupa del calor, la energía y sus transformaciones.

ELECTROMAGNETISMO



Describe la electricidad, el magnetismo y la luz, y su interacción.

FÍSICA MODERNA



Explora el universo subatómico y cósmico con nuevas teorías.

COMPRENDER LA FÍSICA ES COMPRENDER NUESTRO UNIVERSO Y A NOSOTROS MISMOS.
LA CURIOSIDAD ES EL PRIMER PASO. EL CONOCIMIENTO, EL VIAJE SIN FIN.

¿Cómo funciona la gravedad?

La gravedad es una de las fuerzas fundamentales del universo, y su influencia se extiende desde la diminuta órbita de un electrón alrededor de un núcleo hasta las vastas danzas de las galaxias. En su forma más simple, la gravedad es la **fuerza de atracción** que existe entre dos objetos que poseen masa. Cuanta más masa tenga un objeto, mayor será su fuerza gravitatoria. De manera similar, cuanto más cerca estén dos objetos, más intensa será la atracción entre ellos.



Figura 2. ¿Cómo funciona la gravedad?

La gravedad surge cuando la masa y
y energía curvan el espacio-tiempo,
todo sigue esas curvaturas.



Figura 3. Así surge la gravedad.

La formulación matemática que describe esta atracción se debe principalmente a **Isaac Newton**, quien propuso la Ley de Gravitación Universal. Esta ley establece que la fuerza gravitatoria (F_g) entre dos masas (m_1 y m_2) separadas por una distancia (r) es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. La fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Donde G es la **constante de gravitación universal**, un valor numérico que determina la intensidad de la fuerza gravitatoria en el universo.

Más tarde, **Albert Einstein** revolucionó nuestra comprensión de la gravedad con su **Teoría de la Relatividad General**. Einstein propuso que la gravedad no es una "fuerza" en el sentido tradicional, sino una manifestación de la **curvatura del espaciotiempo** causada por la presencia de masa y energía. Imagina una sábana estirada: si colocas una bola pesada en el centro, la sábana se hundirá, creando una deformación. Si luego haces rodar una canica cerca de esa bola, la canica seguirá la curvatura de la sábana, pareciendo ser atraída por la bola pesada. De forma análoga, los planetas orbitan alrededor del Sol porque siguen las trayectorias curvas en el espaciotiempo creadas por la masa del Sol.

Esta idea de la curvatura del espaciotiempo se formaliza mediante las **ecuaciones de campo de Einstein**. Estas complejas ecuaciones relacionan la geometría del espaciotiempo con la distribución de materia y energía dentro de él. Aunque su formulación completa es intrincada, una versión simplificada de una de estas ecuaciones, que muestra cómo la materia y la energía ($T_{\mu\nu}$) curvan el espaciotiempo (representado por el tensor de Einstein $G_{\mu\nu}$), se expresa como:

$$G_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

Donde c es la velocidad de la luz. Esta teoría explica fenómenos que la ley de Newton no podía, como la precesión anómala de la órbita de Mercurio y la desviación de la luz por objetos masivos.

En resumen, la gravedad, desde la perspectiva newtoniana, es una fuerza de atracción universal entre masas. Sin embargo, la relatividad general de Einstein nos ofrece una visión más profunda, describiendo la gravedad como la **geometría misma del espaciotiempo deformada por la presencia de masa y energía**. Ambos modelos son cruciales para comprender el funcionamiento del cosmos y cómo interactúan los objetos celestes.



Figura 4. Los objetos en la relatividad.



La gravedad explica
órbitas, mareas y
caída libre; su
intensidad depende de
la distancia y la masa.





GRAVITATIONAL FIELD





Explicado paso a paso



Modo Claro

¿Cómo funciona la gravedad? (explicado por un experto en Física)

La **gravedad** es una interacción física que hace que los objetos con **masa** (y también la energía) se atraigan entre sí. No es “una fuerza” al estilo de un empujón con la mano, sino que se entiende mejor como una manifestación de cómo la materia **deforma el espacio-tiempo** (en la Relatividad General). En el mundo cotidiano, sin embargo, suele describirse muy bien con la **ley de gravitación universal de Newton**.

En el siguiente objeto interactivo de PhET Explorations, mueve el sol, la tierra, la luna y la estación espacial para ver cómo afecta sus fuerzas gravitatorias y trayectorias orbitales. ¡Visualiza los tamaños y las distancias entre los diferentes cuerpos celestes y desactiva la gravedad para ver lo que pasaría sin ésta!



¿Cómo funciona el magnetismo?

El magnetismo es una de las fuerzas fundamentales de la naturaleza, responsable de fenómenos tan cotidianos como la atracción de un imán a una puerta de refrigerador o la orientación de una brújula. En su esencia, el magnetismo se deriva del movimiento de cargas eléctricas. Cada átomo contiene electrones que orbitan alrededor del núcleo. Este movimiento de los electrones, al ser cargas en movimiento, genera un **campo magnético** diminuto. En la mayoría de los materiales, estos campos magnéticos atómicos están orientados al azar y se cancelan mutuamente, resultando en que el material en su conjunto no sea magnético.



Figura 5. ¿Cómo funciona el magnetismo?

Imanes y Polos: El Comienzo



Cada imán tiene polos; al atraerse o repelerse, las fuerzas crean movimiento y dirección.

Figura 6. Imanes y polos.

Sin embargo, en ciertos materiales, conocidos como **materiales ferromagnéticos** (como el hierro, el níquel y el cobalto), los campos magnéticos de los átomos pueden alinearse en regiones llamadas **dominios magnéticos**. Cuando estos dominios se alinean en la misma dirección, el material adquiere una magnetización neta y se convierte en un imán. La fuerza de este campo magnético se describe mediante el vector de **campo magnético**, usualmente denotado por **B**. Las unidades de medida del campo magnético son los Tesla (T).

La interacción entre campos magnéticos es lo que observamos como atracción o repulsión. Los imanes tienen dos polos: un polo **norte** (N) y un polo **sur** (S). De manera similar a las cargas eléctricas, los polos opuestos se atraen (N con S), mientras que los polos iguales se repelen (N con N, S con S). Esta ley fundamental se puede visualizar mediante las **líneas de campo magnético**, que emergen del polo norte y entran en el polo sur, formando bucles cerrados. La densidad de estas líneas indica la intensidad del campo magnético.

Un concepto crucial en el estudio del magnetismo es el de la **fuerza magnética** sobre una carga en movimiento. Si una partícula con carga q se mueve con una velocidad $\mathbf{v}$ en presencia de un campo magnético **B**, experimentará una fuerza **F** dada por la **fuerza de Lorentz**:

$$\mathbf{F} = q(\mathbf{v} \times \mathbf{B})$$

Esta es una **fórmula vectorial**, donde el símbolo $\times$ denota el producto vectorial. La dirección de la fuerza es perpendicular tanto a la velocidad de la carga como al campo magnético, lo que explica por qué las cargas en movimiento en un campo magnético experimentan una trayectoria curva, como en el caso de los electrones en un tubo de rayos catódicos.

Además de la fuerza sobre cargas en movimiento, el magnetismo también está intrínsecamente ligado a la electricidad a través de la **ley de Ampère-Maxwell**. Esta ley establece que un campo magnético puede ser generado por una corriente eléctrica (cargas en movimiento) o por un campo eléctrico que cambia con el tiempo. La relación matemática se expresa en una de las ecuaciones de Maxwell, que describe cómo

las corrientes eléctricas y los campos eléctricos variables crean campos magnéticos. Inversamente, un campo magnético variable puede inducir una corriente eléctrica, un fenómeno conocido como **inducción electromagnética**, fundamental para el funcionamiento de generadores y transformadores.

La interconexión entre electricidad y magnetismo es tan profunda que a menudo se habla de **electromagnetismo**. El estudio del magnetismo, por lo tanto, no solo explica la atracción de los imanes, sino que también es la base de gran parte de nuestra tecnología moderna, desde motores eléctricos y generadores hasta dispositivos de almacenamiento de datos y resonancia magnética médica. Comprender cómo las cargas en movimiento generan y responden a los campos magnéticos es clave para desentrañar el funcionamiento de innumerales dispositivos y fenómenos en el universo.



Figura 7. Campos magnéticos.

⚡ **Electricidad y** **Movimiento** 🌀

Corrientes y cargas en movimiento generan magnetismo: los motores y generadores lo aprovechan.





Explicado paso a paso



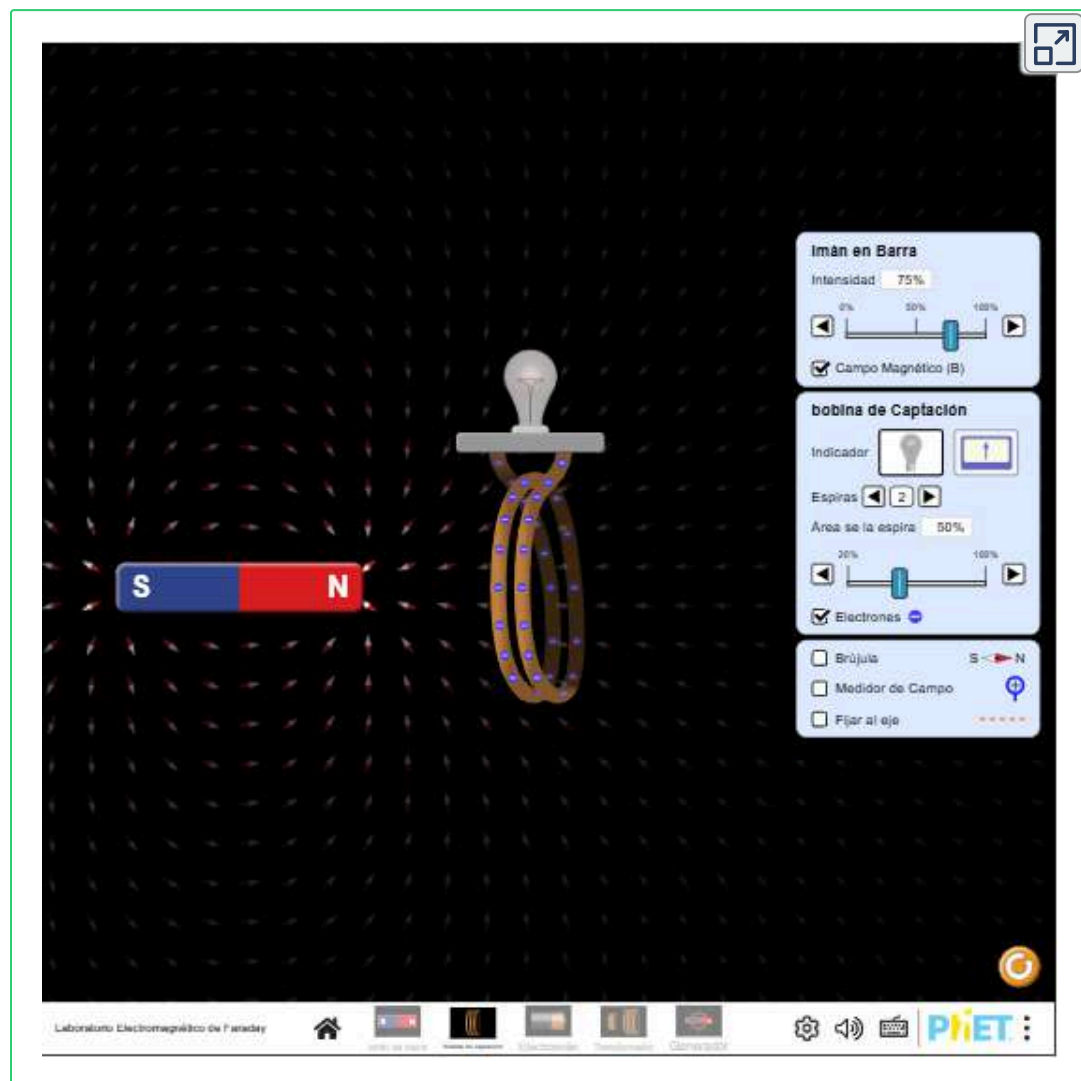
Modo Oscuro

¿Cómo funciona el magnetismo? (explicado por un experto en Física)

El magnetismo es una de las manifestaciones de la interacción electromagnética. A nivel físico, no es “una fuerza misteriosa” separada, sino el resultado del movimiento de cargas eléctricas y de una propiedad cuántica de las partículas llamada **espín**.

En términos simples: los imanes producen un campo

En el siguiente objeto interactivo de PhET se puede predecir la dirección del campo magnético para diferentes ubicaciones alrededor de una barra imantada o un electroimán, comparar y contrastar el comportamiento de las barras imantadas con el de los electroimanes, identificar las características variables de los electroimanes y relacionar la intensidad del campo magnético con la distancia tanto cuantitativa como cualitativamente.



¿Cómo funciona la electricidad?

La electricidad es, en esencia, el movimiento de cargas eléctricas. La unidad fundamental de carga es el electrón, una partícula subatómica con carga negativa. En la mayoría de los materiales conductores, como los metales, los electrones de las capas más externas de los átomos están débilmente unidos y son libres de moverse. Cuando aplicamos una diferencia de potencial, también conocida como **voltaje**, entre dos puntos de un conductor, estos electrones son impulsados a desplazarse desde la zona de menor potencial eléctrico a la de mayor potencial, creando así una **corriente eléctrica**.



Figura 8. ¿Cómo funciona la electricidad?

¿Cómo Funciona la Electricidad?

La corriente fluye a través de circuito: fuente, conductor, carga y camino de retorno.

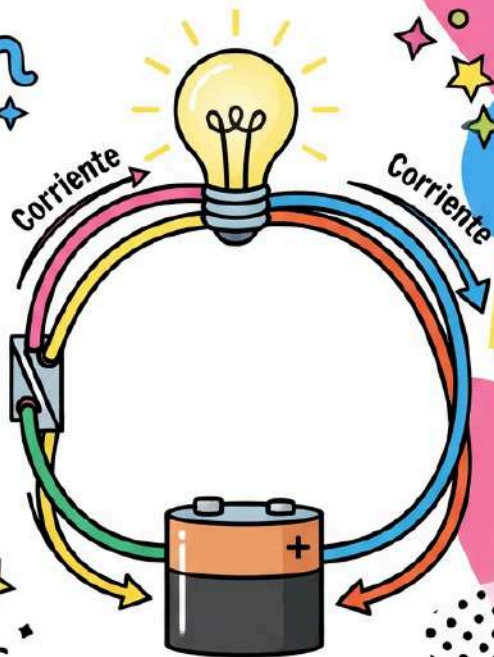


Figura 9. La corriente fluye a través de un circuito

Imagina un río: el agua fluye porque hay una diferencia de altura (un desnivel) que la impulsa. De manera similar, la corriente eléctrica fluye porque hay una diferencia de voltaje que actúa como una "fuerza" impulsora para los electrones. El voltaje se mide en **voltios (V)**, y la corriente eléctrica, que es la cantidad de carga que pasa por un punto en un segundo, se mide en **amperios (A)**.

La relación entre voltaje, corriente y otra propiedad fundamental, la **resistencia**, está descrita por la **Ley de Ohm**. La resistencia es la oposición que presenta un material al paso de la corriente eléctrica y se mide en **ohmios (Ω)**. Esta ley es crucial para entender cómo funciona un circuito eléctrico y se expresa elegantemente mediante la siguiente ecuación:

$$V = I \cdot R$$

Donde V es el voltaje, I es la corriente y R es la resistencia. Si queremos calcular la corriente, podemos reorganizarla como:

$$I = \frac{V}{R}$$

Esto nos dice que, para un voltaje dado, a mayor resistencia, menor será la corriente que fluya.

Además de los electrones, existen otras partículas cargadas que pueden generar corriente, como los **iones** en soluciones electrolíticas o en el plasma. En un circuito, la corriente puede fluir en una dirección constante (corriente continua o CC) o cambiar de dirección periódicamente (corriente alterna o CA). Las centrales eléctricas generan típicamente CA porque es más fácil de transformar a diferentes voltajes para su distribución eficiente a través de largas distancias.

La electricidad no es solo un fenómeno de movimiento; también se

manifiesta como un **campo eléctrico**. Este campo, que rodea a las cargas eléctricas, ejerce fuerzas sobre otras cargas presentes. Si una carga positiva y una negativa se acercan, se atraen debido a la interacción de sus campos eléctricos. Por el contrario, dos cargas del mismo signo se repelen. Esta fuerza eléctrica, descrita por la **Ley de Coulomb**, es la base de muchas interacciones químicas y físicas. La magnitud de la fuerza entre dos cargas puntuales (q_1 y q_2) separadas por una distancia r viene dada por:

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

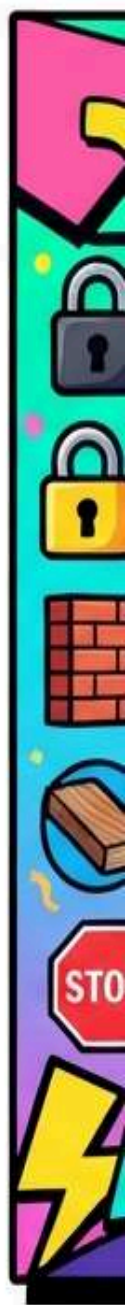
Donde k es la constante de Coulomb, una constante que depende del medio en el que se encuentran las cargas.



Figura 10. El voltaje impulsa los electrones

¿Cómo Funciona la Electricidad?

Los materiales conducen de forma diferente: los aislantes bloquean, los conductores facilitan el flujo de electricidad.







Explicado paso a paso



Modo Claro

¿Cómo funciona la electricidad? (explicado por un experto en Física)

La electricidad es, en esencia, el comportamiento de las cargas eléctricas y de la energía asociada a su movimiento e interacción. En la física, solemos distinguir entre **electricidad estática** —cuando las cargas están acumuladas y no se mueven libremente— y **corriente eléctrica** —cuando las cargas se desplazan por un material conductor, como un cable de cobre.

Para entenderla bien, conviene pensar en tres elementos

En el siguiente objeto interactivo de PhET se puede predecir cómo cambia la corriente cuando se fija la resistencia del circuito y se varía el voltaje. Predice, también, cómo cambia la corriente cuando se fija el voltaje del circuito y se varía la resistencia.

$V = IR$

corriente = 9.0 mA

V
voltaje

R
resistencia

4.5 V 500 Ω

Ley de Ohm

PhET

¿Cómo funciona la luz?

La luz, esa omnipresente fuerza que nos permite ver el mundo, es un fenómeno fascinante que ha intrigado a científicos durante siglos. En su esencia más fundamental, la luz se comporta como una **onda electromagnética**. Esto significa que está compuesta por campos eléctricos y magnéticos que oscilan perpendicularmente entre sí y que se propagan a través del espacio a una velocidad asombrosa. Imaginemos estas ondas como las de un estanque: cuando arrojas una piedra, se generan crestas y valles que se expanden. De manera similar, la luz viaja en estas ondulaciones, y la distancia entre dos crestas consecutivas se denomina **longitud de onda** (representada por λ). La energía de una onda de luz está inversamente relacionada con su longitud de onda; las longitudes de onda más cortas, como las de la luz azul o violeta, transportan más energía que las longitudes de onda más largas, como las de la luz roja.

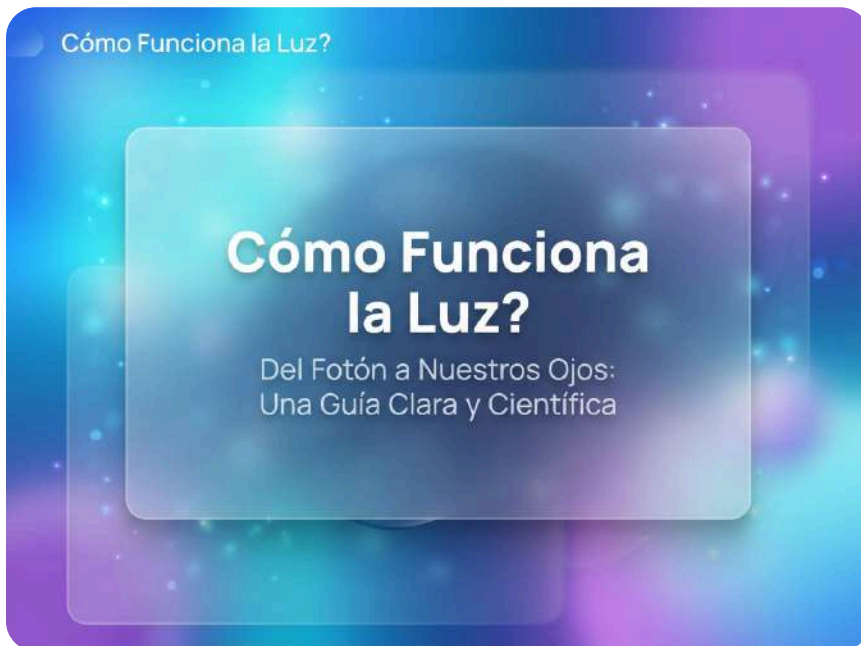


Figura 11. ¿Cómo funciona la luz?

La luz transporta energía en forma de fotones: se propaga como una onda y participa como una partícula.



Figura 12. La luz transporta energía

Sin embargo, la luz no siempre se comporta como una onda. En ciertas situaciones, la luz exhibe un comportamiento de **partícula**, actuando como si estuviera compuesta por pequeños paquetes discretos de energía llamados **fotones**. Esta dualidad onda-partícula es uno de los conceptos más contraintuitivos pero cruciales de la física moderna. Cuando la luz interactúa con la materia, como al golpear la superficie de un metal, puede transferir su energía en cantidades específicas, demostrando su naturaleza de partícula. La energía de cada fotón está directamente relacionada con la frecuencia de la onda de luz, según la célebre ecuación de Planck:

$$E = hf$$

donde E representa la energía del fotón, h es la constante de Planck (un valor fundamental en mecánica cuántica), y f es la frecuencia de la onda de luz. Esta relación es clave para entender fenómenos como el efecto fotoeléctrico.

La **velocidad de la luz** en el vacío es una constante universal, denotada por c . Su valor exacto es de aproximadamente 299, 792, 458 metros por segundo. Esta velocidad es la máxima permitida en el universo, y nada con masa puede alcanzarla. Cuando la luz atraviesa diferentes medios, como el agua o el vidrio, su velocidad disminuye. Este cambio de velocidad es lo que causa la **refracción**, el fenómeno por el cual la luz se desvía al pasar de un medio a otro, haciendo que objetos sumergidos parezcan doblados. El índice de refracción de un material, denotado por n , cuantifica cuánto se ralentiza la luz en ese medio en comparación con su velocidad en el vacío.

La **energía** que transporta la luz es fundamental para muchos procesos en la naturaleza. Por ejemplo, la energía lumínica del Sol es la fuente de la fotosíntesis en las plantas, un proceso que sustenta gran parte de la vida en la Tierra. También es la base de tecnologías como

los paneles solares, que convierten la luz en electricidad. La **difracción**, la capacidad de la luz para curvarse alrededor de obstáculos o extenderse a través de aberturas, es otra manifestación de su comportamiento ondulatorio. Un ejemplo cotidiano es la formación de patrones de colores en un CD o DVD; estos patrones son el resultado de la luz blanca (que es una mezcla de todos los colores visibles) que se difracta al incidir sobre las finas ranuras de la superficie del disco.

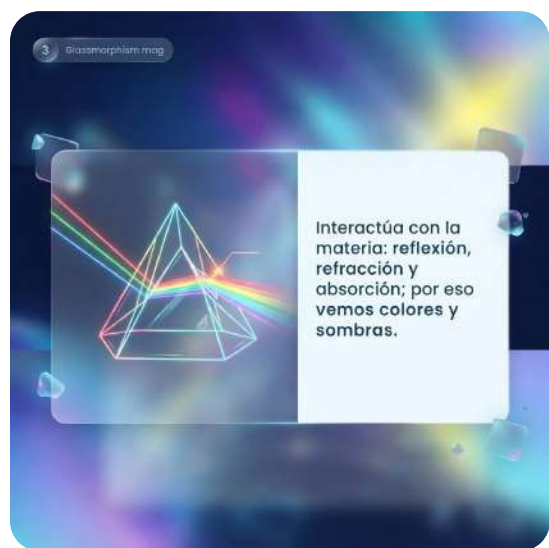
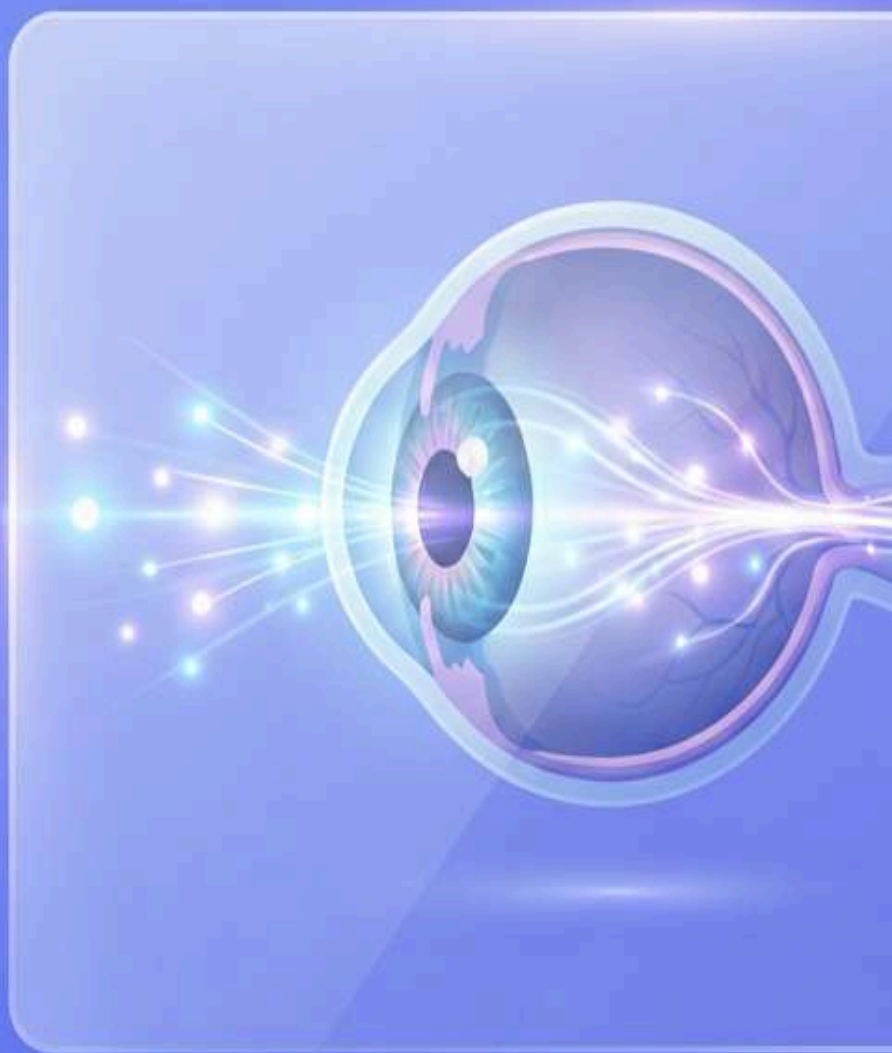


Figura 13. La luz interactúa con la materia.

actúan con la luz para producir vibrantes y cambiantes patrones de color debido a la interferencia de las ondas de luz reflejadas en sus superficies superior e inferior.

Finalmente, la **interferencia** de la luz demuestra aún más su naturaleza ondulatoria. Cuando dos o más ondas de luz se cruzan, sus crestas y valles pueden sumarse (interferencia constructiva, resultando en una mayor intensidad de luz) o restarse (interferencia destructiva, resultando en una menor intensidad o incluso oscuridad). Este fenómeno se observa en las burbujas de jabón o en las manchas de aceite sobre agua, donde las capas delgadas inter-

Cuando los fotones llegan al ojo,
se transforman en señales: el proceso de la visión.



egán a nuestros ojos, se
cerebro interpreta la escena.





Explicado paso a paso



Modo Oscuro

¿Cómo funciona la luz? (explicado por un experto en Física)

La luz es una forma de energía que viaja por el espacio y nos permite ver el mundo. En Física, se entiende como **radiación electromagnética**: una perturbación de los campos eléctrico y magnético que puede propagarse incluso en el vacío, sin necesidad de un medio material.

Además, la luz tiene un comportamiento muy especial: a veces actúa como **onda** y a veces como **partícula**. Esa dualidad es una de las ideas centrales de la física

En el siguiente objeto interactivo de PhET se puede explorar cómo la luz interactúa con las moléculas de nuestra atmósfera, identificar que la absorción de la luz depende de la molécula y el tipo de luz, relacionar la energía de la luz al movimiento resultante, identificar que la energía aumenta de microondas a radiación ultravioleta y predecir el movimiento de una molécula en función del tipo de luz que absorbe.

The screenshot shows the PhET 'Molecules and Light' simulation interface. At the top right is a window icon. The main area features a large black rectangular simulation window. To the right of this window is a list of molecules with their corresponding ball-and-stick models: Monóxido de carbono (CO), Nitrógeno (N_2), Oxígeno (O_2), Dióxido de carbono (CO_2), Metano (CH_4), Agua (H_2O), Dióxido de nitrógeno (NO_2), and Ozono (O_3). Below the simulation window are four light source icons labeled 'Microondas', 'Infrarrojo', 'Visible', and 'Ultravioleta'. An arrow points from left to right below these icons with the text 'Mayor energía'. To the right of the light source icons are controls for 'Normal' (selected) and 'Lento' (radio buttons), a pause button, a play button, and a 'Mostrar espectro de luz' button. At the bottom left is the text 'Moléculas y luz'. At the bottom right are icons for volume, a 'PhET' logo, and a 'PhET' logo.

¿Cómo funciona el sonido?

El sonido, ese compañero invisible de nuestro día a día, nace de las vibraciones. Imagina golpear un tambor: su superficie tiembla y esas sacudidas se transmiten al aire circundante. Estas **ondas de presión** viajan a través del aire, empujando y estirando las partículas de aire a su paso. Piensa en ellas como un efecto dominó microscópico; cada partícula choca con la siguiente, transmitiendo la energía de la vibración.



Figura 14. ¿Cómo funciona el sonido?

Presentación: El fascinante mundo del sonido

2



VIBRACIONES QUE VIAJAN

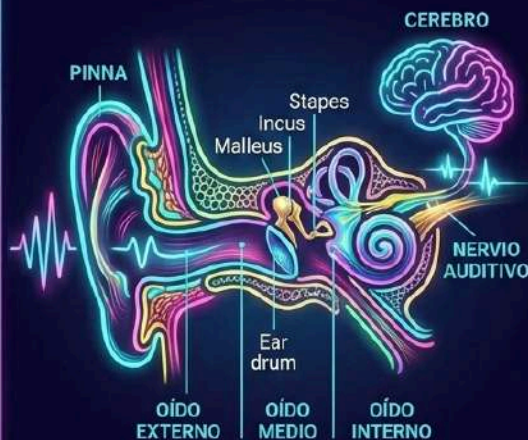
El sonido se origina a partir de **vibraciones** que **mueven el aire** u otros medios.

«U» Originan a partir de vibraciones

≡ Mueven el aire u otros medios (sólidos, líquidos)

Presentación: El fascinante mundo del sonido

2



CÓMO PERCIBIMOS EL SONIDO

El sistema auditivo humano capta las vibraciones y las transforma en señales que el cerebro interpreta.

👂 Captación y canalización (Oído externo)

🔊 Amplificación mecánica (Oído medio)

🧠 Conversión a impulsos nerviosos (Oído interno)

Figura 15. Vibraciones que viajan

Estas vibraciones se propagan como **ondas longitudinales**. Esto significa que las partículas del medio (aire, agua, sólidos) vibran en la misma dirección en la que se mueve la onda. Cuando la fuente sonora se mueve hacia adelante, comprime las partículas del aire que tiene delante, creando una zona de **alta presión** o **compresión**. Luego, al retroceder, estira las partículas, generando una zona de **baja presión** o **rarefacción**. Estas compresiones y rarefacciones alternadas son lo que constituye la onda sonora.

La **frecuencia** de estas ondas determina la **altura** del sonido que percibimos. Se mide en Hertz (Hz), que representa el número de ciclos de compresión y rarefacción por segundo. Una alta frecuencia significa que las ondas llegan a nuestros oídos más rápidamente, lo que percibimos como un sonido agudo (como el chillido de un ratón). Por el contrario, una baja frecuencia resulta en un sonido grave (como el rugido de un león). La relación se expresa como:

$$f = \frac{1}{T}$$

Donde f es la frecuencia y T es el período (el tiempo que tarda un ciclo completo de onda).

La **amplitud** de la onda, por otro lado, está relacionada con la **intensidad** o **volumen** del sonido. Una mayor amplitud implica que las partículas del medio se desplazan una mayor distancia desde su posición de equilibrio, lo que significa que se transfiere más energía. Esta energía se mide en Joules (J), y la intensidad del sonido, que es la potencia por unidad de área, a menudo se expresa en vatios por metro cuadrado (W/m^2). Para simplificar la gran gama de intensidades sonoras, se utiliza la escala de decibelios (dB).

Además de la frecuencia y la amplitud, la **velocidad del sonido** es

crucial. Esta velocidad depende del medio a través del cual se propaga la onda. En general, el sonido viaja más rápido en sólidos que en líquidos, y más rápido en líquidos que en gases. Esto se debe a las diferencias en la densidad y la elasticidad de los materiales. Por ejemplo, la velocidad del sonido en el aire a 20°C es de aproximadamente 343 metros por segundo (m/s), mientras que en el agua puede alcanzar los 1480 m/s . La relación entre velocidad, frecuencia y longitud de onda (λ) se describe mediante la siguiente ecuación fundamental:

$$v = f\lambda$$

Donde v es la velocidad del sonido.



Figura 16. El oído es nuestro receptor del sonido

El cerebro



El cerebro procesa
permitiéndonos oír y

interpreta



a estos impulsos,
entender los sonidos.



Explicado paso a paso



Modo Claro

¿Cómo funciona el sonido? (explicado por un experto en Física)

El sonido es una **perturbación** que se propaga a través de un medio (aire, agua, sólidos). En vez de “viajar materia”, lo que viaja es un **patrón de variaciones de presión y densidad**. Es por eso que en el **vacío** no se oye: no hay medio para transportar esas perturbaciones.

En el siguiente objeto interactivo, diseñado por Julio César Domínguez Tovar y adaptado a DescartesJS por Juan Gmo. Rivera Berrío y José R. Galo Sánchez (2016), permite que el usuario perciba, reconozca y compare distintos tipos de movimiento de un móvil, como punto de referencia, que se encuentra a una velocidad constante con base en el sonido que emiten otros objetos. Además, a partir de los sonidos que se perciben, podrán describir si los movimientos son rápidos o lentos.



¿Cómo funciona un láser?

Un láser, a pesar de su apariencia a menudo simple, es una maravilla de la ingeniería que se basa en principios fundamentales de la física cuántica. Su funcionamiento se puede desglosar en varios pasos clave, comenzando con la **excitación de átomos**. En el corazón de cualquier láser se encuentra un material activo, que puede ser un sólido (como el rubí), un gas (como el helio-neón) o un líquido. Este material está compuesto por átomos o moléculas que poseen electrones en sus órbitas. Para que el láser funcione, estos electrones deben ser "bombeados" a un nivel de energía superior, un proceso conocido como **excitación**. Este bombeo se logra mediante una fuente de energía externa, como una lámpara de destello, otra fuente láser o incluso electricidad.



Figura 17. ¿Cómo funciona un láser?



Figura 18. Magia cuántica en acción

Una vez que los electrones de los átomos del material activo han sido excitados a un estado de mayor energía, permanecen en este estado de forma temporal. Sin embargo, tienden a regresar a su estado de energía original, liberando la energía sobrante en forma de **fotones**, que son partículas de luz. Lo crucial aquí es que, bajo las condiciones adecuadas, este proceso puede volverse **emisión estimulada**. Si un electrón excitado se encuentra con un fotón que tiene la energía exacta para provocar su transición al estado inferior, el electrón liberará un segundo fotón. La característica más asombrosa es que este segundo fotón es **idéntico** al primero: posee la misma energía, la misma frecuencia, la misma fase y viaja en la misma dirección.

Esta emisión estimulada es la base de la amplificación de luz. Imaginemos un gran número de átomos en un estado excitado, conocido como **inversión de población**. Cuando un solo fotón interactúa con uno de estos átomos, se produce un segundo fotón idéntico. Estos dos fotones, a su vez, pueden interactuar con otros átomos excitados, generando más fotones, y así sucesivamente. Este proceso exponencial crea una **cascada de fotones idénticos**, multiplicando la luz coherente. Para que este proceso sea eficiente, se utilizan **cavidades ópticas resonantes**.

La cavidad óptica está formada típicamente por dos espejos colocados en los extremos del material activo. Uno de los espejos es casi completamente reflectante, mientras que el otro es parcialmente reflectante, permitiendo que una pequeña parte de la luz escape. Los fotones generados en la cavidad rebotan entre estos espejos, viajando de ida y vuelta a través del material activo. En cada pasada, interactúan con más átomos excitados, amplificando la luz. Solo los fotones que viajan exactamente paralelos al eje de la cavidad son los que se reflejan repetidamente y se amplifican significativamente. Los fotones que se desvían de esta trayectoria son rápidamente perdidos y no contribuyen a la amplificación.

Finalmente, la luz amplificada que se ha acumulado dentro de la cavidad sale a través del espejo parcialmente reflectante. Lo que emerge es un haz de luz **altamente colimado**, lo que significa que sus rayos son casi paralelos y no se dispersan significativamente con la distancia. Además, la luz es **monocromática** (tiene una sola longitud de onda o color) y **coherente** (todos los fotones están en fase). Estas propiedades son las que hacen que los láseres sean tan útiles en una amplia variedad de aplicaciones, desde la lectura de códigos de barras y la cirugía hasta la investigación científica y la transmisión de datos. La energía de un fotón, que es la base de toda esta magia, se describe mediante la ecuación de Planck:

$$E = hf$$

Donde E es la energía del fotón, h es la constante de Planck, y f es la frecuencia de la luz.



Figura 19. Amplificación de luz



**APLICA
FASCIN**

**¡PULSO
PRECISO!**

CIRUGÍA LÁSER

Precisión de nivel celular
para tratamientos avanzados

REPRODUCCIÓN DE DATOS

Lectura de discos ópticos
para música y datos

¡DATOS!

**¡DATOS
LEÍDOS!**

Lectura de discos ópticos
para música y datos.

De la c
entretenimier
están tran
nuestro

ACIONES NANTES

CORTE INDUSTRIAL

¡CORTE VELOZ!

¡SPARKLE!

CORTE INDUSTRIAL

Corte de materiales con
precisión micrométrica

¡LUCES!

¡WHEEE!

**ENTRETENIMIENTO
Y ESPECTÁCULOS**

Creación de efectos
visuales espectaculares

**LIDAR Y
AUTONOMÍA**

¡MAPA!

¡ESCANE!

**LIDAR Y
AUTONOMÍA**

Mapas 3D en
tiempo real para
vehículos autónomos.

irugía al
nto, los láseres
nsformando
o mundo.



Explicado paso a paso



Modo Claro

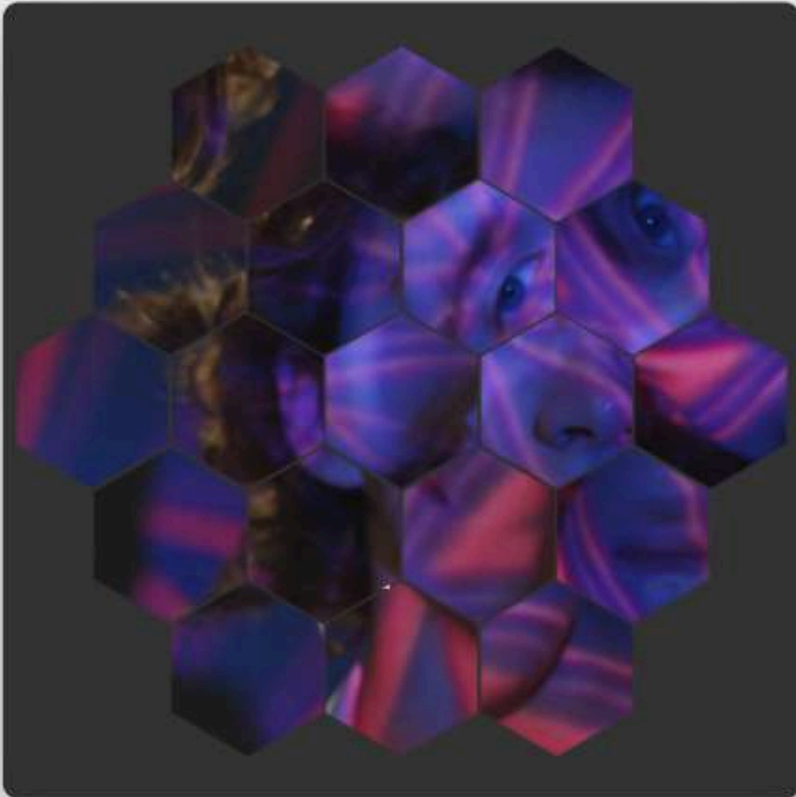
¿Cómo funciona un láser? (explicado por un experto en Física)

Un **láser** ("Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation", Amplificación de luz por emisión estimulada de radiación) es una fuente de luz que produce un haz **muy direccional, monocromático (de una sola longitud de onda) y coherente**. Eso significa que sus fotones están

Video puzzle hexagonal giratorio



Puzzle Hexagonal de Video



Reiniciar Puzzle

Diseñado por Juan Guillermo Rivera Berrio con tecnología Gemini 3.1 Pro

¿Cómo funciona un telescopio?

Un telescopio es una herramienta fascinante que nos permite observar objetos celestes distantes, revelando la vastedad del universo. Su funcionamiento se basa en principios fundamentales de la **óptica** y la **física de la luz**. Básicamente, un telescopio recolecta la luz de un objeto lejano y la enfoca para formar una imagen ampliada.



Figura 20. ¿Cómo funciona un telescopio?



Figura 21. La refracción doblando la luz

Existen dos tipos principales de telescopios: los **refractores** y los **reflectores**. Los telescopios refractores utilizan lentes para desviar la luz. Cuando la luz atraviesa una lente convexa, sus rayos se curvan hacia un punto focal, creando una imagen. La distancia entre la lente principal (objetivo) y el punto donde se forma la imagen es crucial para la magnificación. La fórmula para la magnificación angular (M) de un telescopio refractor es:

$$M = \frac{f_{\text{objetivo}}}{f_{\text{ocular}}}$$

donde f_{objetivo} es la distancia focal del objetivo y f_{ocular} es la distancia focal del ocular.

Por otro lado, los telescopios reflectores emplean espejos para recoger y enfocar la luz. Un espejo cóncavo grande, llamado espejo primario, recoge la luz de los objetos celestes y la refleja hacia un punto focal. Luego, un espejo secundario redirige esta luz hacia el ocular. La ventaja de los reflectores es que los espejos no sufren de la misma **aberración cromática** que las lentes, un fenómeno donde la luz blanca se descompone en sus colores constituyentes al pasar por una lente, creando halos de color alrededor de los objetos.

Independientemente del tipo, la **apertura** del telescopio es un factor determinante en su rendimiento. La apertura se refiere al diámetro de la lente principal (en refractores) o del espejo primario (en reflectores). Una mayor apertura permite recolectar más luz, lo que resulta en imágenes más brillantes y detalladas, especialmente para objetos tenues como galaxias o nebulosas. La capacidad de un telescopio para resolver detalles finos está directamente relacionada con su apertura, según el **criterio de Rayleigh**:

$$\theta \approx \frac{1.22\lambda}{D}$$

donde θ es la resolución angular, λ es la longitud de onda de la luz, y D es el diámetro de la apertura.

La **magnificación** es la capacidad de un telescopio para hacer que un objeto parezca más cercano. Se logra ajustando el ocular, que es una lente pequeña colocada cerca del ojo. Un ocular con una distancia focal más corta produce una mayor magnificación. Sin embargo, la magnificación útil de un telescopio tiene un límite, determinado por su apertura y la calidad de las ópticas. Una magnificación excesiva, más allá de la capacidad del telescopio, solo resulta en una imagen borrosa y oscura, sin revelar más detalles.



Figura 22. Reflexión

• Capturando



el Universo

Los sensores modernos registran la luz, permitiéndonos estudiar el cosmos en detalle.

Píxeles

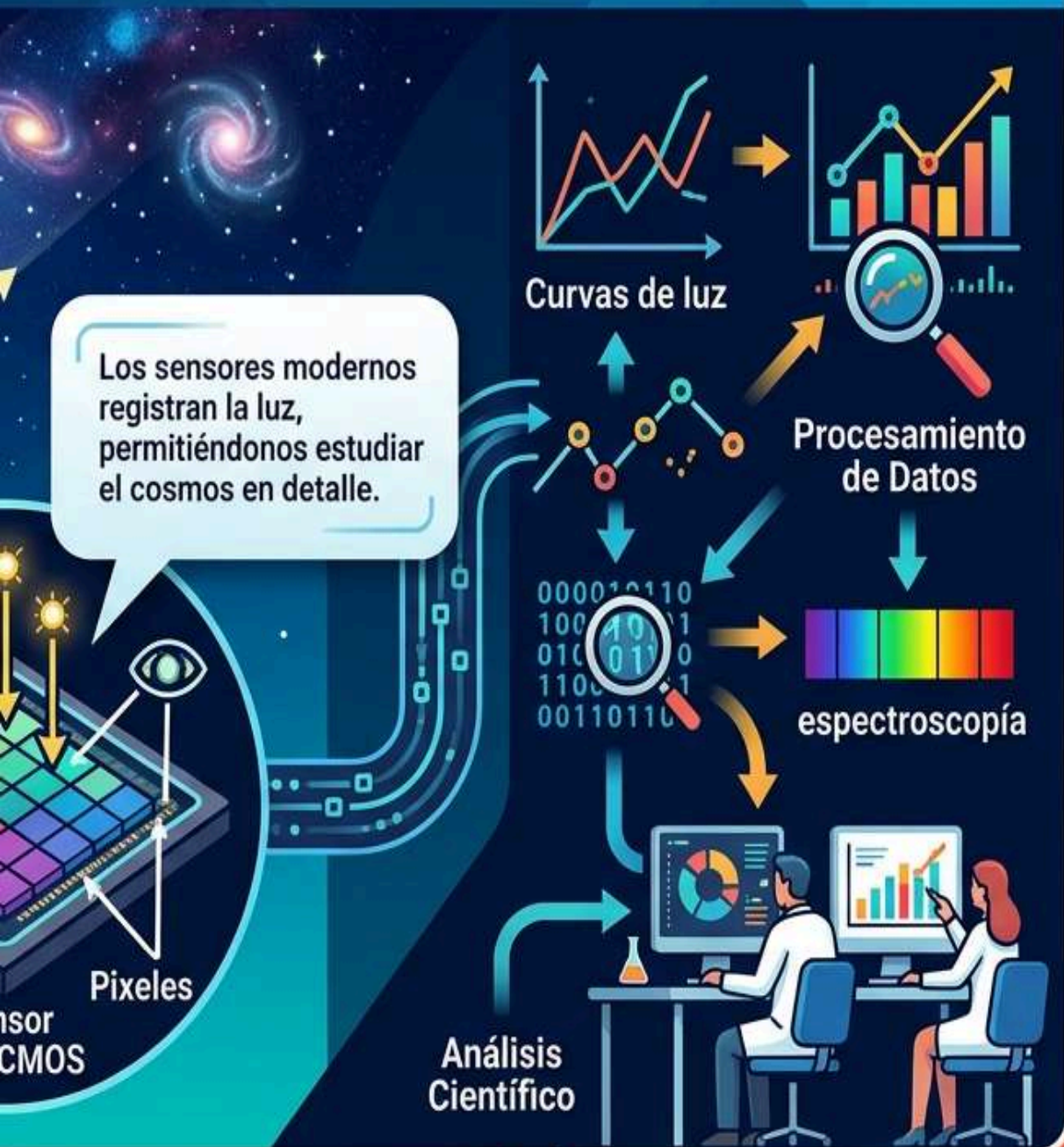
sensor CMOS

Curvas de luz

Procesamiento de Datos

espectroscopía

Análisis Científico





Explicado paso a paso



Modo Claro

¿Cómo funciona un telescopio? (explicado por un experto en Física)

Un telescopio es un instrumento óptico (o a veces radioeléctrico) diseñado para **recoger más luz y/o aumentar el tamaño aparente** de objetos lejanos. En física, su objetivo es transformar una señal (luz) que llega **muy débil y muy “pequeña” en ángulo** desde el cielo en una imagen (o en un patrón de señal) que podamos analizar con más detalle.

La idea central: aunque los objetos están muy lejos, la

El siguiente objeto interactivo, diseñado por Claudio Francisco Nebbia Rubio, permite al usuario manipular algunas variables para simular el comportamiento de la luz, con el fin de que distinga las propiedades geométricas que se presentan tanto en la reflexión como en la refracción de la luz.



¿Cómo funciona un microscopio?

Un microscopio, esa ventana a lo diminuto, opera gracias a un principio fundamental de la física: la **refracción de la luz**. Imagina la luz como una onda que viaja. Cuando esta onda atraviesa un medio de diferente densidad, como el vidrio de una lente, cambia de dirección. Las lentes de un microscopio están cuidadosamente curvadas para **concentrar o dispersar la luz** de una manera específica, magnificando así la imagen de un objeto. Este fenómeno de desviación de la luz al pasar de un medio a otro es la base de cómo un microscopio puede revelar detalles invisibles a simple vista.

¿Cómo funciona un microscopio?

Funciones clave, adaptaciones estructurales, comportamiento de la luz, importancia científica, características únicas.



Quick Facts
Comparison cards

51/1A vs 55/1B



400

35%

#FFFFF

#B0BEC5



Figura 23. ¿Cómo funciona un microscopio?

LUZ: TRAYECTO Y AMPLIFICACIÓN



EL AMO EL
Punto de iluminación
microscópica.



60% — 50%
20% — 20%

El 60% del brillo de la luz atraviesa la muestra y el 20% se refleja. Luego, el 50% del transmitido y el 20% del reflejado llegan al ojo.

La luz atraviesa la muestra, es amplificada por las lentes y forma la imagen que observamos.



MUESTRA
Es el objeto delgado que se coloca sobre el portaobjetos.



CONDENSADOR
Concentra y dirige la luz sobre la muestra para mejorar la iluminación.



FUENTE DE LUZ
Lámpara que emite luz y la dirige hacia el condensador.



MISCUELOS
Lentes adicionales que mejoran el contraste y la resolución de la imagen.



MUESTRA OCULAR



OCULAR
Lente por donde observamos la imagen ampliada.



OJO DEL OBSERVADOR



OBJETIVO
Lente cercano a la muestra que forma la imagen ampliada.



FORMACIÓN DE LA IMAGEN
Solo una pequeña parte de la luz forma la imagen que vemos.



PÉRDIDA DE LUZ
Debido a la emisión y la absorción del sistema óptico.



EN RESUMEN: de toda la luz emitida, solo una pequeña fracción (aproximadamente 1.1%) llega a nuestros ojos como imagen final ampliada.

Figura 24. Luz: trayecto y amplificación

El corazón del microscopio son sus **lentes objetivas y oculares**. La lente objetivo, situada cerca de la muestra, es la primera en interactuar con la luz que atraviesa o se refleja en ella. Esta lente produce una primera imagen magnificada del objeto. Luego, la luz viaja hasta la lente ocular, donde el observador coloca su ojo. La lente ocular actúa como una lupa, magnificando aún más esta imagen intermedia para crear la imagen final que vemos, ahora mucho más grande. La calidad y el diseño de estas lentes son cruciales para la potencia y claridad de la amplificación.

La potencia de un microscopio se describe mediante su **aumento total**, que es el producto del aumento de la lente objetivo y el aumento de la lente ocular. Si una lente objetivo tiene un aumento de $10\times$ (diez veces) y una lente ocular tiene un aumento de $15\times$, el aumento total será de $10 \times 15 = 150\times$. Sin embargo, la **resolución** es igualmente importante, ya que determina la capacidad del microscopio para distinguir entre dos puntos cercanos como entidades separadas. Una alta resolución permite ver detalles finos sin que se fusionen en una sola masa borrosa.

La física detrás de la resolución se relaciona con la **longitud de onda de la luz** (λ) y la **apertura numérica** (NA) de la lente. La resolución (d) se puede estimar con la fórmula de Abbe:

$$d = \frac{\lambda}{2 \times NA}$$

Donde un valor de d menor indica una mejor resolución. Esto significa que para ver objetos más pequeños, se necesita una luz de menor longitud de onda (como la luz azul o ultravioleta) o una lente con una mayor apertura numérica, lo que permite capturar un ángulo más amplio de luz dispersada por el objeto. Los microscopios avanzados, como los electrónicos, utilizan haces de electrones en lugar de luz

visible, ya que los electrones tienen longitudes de onda mucho más cortas, permitiendo resoluciones extraordinariamente altas.

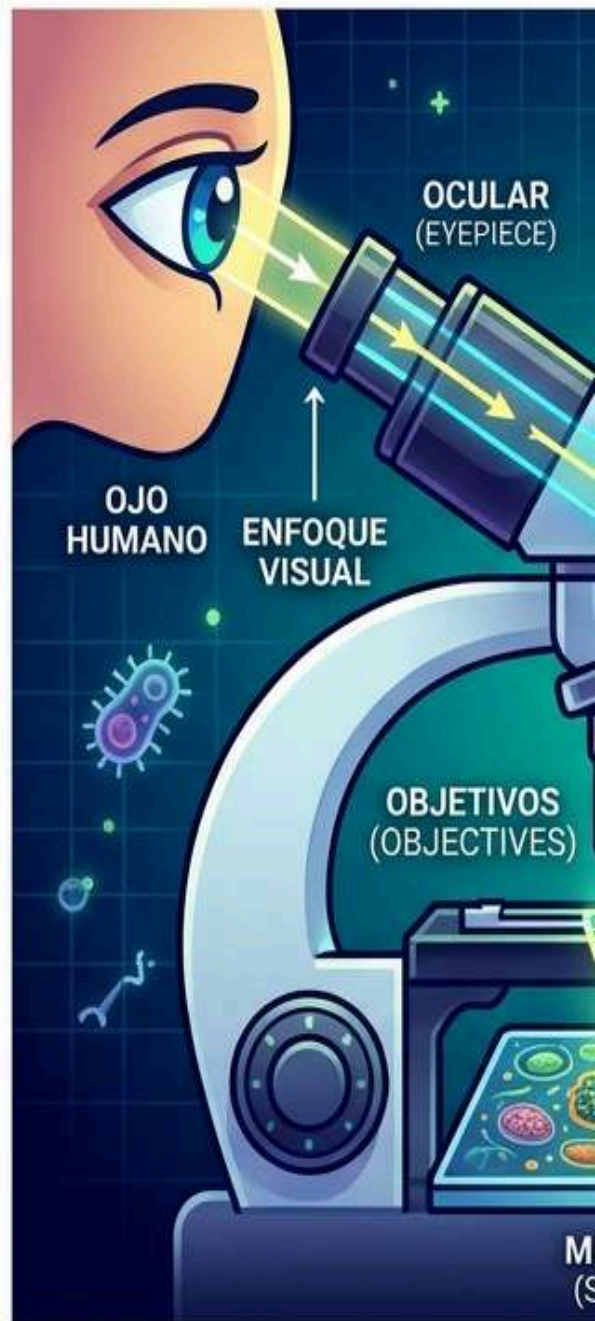
LENTES: EL PODER DE MAGNIFICACIÓN

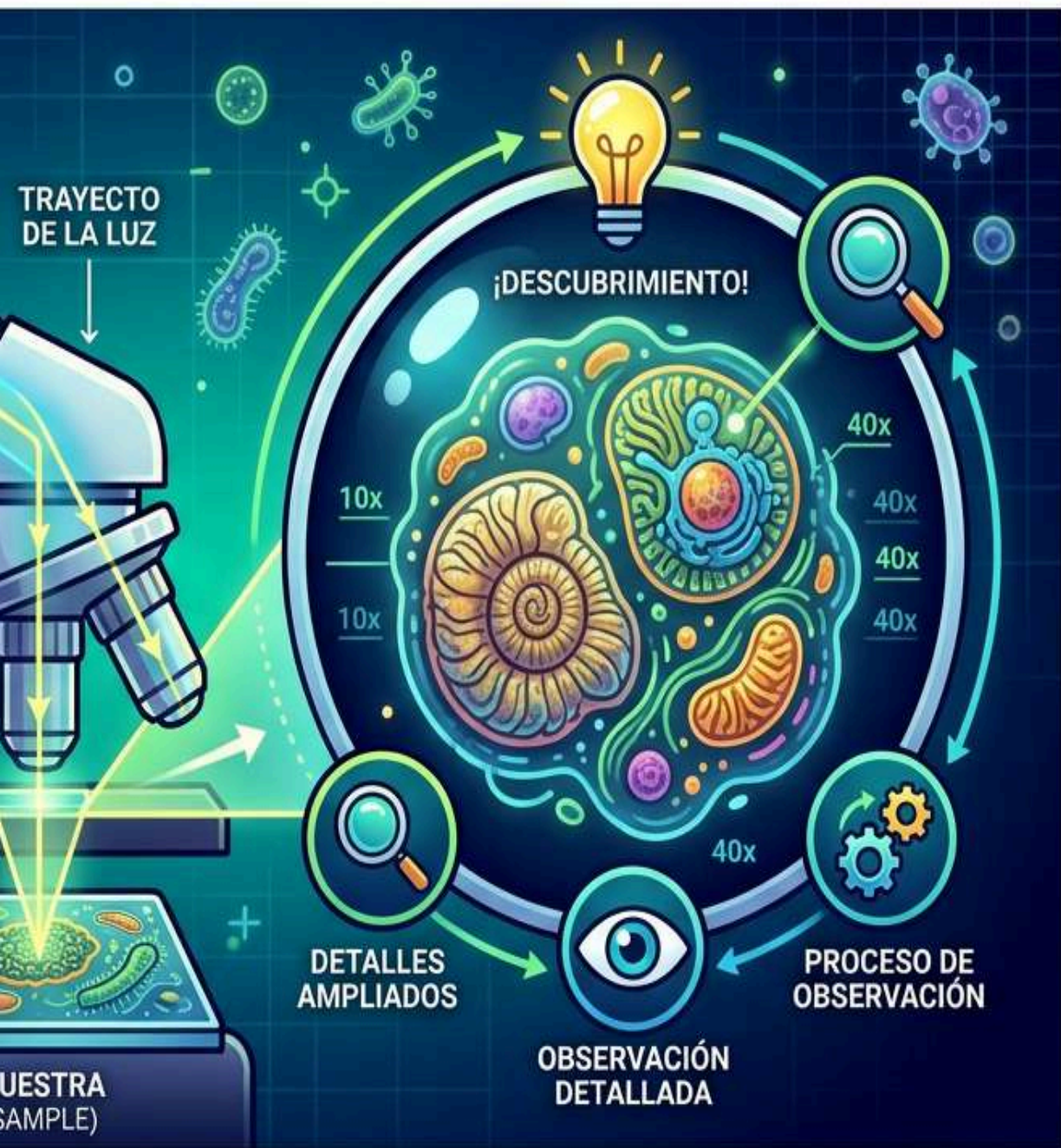


Figura 25. Lentes: el poder de la amplificación.

Visión Clara: Desde el Ocular

El ocular proyecta la ampliada para su observación.







Explicado paso a paso

 Modo Claro

¿Cómo funciona un microscopio? (explicado por un experto en Física)

Un microscopio permite ver detalles muy pequeños porque **amplía** la imagen usando propiedades de la **óptica** (luz) y, en algunos casos, del **análisis del haz** (como en microscopios electrónicos). En un microscopio óptico típico, la clave física es que la luz se comporta como una onda y, por lo tanto, **tiene límites** para “resolver” objetos extremadamente pequeños. Aun así, mediante lentes y técnicas de iluminación, se logra una ampliación útil.

El siguiente objeto interactivo, diseñado por Alejandro Radillo Díaz, Antonio Capella, Eduardo Sacristán y Roberto Romero Arias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), permite el estudio de la refracción de la luz al pasar a medios diferentes y su aplicación en la construcción de lentes convergentes y divergentes. Aplicación de lentes en la construcción de dispositivos amplificadores de imágenes tales como los microscopios.

Se recomienda interactuar con el objeto interactivo en una ventana ampliada (clic en el botón zum).





