

# *Trabajando en la escuela con radiación, energía y color.*



**Alumnos del Jardín n° 223 "Reina Reyes", experimentando con luz ultravioleta, filtros y CD.  
Noviembre 2011**

**Responsables del proyecto: Prof. José Alustiza, Prof. María Isabel Olivet  
Institutos Normales de Montevideo**

**Colaboradores: Enrique Dalchielle, Dr. en Física, Gdo. 5, Fac. Ingeniería, UdelAR  
Carlos Schmidt, Lic. en Biología (UBA), estudiante de Física, IPA**

## ESTRUCTURA DE LA PUBLICACIÓN.

El material que compartimos a continuación está destinado en especial a los docentes de Primaria. Las actividades que proponemos son adaptables a todos los niveles y se pueden trabajar en forma independiente o formando parte de secuencias muy variadas.

El orden en que se muestran pretende facilitar la selección de grupos de actividades para ser incluidas armónicamente en la planificación de los cursos.

La presentación de cada actividad incluye varios ítems indicados con un "logo".



**Descripción de la actividad, materiales y procedimientos**

**Fundamento teórico-conceptual de las actividades**



**Análisis de la actividad en particular**

**Proyecciones de la temática abordada a otros campos del programa escolar y sugerencias de nuevas actividades**



## ACTIVIDADES PROPUESTAS:

1. - "Radiación: un proceso de transferencia de energía" – Observar cambios de energía producidos por la radiación electromagnética.
2. - "Un gran arco iris en clase" – Analizar el espectro visible
  - "Mirando a través de un CD" – Comparar espectros de distintas fuentes luminosas
3. - "Filtrando la luz" – Observar la absorción de bandas del espectro con filtros coloreados.
4. - "Fabricando luz blanca" – Utilizar un disco de Newton, observar la pantalla de TV
  - "Mezclando luces de color" – Combinar luces de colores primarios y obtener los secundarios aditivos.
  - "Sombras de colores" – Observar sombras producidas simultáneamente con focos de distinto color.
5. - "Un borde del espectro: los rayos UV" – Observar fluorescencia producida por "luz negra" sobre distintos materiales.

## ACTIVIDAD 1:

### Radiación: un proceso de transferencia de energía. Radiación y cambios de temperatura.

#### Preguntas iniciales:

¿Se puede usar luz para calentar algo? ¿Que algo se caliente más (o menos) al iluminarlo, ¿depende del color del que esté pintado? ¿Por qué tradicionalmente nos vestimos con ropas claras en verano y con ropas oscuras en invierno? ¿De qué color se pintan los techos y paredes de las casas en los países cálidos? ¿Por qué se usan parasoles metalizados para los parabrisas?



#### Actividad 1a

Luego de más de un siglo de nobles servicios, las lamparitas incandescentes van dejando su lugar a otros dispositivos energéticamente más eficientes como las lámparas de bajo consumo, los LEDs, o los tubos de luz. Utilizaremos una de estas lámparas en la primera actividad.

La actividad es muy sencilla:

- Encendemos la lámpara
- Colocamos la mano cerca de la lámpara sin tocarla
- A continuación, tocamos el bulbo.



#### Actividad 1b

Nuevamente trabajamos con una lámpara incandescente. Utilizaremos termómetros para detectar los cambios de temperatura que se logra a partir de la radiación electromagnética que reciben los bulbos de los termómetros. Debemos tener en cuenta que el aumento de temperatura se registra debido a la dilatación del líquido contenido dentro del capilar del termómetro (este líquido se denomina habitualmente sustancia termométrica).

Una mayor dilatación implica que el termómetro ha recibido más energía.

El procedimiento consiste en armar el dispositivo mostrado en la ilustración.

Materiales:

Portátil con lámpara incandescente (40-60W)

Bandeja de espuma-plast,

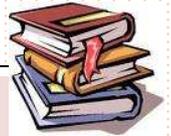
Tres termómetros de laboratorio, forrados de negro, blanco y metalizado

Procedimiento:

- Se colocan los tres termómetros perforando la bandeja de espuma-plast y fijándolos a ella, de manera de queden expuestos a la radiación de la lámpara solamente los tres bulbos.
- Se mide la temperatura inicial en los tres termómetros, se coloca la lámpara equidistante de los mismos de manera de iluminarlos igualmente y se registra la temperatura cada 3 minutos.

Al cabo de unos 15 minutos se observarán diferencias en las temperaturas registradas por cada termómetro. Dichas diferencias se deberán a la radiación "absorbida" por cada forro.





## LECTURA 1 : ¿CÓMO CALIENTA LA LUZ?

### Precisando algunos términos.

Al analizar las formas en que se transfiere energía entre sistemas, resulta importante establecer con claridad las diferencias entre el proceso "CALOR", entendido a nivel macroscópico como la transferencia de energía entre cuerpos en contacto y a diferente temperatura y el proceso "RADIACIÓN", o sea la transferencia de energía por ondas electromagnéticas.

Como señala M. Alonso<sup>1</sup>, "...el mecanismo de transferencia más importante en el universo es la radiación electromagnética y por ello debe ser considerado explícitamente en la primera ley de la termodinámica. (...).. decir que "el calor se transfiere por radiación" es un disparate, porque lo que se transfiere es energía electromagnética, que al ser absorbida por los átomos o moléculas del sistema pasa a ser energía interna del sistema..."(...) "El calor no debe considerarse como una forma nueva o diferente de energía. Es sólo un nombre que se le da a una forma especial de transferencia de energía por choques moleculares entre un número muy grande de partículas que chocan al azar."

Los otros procesos de transferencia de energía, CALOR y TRABAJO, también integran los programas escolares. Una secuencia de actividades que muestre que los cambios de temperatura pueden tener origen en cualquiera de los procesos de transferencia, resulta fundamental para poder establecer las diferencias entre CALOR (como proceso) y TEMPERATURA (como variable de estado).

La transferencia de energía por RADIACIÓN es fundamental para explicar fenómenos que se abordan en otras áreas del programa escolar. Dentro de una lista "interminable", podemos señalar que la radiación solar es el determinante principal de los ciclos de la energía y del agua en la Tierra, así como del tiempo atmosférico, los movimientos de las masas de aire locales y mundiales, la fotosíntesis y los ciclos energéticos en los ecosistemas.

1. Alonso, Marcelo, (*Principal Research Scientist, Florida Institute of Technology*); "¿Somos muy conservadores en la enseñanza de la Física?", Universidad de las Palmas de Gran Canaria, Servicio de publicaciones, 1998



### **Análisis de la actividad.1.a**

Cuando encendemos la lámpara y acercamos la mano, a través de la piel percibimos la sensación de "calorcito", o sea, estamos recibiendo energía. Sin embargo, al tocar el bulbo aún no lo notamos caliente.

Esto ocurre porque en cuanto se enciende la lámpara, el filamento comienza a emitir ondas electromagnéticas que transportan energía. Una parte de la radiación es la que detectamos al acercar la mano, la otra produce el calentamiento paulatino del vidrio y la mezcla de gases que contiene la lámpara. Al comienzo ese calentamiento es pequeño, por lo que al tocar el bulbo no notamos un aumento de temperatura.

En definitiva, percibimos inmediatamente la energía recibida a través del proceso radiación, pero no el proceso calor, que como vimos implica contacto.

Esto ocurre al encender la lámpara, poco después ya notaremos que el bulbo está a alta temperatura (si alguna vez hemos tratado de sacar una lámpara que lleva un rato encendida, lo sabemos).

### **Análisis de la actividad.1.b**

Este experimento es una variante del clásico experimento de poner al sol dos latas con agua, una pintada de negro y otra de blanco y comparar los cambios de temperatura que experimenta el agua en cada una. Dado el elevado calor específico del agua, para que se aprecien esos cambios se requiere una buena insolación. Ésta depende de la estación y la hora del día y el experimento no puede realizarse en días nublados, lloviendo o con mucho viento.

Volviendo al experimento con los termómetros, luego de unos 15 minutos frente a la lámpara observamos diferentes cambios de temperatura en los termómetros, lo que implica que han recibido distinta cantidad de energía.

Tal como está diseñado el dispositivo, la energía se transfiere a través de dos procesos:

- directamente por RADIACIÓN, debido a las ondas electromagnéticas emitidas por la lámpara;
- indirectamente por CALOR, debido a que la radiación aumenta la temperatura de la lámpara, la cual está en contacto con el aire circundante y éste a su vez con los termómetros. En este caso, la transferencia de energía ocurre entre cuerpos en contacto y a distinta temperatura, por lo que se trata de un proceso diferente: el proceso CALOR.

Como los termómetros del dispositivo se encuentran a la misma distancia de la lámpara, la energía recibida por ambos procesos es la misma para los tres termómetros; sin embargo, las variaciones de temperatura que registran son diferentes.

La causa son los forros de papel en contacto con los bulbos de los termómetros: el papel metálico refleja en mayor proporción las ondas electromagnéticas, por lo que su temperatura se eleva menos y, en el otro extremo, el papel negro, las "absorbe" en mayor proporción, lo que produce un aumento mayor de temperatura.



## Proyecciones:

Como señalamos más arriba, las proyecciones pueden ser muy variadas. Seleccionamos algunas, más directamente relacionadas con la actividad realizada, que permiten reflexionar sobre diferentes fenómenos cotidianos así como sobre aspectos tecnológicos y de cuidado del medio ambiente.

### Algunas preguntas para profundizar y proyectos para realizar.

- Habitualmente se dice que la Tierra recibe CALOR del Sol. Sin embargo, de acuerdo a lo discutido en la lectura esta afirmación no es correcta. ¿Por qué?
- ¿Por qué las estufas eléctricas tienen una pantalla reflectora?
- ¿Por qué los termos son como espejos por dentro?
- ¿Por qué se puede quemar papel con una lupa al sol?
- ¿Por qué se puede incendiar un bosque con una botella rota?
- ¿Cómo funcionan los paneles solares para calentar agua? ¿Por qué se pintan de negro por dentro?
- ¿Cómo se diseñan los hornos solares? ¿Cómo funcionan? ¿Podríamos fabricar uno?



- Una manera de calentar agua es pintar una botella descartable de 1,5 L de negro mate, llenarla de agua y ponerla al sol. Podemos diseñar un experimento para investigar de qué factores depende el aumento de temperatura del agua.



En Internet existen numerosos recursos para ampliar el conocimiento sobre estos temas ; a manera de ejemplo :

[http://www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/energia\\_y\\_ciencia/2011/02/08/198791.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2011/02/08/198791.php)

presenta una infografía animada sobre usos de la energía solar.

<http://cocinasolares.blogspot.com/2010/02/horno-solar-casero-muy-facil-de-hacer.html>

explica la construcción de un horno solar casero.

## ACTIVIDAD 2:

### Un gran arco iris en clase Descomposición de la luz. El espectro visible.

#### Preguntas iniciales:

¿Cómo está compuesta la luz blanca? ¿Cuántos colores tiene el arco iris?

Las luces blancas no parecen todas iguales. ¿Por qué?



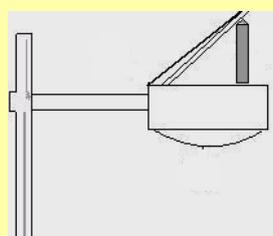
Desde muy pequeños aprendemos que la luz del Sol se puede descomponer en un abanico de colores (un *espectro continuo*) que va del rojo al violeta. Esto se hace visible, sin emplear ningún artefacto, cuando las condiciones atmosféricas permiten la formación del arco iris.

Sin embargo no todas las luces blancas tienen la misma composición espectral que la luz solar, por lo que producen patrones de colores diferentes al descomponerse. Pueden observarse espectros continuos con distintas intensidades de bandas, o espectros de líneas o bandas separadas por zonas oscuras. En estas actividades se proponen dos maneras sencillas de realizar en el aula la descomposición de la luz

#### Actividad.2.a

En esta actividad utilizaremos un retroproyector, un prisma, una cartulina negra y una pantalla. Este dispositivo, que hemos puesto a punto en el Laboratorio de Físico-Química de los Institutos Normales de Montevideo, se construye de la siguiente manera:

i) Sobre la cara horizontal del retroproyector, se coloca una cartulina negra que posee una ranura en la parte central. La luz producida por la lámpara del retroproyector, pasará por esta rendija antes de ser proyectada.



ii) Entre la lente y el espejo que se encuentra en la parte superior del retroproyector, se coloca un prisma.

iii) Se enciende el retroproyector y se observa la proyección sobre la pantalla o en la pared. Puede llevar un tiempo buscar dónde se proyecta mejor el "arco iris", para lo cual es probable que haya que girar el retroproyector o el prisma. Alejando el retro de la pantalla se obtiene un espectro de mayor tamaño que el de la figura.

Se puede obtener un espectro nítido y observable desde toda el salón si se trabaja con la habitación a oscuras.

### Actividad.2.b

En la actividad anterior, la descomposición de la luz se produce por refracción: cada color se desvía un ángulo diferente al atravesar un medio material, por lo que el efecto obtenido es la separación de los colores formando un abanico.

De la experiencia cotidiana sabemos que en las pompas de jabón, en el aceite o la nafta que forman delgadas películas sobre el agua, también se pueden observar "arco iris"; en este caso por el fenómeno de interferencia.

En los CD o DVD también se produce la descomposición de la luz, pero en este caso se produce por otro fenómeno: la difracción.

A los efectos de la actividad que proponemos, tanto el prisma como el CD se consideran "analizadores de luz", y no se hace necesario, en primera instancia, explicar su funcionamiento.

El primer paso será "pelar" el CD o DVD. En nuestro caso

hemos utilizado una solución de hidróxido de sodio: se coloca el disco en un recipiente de vidrio y se agrega la solución de hidróxido de sodio (soda cáustica).

Se espera dos o tres horas, y se lava, **manteniendo todas las precauciones que implica el manejo del hidróxido de sodio!**

(Ver: <http://www.quimica.unam.mx/IMG/pdf/2hsnaoh.pdf>).

Se puede también "pelar" el CD y DVD con una cinta adhesiva: se pega sobre la impresión y luego se tira rápidamente, desprendiendo la cinta que lleva pegada la impresión.

No se recomienda raspar el CD.

Se puede usar el CD entero o cortarlo en sectores.

La observación de distintos tipos de fuentes luminosas con la lámina del CD así preparada, permite distinguir entre aquellas que proporcionan un espectro continuo y las que presentan un espectro de bandas, por lo que deben observarse luces provenientes de distintas fuentes : tubos de luz, lámparas de mercurio o de sodio, lámparas de LEDs o de bajo consumo de distintos colores, la llama de una vela, etc.





## LECTURA 2: Espectros

En 1666, Isaac Newton experimentó con la descomposición de la luz del sol y obtuvo los colores del arco iris.

Newton, distinguió siete colores (lo cual resulta bastante arbitrario dada la gama que se observa son solución de continuidad): rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, índigo y violeta.

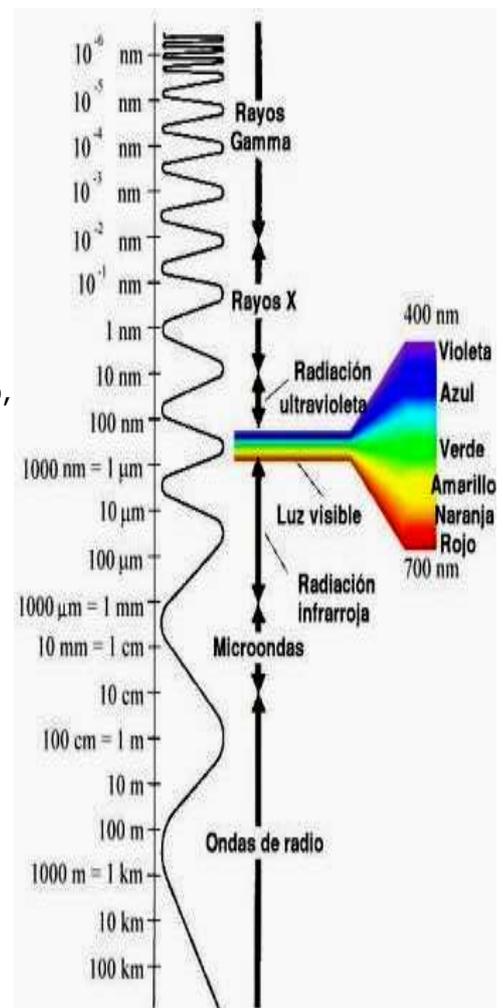
Según comenta el propio Newton en sus escritos, el séptimo color (índigo o añil) lo detectó su ayudante "que tenía muy buena vista".

Actualmente sabemos que la luz visible no es más que una pequeña porción del espectro electromagnético, que abarca frecuencias que van desde las ondas de radio hasta las radiaciones gamma emitidas por átomos radiactivos.

La representación del espectro electromagnético suele presentarse en los libros de texto con un esquema de este tipo, donde la escala de la izquierda indica la longitud de onda, una propiedad que, como la frecuencia, permite caracterizar la onda electromagnética.

Existe excelente bibliografía que presenta una explicación accesible del fenómeno de la generación y propagación de las ondas electromagnéticas que puede consultarse.

En este trabajo nos seguiremos centrando en la actividad experimental y haciendo, apenas, una breve alusión a la fundamentación teórica.





## Análisis de la actividad.2.a

En el caso del experimento con el retroproyector y el prisma, la descomposición de la luz produce un espectro continuo, propio de una lámpara incandescente y similar al que produce la luz del Sol.

Como señalamos antes, la descomposición se produce en el prisma por el fenómeno de refracción.

Existen en Internet numerosos simuladores que permiten ilustrar el fenómeno, por ejemplo:

<http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/color/imagenes/prisma.gif>

<http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/Simulaci/dispprizm/index.html>

<http://www.ieslaasuncion.org/fisicaquimica/fislets/prisma1.html>

## Análisis de la actividad.2.b

Mediante el CD-DVD (que actúa como una red de difracción) se pueden observar espectros continuos o de bandas.

Como se ve en las imágenes de la sección anterior, el espectro del tubo-luz, es un ejemplo de espectro discontinuo de modo que con unos pocos colores de luces (¿cuántos?) se logra producir la misma sensación de luz blanca.

Como señalamos anteriormente, a los efectos de los objetivos de este trabajo, lo que nos importa es el resultado observable.

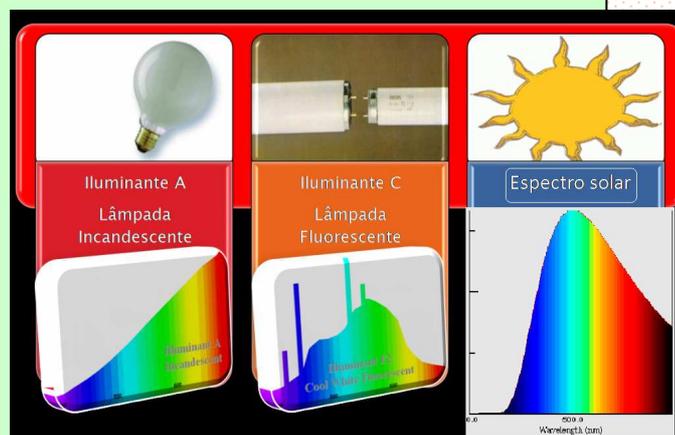
En la figura adjunta se muestran los espectros de la luz "blanca" emitida por tres fuentes luminosas estándar.

Como se puede observar, los tubo-luz presentan picos de emisión para ciertas longitudes de onda, son pobres en rojos y amarillos y ricos en azules, al revés que las lámparas incandescentes. Eso explica la calificación de "fría" y "cálida" a la luz emitida respectivamente por esas fuentes. En comparación con ambas, la composición de la luz solar resulta más pareja.

La experiencia nos dice que un mismo cuerpo coloreado se verá diferente bajo cada una de esas luces: en una tienda iluminada con tubo-luz, nos llevamos las prendas afuera para ver su "color verdadero", existen variaciones en el maquillaje para el día y para la noche, etc. Para profundizar sobre el fenómeno de la difracción puede consultarse la bibliografía recomendada.

Existen simulaciones (applets) sobre la difracción de la luz, pero en general resultan complejos para el nivel al que se destinan estos materiales.

Sobre iluminación e iluminantes, existen publicaciones de buena calidad en Internet.



## ACTIVIDAD 3:

### Filtrando la luz. Sustracción, absorción y transmisión

#### Preguntas iniciales:

¿Por qué la luz cambia de color al atravesar un filtro o celofán de color? ¿Es que la luz blanca "se pinta de colores" al atravesarlo o es que el filtro le "saca" una parte?



#### Actividad.3.a

##### Materiales

Utilizaremos el dispositivo de la actividad anterior (retroproyector, prisma, cartulina con ranura) y algunos filtros transparentes coloreados, que pueden ser de plástico, celofán (doblado en dos o tres capas), etc.

También pueden emplearse colorantes diluidos (por ejemplo de repostería, tintas de impresora color) u otros que pueden extraerse de hojas o flores por maceración (clorofila, antocianinas, etc.). Los colorantes deben colocarse en recipientes transparentes e incoloros y de paredes delgadas, como las "cajas de Petri".

##### Procedimiento:

- Se arma el dispositivo como en la actividad anterior y se coloca un filtro coloreado (comenzar con rojo, seguir con verde y luego azul) sobre el retroproyector, de modo que tape parte de la ranura de la cartulina.

Sobre la pantalla se observará una parte filtrada del espectro y otra sin filtrar. La comparación de esas porciones del espectro permite entender que la función de los filtros es sustractiva (esa zona se verá negra o con baja intensidad) y que los colores sustraídos dependen del color del filtro. La repetición del procedimiento con otros filtros o filtros superpuestos permitirá sistematizar las observaciones.

- Se pueden colocar dos filtros simultáneamente sobre la ranura de la cartulina y dejar una parte de la ranura sin cubrir. Este procedimiento permite observar simultáneamente las bandas de absorción y transmisión de dos filtros. Si luego se superponen dos filtros de colores complementarios, se observará oscuridad en la zona de superposición, es decir, que absorben toda la luz que los alcanza.

- Si se usan filtros de la misma tonalidad (por ejemplo varios verdes distintos), se pueden apreciar las diferencias y semejanzas en la composición de la luz transmitida, lo que explica por qué se ven diferentes.

#### Actividad.3.b

- Los alumnos pueden construir "visores" usando tubos de cartón con un trozo de celofán de color (doblado en dos o tres) fijado con una banda elástica o cinta adhesiva en un extremo. Mirando a través de ellos se observa cómo cambia el color de los objetos (vestimenta, dibujos, árboles, etc.) debido al filtrado de la luz que estos reflejan.



### Análisis de la actividad.3.a

Desde pequeños aprendemos a pintar y dibujar cubriendo los papeles de pinturas. Así hacemos que cambie el color blanco del papel: agregando colores. Los colores primarios que aprendemos a manejar corresponden a la "paleta del pintor" (rojo azul y amarillo).

No resulta extraño que estos resultados empíricos se trasladen al comportamiento de la luz: "el filtro pinta la luz blanca".

Esta actividad muestra, al igual que la anterior, que la luz y las pinturas se comportan de forma diferente: para cambiar un papel blanco "hay que agregarle colores", para cambiar la luz blanca "hay que quitarle colores".

El fenómeno de "la absorción selectiva" o "sustracción" por los filtros sigue las mismas reglas generales que la "reflexión selectiva" por cuerpos opacos coloreados. Es decir, el "color de los objetos" depende de las porciones de la luz incidente que reflejan (o transmiten) y que absorben (sustraen). La composición de la luz reflejada (o transmitida) es la que determina "el color del objeto".

Así, las hojas se ven verdes porque absorben buena parte de las longitudes de onda largas de la luz (rojo) y reflejan las longitudes de onda media (verde).

Y las manzanas, al revés.

Dos colores-luz cuya mezcla produzca blanco se

Denominan complementarios (también llamados opuestos por su posición en el círculo cromático).

Color primario	Complementario	Colores y Suma
Rojo	Cian	 blanco
Verde	Magenta	 blanco
Azul	Amarillo	 blanco

### Análisis de la actividad.3.b

Los "visores" pueden ser fabricados en casa con una pequeña ayuda de la familia.

La luz proveniente de cuerpos luminosos, opacos o transparentes, es parcialmente absorbida por el filtro coloreado, por lo que alcanzará los ojos solo la porción no absorbida. En general, los filtros verdes son transparentes al verde y parcialmente al azul, por lo que superpuesto a un filtro rojo no deja pasar casi nada de luz. Por eso al mirar la copa de un árbol con un filtro rojo, las hojas se ven muy oscuras, casi negras.

El resultado entonces, es que los colores de los objetos se verán diferentes según el color del filtro que se emplee. Como dice el refrán: "todo es según el color del cristal con que se mira"

Cabe entonces hacerse algunas preguntas:

¿Se puede hablar del "color de los objetos" si éste es cambiante?

¿Todas las personas vemos los mismos colores? ¿Los animales ven como nosotros?



### Algunas proyecciones

- Seleccionando diferentes colores de marcadores se puede escribir una frase o realizar un dibujo que sólo será revelado mirando a través de un determinado filtro coloreado.

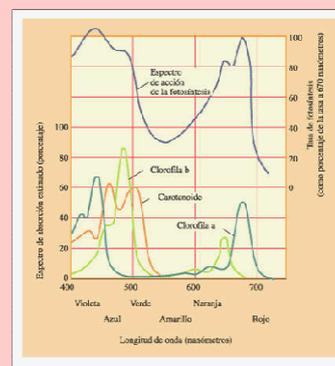
- Si se arma un panel con hojas de papel de distintos colores, se puede observar cómo cambian al iluminarlos con distintas luces. Esta actividad permite reforzar lo aprendido acerca de la sustracción de colores.

- Se puede hacer un collage con papeles de colores e iluminarlos alternadamente con luces de diferentes colores, de modo que cambie el diseño con cada una.  
- Se pueden hacer "vitrales" pequeños con cartulina negra troquelada a la cual se pegan trozos de papel celofán de colores. Pueden ser empleados para ilustrar un relato, colocándolos sobre un retroproyector y moviendo figuras de cartulina negra en ese escenario.



- Si se utiliza clorofila como filtro, se puede observar qué bandas del espectro absorbe con mayor intensidad. La energía correspondiente a esas bandas de frecuencia es la que emplean las plantas en el proceso de fotosíntesis, y la que transmiten explica el color verde de las hojas.

- Siempre escuchamos que el agua limpia es transparente e incolora. Sin embargo, sabemos que el fondo del mar es un lugar muy oscuro. Las películas tomadas bajo el agua, a no demasiada profundidad, muestran escenarios de color azulado que se tornan de vivos colores cuando el submarinista enciende la luz para filmar.



Eso se debe a que el agua absorbe con más intensidad la banda de rojos y amarillos y es más transparente a los azules.

- El análisis de los espectros de absorción de colorantes (por ejemplo, los pigmentos fotosintéticos y el caramelo disuelto), resulta una proyección interesante para incluir en los cursos superiores ya que implica interpretación de gráficos, a los cuales se puede acceder por Internet.

Algunos recursos en Internet:

*iluminación de un acuario*

[http://www.elacuaria.net/articulos/articulo\\_iluminacion\\_acuario.html](http://www.elacuaria.net/articulos/articulo_iluminacion_acuario.html)

*visión del color*

<http://www.visionyvida.org/lavision/visionDelColor.htm>

<http://www.uruguayeduca.edu.uy/Portal.Base/Web/VerContenido.aspx?ID=209376>

*visión del color: teorías, visión del color en niños*

<http://www.fundacionvisioncoi.es/TRABAJOS%20INVESTIGACION%20COI/1/vision%20del%20color%20en%20ni%C3%B1os.pdf>

*videos sobre la evolución del sistema visual*

[http://www.dailymotion.com/video/x9oxb8\\_vision-del-color-evolucion\\_school](http://www.dailymotion.com/video/x9oxb8_vision-del-color-evolucion_school)

## ACTIVIDAD 4:

### Fabricando luz blanca. Disco de Newton y mezclas aditivas

#### Preguntas iniciales:

Si la luz blanca se descompone en los colores del arco iris, ¿se la puede reconstruir a partir de esos colores?

¿Se puede fabricar luz blanca con luces de colores? ¿Cuántos colores se necesitan?

¿Qué hay en la pantalla de la TV que produce imágenes de color?

¿Qué es el sistema RGB para seleccionar colores en los programas de computadora?



#### Actividad.4.a

El disco de Newton es un dispositivo ampliamente conocido y usado en la enseñanza para "reconstruir" luz blanca a partir de los colores del espectro.

El problema de su construcción reside en:

- . los colores que se usan para pintar el disco: se deben ajustar sus intensidades cambiando la extensión de los sectores pintados. Por ejemplo, si al girar se ve azulado, se debe disminuir la extensión del sector azul o incrementar la de su complementario: el amarillo;
- . cómo hacerlo girar con suficiente velocidad. En el video que se indica más abajo se muestra una forma sencilla y económica de lograrlo. Esta tarea puede realizarse en casa con un poco de ayuda familiar.

Materiales:

Un CD o DVD en desuso - cartulina blanca - lápices de colores - una bolita.

(Ver construcción del Disco de Newton en:

[http://www.youtube.com/watch?v=s6XZG76HYyo&feature=player\\_embedded#at=72](http://www.youtube.com/watch?v=s6XZG76HYyo&feature=player_embedded#at=72))

Procedimiento

- Fabricar un disco de Newton, hacerlo girar. Corregir los sectores pintados si es necesario.
- Observar e intentar una explicación.

#### Actividad. 4.b

Materiales

- Lámparas de LED o de bajo consumo roja, azul y verde con pantalla
- Pantalla blanca (no debe ser plastificada sino opaca; las pantallas de proyección son las mejores)

Procedimiento

- Se proyecta en la pantalla la luz proveniente de dos focos primarios, de modo que se superpongan parcialmente originando un color secundario.
- Se repite el procedimiento con las otras parejas de focos. En cada caso se propone identificar el color secundario, nombrarlo, así como la combinación de primarios que lo origina. Previamente a encender los focos, se puede pedir a los alumnos que emitan hipótesis acerca del resultado de la mezcla de luces, y luego de la observación, reconsiderar las hipótesis y sus fundamentos. Es muy posible que la predicción se haga, erróneamente, sobre la base de la mezclas con la "paleta de pintor".
- Superponer en la pantalla la luz de los tres focos, que se verá blanca.

Al comparar este resultado con el obtenido con el Disco de Newton, se puede repensar este último: ¿cuál es la mínima cantidad de colores, y cuáles, que hay que pintar en el disco para que se vea blanco? En función de las respuestas y su discusión se pueden confeccionar nuevos discos y ensayar con ellos, así como probar fabricar secundarios con dos primarios.



#### Actividad. 4.c

- Con una lupa potente (o una gota de agua sobre la pantalla del TV, o una botella -de forma cilíndrica, transparente e incolora, con agua-, mirar una imagen fija en el monitor y observar los "puntos de color" que la constituyen. Para facilitar la observación debe tenerse una imagen donde aparezcan primarios y secundarios con claridad. La "señal e ajuste" es un buen recurso.



#### Actividad. 4.d

Si se colocan objetos opacos o la cartulina negra con círculos o figuras recortadas entre los focos y la pantalla se observan sombras de colores. Se puede instrumentar una secuencia que implique encender uno de los focos, observar y ubicar la sombra producida por éste.



Repetir el procedimiento con cada foco y luego encender parejas de focos.

Por último encender los tres juntos.

Sobre el fondo blanco de la mezcla de los tres primarios se observan sombras de colores secundarios y primarios.

#### Análisis de la actividad.4.a



A pesar de que el Disco de Newton es de uso común en las aulas, no siempre se explicita adecuadamente su funcionamiento. El hecho de que veamos blanco cuando el disco gira rápidamente, tiene que ver con la posibilidad del sistema visual de reconocer como diferentes a dos o más estímulos separados por un intervalo de tiempo.

La proyección de una película se basa en esta característica de nuestro sistema visual: al pasar 24 cuadros por segundo, éstas se superponen parcialmente dando la impresión de movimiento. El mismo efecto se produce al girar rápidamente el disco: la luz reflejada por cada sector del disco parece llegar a nuestros ojos simultáneamente desde un mismo lugar, originando la misma percepción que la luz blanca.

#### Actividades. 4.a, .b y .c

- Los fundamentos de estas actividades residen en las "Teorías del color". Actualmente, junto con la "Teoría de la visión tricrómica" se considera la "Teoría de Hering" o del "procesamiento por canales opuestos", teorías basadas los estímulos luminosos, la fisiología del sistema visual y la percepción del color.



- Existe abundante bibliografía en Internet respecto al problema de la visión del color, alguna de las cuales se indica más arriba. La importancia de la iluminación y el color en la comunicación, publicidad, salud, arquitectura, diseño, etc., se ve reflejada en la creación de un organismo internacional encargado de establecer los patrones de color: la Comisión Internacional de Iluminación (CIE, Commission Internationale de l'Éclairage).

- Las sombras de colores suelen ser altamente motivadoras. En muchos libros de actividades de ciencias para niños se plantea la experiencia con linternas cubiertas de celofanes de distintos colores, que proyectados simultáneamente sobre una pantalla producirían luz blanca.

La experiencia realizada de esta manera suele resultar frustrante por varios motivos: la baja intensidad de la luz de las linternas, los celofanes distan mucho de ser filtros monocromáticos, la diferente intensidad de la luz emergente de cada filtro, etc. Con lámparas del tipo indicado en "materiales" se pueden lograr mezclas aditivas de buena calidad (sobre todo con LED), aunque los focos azules y verdes emiten también un poco en las otras bandas.

### Proyecciones:

- Existen excelentes applets sobre adición de luces y pigmentos que puede utilizarse en forma interactiva por parte de los niños, usando las ceibalitas para reforzar los conceptos manejados en las actividades:

[http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/color/rgb/rgbColor\\_s.html#activ](http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/color/rgb/rgbColor_s.html#activ)

<http://phet.colorado.edu/es/simulation/color-vision>

<http://www.educaplus.org/luz/colprima.html>

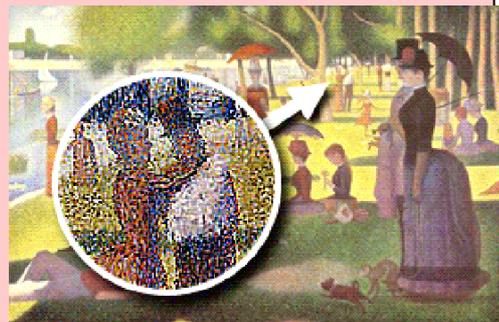
- Las mezclas de luces son insumos valiosos para las actividades de teatro relativas a iluminación. Una salida al teatro con una posterior charla con los técnicos en iluminación permite entender cómo el manejo de los colores de la luz es parte del ambiente en que se desarrolla una acción.

- Las "sombras de colores" pueden analizarse también como una aplicación de la propagación rectilínea de la luz.

Estas sombras constituyen por sí mismas un espectáculo, que combinado con actividades de expresión permiten integrar en la práctica las áreas artística y científica, ayudando a diluir la tradicional y mítica barrera entre el arte y la ciencia.

- Trabajando con un programa de dibujo como Paint se puede seleccionar la función "Colores-personalizar" y explorar mezclas RGB, lo cual además constituye un principio de acercamiento al área del diseño computacional e industrial.

- Al ampliar suficientemente una imagen se ven los píxeles de color. La técnica del puntillismo es una forma de "pixelar" manualmente que puede ser ensayada por los alumnos de los cursos superiores.



## ACTIVIDAD 5:

### Un "borde" del espectro: los rayos Ultravioletas (UV)

*¿Qué son los rayos ultravioletas? ¿De dónde salen? ¿Qué es la "luz negra"? ¿Cómo se ven las cosas con "luz negra"? ¿Cómo funciona un detector de billetes falsos? ¿Por qué nos bronceamos cuando tomamos sol?*

*¿Cómo funciona una "cama solar"? ¿Por qué el envase de leche larga vida es negro por dentro?*



#### **Actividad.5.**

En esta actividad se utiliza una portátil con una lámpara de luz ultravioleta ("Luz negra"), para observar el fenómeno de fluorescencia de distintos materiales:

agua tónica, billetes, marcadores flúo, clorofila, fluoresceína.

Es necesario trabajar con poca iluminación ambiental y tener los cuidados correspondientes al manejo de las radiaciones UV: no mirar la luz durante mucho rato, etc.

Procedimiento:

- Se colocan en posiciones cercanas, de preferencia sobre un fondo negro, dos botellas o vasos transparentes: uno con agua tónica y otro con agua. Se iluminan con luz blanca, se observa y describe la apariencia del contenido de cada recipiente. Se ilumina luego con luz UV y se observa la fluorescencia del agua tónica, mientras que el agua de la canilla no la presenta.
- Se coloca un billete cerca de la lámpara, se observan y describen las partes que se hacen visibles.
- Se pueden hacer dibujos o escribir palabras con marcadores "flúo", sonreír, iluminar las túnicas y otras prendas y objetos, observar y describir los cambios que ocurren al cambiar la iluminación.
- Con marcadores flúo y papeles de colores convenientemente seleccionados (inevitablemente, hay que hacer pruebas previas) se pueden escribir "mensajes secretos" como los que ya se han propuesto en otra sección de este trabajo. Deben ser invisibles a la luz blanca y revelados a la luz UV.
- Si se filtra el líquido obtenido al machacar unas hojas verdes y luego se lo observa con luz UV se lo verá de color rojo debido a la fluorescencia que presenta la clorofila.
- Si se cubre el fondo de un recipiente transparente con sal común, se entierra en ella unos granos de arroz y luego se ilumina con UV se los verá brillar con un color verdoso.



### LECTURA 3: Algunos efectos de la radiación UV

Tanto la radiación infrarroja como la ultravioleta son de uso frecuente hoy en numerosos dispositivos hogareños o industriales.

Dos de los fenómenos ambientales que más preocupan a la humanidad en los últimos años involucran estas radiaciones:

- la radiación infrarroja en relación al efecto invernadero, y
- la radiación ultravioleta por su efecto sobre los organismos vivos, en tanto se ha atenuado la concentración de ozono en la estratosfera (el llamado "agujero de la capa de ozono").

Sobre la radiación infrarroja existen actividades sencillas que serán desarrolladas en la segunda parte de este trabajo y publicadas próximamente en el blog de este equipo.

[www.luzcolorescuela.blogspot.com](http://www.luzcolorescuela.blogspot.com).

Respecto a la radiación UV, el campo de actividades humanas en la que está involucrada es extensísimo, y se mencionan en el espacio de proyecciones.

Las actividades propuestas aspiran a emplear la luz ultravioleta para observar el fenómeno de fluorescencia, utilizando una lámpara de "luz negra" sumamente accesible hoy en día.

La lámpara de bajo consumo utilizada emite luz visible (la vemos de un color azulado) y radiación UV de frecuencia muy cercana al espectro visible, de allí que, no presente un riesgo si se usa correctamente (para más información véase [http://es.wikipedia.org/wiki/Luz\\_negra](http://es.wikipedia.org/wiki/Luz_negra))

La aclaración es pertinente ya que lo que genéricamente se denomina radiación UV está formada por tres categorías según su frecuencia y la energía que transportan:

#### **UV-A, UV-B y UV-C.**

Los rayos más nocivos son los UV-B y UV-C.

Los UV-C son retenidos en la estratosfera por la capa de ozono, los UV-B también serían absorbidos en su mayoría, pero la disminución de ozono en la estratosfera permite que lleguen a la superficie terrestre.

La lámpara de luz negra emite luz visible y UV-A, la menos energética.

Este tipo de luz se usa en detectores de billetes, en ambientaciones y en el "Teatro Negro".



## Análisis de la actividad.5.

La fluorescencia es el fenómeno que se produce cuando un material absorbe luz de cierta longitud de onda y la reemite en otra. Es decir, absorbe luz de un "color" y la reemite con otro "color". En los casos que trabajamos, la luz UV (que no es visible) es absorbida por los materiales y reemitida como luz visible, sobre todo violeta y azul.

El agua tónica contiene una sustancia responsable de su sabor amargo, la quinina, que es fluorescente.

Al iluminarla con luz blanca (con poco componente UV), no hay diferencias en el aspecto de una botella con agua y una con agua tónica.

Cuando se colocan junto a la lámpara UV, la diferencia es notoria: el agua tónica se ve de un celeste flúo, mientras que el agua no se observan cambios.

Algo similar ocurre con la clorofila, que al iluminarla con UV cambia de verde a rojo.

Los marcadores flúo (sobre todo el amarillo) presentan el mismo fenómeno.

Si se escribe con ellos un papel o se pinta una parte del cuerpo y luego se ilumina con UV, se verá resaltar notoriamente las zonas pintadas.

Seleccionando convenientemente papeles de colores (en el entorno del amarillo-anaranjado) se pueden escribir mensajes con el marcador flúo amarillo, de modo que no sean visibles a la luz blanca y sí al iluminarlos con UV.

El mismo fenómeno es la base de la detección de billetes falsos: los que son legales, tienen símbolos que sólo se hacen visibles a la luz UV; los billetes falsos no tienen ese tipo de marcas.

Un uso común de las sustancias que absorben luz UV y reemiten en el espectro visible, son los blanqueadores ópticos. Estas sustancias, que se agregan a los jabones en polvo, no blanquean propiamente la ropa, sólo absorben la radiación UV y la reemiten como luz visible, sobre todo azules. Una ropa se ve amarillenta porque refleja luz más rica en amarillos; como el blanqueador remite en la banda de azules, se produce la mezcla de dos complementarios: azul + amarillo = blanco. El resultado es que la prenda adquiere un aspecto de blancura y mayor luminosidad.





## Proyecciones.

La radiación ultravioleta abre un campo prácticamente ilimitado para seguir aprendiendo. Ya se ha mencionado la radiación ultravioleta en relación a la capa de ozono estratosférica y, en consecuencia, los riesgos que genera su incidencia en los tejidos vivos.

Pero también nos encontramos con la radiación UV en el proceso de síntesis de vitamina D, en la esterilización, en las camas solares ....y en el arte.

En este último campo, el "Teatro negro" utiliza luz UV.

Puede accederse a más información y ejemplos en:

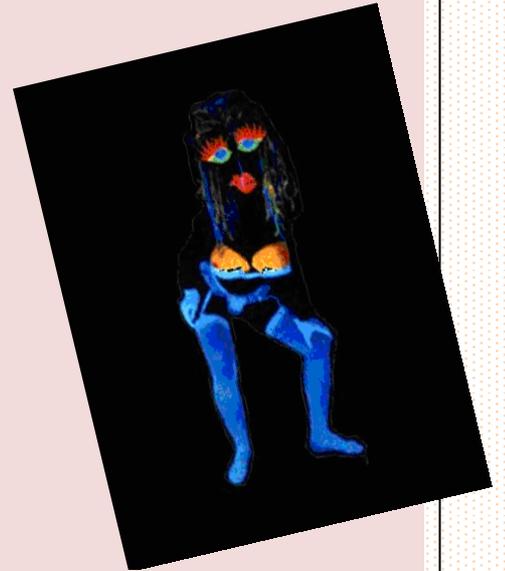
<http://www.blacklight-theatre.com/>

<http://www.youtube.com/watch?v=MKAIkA1rXrs>

<http://www.beobeyond.com/sp/index.html>

<http://www.roquelogozzo.blogspot.com/>

<http://www.youtube.com/watch?v=looFaYJ2Xg8>



Respecto a los blanqueadores ópticos, puede dar para un trabajo de investigación recurriendo a los más veteranos de la familia, ya que estos blanqueadores

("Extracto de Blanco", "Azul de Reckitt") eran usados sabiamente por las amas de casa de los tiempos de los abuelos.



## BIBLIOGRAFÍA:

Además de los recursos de internet mencionados en cada actividad, estos textos (utilizados en su mayoría en el curso de Físico-Química del primer año de la Formación Magisterial) constituyen un buen material de consulta:

- Alonso, M.:** *"¿Somos muy conservadores en la enseñanza de la Física?"*, Universidad de las Palmas de Gran Canaria, Servicio de publicaciones, 1998.
- Alvarenga B. & Máximo A.:** *"Física General"*, Oxford, 1198, México.
- Alustiza, J. & Olivet, M.:** *"Materia y energía, grandes conceptos aplicados el fenómeno de la combustión."* Encuentros con la práctica. CEP, [www.cep.edu.uy/Practica/Encuentros/materia\\_energia.pdf](http://www.cep.edu.uy/Practica/Encuentros/materia_energia.pdf)
- American Chemical Society:** *"Química, un proyecto de la ACS"*, Reverté, Barcelona, 2007
- CEIP:** *"Programa escolar"*.
- Ceretti, H & Zalts, A.:** *"Experimentos en contexto"*, Pearson, Buenos Aires. 2000
- Claxton, Guy:** *"Educar mentes curiosas. El reto de la ciencia en la escuela"*, Visor, España, 1994
- Charpak, & al.:** *"Los niños y la Ciencia. La aventura de la mano en la masa"*, SXXI, Argentina, 2006
- Driver, R. & al.:** *"Ideas científicas en la infancia y la adolescencia"*, Morata, Madrid, 1992
- Fumagalli, L.:** *"El desafío de enseñar ciencias naturales"*, Troquel, Buenos Aires, 1993
- Galagovsky, L.:** (coordinadora): *"Didáctica de las CCNN"*, Lugar, Buenos Aires, 2010
- Heredia Avalos, S.:** *"Experiencias para observar el fenómeno de fluorescencia con luz ultravioleta"*, Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien., 2008, 5(3), pp. 377-381-
- Hewitt, P.:** *"Física Conceptual"*, Pearson, México, 2004
- Hill, J. & Kolb, D.:** *"Química para el nuevo milenio"*, Pearson, México, 1999
- P.S.S.C. :** *"Física"* , Physical Science Study Committee, Reverté, Barcelona, 1970

## NOTAS Y AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó en el marco del "Proyecto Estímulo a la Cultura Científica y Tecnológica", impulsado por ANEP y PEDECIBA.

Agradecemos a los integrantes de la Comisión Coordinadora del Proyecto y en especial a la Prof. Graciela Scavone y al Mag. Fernando Peláez por su apoyo y estímulo.

Agradecemos también a las Directoras y Maestras del Jardín N° 223, "Reina Reyes":

Adriana Bisio, Shirley Ameigenda, Soledad Rey, Laura González, Elsa Macedo y Verónica de León, por compartir con nosotros esta instancia de mutuos aprendizajes.

También expresamos nuestro reconocimiento al equipo de Dirección y a los funcionarios de los Institutos Normales de Montevideo por la constante colaboración con nuestra tarea.

Esta experiencia que culmina, ha generado nuevas expectativas en nosotros y los colegas con los que trabajamos. Es nuestra intención continuar con el trabajo en 2012.

El blog creado para este proyecto seguirá funcionando y enriqueciéndose con nuevos aportes sobre este y otros temas.

[www.luzcolorescuela.blogspot.com](http://www.luzcolorescuela.blogspot.com)

Nuestra dirección de contacto: [laboratoriofq@gmail.com](mailto:laboratoriofq@gmail.com)

Site de la Sala de Físico-Química de los Institutos Normales de Montevideo

<https://sites.google.com/site/iinnfq2011>