

VÍDEO #3 – LENTES Y ESPEJOS

Anteriormente, analizamos a mayor profundidad la física que tiene lugar detrás de los peculiares fenómenos que protagonizan la luz. Comenzamos estableciendo las bases para entender mejor qué era una onda, y cuáles eran sus propiedades. Luego, vimos que, de manera similar a las olas del mar, y el sonido de una guitarra, la luz es otro tipo muy especial de onda, que se forma al perturbar una entidad llamada Campo Electromagnético. Y vimos, también, que los fenómenos como la reflexión en un espejo y la refracción en un cristal, se pueden explicar en base a la manera en que estas ondas electromagnéticas interactúan con nuestro entorno.

Y ahora, con todos estos conocimientos puestos sobre la mesa, vamos a cerrar esta mini-serie de vídeos sobre la luz, hablando un poco sobre las aplicaciones que nosotros, como humanidad, hemos encontrado para aprovechar sus propiedades ópticas, vistas en el anterior vídeo.

Todos los objetos que podemos ver en el universo hacen una de dos cosas: Irradian su propia luz, o lo más común, reflejan la luz irradiada por otro objeto, como los espejos. Aquellos que absorben la luz, obviamente, no podemos verlos. Pero también existen objetos capaces de redireccionar estos rayos, haciendo que converjan en un punto, que diverjan, o que se mantengan paralelos entre sí. Este es el trabajo que tienen las lentes.

Una lente es un instrumento óptico cuyo trabajo es reconfigurar un conjunto de rayos de luz por medio del fenómeno de la refracción. Ya sea que esta luz esté en el espectro visible, infrarrojo, o ultravioleta. Las lentes simples se pueden crear a partir de un simple trozo de un material transparente cualquiera, mientras que las lentes complejas se forman a partir de juntar una serie de lentes simples.

Las lentes son probablemente el instrumento óptico más utilizado en la historia de la humanidad. Se ha encontrado evidencia de lentes que datan desde la antigua Mesopotamia, donde su uso principal consistía en concentrar la luz proveniente del sol y encender así las fogatas.

La forma en la que una lente redirecciona la luz depende casi exclusivamente en la forma que tenga. Las lentes con forma convexa, donde la superficie del material se curva hacia afuera, concentran la luz en un solo punto del espacio, por lo que se les llama Lentes Convergentes.

Por su parte, las lentes con forma cóncava, donde el material se curva hacia adentro, reparten los rayos de luz, de manera que salgan con trayectorias distintas. Estas reciben el nombre de Lentes Divergentes. En las lentes divergentes, la luz, luego de haber pasado a través de ellos, aparenta provenir de un punto detrás de la lente, que en realidad no está ahí.

Estos puntos, hacia los cuales los rayos de luz convergen, o desde los cuales parecen divergen, se llaman Focos, y la distancia desde el centro del lente hasta ellos se llama Distancia Focal. Esta distancia focal es positiva en las lentes convergentes, y negativa en las lentes divergentes.

El inverso de la distancia focal es lo que determina la potencia de la lente, y se mide en dioptrías. Esta es la medida con la cual se calibran las lentes correctivas que prescriben los optometristas.

El ojo también es otro tipo de lente, de tipo convergente, cabe mencionar. Pero, aunque se le considera muchas veces como una hazaña evolutiva, en ocasiones también puede sufrir desperfectos, genéticos o producto del desgaste, que vuelven necesaria la ayuda de instrumentos artificiales.

Por ejemplo, en las personas con miopía, la forma del ojo es tal que el foco donde se concentran los rayos de luz se ubica antes de la retina, nuestro receptor de luz. Esto hace que los objetos lejanos parezcan estar desenfocados. Y, para arreglarlo, se utilizan lentes cóncavas, las cuales hacen divergir a los rayos de luz, lo suficiente como para que, al enfocarse en el ojo, converjan justo en el punto donde se ubica la retina.

Contrariamente, para las personas con hipermetropía, la forma del ojo es tal que el foco donde convergen los rayos de luz se encuentra más allá de la retina, haciendo que los objetos cercanos sean quienes estén desenfocados. En este caso, lo que se debe prescribir es una lente convexa, o convergente. Las lentes convexas hacen que los rayos de luz empiecen a converger antes de entrar al ojo, provocando disminuyendo la distancia focal para que quede en la retina.

Mientras mayor sea la magnitud de la dioptría en un lente, más convergerán o divergirán los rayos de luz. Esto es porque, recordemos, la dioptría es el inverso de la distancia focal. A más dioptría, menor será la distancia desde el foco hacia el lente, haciendo que los rayos cambien de dirección más bruscamente.

Además de ser gran ayuda para tratar problemas de la vista, las lentes también son de mucha utilidad para la formación de imágenes. Son esenciales para la fotografía, debido a que, sin ellos, los sensores de las cámaras captarían un combinado de rayos aleatorios, que luego veríamos como una imagen muy desenfocada.

La lente se encarga de tomar todos los rayos que rebotan desde un punto en el objeto, y posteriormente los redirecciona para que lleguen a otro punto concreto en el sensor de la cámara, evitando que peguen en lugares distintos del sensor. El proceso se repite en todos los puntos del objeto, hasta lograr crear una imagen completa.

Estos puntos, desde donde los rayos se reflejan y hacia donde convergen al momento en que una lente genera la imagen se llaman “puntos conjugados”, y

siempre se encuentran en regiones opuestas respecto al eje óptico. Lo cual, como consecuencia, hace que la imagen generada casi siempre acabe siendo invertida.

Otro tipo de lente muy interesante y muy utilizado es el Lente de Fresnel. Fue diseñado por el físico Agustín Jean Fresnel, durante el siglo XIX, en un intento de mejorar el funcionamiento de los faros que se usaban en aquel entonces.

El problema principal de la época, era que la luz producida por los faros se esparcía en todas direcciones, divergía. Esto provocaba que una fracción muy reducida de todos los rayos generados salieran dirigidos hacia el exterior, donde se necesitaban.

La intensidad de la luz decae con el cuadrado de la distancia. Esto quiere decir que, si uno se encuentra a una distancia x de la fuente de luz, la intensidad va a ser igual a uno dividido entre x al cuadrado. Para distancias grandes, la luz del faro, que ya de por sí era muy poca, se terminaba volviendo prácticamente imperceptible.

Fresnel se dio cuenta de este problema, y diseñó esta lente con forma escalonada. La lente de Fresnel tiene la particularidad de que es capaz de tomar rayos que al principio son divergentes, y redireccionarlos para que vayan todos juntos en la misma dirección. Maximizando la intensidad del faro en una dirección concreta, y volviéndolo más visible a grandes distancias.

Este descubrimiento salvó muchas vidas, y se convirtió en el estándar actual para los faros que se encuentran todavía en operación.

Pero los humanos no son los únicos que pueden crear estos instrumentos. El propio universo es capaz de generar lentes que son millones de veces más grandes a cualquier invención que la humanidad podría esperar a construir, y su existencia surge a raíz de la teoría de la relatividad general.

Gracias a la relatividad general de Einstein, sabemos que cualquier objeto con masa, curva el espacio, deformándolo.

Por otro lado, también sabemos que, de acuerdo con el principio de Fermat, la luz siempre elige seguir el camino que le toma menos tiempo recorrer.

En un espacio plano, sin curvatura, el camino que toma menos tiempo, y que la luz sigue casi siempre, es una línea recta. Pero, cuando el espacio se deforma, ahora el camino más corto, y que toma menos tiempo, es una línea curva. Una línea curva muy especial, llamada "Geodésica". Por lo que la luz, en lugar de seguir un camino recto, irá siguiendo el camino de la geodésica, y rayos que en otras circunstancias divergirían, terminan convergiendo. La masa del objeto ha creado un efecto de lente. Un lente gravitacional.

Einstein ya lo veía venir desde 1912, y en la actualidad, varios telescopios han captado decenas de estos fenómenos en distintos rincones del cosmos.

Los otros instrumentos que son cruciales para el ser humano, y que aprovechan las propiedades ópticas de la luz, son los espejos.

Para que un objeto pueda reflejar al nivel que lo hacen los espejos, necesita tener un alto grado de reflectividad. Es decir, que la onda electromagnética no penetre en el material, o que la fracción de ella que penetre sea mínima. De tal manera, que la mayor parte de la onda sea reflejada exitosamente.

Además, estos objetos necesitan tener un alto grado de planitud en su superficie. O sea, que el tamaño entre las irregularidades del material tiene que ser menor a la longitud de la onda electromagnética. De esa manera, se minimiza el número de rayos que salen desperdigados del objeto, aun si la imagen reproducida no es tan buena.

Los primeros espejos que fueron fabricados por el hombre consistían en piezas circulares compuestas por metales como el cobre y el bronce. En regiones de Mesoamérica, como el territorio maya, estos muchas veces se hacían utilizando obsidiana, y otros materiales como la pirita.

Los espejos crean imágenes gracias a que reflejan los objetos en una forma muy especial: Especularmente. Esto quiere decir que los rayos reflejados por un espejo son equivalentes a los rayos de luz provenientes de un objeto localizado “dentro” del espejo. Como si se tratase de una ventana a otro mundo.

Cuando esto ocurre, y el reflejo en el espejo parece encontrarse “dentro de él”, decimos que se genera una “Imagen Virtual”.

Una “imagen real” por el contrario, ocurre cuando los rayos de luz que se reflejan convergen en un solo punto.

Curiosamente, nuestros ojos no pueden percibir las imágenes reales, mientras que las virtuales sí. Y, del mismo modo, las imágenes reales pueden ser proyectadas en las pantallas, mientras que las virtuales no.

Mucha gente suele pensar que los espejos, al reflejar un objeto, lo voltean horizontalmente, pero esto es incorrecto. Para explicar el porqué, vamos a tratar de visualizar de una manera más intuitiva, qué es lo que está ocurriendo.

Una flecha apuntando a la izquierda o a la derecha, continuará apuntando en las mismas direcciones al reflejarse en un espejo. Lo mismo para una flecha apuntando hacia arriba o hacia abajo. Pero una flecha que apunte hacia adentro, terminará apuntando hacia afuera en el espejo, y viceversa.

Los espejos, en realidad, voltean los objetos alrededor del eje que es perpendicular a su superficie. El eje z en este caso.

Si, por el contrario, colocásemos el espejo en el suelo, ahora una flecha apuntando hacia adentro también lo hará en la imagen reflejada, pero una flecha apuntando hacia arriba, ahora apuntará hacia abajo en el espejo.

La razón por la que vemos las imágenes “volteadas” horizontalmente en los espejos, en realidad se debe a que somos *nosotros mismos* quienes las volteamos sin darnos cuenta.

Cuando queremos ver una imagen, o un texto, a través de un espejo, primero tenemos que voltearlo horizontalmente para que el espejo lo refleje. Si pudiésemos ver a través del papel, veríamos que, en efecto, el texto está volteado, y el espejo solo se ha encargado de reflejarlo para que nosotros lo pudiésemos ver. Los espejos no voltean horizontalmente, nosotros sí.

Todos estos son espejos del tipo “plano”, que generan una imagen casi perfecta, debido a que logran mantener paralelos a los rayos de luz que provienen de algún objeto. Pero no son el único tipo de espejo que puede existir. Las cosas se ponen mucho más raras cuando, en lugar de tener una superficie plana como material reflectante, se tienen superficies curvas.

Al igual que las lentes, los espejos curvos también pueden ser convergentes o divergentes. Dependiendo de su forma, y dependiendo del tipo que sean, estos espejos crearán imágenes muy distintas a partir de un mismo objeto.

Los espejos convexos son los más sencillos. Se encuentran curvados hacia afuera, y por tanto reflejan los rayos de luz de tal manera que divergen fuera de él. Si trazamos el camino que seguirían 2 rayos de luz, vemos que, al reflejarse, pareciera que ambos provinieran de un punto más allá del propio espejo. Al igual que los planos, generan una imagen virtual, que parece ubicarse dentro de él.

Por su parte, los espejos cóncavos se curvan hacia adentro, y por tanto reflejan la luz hacia un punto común. A diferencia de los espejos convexos, que siempre generan imágenes virtuales, los espejos cóncavos pueden generar imágenes tanto virtuales como reales, dependiendo de la distancia a la que se encuentre el objeto a reflejar.

Para demostrarlo, tomemos como ejemplo un espejo cóncavo, cuya distancia focal está denotada por la letra F . Ahora, ubiquemos un objeto a una distancia S del espejo.

En el primer caso, cuando el objeto se encuentra a una distancia menor a la distancia focal, se creará una imagen virtual, y con un cierto aumento en el tamaño.

Si, por el contrario, el objeto se ubica entre una y dos veces la distancia focal, se creará una imagen real, pero esta estará invertida, y sufrirá un aumento de tamaño.

Finalmente, si el objeto está a más de 2 distancias focales del espejo, la imagen generada será del tipo real, invertida una vez más, pero de menor tamaño.

Los espejos convexos son muy utilizados en los retrovisores de los automóviles, garantizando un campo de visión más amplio para el conductor. Y, además, los espejos cóncavos son muy utilizados en los telescopios de tipo reflector (como el que diseñó el propio Isaac Newton).

Por otro lado, también vimos la utilidad de las lentes, tanto para corregir problemas de la vista, como para ayudar a los barcos a navegar a salvo en aguas peligrosas, y garantizar que las imágenes capturadas en las fotografías no salgan desenfocadas.

En definitiva, gracias a sus aplicaciones, tanto las lentes como los espejos, se han convertido en instrumentos clave tanto para nuestra vida cotidiana, como para nuestro desarrollo como sociedad, y nuestro entendimiento del mundo.

Y con esto, termina esta miniserie de vídeos con la que celebramos el día internacional de la luz. Un fenómeno natural muy importante, y que muchas veces se pasa por alto.

SI QUIEREN AGRADECERLE A GIOGIO

Agradecemos especialmente al Dr. Giovanni Ramírez, por darnos la oportunidad de participar en este evento, y bueno, sin más que añadir, muchas gracias por su atención, y que tengan un feliz día.

SI NO QUIEREN AGRADECERLE A GIOGIO Xd

Y bueno, sin más que añadir, muchas gracias por su vernos, y que tengan un feliz día.