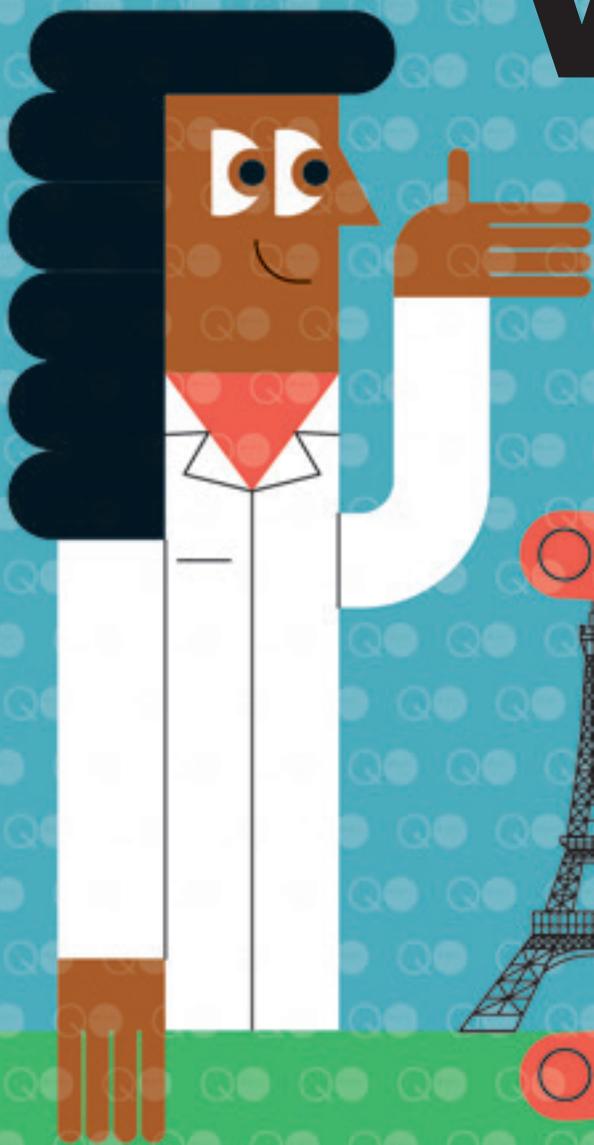


LA CIENCIA DE LA VISIÓN



edebé



Título original: *The Science of Seeing*
Copyright ©2021 Quarto Publishing plc.

Autor: Kris Hirschmann
Ilustración: John Devolle
Ingeniería de papel: Rob Ives

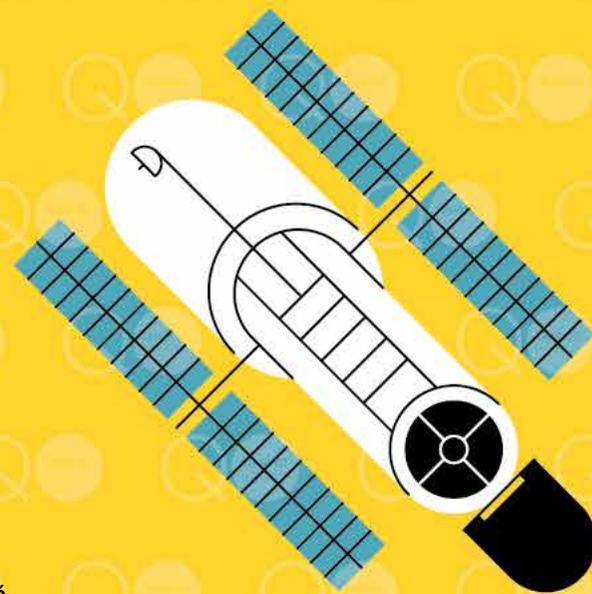
Copyright ©2022 para la edición española: Grupo Edebé

Paseo de San Juan Bosco, 62
08017 Barcelona. España.

Directora de Publicaciones Generales: Reina Duarte
Editora: Marta Sans

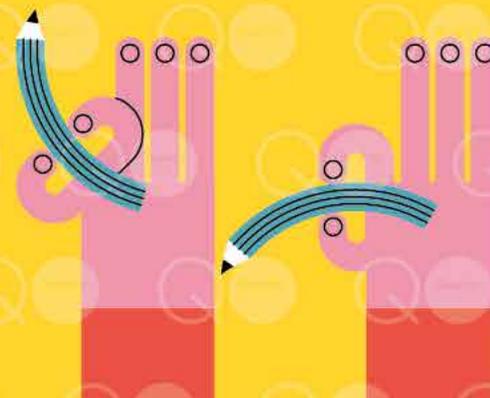
Copyright ©2022 de la traducción: Raquel Duato
ISBN: 978-84-683-5504-7

Depósito legal: B. 10157-2021
Impreso en China. Printed in China



Atención al cliente: 902 44 44 41
contacta@edebe.net
www.edebe.com

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la Ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos - www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.



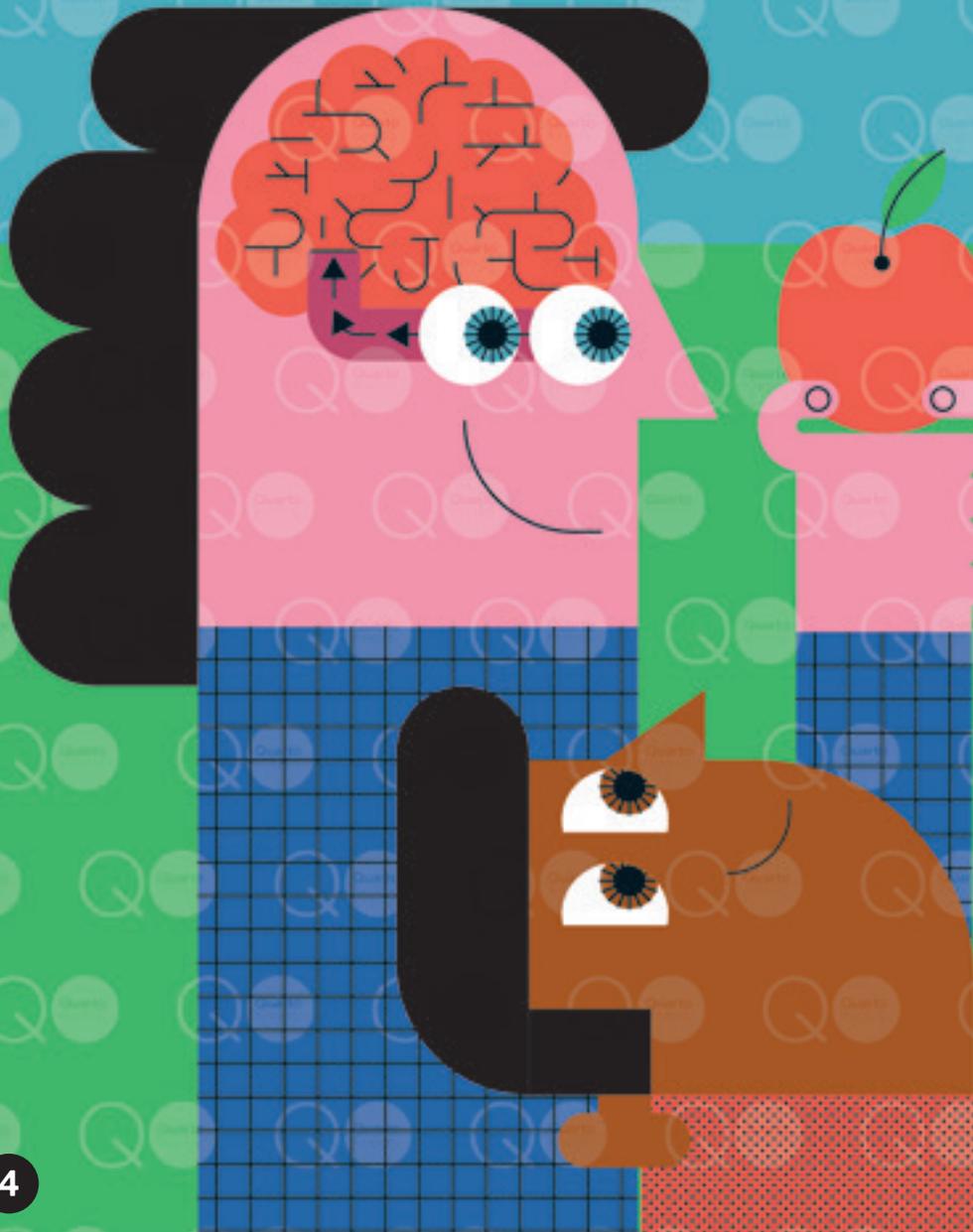
Índice



El sentido más importante	4	Claro y oscuro	34
El interior del ojo humano	6	Ilusiones de luz y oscuridad	36
Ojos asombrosos.....	8	Campo de visión	38
La ciencia de la luz	10	Visión tridimensional.....	40
Maqueta: Periscopio	12	Confusión entre dos ojos	42
Cómo funciona la vista	14	Perspectiva.....	44
Engañemos al cerebro.....	16	Maqueta: Máquina de perspectiva....	46
Cambios de luz	18	Perspectiva e ilusiones de tamaño ...	48
Dispositivos ópticos	20	Deformado y doblado.....	50
Maqueta: Cámara estenopeica.....	22	Figuras imposibles	52
Enfoque.....	24	Maqueta: Triángulo de Reutersvärd..	54
La ciencia del color	26	Visión en movimiento	56
Maqueta: Ruleta de colores	28	Ilusiones de movimiento	58
Visión del color.....	30	Maqueta: Kinegrama mecánico.....	60
Ilusiones y problemas con los colores..	32	Glosario.....	62

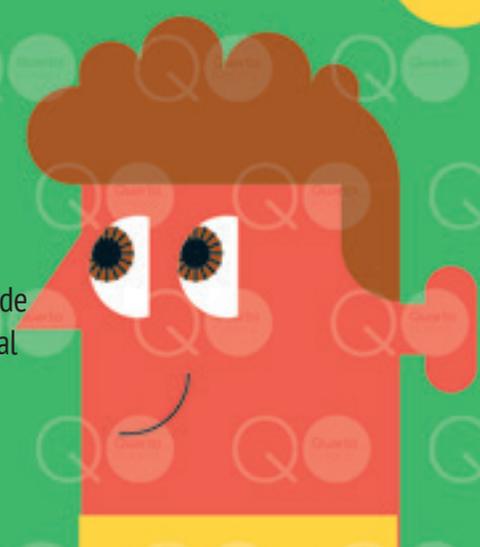
El sentido más importante

Echa un vistazo a tu alrededor. ¿Qué ves? ¿Es de día o de noche? ¿Ves colores vivos o tonos apagados? ¿Reflejos brillantes o sombras profundas? ¡Los científicos creen que el 80-85 % de la información que recibimos del mundo proviene de la vista!



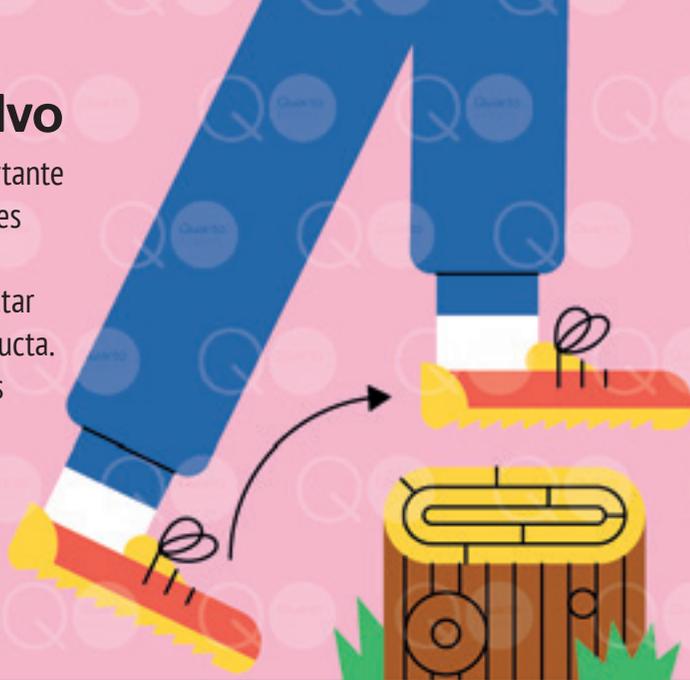
Vista frente a visión

Las palabras «vista» y «visión» tienen un significado similar, pero no son exactamente lo mismo. La vista es el proceso mediante el que los ojos captan luces e imágenes. La visión es lo que sucede cuando esta información se envía al cerebro, donde se interpreta. El cerebro te dice qué estás viendo.



Mantenerse a salvo

Para las personas, la vista es importante para mantenerse a salvo. Cuando ves las cosas, puedes evitar chocar contra ellas. También puedes detectar posibles peligros y adaptar tu conducta. Por ejemplo, ves obstáculos con los que puedes tropezar y te apartas para evitarlos.



Otras formas de «ver» el mundo

No todos los animales dependen de la visión del mismo modo que los humanos. Por ejemplo, los perros y los lobos obtienen la mayoría de la información del olfato. Los topos dependen del tacto para moverse en sus oscuras madrigueras subterráneas. Y los murciélagos usan su extraordinario oído; envían sonidos que rebotan como el eco para obtener información del mundo que los rodea.

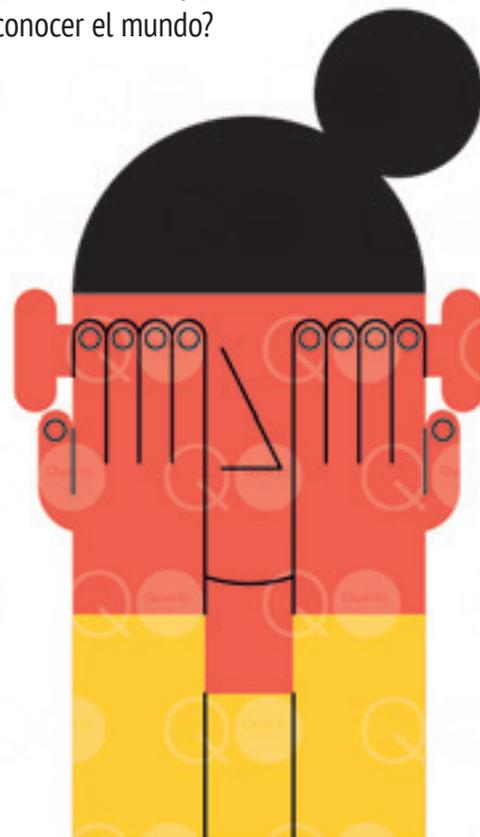


Fuente de información

Descubre cuánta información te ofrecen los ojos con este sencillo experimento.

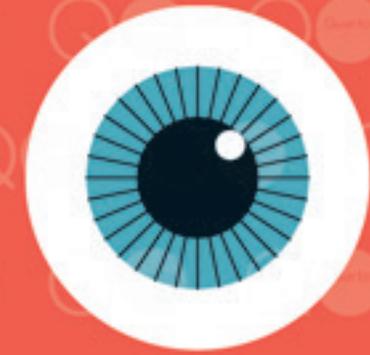
Siéntate o quédate de pie en una habitación, cualquier estancia sirve. Cierra los ojos y utiliza los sentidos del olfato, el tacto y el oído para recopilar información sobre la sala. Sin abrir los ojos, descríbela lo más detalladamente posible. Puedes hacerlo por tu cuenta o con un amigo, si quieres.

¿Has acabado? Bien, ahora abre los ojos y mira a tu alrededor. ¿Qué puedes añadir a tu descripción? ¡Probablemente muchas cosas! ¿Ves cuánto nos ayuda la vista a conocer el mundo?



El interior del ojo humano

El ojo humano es una compleja maravilla. Tiene una estructura perfecta compuesta por muchas partes que trabajan juntas para captar información visual y transmitirla al cerebro.



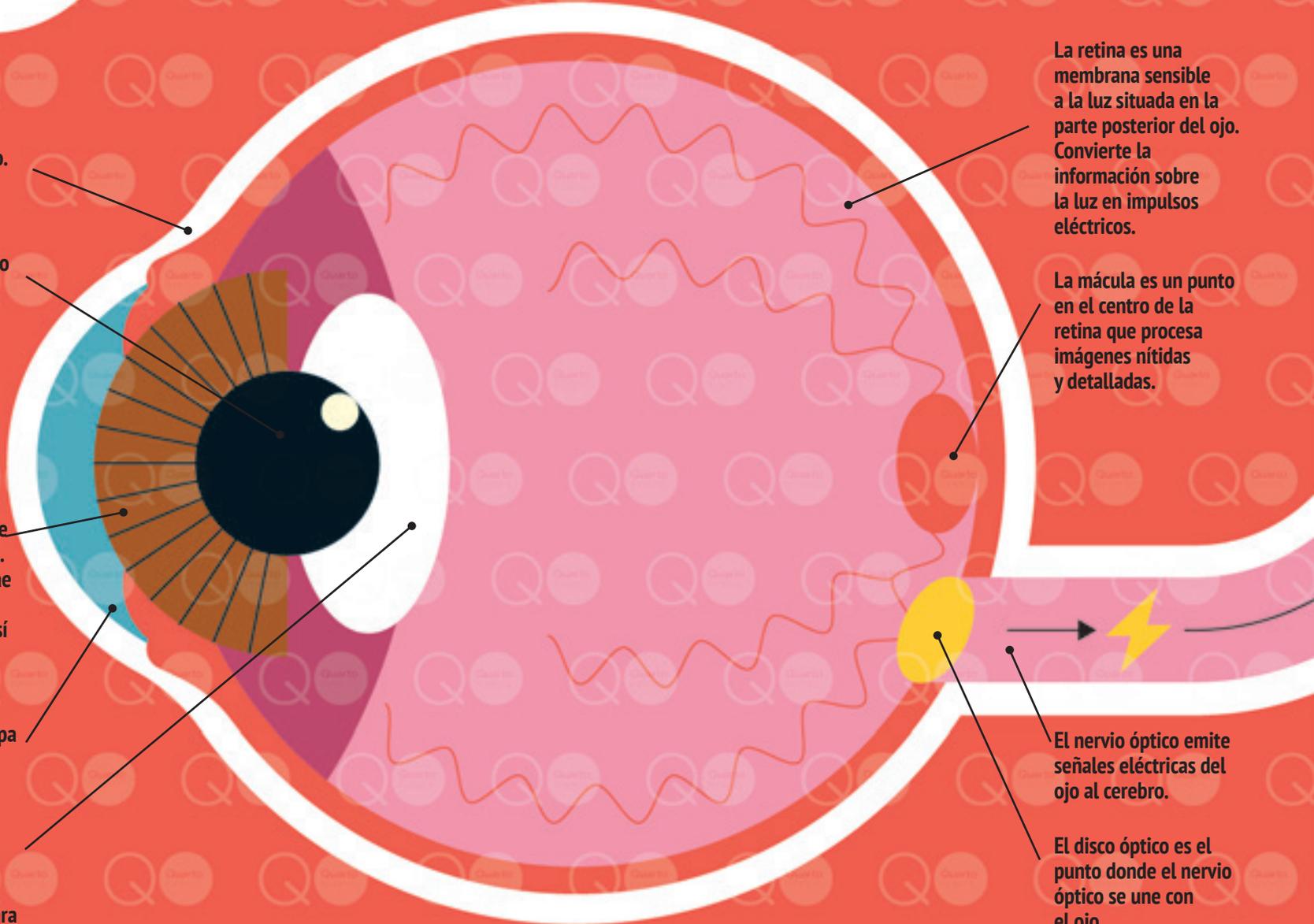
La esclerótica es la parte blanca del ojo. Protege el globo ocular.

La pupila es el punto negro en medio del ojo. Es una abertura que permite que la luz entre en él.

El iris es un anillo de músculos coloreado. Se dilata y se contrae para cambiar de tamaño la pupila. Así controla la luz que entra en el ojo.

La córnea es una capa transparente que protege el iris y la pupila.

La lente se sitúa detrás de la pupila. Cambia de forma para enfocar la luz.



La retina es una membrana sensible a la luz situada en la parte posterior del ojo. Convierte la información sobre la luz en impulsos eléctricos.

La mácula es un punto en el centro de la retina que procesa imágenes nítidas y detalladas.

El nervio óptico emite señales eléctricas del ojo al cerebro.

El disco óptico es el punto donde el nervio óptico se une con el ojo.



Muchos colores

El iris humano presenta muchos colores diferentes. El color de tus ojos depende de los **genes** que heredas de tus padres. Algunos colores de ojos son más frecuentes que otros. El marrón es el más común y el verde, el menos habitual. ¡Los ojos humanos también pueden ser azules, grises, avellana o incluso rojizos!



Mira tus vasos sanguíneos

En la retina se entrecruza una red de vasos sanguíneos que transportan nutrientes y oxígeno hasta los ojos. Tiene un dibujo único, como una huella dactilar. Prueba esto para ver cómo son tus vasos sanguíneos.

Necesitas:

- Una linterna
- Una habitación oscura
- Un espejo de mano

1. Entra en una habitación oscura con la linterna y el espejo.
2. Cierra un ojo y mira al espejo.
3. Ilumina el ojo abierto con la linterna desde un lado. Espera con paciencia durante unos segundos mientras los ojos se adaptan. De repente, verás que aparece un dibujo de líneas. ¡Son tus vasos sanguíneos! Un truco: si parpadeas varias veces, quizá el dibujo aparezca más rápido.

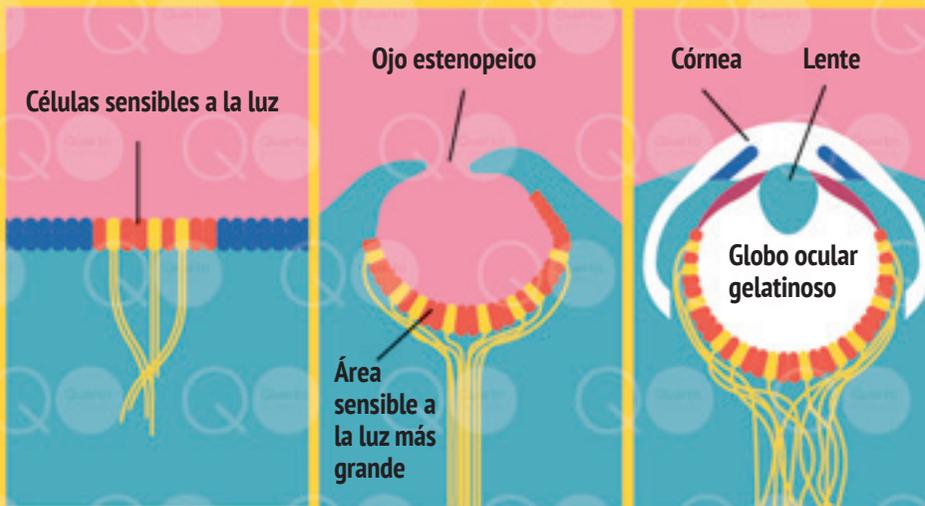


Ojos asombrosos

Como principal **órgano** de la vista, los ojos son el punto de inicio de la visión. Nuestros ojos reciben luz, junto con información sobre el color, la luminosidad y el movimiento, entre otros datos. Convierten toda esta información en señales eléctricas y envían esas señales al cerebro para su interpretación.

La evolución de los ojos

Los primeros «ojos» eran solo puntos sensibles a la luz que aparecieron en organismos unicelulares hace unos 550 millones de años. Aun así, los animales con ojos contaron con una gran ventaja al poder reunir información visual sobre el mundo. Por eso, prosperaron y **evolucionaron**.



Los primeros ojos eran porciones de células que mostraban a sus portadores zonas más claras u oscuras del medio ambiente.

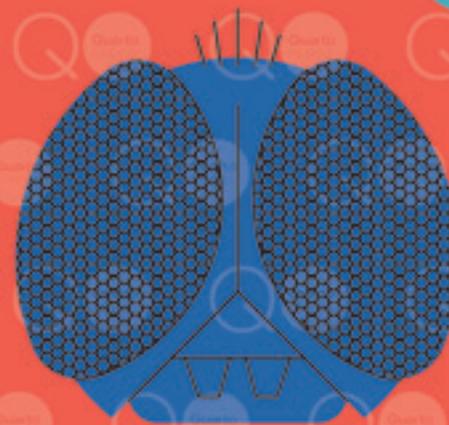
Con el tiempo, se desarrolló un ojo estenopeico, que permitió a los animales ver formas y dibujos más claramente y les ayudó a cazar presas.

Finalmente, los ojos desarrollaron córneas y lentes, ¡que permitieron enfocar y ofrecieron una imagen rica y detallada del mundo exterior!

Los ojos de los animales

Los científicos creen que, con el tiempo, los ojos complejos han evolucionado de 40 o 50 formas distintas. Aquí te mostramos algunos ojos de animales asombrosos.

Los caracoles tienen manchas oculares en los extremos de sus **antenas**. Diferencian la luz y la oscuridad, pero no pueden ver imágenes.



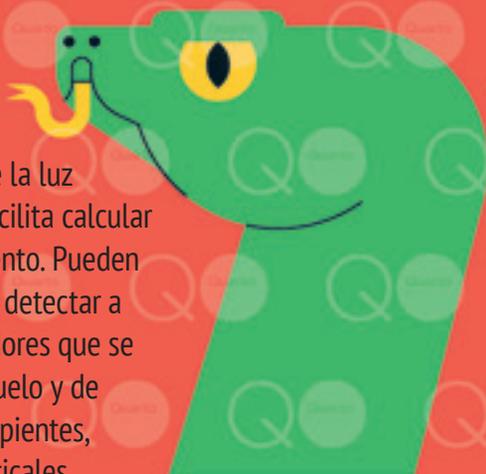
Los insectos y algunos crustáceos, como los cangrejos y las gambas, tienen ojos compuestos. Cuentan con muchas lentes y el cerebro combina la información de todas ellas para crear información visual.

Los ocelos son manchas oculares que perciben la luz, la oscuridad y el movimiento. Muchos **artrópodos** tienen ocelos, además de ojos más grandes.





Muchos animales que se mantienen activos por la noche tienen capas reflectantes en la parte posterior de los ojos. ¿Alguna vez has visto cómo brillan los ojos de un gato a la luz de una linterna? ¡Eso se debe a la capa reflectante!



Las pupilas verticales cambian la forma en que la luz entra en el ojo, lo que facilita calcular la distancia y el movimiento. Pueden ayudar a los cazadores a detectar a sus presas. Los depredadores que se mueven muy cerca del suelo y de noche, como algunas serpientes, suelen tener pupilas verticales.



¡Los ojos de los peces *anableps* están divididos por la mitad! La mitad superior está diseñada para ver en el aire, y la mitad inferior ve mejor bajo el agua.

La luz a través del aire y del agua

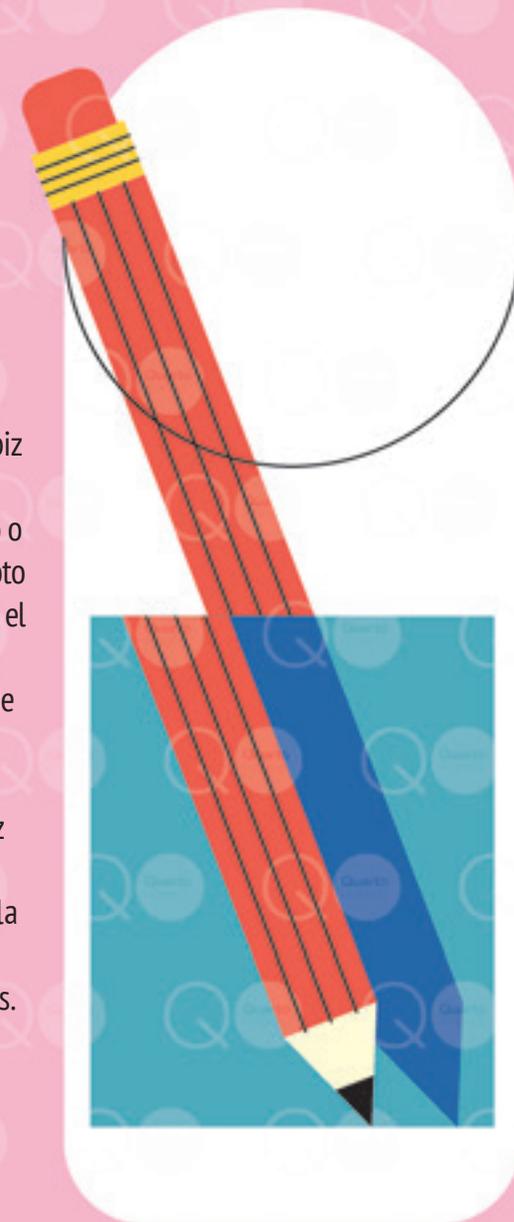
Este sencillo experimento demuestra que la luz viaja de manera diferente por el aire y por el agua.

Necesitas:

- Un vaso transparente
- Agua
- Un bolígrafo o un lápiz

1. Llena el vaso de agua hasta la mitad.
2. Mete el bolígrafo o el lápiz en el vaso.
3. Ahora observa el bolígrafo o el lápiz. Parece que está roto en la línea donde empieza el agua. La parte sumergida también parece más grande que la parte superior.

¿Por qué sucede esto? La luz viaja más despacio por el agua que por el aire. Se dobla o refracta y eso cambia la forma en que llega a tus ojos. El agua y el cristal causan además un leve efecto amplificador. Por eso el lápiz parece más grande bajo el agua.



La ciencia de la luz

Antes de poder comprender la visión, tenemos que conocer los fundamentos básicos de su funcionamiento. Echemos un vistazo a la ciencia de la luz.



Cómo viaja la luz

Los científicos aún están estudiando la naturaleza exacta de la luz. La mayoría coincide en que se produce en paquetes diminutos de **energía** llamados **fotones** que viajan en ondas, pero que también se comportan como objetos. La velocidad de la luz es de 300 000 km/s y se la conoce como «el límite de velocidad en el universo», porque nada viaja más rápido.

Espejos y reflejos

Los objetos lisos y brillantes, como los espejos, reflejan la luz casi a la perfección. La luz rebota en el espejo con un ángulo y entra en nuestros ojos. Vemos la imagen con la misma claridad que si la estuviéramos mirando directamente. Los caleidoscopios y periscopios son dos dispositivos cuyo funcionamiento se basa en los espejos.

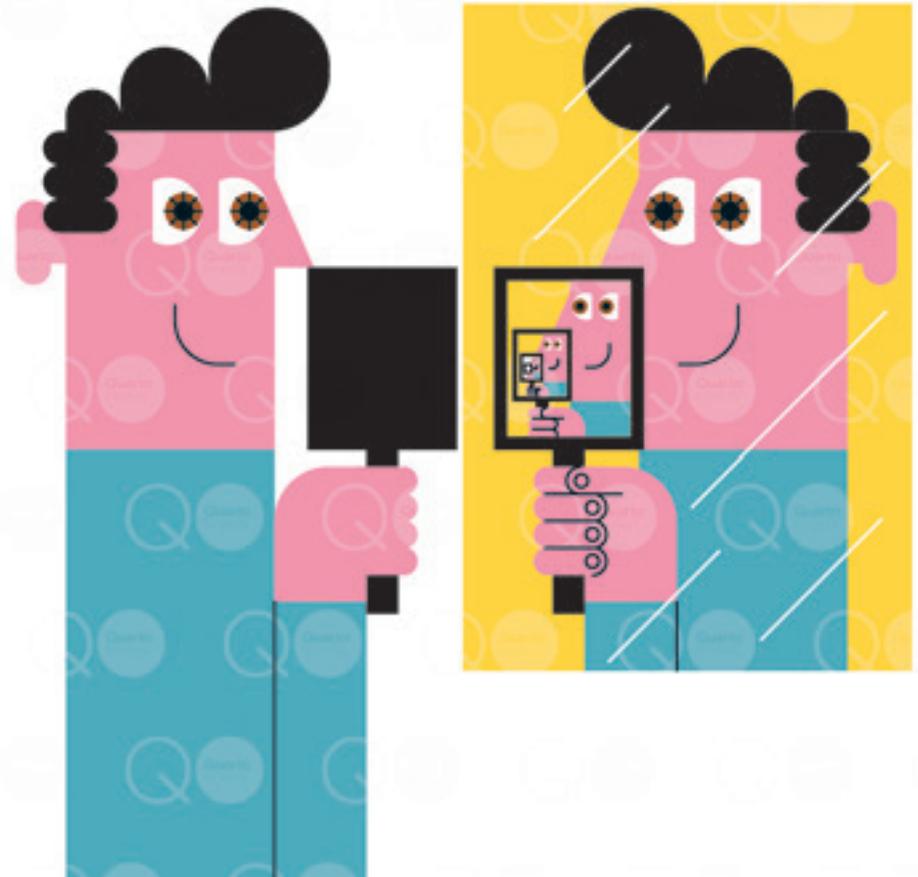
Christiaan Huygens

El físico holandés Christiaan Huygens (1629-1695) enunció la teoría ondulatoria de la luz en 1678.



Reflejos infinitos

Ponte delante de un espejo de pared. Sostén un espejo de mano delante de ti, gíralo hacia el de la pared y muévelo hasta que veas un reflejo del espejo de mano. Ahora inclínalo hasta que veas una larga línea de reflejos del espejo de mano, cada vez más pequeños. ¡La luz rebota de un espejo al otro hasta el infinito!



Reflejos cilíndricos

Un espejo en forma de **cilindro** refleja la luz de formas interesantes. ¡Observa cómo este cilindro une imágenes para crear algo totalmente nuevo!



Ángulo de la luz

Comprueba cómo rebota la luz en los espejos con este experimento.



Necesitas:

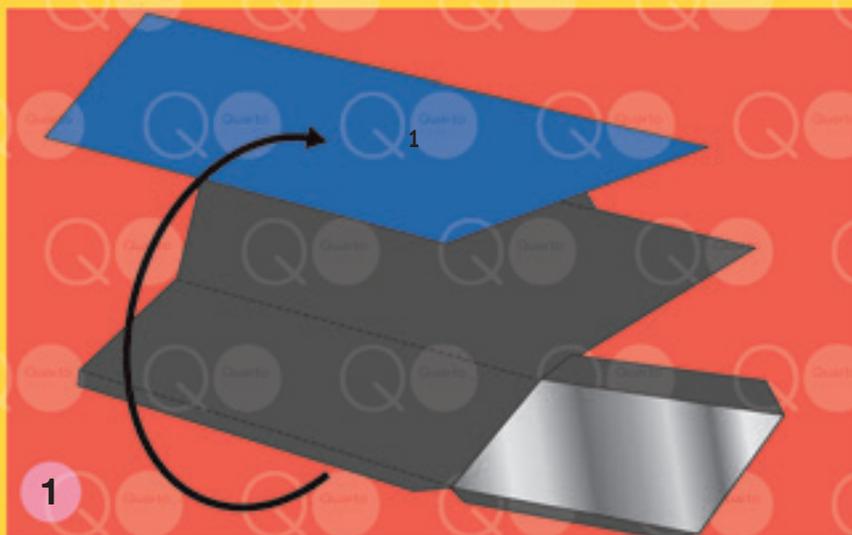
- Un peine de bolsillo
- Un espejo de mano
- Un folio de papel blanco
- Una linterna
- Una habitación que puedas dejar a oscuras

1. Coloca el folio de papel blanco sobre una mesa. Pon el espejo en un extremo del papel y apóyalo de manera que se sostenga de pie solo.
2. Coloca el peine sobre el papel a unos 20 cm del espejo.
3. Apaga las luces, levanta el peine y enfoca con la linterna el espejo a través del peine. Verás rayos de luz que salen del peine y rebotan en el espejo.
4. Cambia la inclinación del peine mientras sigues enfocando con la linterna el espejo. Observa cómo cambia el ángulo de la luz.

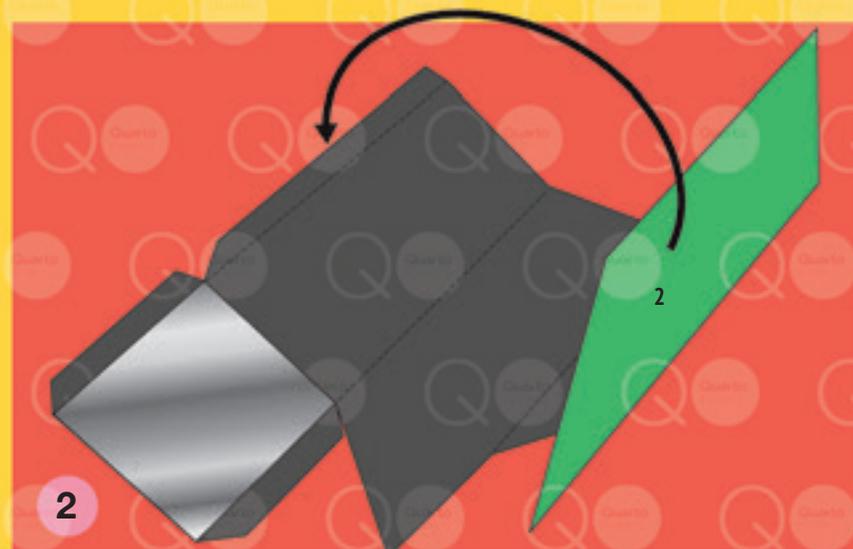
Maqueta: Periscopio

Este periscopio usa espejos para ofrecer dos prácticas funciones: utilízalo para echar un vistazo discreto detrás de ti o dobla uno de los tubos para ver por encima de obstáculos y a la vuelta de las esquinas.

Extrae las piezas de la lámina de cartón con cuidado y dóblalas por las líneas de puntos. Para esta maqueta, necesitas pegamento y los dos espejos de tu kit.



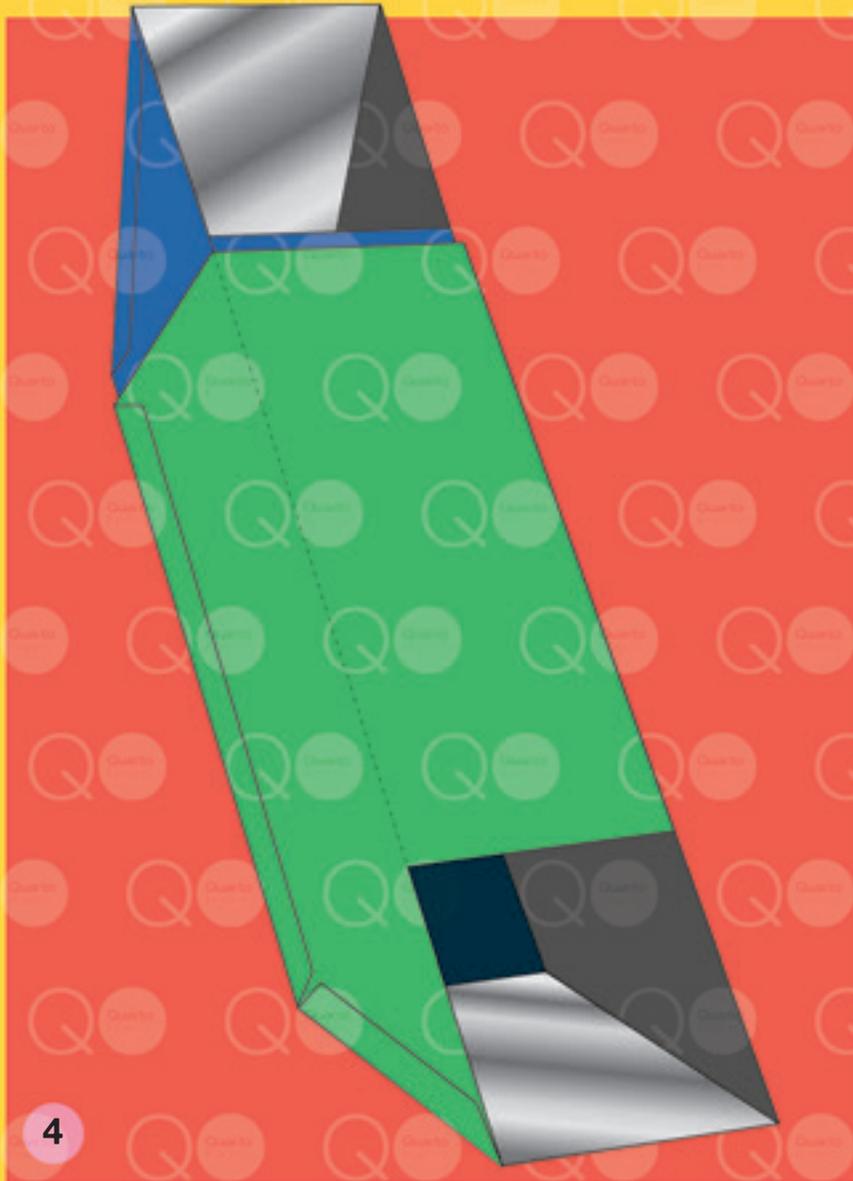
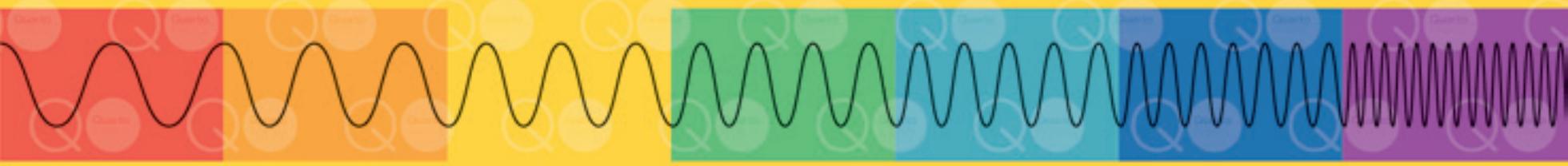
Retira la película protectora de los espejos. Pega uno donde se indica en el tubo interior (1). Dobra la pieza y pégala.



Pega el otro espejo en su lugar en el tubo exterior (2). Dobra la pieza y pégala.

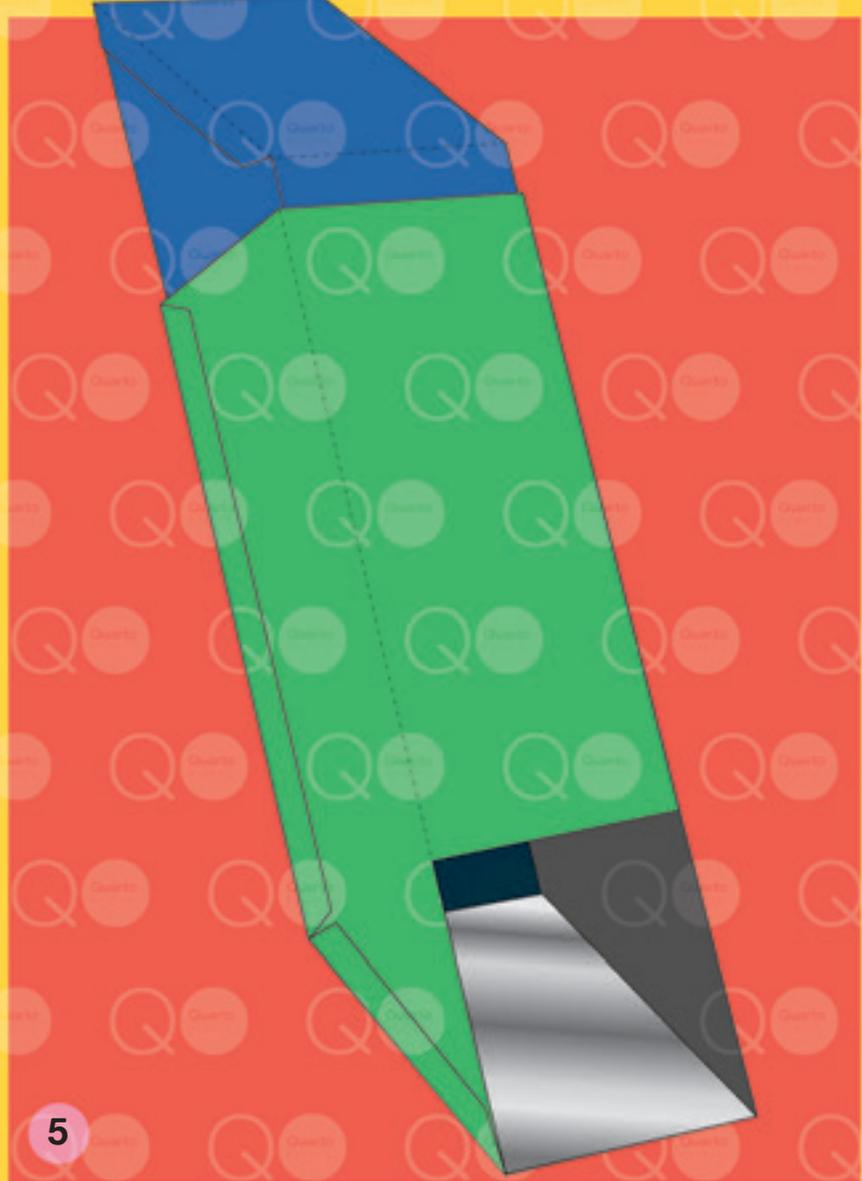


Pega las pestañas de las solapas de los dos espejos a la parte exterior de los tubos.



4

Para mirar detrás de ti, introduce el tubo interior en el tubo exterior dejando la abertura en el mismo lado.

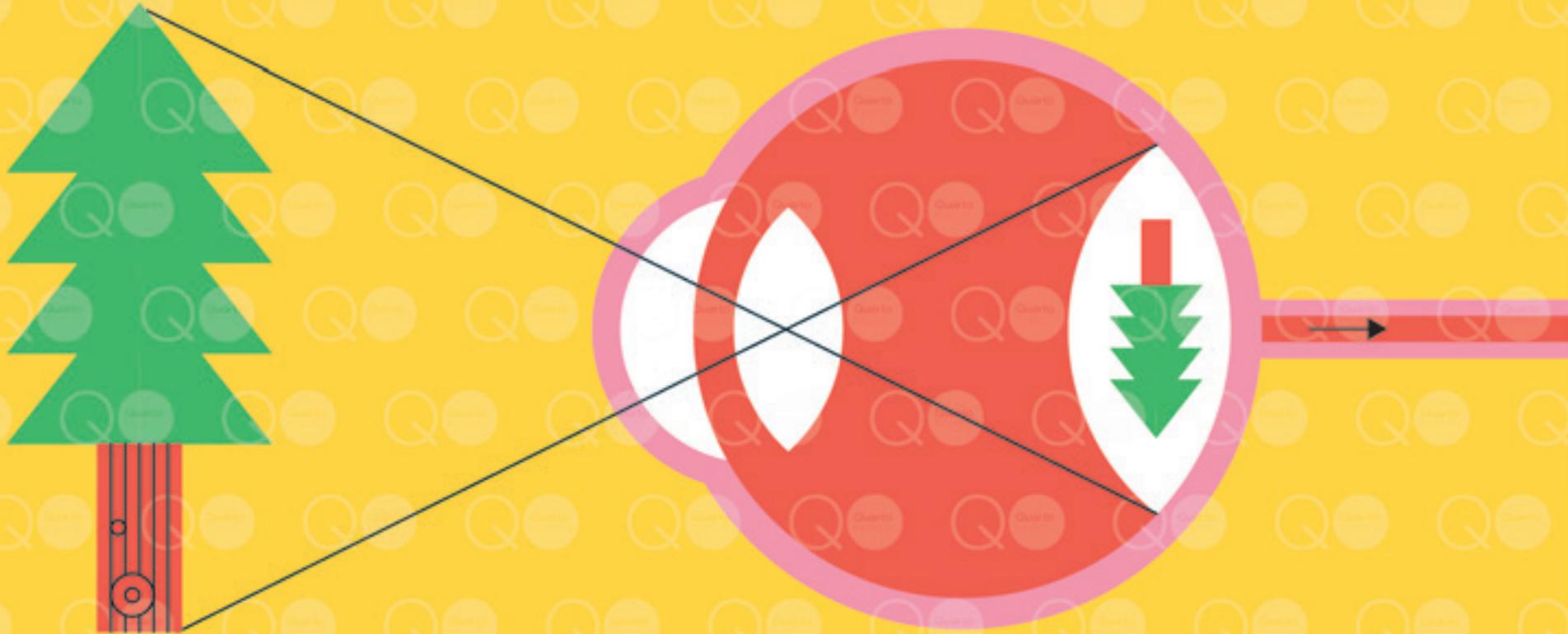


5

Para mirar por encima o alrededor de objetos, gira el tubo interior de manera que las aberturas queden en direcciones opuestas.

Cómo funciona la vista

Ahora ya sabes un poco mejor cómo funciona la luz, pero ¿cómo utilizan los ojos y el cerebro la luz para crear la visión? Es un sistema sencillo pero ingenioso.



El proceso de la visión

El proceso se inicia cuando la luz entra en la pupila. La lente del interior del ojo inclina los rayos de luz y los enfoca en la retina. Esta reacciona creando señales eléctricas, que se envían al cerebro a través del **nervio óptico**.

Del revés

El modo en que la luz entra en el ojo produce imágenes boca abajo. ¡Es como si, al principio, viéramos el mundo del revés! El cerebro se encarga de dar la vuelta a las imágenes para que lo veas bien.

El interior del cerebro

Las señales visuales viajan a una parte del cerebro llamada el **córtex visual**, donde son interpretadas. El córtex visual es una estructura del **lóbulo occipital**, que está en la parte posterior del cerebro. En realidad, hay dos córtex visuales: uno en el lado izquierdo del cerebro y otro en el derecho. El derecho procesa información del ojo izquierdo, y el izquierdo procesa información del ojo derecho.



El córtex visual es una pequeña área de la parte posterior del cerebro. Se encarga de procesar la información visual.

Mosaicos

El cerebro reúne muchas piezas de información del ojo para crear imágenes. Los mosaicos se componen de trozos de color que el cerebro une, como un puzle. ¿Qué imagen muestra este mosaico? Si no la distingues, aléjate del libro. ¡De repente, la verás con claridad!



Patas arriba

¿Puedes realizar una tarea sencilla boca abajo? ¡Es más difícil de lo que crees!

Necesitas:

- Dos cuencos
- Cinco o seis objetos pequeños (cualquier cosa sirve: galletas, juguetes, etc.)
- Una cuchara
- Un sofá



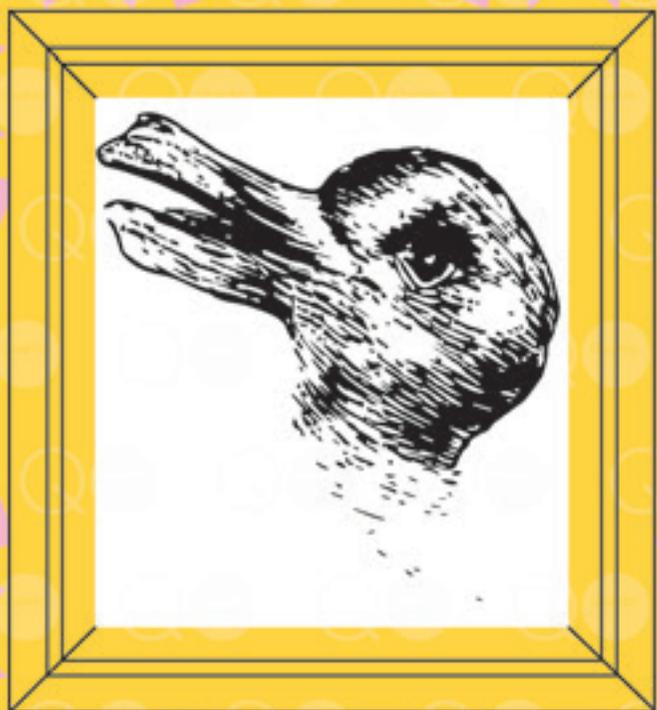
1. Coloca los cuencos en el suelo junto al sofá. Mete los objetos en uno de los cuencos.
2. Sosteniendo la cuchara, tumbate en el sofá al lado de los cuencos. Sube las piernas arriba y deja la cabeza colgando fuera del sofá para ver el mundo del revés.
3. Utiliza la cuchara para pasar los objetos de un cuenco al otro. ¿Qué tal se te da? Parece que debería ser fácil, pero ¡ver las cosas del revés lo complica bastante!

Engañemos al cerebro

La mayoría del tiempo, el cerebro interpreta de maravilla las señales visuales. Sin embargo, a veces se confunde y «vemos» cosas incorrectas.

Imágenes ambiguas

Algunas imágenes no son claramente ni una cosa ni otra. Al cerebro le cuesta interpretarlas, lo que da lugar a unas ilusiones interesantes.

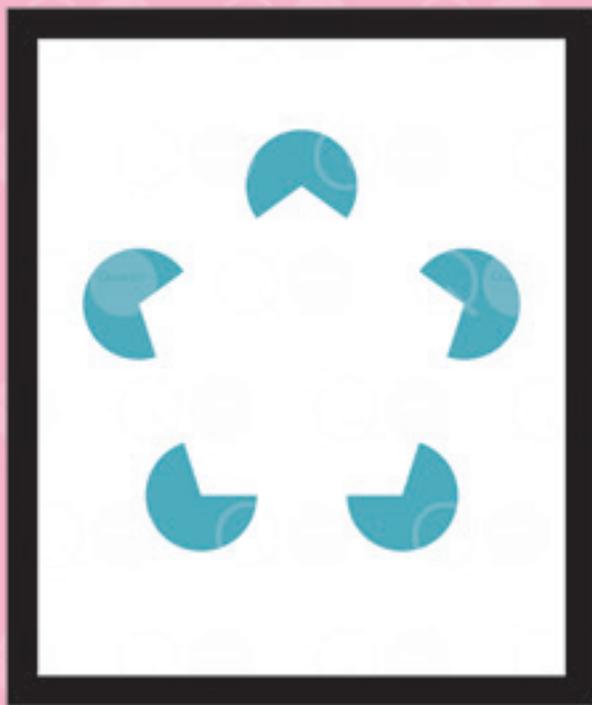


¿Ves un pato o un conejo?
La imagen es **ambigua**
porque las dos
protuberancias de la
izquierda podrían ser dos
orejas o un pico. Tu cerebro
debe decidir qué son.

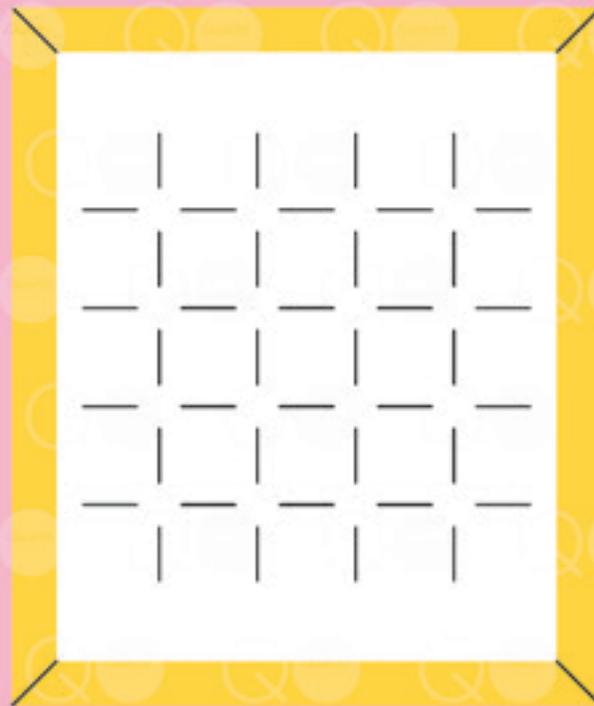
Esta clásica imagen ambigua puede ser una
joven que aparta la mirada o una anciana vista
de perfil. ¿Cuál ves tú? ¿Ves a las dos?

Lo ves, pero no está

En ocasiones, el cerebro «ve» cosas que no están. Sucede cuando las cosas que sí están ahí contienen huecos que tu cerebro rellena.



¿«Ves» un pentágono?
¡Pues, en realidad, no está ahí! Tu cerebro cree que sí por la forma de los círculos. Cree que hay otra figura encima de los círculos que los tapa un poco.



¿Ves círculos blancos donde deberían cruzarse las líneas? Tu cerebro vuelve a caer en la trampa. No hay círculos, pero tu cerebro cree que las líneas deberían cruzarse. Por tanto, supone que algo bloquea tu visión e inventa unos círculos para explicar el problema.

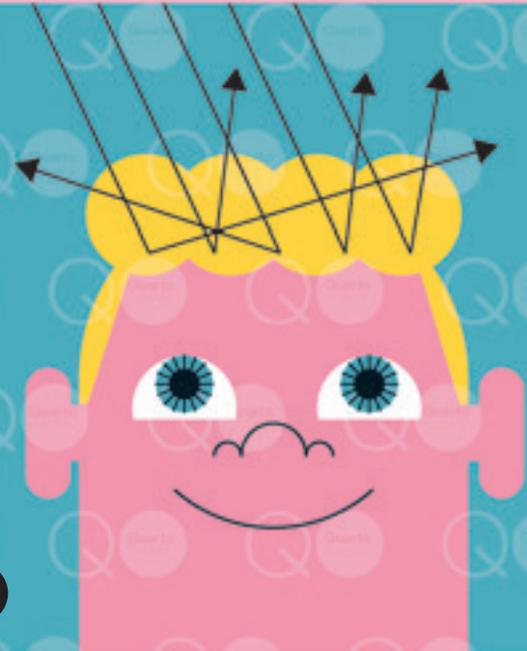


Cambios de luz

Varios materiales cambian la forma en que la luz llega a nuestros ojos. Esto, a su vez, afecta a lo que ves. Prueba con algunos materiales que tienen efectos interesantes sobre la luz.

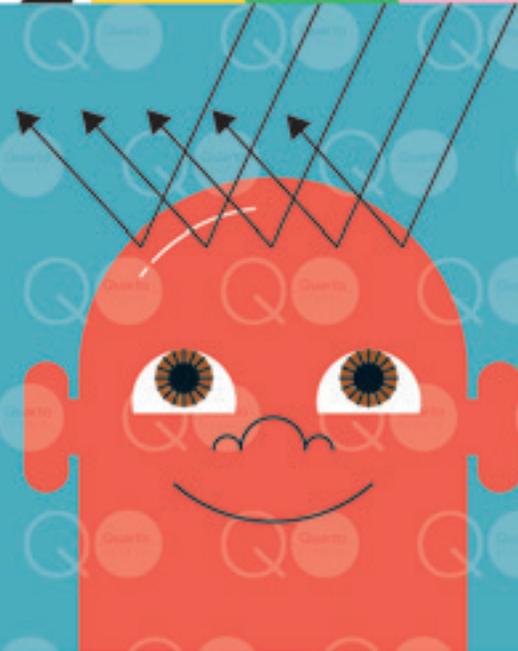
Filtros de color

Los filtros de color funcionan **absorbiendo** todos los colores de la luz excepto el suyo. Si proyectas una luz sobre un filtro rojo, solo llegará al otro lado la luz roja. Los filtros de color se utilizan en la fotografía y el teatro, donde las cubiertas de las lentes, llamadas «geles», proyectan ciertos colores sobre el escenario.



¿Brillante o no?

Algunos objetos brillan y otros no. Esto se debe a la textura de su superficie. Las superficies lisas reflejan mucha luz en la misma dirección, lo que les da ese aspecto brillante. Las superficies rugosas también reflejan la luz, pero se dispersa hacia todas las direcciones. Esto hace que llegue menos luz a nuestros ojos y parezcan mates.



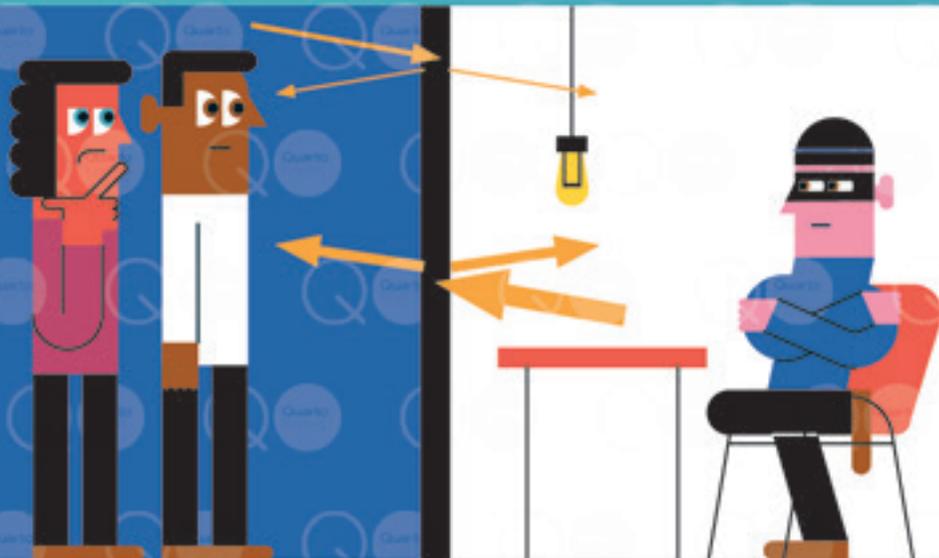
Lentes polarizadas

Las lentes polarizadas están cubiertas por rayas transparentes y opacas que se alternan. Suelen usarse en las gafas de sol. Las ondas de la luz se mueven hacia todas las direcciones, pero solo las que se alinean con las rayas transparentes atraviesan las gafas. Las otras quedan bloqueadas por las rayas opacas. Esto reduce el resplandor y ayuda a proteger los ojos.



Bloqueo de la luz

Coge dos pares de gafas polarizadas. (¡Si no sabes si son polarizadas, con esta prueba lo descubrirás!) Sujétalas formando un ángulo recto y mira a través de las dos lentes. Si ambas son polarizadas, no las atravesará nada de luz.



Espejo bidireccional

Estos espejos especiales se utilizan en las salas de interrogatorio de la policía y en los grupos focales, donde las personas pueden observar sin ser vistas. Contienen un revestimiento metálico que permite que pase algo de luz, pero que refleja el resto, como un espejo normal. Si estás en una habitación a oscuras, la luz procedente de una sala iluminada al otro lado pasa a través, por lo que el cristal funciona como una ventana. Pero si estás en una habitación iluminada, hay más luz rebotando que pasando a través. ¡Ves un espejo!

Dispositivos ópticos

Los científicos han combinado hábilmente la ciencia de la visión y la luz para crear muchos dispositivos ópticos. Algunos mejoran nuestra visión. Otros imitan la vista para «ver» cosas.

Aumento

Los dispositivos de aumento hacen que las cosas se vean más grandes, ofreciéndonos una visión de nuestro mundo más cercana. Sus lentes doblan los rayos de luz haciendo que parezca que proceden de objetos más grandes. Es una ilusión, pero ¡funciona! Los telescopios, las lupas, los microscopios y los prismáticos son ejemplos comunes.



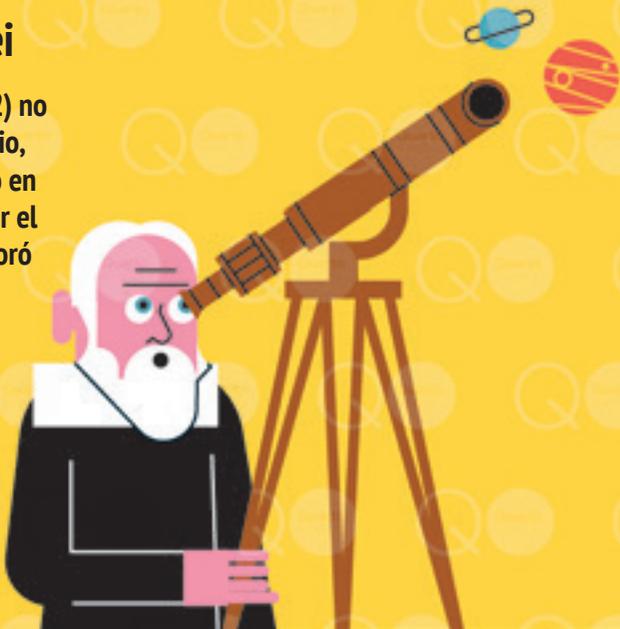
Cómo se crean las fotos

Las cámaras son dispositivos que captan imágenes. La luz entra por un agujero en la parte delantera de la cámara y la lente la enfoca sobre un trozo de película, de forma similar a como nuestros ojos enfocan la luz en la retina. La película es sensible a la luz y experimenta una reacción química cuando entra en contacto con ella. ¡La imagen se captura para siempre! Las cámaras digitales funcionan de la misma forma, excepto que la luz choca con una rejilla de fotosensores, en lugar de con una película. Los fotosensores convierten la luz en impulsos absorbentes que un ordenador interpreta como imágenes.



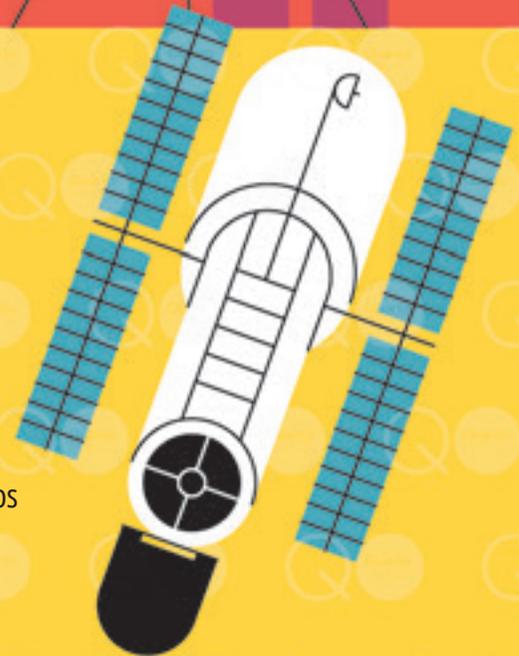
Galileo Galilei

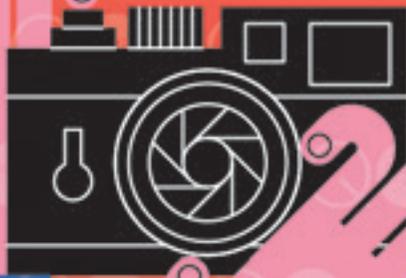
Galileo (1564-1642) no inventó el telescopio, pero fue el primero en usarlo para estudiar el cielo. También mejoró su potencia: del aumento original de 8X a 20X.



Ver lo invisible

Algunos dispositivos ópticos captan energía que los ojos humanos no pueden ver. El telescopio espacial *Hubble*, por ejemplo, puede captar la luz ultravioleta (radiación de alta energía invisible a nuestros ojos) y la luz infrarroja (radiación de baja energía por debajo del rango visual). Los ordenadores traducen estos datos en imágenes visibles.





Cuando te haces un selfi, la cámara de tu móvil da la vuelta a la imagen. La foto se ve igual que el reflejo de un espejo, o sea, ¡al revés que en la realidad! En un espejo (o en un selfi), tu lado izquierdo se convierte en tu lado derecho, y viceversa.

Flecha invertida

Un vaso actúa como un sencillo dispositivo óptico en este sorprendente experimento.

Necesitas:

- Papel y boli
- Un vaso transparente (cuanto más rectos los lados, mejor)
- Agua

1. Dobra el papel por la mitad para que pueda mantenerse de pie, dibuja una flecha que señale hacia la izquierda y apóyalo en la mesa.
2. Deja el vaso delante del papel para poder ver la flecha a través de él.
3. Llénalo de agua despacio. A medida que el nivel del agua sube por encima de la flecha, ¡verás que, de repente, se da la vuelta! El vaso funciona como un dispositivo óptico que refleja la luz y hace que la flecha se invierta.

