

## Taller de Luces

### Introducción

La planificación de este taller tal como se describe en este documento abarca una serie de variantes, aunque no tiene por qué incluirlas tal cual se las describen acá. La idea es que cada docente pueda seleccionar de entre ellas las que más se correspondan con los intereses y posibilidades de los integrantes de su club.

El documento contiene tres secciones. En la primera se describe cada actividad, en la segunda se sugiere cómo guiar el taller, y en la última se detallan los contenidos científicos relativos al color de la luz y la percepción de los mismos. Estas explicaciones son para los docentes.

No está en el espíritu del taller el ofrecer contenidos a los chicos, sino que puedan construir sus propios modelos de lo que están observando y que puedan discutirlos entre ellos.

### Objetivos

Poner en juego las siguientes competencias y conceptos científicos para hacerlos explícitos:

#### Competencias científicas

Observación

Registro de resultados

Diferencia entre observación e inferencia

Búsqueda de patrones

Elaboración de modelos

Elaboración de predicciones de modelos y testeo de esas predicciones

Trabajo en equipo

#### Conceptos científicos

1. Los colores primarios son los que no pueden lograrse mediante mezclas de otros. Los colores primarios nos permiten formar los demás colores
2. Los colores primarios de la luz son: rojo, verde y azul
3. Los colores de la luz son aditivos
4. La combinación -o suma- de los tres colores primarios resulta en luz blanca
5. La ausencia total de luz genera sombra negra
6. Los colores primarios de los pigmentos son: magenta, cian y amarillo
7. Los colores de los pigmentos son sustractivos
8. La combinación de los tres colores primarios de los pigmentos resulta en color negro
9. Los colores no existen per se, sino que son consecuencia de interpretación que hace la corteza visual de nuestro cerebro

## **Materiales (por cada equipo)**

3 spots de luces LED intervenidos con gelatinas de escenografía\* (roja, verde, azul)  
1 juego de linternas de 9 LEDs intervenidos con gelatinas de escenografía (roja, verde, azul, amarilla)  
Una superficie blanca sobre una pared  
Resma de papel A4  
Crayones de colores  
Gelatinas de escenografía\* (roja, verde, azul) cortadas del tamaño de una hoja A4  
Hojas A4 con palabras o dibujos impresos en diferentes colores  
Objetos de diferentes colores

\*En la ciudad de Buenos Aires, por ej., se consiguen en la zona de la calle Paraná al 200, en donde están las casas de iluminación, o a través de MercadoLibre, u online, por ej en <http://www.cine24.com.ar/> (# 019 "fire" rojo # 139 verde, # 363 "special medium blue" azul)

En caso de no conseguir las se puede usar celofán de color, plegándolo para formar varias capas y así lograr colores más saturados.

## **1- Descripción y organización de la actividad**

Se divide al grupo en subgrupos de 4 personas, que trabajarán cada parte como estaciones sucesivas. Al final de la actividad todos habrán pasado por cada estación y se podrá hacer una puesta en común. Pueden hacer todos una misma estación un determinado día, y luego otra, otro día. También pueden decidir omitir por completo una o más estaciones, pero sepan que el corazón de la actividad está en la estación LUCES.

En todos los casos se recomienda que trabajen siempre en pequeño grupos.

En esta panificación incluimos 4 estaciones diferentes.

1. Estación LUCES
2. Estación SOMBRAS
3. Estación FILTROS (DIBUJOS y OBJETOS)
4. Estación PIGMENTOS

Algunas deben realizarse en un espacio semi-oscurecido. Si no cuentan con una habitación oscurecible pueden usar un armario, o proyectar las luces en una caja de cartón debajo de una mesa.

Cada uno de los grupos se dirigirá a una estación. Luego de 20 minutos en una estación, cambiarán a otra, hasta que todos hayan pasado por las tres estaciones.

### **1. Estación LUCES:**

En esta estación descubriremos que los colores de la luz son aditivos, que hay primarios y secundarios, y que éstos no coinciden con los que pensamos todos.

Es necesario trabajar en forma coordinada en equipo, sistematizar las observaciones y tomar notas de las conclusiones.

Los participantes se agruparán formando equipos idealmente de no más de 4 participantes por equipo. Cada equipo tendrá a su disposición un set de materiales

que consta de 4 linternas de LED blancas que fueron intervenidas cada una con un filtro de color distinto: rojo, verde, azul o amarillo. Además, cada grupo contará con hojas blancas de papel que serán las *pantallas* o *fondos* sobre las cuales iluminar. Cada participante sostendrá una de las linternas, y entre los cuatro se tienen que poner de acuerdo para hacer coincidir en un mismo punto de la *pantalla* los haces de luz (puede ayudar que dibujen en la hoja que san de pantalla un perímetro circular dentro del cual se debe iluminar). La combinación de luces de colores dará lugar a nuevos colores, que deben ir registrando en una hoja.

## **2. Estación SOMBRAS:**

En esta estación descubriremos que los colores de la luz son aditivos, que hay primarios y secundarios, y que éstos no coinciden con los que pensamos todos. Se presta a poner en juego competencias del diseño experimental pero también se puede disfrutar simplemente en clave lúdica.

Con tres focos o *spots* (uno rojo, uno azul y uno verde) se ilumina una pared blanca (de no haber pared blanca, se puede colgar una cartulina blanca grande). La superposición espacial de los tres focos da como resultado luz de color blanco. Si se interpone una persona o un objeto entre los focos y la pantalla, se pueden observar siete sombras de los siguientes colores: rojo, azul, verde, negro, cyan, magenta, amarillo. Se invita a participantes voluntarios a interponerse entre los focos y la pared. Los participantes podrán jugar a hacer figuras y moverse probando cuántos colores de sombras distintos logran encontrar.

## **3. Estación FILTROS (DIBUJOS y OBJETOS):**

En esta estación proponemos que los participantes vean que cada color puede verse muy distinto si lo vemos a través de filtros de colores.

**DIBUJOS:** Se realiza en un ambiente bien iluminado. Es un espacio para dibujar con crayones de colores. Los dibujos realizados pueden verse después a través de filtros de colores (es decir, de trozos de gelatinas o celofanes rojos, verdes o azules). Se observará que según el filtro usado algunos colores se ven “de otro color” o que algunos colores “desaparecen”. Una vez descubierto esto, los participantes seguramente jugarán con este hecho, escribiendo o dibujando con colores que aparecen y desaparecen según el filtro, cambiando el sentido del dibujo o del mensaje.

**OBJETOS:** En penumbra, se entrega a los participantes distintos objetos (telas, papeles, juguetes) de colores plenos y se les entrega una fuente de luz roja. Se les pide que los agrupen según la similitud de su color. Luego se enciende la luz y para sorpresa de los participantes queda demostrado que, por ej., bajo una fuente de luz roja el amarillo es indistinguible del rojo.

Se puede lograr el mismo efecto interviniendo antiparras con filtros de colores, de modo que quien se las ponga verá todo a través del color de las antiparras. También se puede calar una abertura en una caja, cubrirla con un filtro de color, y colocar objetos de diferentes colores en la caja. En todos estos casos se puede invitar a que los participantes digan de qué color ven un cierto objeto, que comparen ese color con el que ven en ausencia del filtro, y que si hay diferencias entre las dos situaciones traten de interpretar por qué.

#### 4. Estación PIGMENTOS

Contamos con acrílicos de color cyan, amarillo y magenta. Podemos usarlos de dos maneras diferentes:

- 1- Sin diluir los acrílicos, pintamos sobre papel con pinceles, cuidando de no manchar los colores con pinceles sucios.
- 2- Diluidos en agua, los distribuimos en sendos tubos de ensayo (cyan, Magenta, amarillo). Luego los combinamos -en otros tubos limpios y vacíos- y observamos. En este caso es importante diluir muy poco para ver bien los resultados, y utilizar siempre igual volumen de cada color que vamos a combinar.

Al igual que en la estación LUCES, la idea es combinar los colores de a pares ¿Qué color se forma a partir de otros dos? Les damos los tres pigmentos y las siguientes preguntas para que las completen:

CYAN (C). + MAGENTA (M)= ? (la respuesta es: azul)  
AMARILLO (A)+ MAGENTA (M)= ? (la respuesta es: rojo)  
CYAN (C). + AMARILLO (A) = ? (la respuesta es: verde)  
A + M + C = ? (la respuesta es: negro, o gris oscuro)

---

Está claro que la experiencia del paso por una cierta estación influirá sobre la experiencia de las estaciones subsiguientes, de modo que no es lo mismo hacerlas en un determinado orden o en otro. De todas maneras, cualquier secuencia que elijan tiene sus ventajas y todas las secuencias permiten llegar finalmente a las mismas conclusiones.

*La duración de la actividad total pasando por todas las estaciones puede variar entre 40 min y 1.30 h.*

*Si bien la actividad es de montaje sencillo, es conveniente poder contar con unos 30 minutos de preparación previos al horario de comienzo de la actividad.*

## 2- Propuestas sobre cómo guiar la actividad para trabajar competencias científicas

**1- Estación LUCES:** La propuesta es ver qué ocurre al combinar las linternas intervenidas con filtros de colores y descubrir si hay alguno de esos colores que se pueda formar a partir de la combinación de otros. Es decir, que se pone en evidencia el concepto de *adición de colores*.

La idea de esta parte de la actividad es concluir que el **amarillo** se puede obtener combinando el **rojo** y el **verde** mientras que el **azul**, el **rojo** y el **verde** no pueden llegar a formarse como combinación de otras luces. Entonces, concluirán que hay distintos tipos de colores: aquellos que pueden formarse a partir de la combinación de otros (*colores secundarios*) y los colores que no se pueden formar como combinación de otros (*colores primarios*). Los participantes deben concluir esto por sí mismos, luego de combinar las luces, primero de a pares y luego de a tríos, y de registrar los resultados. Se recomienda usar un formato como el siguiente para el registro de los resultados:

ROJO+VERDE=

ROJO+AZUL=

AZUL+VERDE=

ROJO+AMARILLO=

AZUL+AMARILLO=

VERDE+AMARILLO=

ROJO+VERDE+AZUL=

Etc

La secuencia ideal de indagación les permitiría ver lo siguiente:

**ROJO + VERDE = AMARILLO**

**ROJO + AZUL = MAGENTA**

**AZUL + VERDE = CYAN**

Entonces, concluimos que los colores de la luz se pueden combinar o sumar.

Además,

**AMARILLO**

**MAGENTA**

**CYAN**

son colores secundarios, porque se forman por combinación de otros.

Por otro lado, como

**ROJO + VERDE + AZUL = BLANCO**

Estos tres son los colores primarios de la luz, porque la combinación de los tres basta para lograr la suma de todos los colores (que es el BLANCO)

Esto les puede disparar la formulación de predicciones, tales como:

Si habían visto que

ROJO + VERDE = AMARILLO

y ahora también saben que ROJO + VERDE + AZUL = BLANCO

¿habrá otra manera de formar luz blanca? o lo que es equivalente ¿qué color se obtendrá al combinar luz azul y luz amarilla?

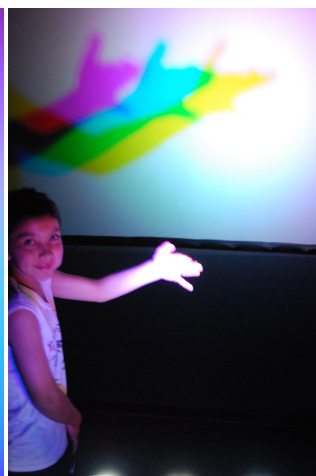
**2- Estación SOMBRAS:** Esta parte del taller planteada desde lo lúdico, pero invita a reflexionar lo que se observa ¿por qué aparecen sombras de colores? ¿De qué colores son las sombras? ¿cuántos colores diferentes se ven? ¿Cuándo vemos sombras negras? ¿Qué significa ver negro? ¿Por qué hay una sombra amarilla si no hay una luz amarilla?

Sugerimos comenzar jugando con las sombras (vean si entre los participantes hay algún talento escondido para las sombras chinescas) y luego invitar a la discusión sobre qué es lo que está pasando. Para esto, será necesario sistematizar las observaciones, poniéndose de acuerdo en dejar solo uno de los focos prendidos, por ej, para descubrir que se trata de una luz roja, una verde y otra azul. Luego surgirá la idea de combinarlas de a pares y de ver qué colores son las sombras resultantes de la interacción de cada par de focos.

Las sombras de los colores primarios provienen del bloqueo cada uno de los otros dos colores. Es decir, al bloquear el azul y el verde, la sombra resulta azul. La sombra amarilla proviene de la adición del verde más el rojo, entonces, proviene del bloqueo del azul. La sombra magenta proviene de la adición del azul más el rojo, entonces, proviene del bloqueo del verde. La sombra cyan proviene de la adición del azul más el verde, entonces, proviene del bloqueo del rojo.



sombras de 7 colores (verde, roja, azul, magenta, cyan, amarilla, negra)



sombras secundarias (magenta, cyan, amarilla)

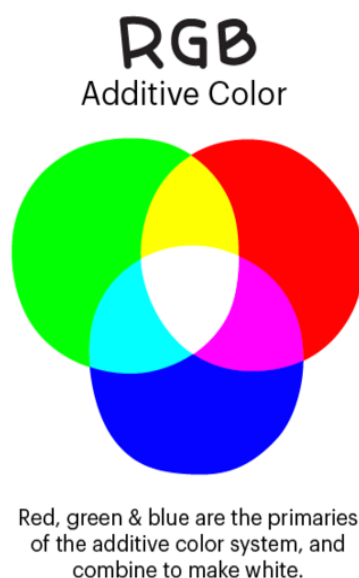
**3- Estación FILTROS (DIBUJOS y OBJETOS):** En la sección que describe la actividad ya se aclara cómo guiarla. Los dibujos u objetos amarillos reflejan el rojo y el verde. Entonces si iluminamos con rojo, el objeto o dibujo amarillo refleja toda la luz que le llega. En el caso de los dibujos, la hoja de color blanco sobre la cual está plasmado también refleja la luz roja, por lo tanto se deja de ver el contraste entre la mancha y la hoja: todo refleja el rojo y el dibujo desaparece!

### 3- ¿Qué está pasando?

Esta sección es una guía de conceptos científicos involucrados para que los docentes puedan aclarar todas sus dudas. ¡Ojo, el taller no se trata de explicarles a los participantes estos conceptos!

En la retina de nuestros ojos hay un tipo especial de células denominados conos, con capacidad de detectar uno de estos tres posibles tipos de luz: rojo, verde o azul (más rigurosamente expresado, cada tipo de cono es sensible a una luz “de un cierto rango de longitudes de onda”). Cuando se excitan los conos “verdes”, nuestro cerebro “ve verde”, cuando se excitan los conos “azules”, nuestro cerebro “ve azul”, cuando se excitan los conos “rojos”, nuestro cerebro “ve rojo”.

Hasta acá, ninguna sorpresa. ¿Pero qué pasa cuando se excitan los conos rojos y los verdes a la vez? En ese caso, nuestro cerebro ¡“ve amarillo”! Es por este motivo que **los colores de la luz son aditivos** y que se producen las sumas que vimos en la primera parte de este taller. Nuestro cerebro “ve blanco” cuando se excitan los tres tipos de conos a la vez, y negro, en ausencia total de luz. Vean en la figura todas las combinaciones posibles:



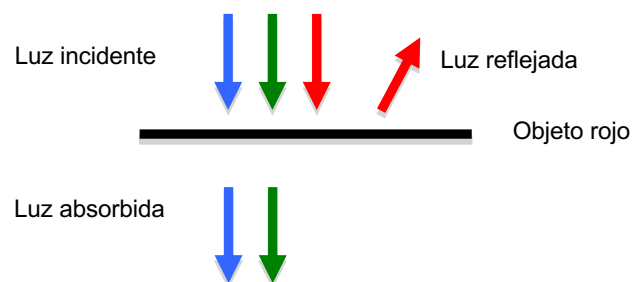
En la figura se utilizan las iniciales en inglés para los nombres de los colores: R (red) significa rojo; G (green), verde; B (blue), azul.

Entonces, ya podemos concluir que los colores no son características intrínsecas de la luz sino que son *creados o inventados* por nuestro sistema nervioso. ¿En qué difiere entonces una luz azul de una roja, por ejemplo? Como mencionamos un poco más arriba, se diferencian en que son de diferente longitud de onda, es decir, distinta energía. Esa diferencia es justamente la que provecha nuestro cerebro para distinguir entre una luz azul y una roja: los conos azules son sensibles a ciertas longitudes de onda, mientras que los rojos lo son a otras.

Ahora que sabemos cómo reaccionan nuestra retina y nuestro cerebro ante **luces** de diferentes colores, veamos qué pasa cuando vemos **objetos o pigmentos** de colores, que son opacos.

Imaginemos un objeto que al ser iluminado con luz blanca se ve de color rojo, digamos, un camión de bomberos.

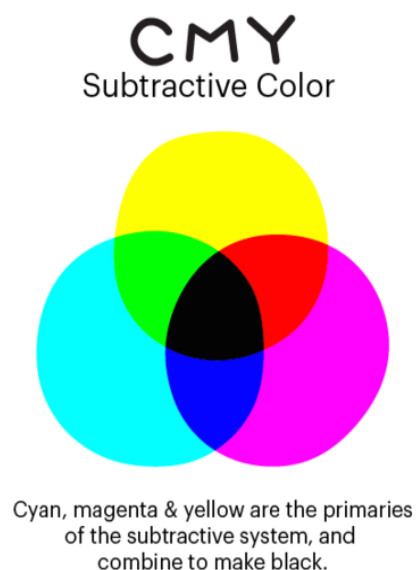
Como ya vimos, la luz blanca está compuesta por rojo+verde+azul. Entonces, decir que el objeto está siendo iluminado por luz blanca equivale a decir que está siendo iluminado por luz roja+luz verde+luz azul. Si el camión se ve de color rojo, significa que *absorbe* las luces azul y verde y que *refleja* la luz roja hacia nuestra retina, como se ve en el esquema:



Mientras que los colores de la luz son aditivos, **los colores de los pigmentos son sustractivos**.

Análogamente, un objeto azul será el que absorba luz roja y luz verde y que refleje luz azul. Podemos emplear el mismo razonamiento para cada color primario de la luz. Cuando un objeto refleja *una combinación* de estas luces, se ve de algún color secundario de la luz. Así, un objeto que absorba la luz azul pero refleje las luces roja y verde, se verá amarillo (porque  $R+G=\text{amarillo}$ ). Es por este motivo que el azul es el color complementario del amarillo. Pueden hacer el mismo tipo de razonamiento para deducir qué colores son absorbidos y reflejados en el caso de objetos que se ven de color cyan o magenta.

Para ayudarse, vean la figura:





Como se desprende de la figura, los colores rojo, azul y verde se construyen a partir de combinaciones de cyan, amarillo y magenta. Es por esto que estos últimos son los colores primarios de los pigmentos.

Veamos por ej. cómo es que se logra el rojo mezclando amarillo y magenta. Vamos de a poco para no marearnos. Por un lado, el amarillo absorbe azul y refleja rojo+verde (recordemos que cuando nuestras retinas perciben rojo+verdeamarillo). Por otro lado, el magenta absorbe verde y refleja rojo+azul. Entonces, una mezcla de pigmentos amarillo y magenta absorbe a la vez azul y verde, y solo puede reflejar rojo. Fácil, ¿no?

¡Y esto explica que los colores primarios de los pigmentos sean diferentes de los de la luz!