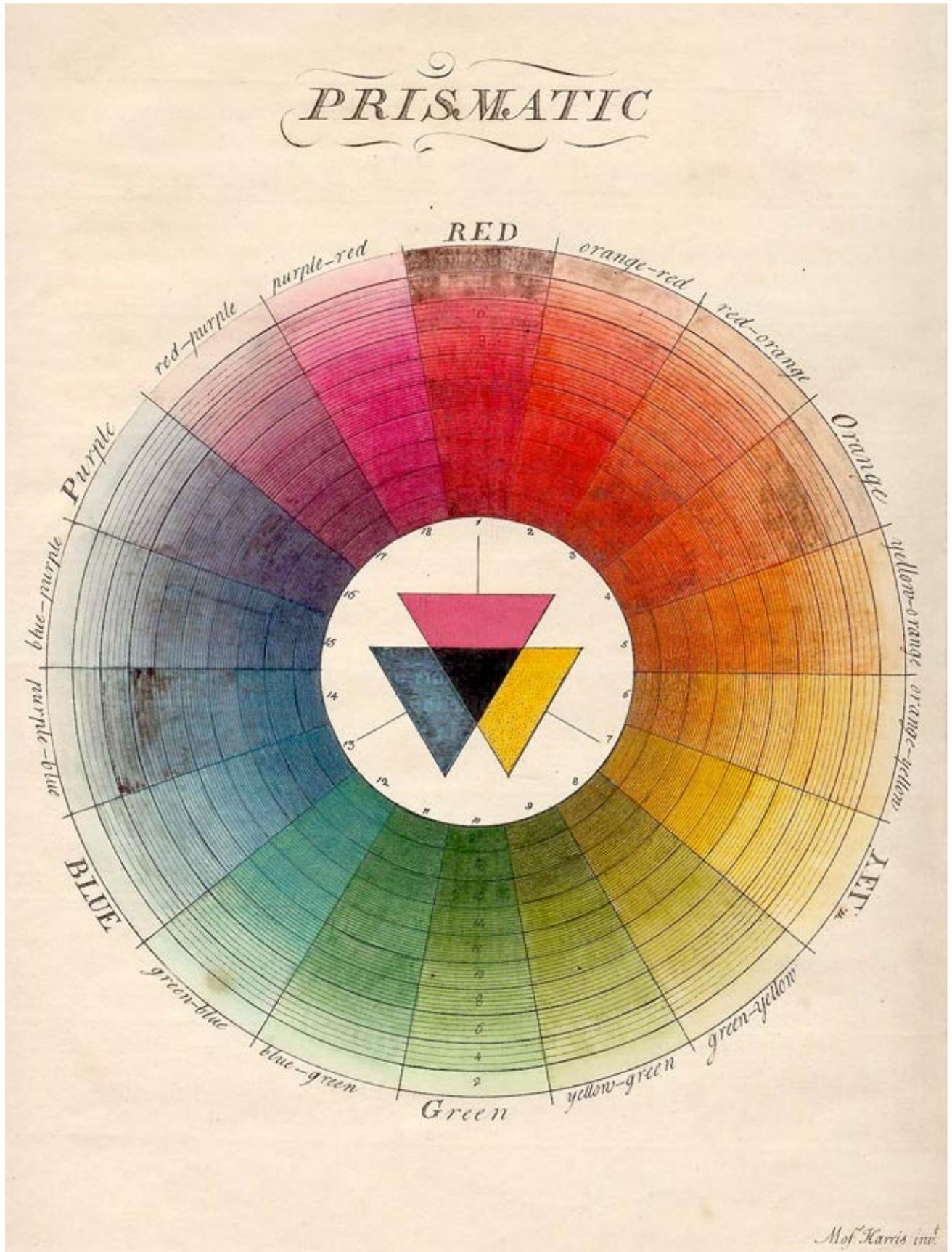


# La percepción del color



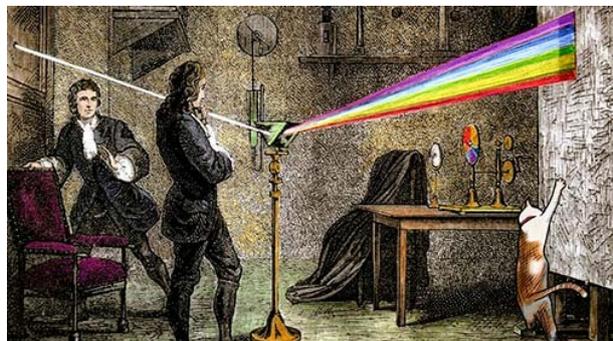
# Objetivos

La experiencia sobre la percepción de los colores tiene como objetivo darle las herramientas a los estudiantes para dar los primeros pasos en la comprensión del color. De este modo podrán utilizar un proyector de luces desarrollado íntegramente en su lugar de estudio y caracterizarlo con un medidor por celular.

## Introducción

El color, como tal, no existe, solo es una percepción o la interpretación que el cerebro hace de las señales nerviosas que le envían los ojos. Podemos decir que nuestro cerebro crea el mundo de colores que vemos. Pero esta conclusión tomó siglos en ser consensuada.

El color y su percepción siempre han despertado curiosidad en la humanidad y fue adquiriendo cada vez más importancia. Entre los filósofos, una de las teorías más destacadas era la de Aristóteles (384-322 a.C.). El planteaba que todos los colores se forman con la mezcla de cuatro básicos. Eran los colores de la tierra, el fuego, el agua y el cielo, es decir, los elementos químicos de la antigüedad. En el Renacimiento, Leonardo Da Vinci (1452-1519) definió al color como algo propio de la materia. Confeccionó una escala de colores básicos que con su mezcla podía obtener todos los demás. Habla por primera vez en la historia de los colores primarios y secundarios. Finalmente, fué el físico y matemático Isaac Newton (1642-1727) quien dio un paso decisivo en la historia del color y estableció el principio hasta hoy aceptado: la luz es color. Descubrió que la luz del sol, al pasar a través de un prisma, se divide en varios colores. Logrando así la descomposición de la luz en los colores del espectro cromático. Por último, fue el escritor alemán Johann Goethe (1749-1832) quien estudió y probó las modificaciones fisiológicas y psicológicas que el ser humano sufre ante la exposición a los diferentes colores y su manera de reaccionar ante ellos. Su investigación fue la piedra angular de la actual psicológica del color.



No siempre se ha pensado y opinado lo mismo sobre el color, sobre su origen o sobre su composición, pero ha “existido” desde el origen del universo. Gracias a la contribución de las personas y la historia hoy nos referimos y definimos el color de manera consensuada y entendemos su comportamiento. Esta práctica aborda la percepción del color: sus fundamentos teóricos, ejercicios y laboratorios prácticos para realizar.

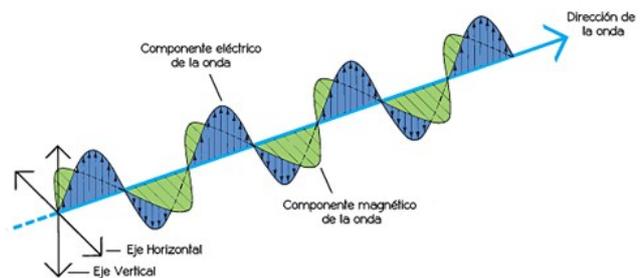
## Teoría del color

¿Qué es el color? Según Isaac Newton, es una sensación que se produce en respuesta a una estimulación nerviosa del ojo. Este estímulo es causado por los rayos de luz y por las longitudes de onda que lo componen. Como mencionamos, fue él quien observó por primera vez que la luz natural está formada por “luces de colores”. Cuando

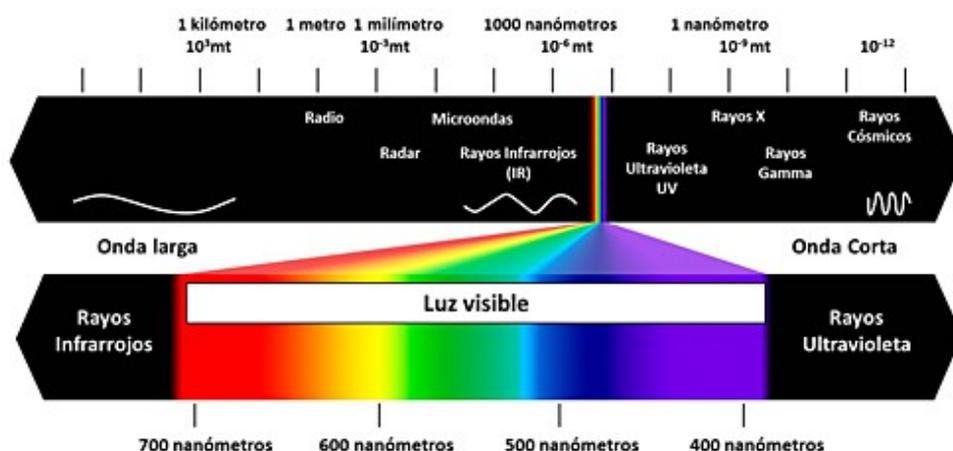
inciden sobre un objeto, este absorbe algunos colores y refleja otros. Con esta observación dio lugar al siguiente principio: todos los cuerpos opacos al ser iluminados reflejan todos o parte de los componentes de la luz que reciben. Por lo tanto, el color es un atributo que percibimos de los objetos cuando hay luz. Todo el mundo que nos rodea es de colores siempre y cuando esté iluminado.

La luz está constituida por ondas electromagnéticas que se propagan por movimiento ondulatorio a unos 300.000km por segundo. El primero en explicar y describir la teoría ondulatoria de la luz fue Christiaan Huygens (1629-1695) a finales del siglo XVII. Más tarde, a principios del siglo XIX, Thomas Young (1773-1829) recogió el estudio hecho por Huygens. Finalmente fue James Maxwell (1831-1879) quien desarrolló la teoría electromagnética y así el comportamiento de la luz.

Según la teoría electromagnética, la luz, pensada como una onda se encuentra representada en cada punto de su esfera de emisión, por un plano perpendicular a la dirección de propagación. En este plano se encuentran dos vectores oscilantes perpendiculares entre sí, uno eléctrico y el otro magnético. En otras palabras, es una variación periódica en el espacio de un campo magnético y eléctrico.



La luz se propaga en forma de ondas. Estas ondas electromagnéticas tienen una longitud. Se llama longitud de onda a la distancia entre dos puntos correspondientes adyacentes en el tren de onda. La diferencia de color entre los rayos luminosos dependerá de sus longitudes de onda. A partir de longitudes de onda de aproximadamente 0.76 milésimas de milímetro, los receptores de nuestros ojos comienzan a detectar la radiación (es decir, son sensibles a ella), y a partir de longitudes de onda de 0.38 milésimas de milímetro, dejan de detectarla: es lo que llamamos luz visible. El espectro de luz visible es entonces una pequeña parte del amplio espectro de ondas electromagnéticas que atraviesan el espacio.



Como mencionamos anteriormente, Newton descubrió que la luz blanca está formada por todas las longitudes de onda o colores. En general los objetos absorben gran parte de los colores de espectro y reflejan una parte pequeña. Cuando vemos un objeto rojo, realmente estamos viendo la superficie de un material que contiene un pigmento. Este pigmento tiene la capacidad de absorber todas las ondas que forman la luz blanca, excepto

la roja. Esta, la roja, es la onda que el objeto refleja; nuestros ojos la captan (en realidad "los bastones y conos de la retina") y la envían al cerebro para que la decodifique. Y dice: "esto es de color rojo". Por lo tanto un cuerpo opaco, es decir no transparente, absorbe gran parte de la luz que lo ilumina y refleja una pequeña parte. Cuando este cuerpo absorbe todos los colores contenidos en la luz blanca, el objeto lo percibimos como negro.

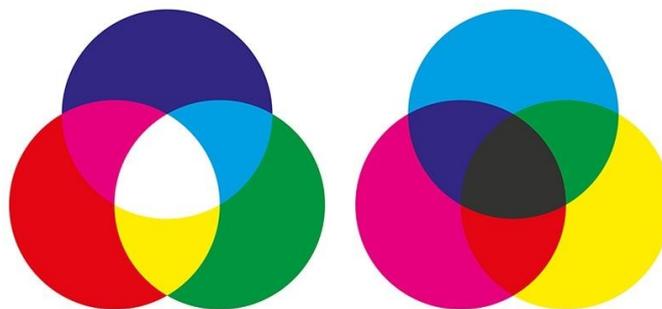


Por último reforzamos la idea de que la luz visible, tanto si proviene directamente de una fuente como el sol, o aparece reflejada en un objeto, no es más que radiación electromagnética, dentro de un rango de longitudes de onda, que es capaz de excitar los fotorreceptores del ojo. El color no existe en la naturaleza, ni siquiera en nuestros ojos; sólo en nuestro cerebro.

## Reproducción del color

Un principio enunciado por Newton (1672), reafirmado por Young (1802) y verificado en la práctica, afirma que cualquier color puede ser igualado por la suma de tres colores primarios convenientemente elegidos. Este principio fundamental es la base en la que se sustenta toda la colorimetría. Entonces ¿cuáles son los tres colores convenientes? Son convenientes aquellos que son suficientemente independientes entre sí. En términos científicos podemos decir que: los primarios son estímulos especificados en magnitudes de potencia en ciertas longitudes de onda cuyo efecto produce sensaciones visuales que son linealmente independientes entre sí.

Los colores primarios también dependen de la fuente del color, ya que puede ser una fuente de luz con un color determinado o puede tratarse de un objeto que absorbe una parte y refleja otra. Tomando en cuenta estas dos fuentes de color, podemos mencionar los dos modelos más difundidos para la síntesis del color: la síntesis aditiva y la sustractiva.



Síntesis aditiva

Síntesis sustractiva

### *Síntesis aditiva*

La reproducción aditiva se basa en la generación de colores mediante fuentes de luz. Normalmente se utiliza luz roja, verde y azul para producir toda la gama de colores. Combinándolos entre sí en proporciones iguales se producen los colores aditivos secundarios, más claros que los anteriores: cian, magenta y amarillo. Variando la intensidad de cada luz de color se logran el resto de los colores. La ausencia de los tres da el negro, y la suma de los tres da el blanco. Estos tres colores se corresponden con los tres picos de sensibilidad de los tres sensores de color en nuestros ojos.

### *Síntesis sustractiva*

La reproducción sustractiva se basa en la composición de colores que percibimos mediante reflexión, esto quiere decir mezclar colores en función de sus pigmentos. Los colores primarios de la síntesis sustractiva son el cian, magenta y amarillo; los cuales a su vez son los colores complementarios de la síntesis aditiva. Con la mezcla de estos colores se pueden formar el resto de los colores, la suma de los tres en iguales proporciones da el negro y su ausencia el blanco.

Tanto la síntesis aditiva, como la sustractiva son muy utilizadas cotidianamente por todos nosotros. En función del medio que transmita el color, será necesario utilizar una u otra. En la sección de laboratorio profundizaremos estas diferencias.

## Materiales

Para las experiencias de esta guía necesitamos esencialmente una fuente de luz que pueda modificar sus colores de salida. Esta es el caso de la fuente de luz variable para armar con impresión 3D. La misma se basa en la reproducción del color por síntesis aditiva y la genera con tres leds de colores separados (rojo, azul y verde). Cada uno de estos leds pueden variar su intensidad con los reguladores externos. De este modo, utilizando una pantalla donde se refleje la luz, podremos ver el mismo esquema de síntesis aditiva ya mencionado.

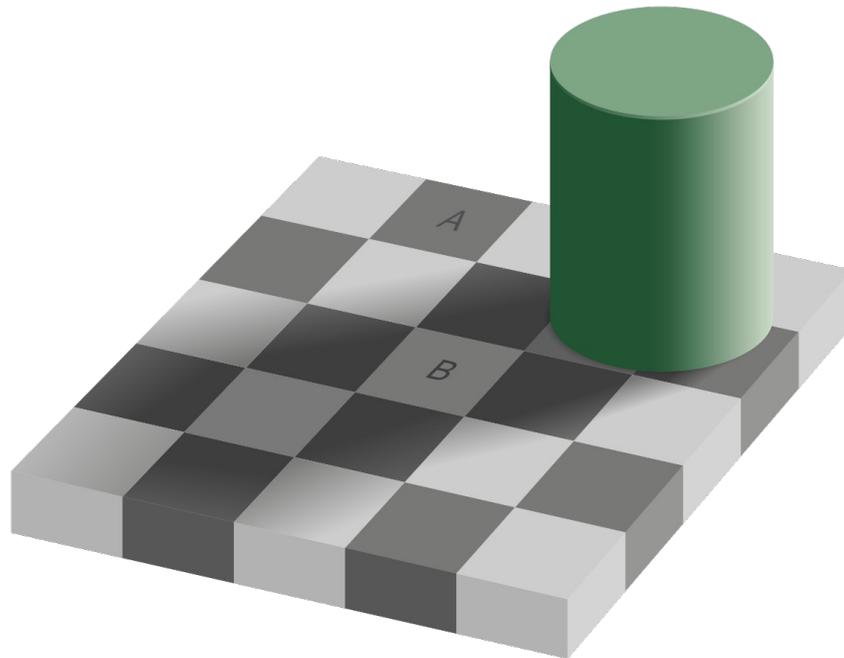
Por otro lado, para la catalogación de los colores formados en la pantalla es recomendable utilizar algún programa de reconocimiento de colores para el celular. De este tipos de programas existen múltiples versiones, como ser colorgrab (se puede buscar en las app store para descargar).

## Procedimientos

El objetivo de esta práctica es el de la exploración, donde se pretende que cada estudiante investigue y asocie los diferentes componentes que generan un color visible. Para esto proponemos las siguientes actividades a realizar:

- Acercar el proyector de luces a una pantalla o pared blanca en un cuarto con luz tenue. Girar el regulador rojo hasta su máximo. Cada vez que giramos el regulador, ¿es el mismo color con diferente intensidad o son diferentes colores?
- Hacer lo mismo del punto anterior pero sumando los otros dos reguladores. ¿que colores se generan en las uniones? ¿siempre son los mismos colores?
- Por último poner los tres reguladores al máximo. ¿Qué color se forma en la unión de los tres y por qué?

Seguramente las opiniones sobre los colores vistos no fueron todas las mismas. Esto tiene que ver con que cada uno de nosotros podemos tener percepciones distintas y hasta confundirnos en función de cómo observamos las cosas. Veamos un ejemplo: En la figura de abajo, entre los recuadros A y B ¿encuentran alguna diferencia de colores? ¿uno es más oscuro que el otro? ¿son distintos colores? ¿son iguales?



Después de tener una respuesta, ver la última imagen de este apunte.

Volviendo a los colores del proyector, pasa exactamente lo mismo. Y es que cada persona puede tener distintas apreciaciones de qué color ve y cómo. Es por esto que existen ciertos patrones de colores, que básicamente sirven para poder entendernos entre todos en los colores que elegimos. Uno de los patrones más conocidos es el llamado RGB (Red Green Blue), donde se entiende que cada color es la combinación de cierto porcentaje de cada uno de estos colores primarios. Y para saber cual es el porcentaje de cada color se le asocia un número del 0 al 255 a cada uno.

Vemos algunos ejemplos:

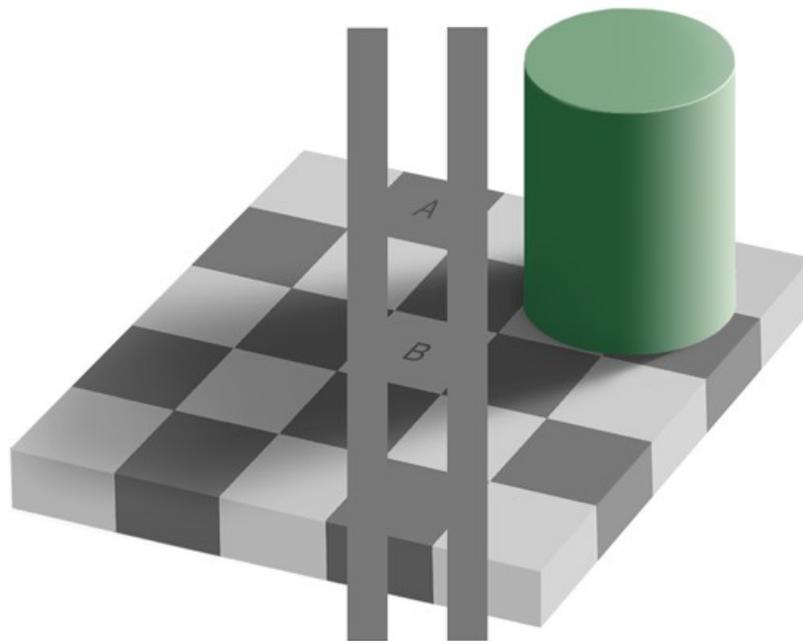
|                                 |                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Rojo 255<br>verde 0<br>Azul 0   | Rojo 0<br>verde 255<br>Azul 0   | Rojo 0<br>verde 0<br>Azul 255   |
| Rojo 255<br>verde 255<br>Azul 0 | Rojo 0<br>verde 255<br>Azul 255 | Rojo 255<br>verde 0<br>Azul 255 |

¿Qué otros colores se podrán crear?

Utilizar una aplicación de celular para detectar los porcentajes de colores y tratar de recrear los colores del ejemplo.

Conformar el blanco y el negro. Cual serán los porcentajes de cada color primario para estos colores?

## Ayuda sobre ilusión óptica



La respuesta es que ambos recuadros son exactamente del mismo color, pero nuestra mente se confunde.