



**Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Arquitectura y Diseño**

**SINESTESIA ARTIFICIAL
(Audiovisual)**

TESIS

**Que para obtener el título de
Licenciado en Diseño Gráfico**

Presenta:

Enrique Emmanuel Evangelista Zarate

Director:

Dr. en C. S. Miguel Ángel Rubio Toledo

**Junio de 2015
Toluca, Estado de México.**

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermanos por apoyarme en la realización de este proyecto

...y a quienes pusieron un granito de arena
para que esto fuera posible.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	6	B.3.2 Historia	79
CAPITULO 1: COLOR	8	B.3.3 Partes del Audiovisual	82
1.1 Definición de Color	10	B.3.4 El Producto Audiovisual	84
1.2 Historia del Color	12	3.2.5 Sonido en el Audiovisual	85
1.3 Física del Color	16	3.2.6 Importancia del Sonido en el Audiovisual	92
1.4 Fisiología del Color	24	CAPITULO 4: SINESTESIA	94
1.5 Teoría del Color	32	4.1 Definición	96
1.6 Psicología del Color	36	4.2 Tipos	98
1.7 Color y Diseño	38	4.3 Historia	100
CAPITULO 2: SONIDO	42	4.4 Teorías	104
2.1 Definición del Sonido	44	CAPITULO 5: SINESTESIA ARTIFICIAL	108
2.2 Historia del Sonido	46	5.1 Contexto	112
2.3 Física del Color	50	5.2 Consideraciones	114
2.4 Fisiología del Sonido	56	5.3 Parámetros	115
2.5 Teoría del Sonido	60	5.4 Proceso para la obtención de colores	118
2.6 Psicología de Sonido	64	5.5 Aplicaciones	123
2.7 Sonido y Comunicación	67	CONCLUSIONES	124
CAPITULO 3: AUDIOVISUAL	68	BIBLIOGRAFÍA	126
A Diseño Grafico	70	MESOGRAFÍA	127
A.3.1 Definición	72	IMÁGENES	129
A.3.2 Habilidades	73	ANEXOS	138
A.3.3 Calsificación	74	EJERCICIO	140
B Audiovisual	76	APK	140
B.3.1 Definición	78		

INTRODUCCIÓN

Este proyecto tiene como objetivo crear una referencia entre color y notas musicales a través de las propiedades físicas de la luz y el sonido para finalmente aplicarlo en proyectos audiovisuales de diseño.

Utilizando teoría del color y de la música, e investigación en física para los orígenes de ambos, algunas referencias biológicas, físicas y psíquicas, se ha creado una tabla que permite visualizar los colores, a manera guía, con alrededor de 100 resultados que tienen su origen en 12 colores diferentes que nos da el espectro de luz visible y en las 12 notas musicales dentro del espectro audible musical.

Empleando como instrumento base las octavas de un piano y el sistema de color RGB para su síntesis.

La relación del color y el sonido en esta tabla es el resultado de varias operaciones matemáticas, donde la frecuencia del sonido es convertida a longitud de onda para así obtener un resultado en nanómetros que serán interpretados después en datos informáticos que se verán reflejados en color.

Este documento por ningún motivo pretende ser la única referencia en esta relación, a lo largo de los años muchos científicos y artistas han aportado información sobre este tema, la información que aquí se maneja es un punto de vista personal que pretende facilitar la realización en el diseño gráfico audiovisual.

La gran mayoría de las personas no prestamos demasiada atención a los hechos que nos rodean, damos por sentadas algunas de las cosas que se encuentran a nuestro alrededor y no le damos importancia al proceso de percepción.

El cuerpo humano percibe el mundo a través de los sentidos; como sabemos contamos con 5 sentidos básicos, en específico tenemos más contacto con el medio que nos rodea a través de la vista y del sentido del oído y son los sentidos que en este documento analizaremos.

El cuerpo de esta investigación se divide en tres partes fundamentales que para poder entender el proceso para elaborar la tabla de referencia es importante conocer.

En la primera parte mencionamos el sustento de esta investigación, es necesario saber que la sinestesia que se pretende emular es la sinestesia del tipo fono cromática, y que es como se menciona más adelante una mezcla de las sensaciones visuales y auditivas. Por lo tanto llegamos a las bases primordiales que componen la música y la imagen, que son el color y el sonido conociendo su origen, antecedentes como son interpretados en el mundo físico, como es que los percibe el cuerpo humano y que tan importantes son en nuestra vida.

Segunda, al combinar imagen y música en el diseño gráfico, se obtienen productos llamados audiovisuales, los cuales tienen diversos formatos y modos de elaboración, en esta parte se trata de resaltar la importancia del sonido en el audiovisual y teniendo como bases sus antecedentes, podemos darnos cuenta que la elección de la música para el proyecto audiovisual, depende de muchos factores, tan diversos que es imposible crear una regla específica para su elección.

En la última y tercera parte, se aborda el tema de la sinestesia, se define y se entiende desde el contexto social, mencionamos sus antecedentes y las teorías sinestésicas, y la búsqueda del hombre por integrar el sonido y la imagen. Lo cual nos lleva a la propuesta y proceso de elaboración de lo que podría llamarse Sinestesia Artificial.



Figura 1. Rainbow Storage

CAPÍTULO 1: COLOR

El color es uno de los elementos esenciales de la comunicación visual, junto con la forma y el movimiento. Pero el color que percibimos no es una propiedad de los objetos, comparable a otras como su longitud, su peso o su forma. La percepción del color es una experiencia individual, cada individuo percibe los colores de una forma diferente.

1.1 Definición

Para comprender la importancia que tiene el color en la vida de las personas es necesario tener en cuenta que el color no es una cualidad fija de las formas, es decir, puede cambiar según la luz ambiental, y que a través del color se pueden expresar sensaciones, ideas y sentimientos.

Isaac Newton alrededor del año de 1700 define que el color no existe tras un experimento que realizó, encerrado en una habitación oscura dejando pasar un haz de luz blanca a través de una abertura e incidiendo en un prisma triangular y noto que al atravesarlo este se descomponía reflejando los colores del espectro visible: rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul y violeta. (De los santos, 2010)



El color es una percepción visual que se efectúa en el cerebro humano y de algunos animales; como aves, peces e insectos, aunque dentro de unos límites; interpretando distintas longitudes de onda de luz dentro del espectro electromagnético visible en señales nerviosas que el ojo capta a través de células especiales (foto receptores) llamados conos y bastones.

Figura 2. Rainbow Prism

Determinadas ondas de luz son absorbidas por la superficie de los objetos y reflejan las demás, así distinguimos los colores.

Los objetos poseen cualidades como forma tamaño y color, uno piensa que este color es parte fundamental del material del que está compuesto, aunque este no es el caso, solo se trata de una ilusión ya que el color solo existe como impresión sensorial de quien lo mira.

Es el resultado de la naturaleza del mundo físico, la respuesta fisiológica de la retina a la luz y el proceso neuronal de la respuesta de la retina por el cerebro. (Pastor, 2008)

Recordemos que el espectro visible de luz es un fragmento de las ondas electromagnéticas.

Por lo tanto, podemos definir al color como una sensación que se produce en respuesta a la estimulación del ojo y de sus mecanismos nerviosos, por la energía luminosa de ciertas longitudes de onda y que no es una propiedad exclusiva de los objetos ya que depende de varios factores como:

- Mundo físico
 - Luz
 - Materia
- Respuesta fisiológica
 - Ojo humano
- Respuesta neurológica
 - Cerebro humano



Figura 3. Ventana

1.2 HISTORIA

El estudio de la visión y de la física óptica es casi tan antiguo como la civilización. Pero no sólo los científicos han explorado estos campos. La visión, en particular, ha interesado a diversos hombres de diferentes áreas: pintores, músicos, poetas, filósofos, ingenieros, físicos, sociólogos, etc.

La percepción, que inicialmente fue un concepto filosófico, llevó inevitablemente, a la investigación de la estructura y funcionamiento del ojo y del sistema nervioso.

Antecedentes

La óptica es la rama de la física encargada de estudiar la luz y sus fenómenos luminosos. Fueron los antiguos filósofos chinos, griegos y árabes, quienes mostraron interés por la óptica, estudiando principalmente la geometría de los rayos luminosos. Observaron en especial la propagación rectilínea de los fenómenos visuales, la formación de las sombras y eclipses y la refracción o curvatura de los rayos solares al aparecer y desaparecer el astro en el firmamento. El progreso adquirido por la óptica geométrica, pronto condujo al desarrollo de la óptica aplicada. En el siglo XIII Roger Bacon empleó una lupa para leer y predijo la invención del telescopio, que fueron construidos en forma rudimentaria unos 400 años después. En 1278 aparecieron los primeros anteojos en Europa. (Efron, 1971)

En tiempos antiguos solo se entendía de manera cualitativa a la luz. Al parecer fueron los Caldeos quienes conocían los lentes ya que fue encontrado un lente de cuarzo en las ruinas de Nínive. Los griegos y los romanos hicieron algunas aportaciones en el campo de la luz, Aristóteles realizó algunas observaciones sobre la refracción y la reflexión de la luz, Arquímedes descubrió que un espejo cóncavo puede concentrar los rayos del sol en una pequeña región.

Durante la Edad Media, Alhacen, un árabe español, menciona con precisión las leyes de la refracción y la reflexión.

Alrededor del año 1300 se empezaron a utilizar los lentes en China e Italia y a finales del siglo XVII se inventó en Holanda el telescopio y el microscopio.



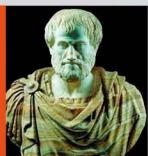
Figura 4. Triangulation

Línea del Tiempo: Color



PREHISTORIA

Se tiene como dato que hace 25,000 años empezaron a manifestarse las primeras imágenes, cuando el hombre aprende cultivar la tierra y a nombrar las cosas, es donde encontramos las primeras manifestaciones de la teoría color. Lo más antiguo que se tiene como registro, son las pinturas rupestres, esto con la intención de plasmarlo como un suceso real en la vida cotidiana. Hay que recordar que desde sus primeros usos el color fue plasmado con los mismos materiales que la naturaleza les otorgaba, como plantas, piedras y pieles.



ARISTÓTELES (284-348 a.C.)

Reconoce es muy extensa la cantidad de colores que se obtiene tras mezclarlos entre sí, para él, el gris también es un color, como lo es también la cantidad de sonidos y sus acordes. Dice que los colores pueden ser expresados por números al igual que los sonidos, y parece buscar por este medio la expresión numérica de los colores enteros.



GALILEO 1610

Mejora el telescopio y lo utiliza para sus observaciones astronómicas. Es el primero en tratar de medir la velocidad de la luz, pero fracasa.



NEWTON 1666

Estudia por primera vez la descomposición de la luz solar utilizando un prisma de base triangular y haciéndola incidir a través de este. Contando los colores que componen la luz: rojo, naranja, amarillo, verde, azul y violeta. Introduce también el color índigo entre el azul y el violeta. Propone la teoría corpuscular de la luz.



DESCARTES 1637

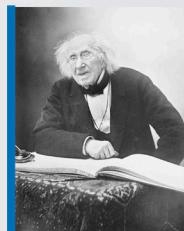
Explica el proceso en el cual podemos ver el arcoíris, una gota de agua suspendida que es interceptada por un rayo de luz, este se descompone formando el arcoíris. Sienta las bases científicas y menciona con exactitud el grado de incidencia de la luz a través del agua para que se pueda formar el arcoíris.



THOMAS YOUNG 1801

Médico inglés que se dedicó preferentemente al funcionamiento del ojo humano estableciendo que existen tres tipos de receptores cada uno de ellos sensible a uno de los colores primarios.

El blanco resulta de la combinación de los tres colores fundamentales, que son el rojo, el verde y el violeta. Y al mezclar verde y rojo resulta amarillo; verde y violeta, azul y rojo y violeta, carmesí.



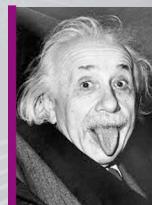
CHEVREUL 1839

Fue quien designó la forma clásica de clasificación de los colores, los primarios, rojo, amarillo y azul, y los secundarios, anaranjado, verde y violeta. También analiza como los colores se ven afectados por los colores adyacentes con su Ley del Contraste.



EDISON 1876

Inventa el foco, el cual nos permite crear una iluminación artificial.

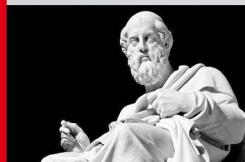


EINSTEIN 1905

Continúa con el análisis del efecto fotoeléctrico y menciona que el modelo ondulatorio de la luz es insuficiente para entender todas las propiedades de la luz y que a su vez también tiene propiedades de corpúsculo. Desarrolla la teoría de la relatividad con base en que la velocidad de la luz es una constante universal.

PLATÓN (427-347 a.C.)

Habla sobre el cuarto sentido en su diálogo "Timeo, o de la Naturaleza", el sentido visual; donde menciona el proceso en el cual la luz entra en el ojo y son captadas las imágenes y el color, donde nombra el color rojo, color de la sangre, el fuego y lo brillante y que agregándole blanco resulta el color amarillo y algunas combinaciones mas y resultados como el color pardo un matiz verdoso amarillento.



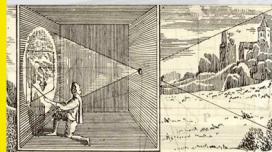
SÉNECA (3 a 65 d.C.)

Fue el primero en mencionar la capacidad amplificadora de las lentes convergentes al describir como se veían las cosas a través de un globo de vidrio lleno de agua. Describe los colores que se ven a través de un prisma transparente.



G. PORTA 1600

Inventa la cámara oscura, antecesor de la cámara fotográfica



GOETHE 1810

Poeta alemán, contrapuso la teoría de Newton, analiza los colores como el de las sombras de la nieve que resultan azules en los días claros de invierno, dice también que la luz cambia de color al atravesar la atmosfera. Cree que las leyes de la poesía y de la pintura pueden hasta cierto punto comunicarse.



C. HUYGENS 1690

Tenía sus propias ideas acerca de la luz y elaboró la teoría ondulatoria. Semejante al sonido, decía, la luz es también una vibración que se propaga utilizando un soporte material que llamó éter.



MAXWELL 1865

Hombre de ciencia quien experimenta con materias colorantes, produciendo discos de papel teñidos, objeto de sus estudios cromáticos, para exponer un método que permita comparar todas las variaciones de colores visibles asignándole cifras y obteniendo resultados. Teoría electromagnética.



HELMHOLTZ 1860

En su manual de óptica fisiológica menciona que el color blanco es el resultado de la suma de los colores simples.

También menciona que el sistema visual, funciona por síntesis de los estímulos, y la del sistema auditivo, que opera por análisis de los estímulos.



HERTZ 1887

Descubre el efecto fotoeléctrico tras analizar la teoría electromagnética, así como la forma de producirlas y detectarlas.



1.3 FÍSICA DEL COLOR

Luz

Para poder entender el color desde el punto de vista de la física es necesario saber que el color es la descomposición de la luz blanca que es percibida a través del ojo humano.

La luz es una forma de radiación electromagnética, llamada energía radiante; capaz de excitar la retina del ojo humano y producir, en consecuencia, una sensación visual.

La energía radiante fluye en forma de ondas en cualquier medio con una dirección determinada (propagación rectilínea), y sólo es perceptible cuando interactúa con la materia, que permite su absorción o su reflejo. Hay entonces un cuerpo emisor de la energía radiante, otro que la recibe y quien lo percibe.

Esta interacción o transferencia de energía de un cuerpo a otro se denomina radiación.

Físicamente se puede interpretar la luz de dos maneras, asociadas entre sí:

- Onda electromagnética
- Corpúsculo o partícula.

Las definiciones de las unidades de base adoptadas por la Conferencia General de Pesas y Medidas, son las siguientes: El metro (m) se define como la longitud de la trayectoria recorrida por la luz en el vacío en un lapso de $1 / 299\,792\,458$ de segundo. (CENAM, 2012)

Se representa con la letra c , proveniente del latín *celeritas* (que significa celeridad o rapidez).

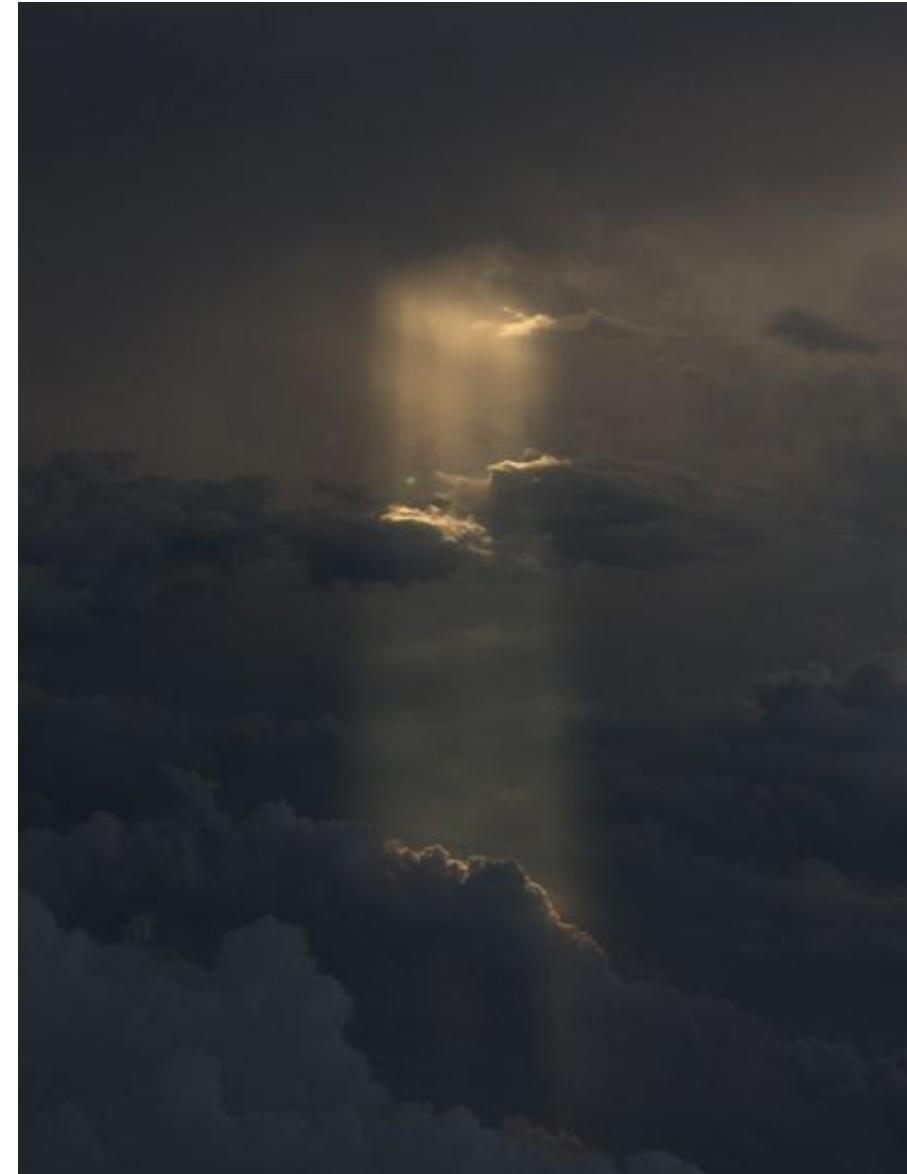
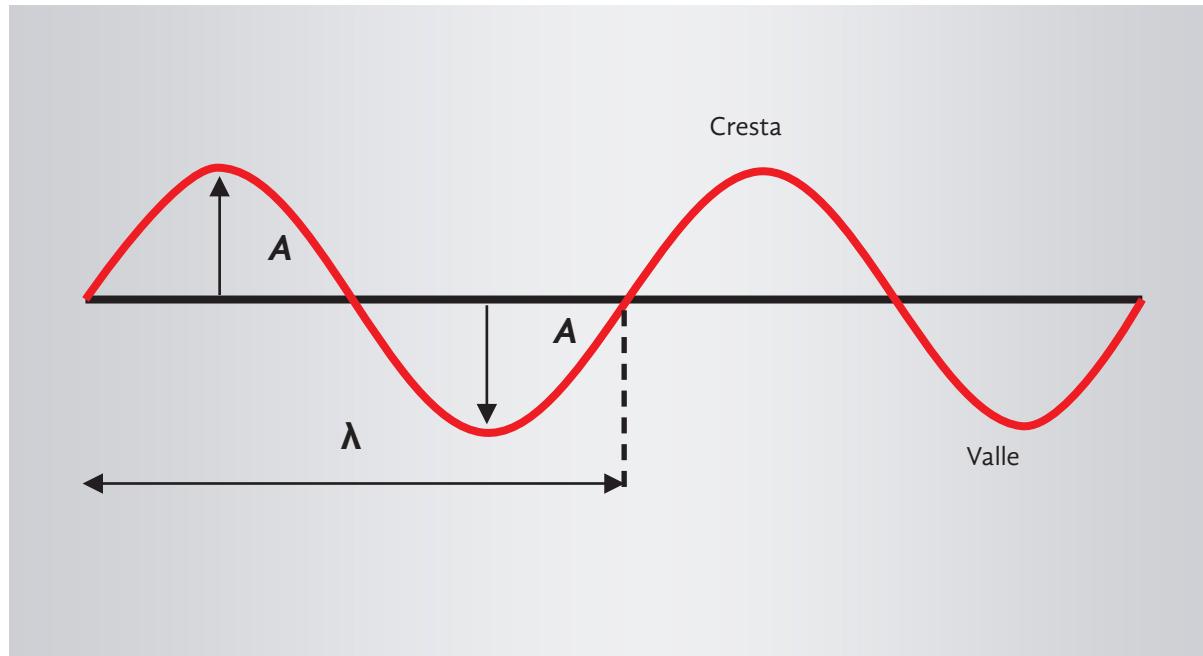


Figura 5. Nubes

Características de las ondas

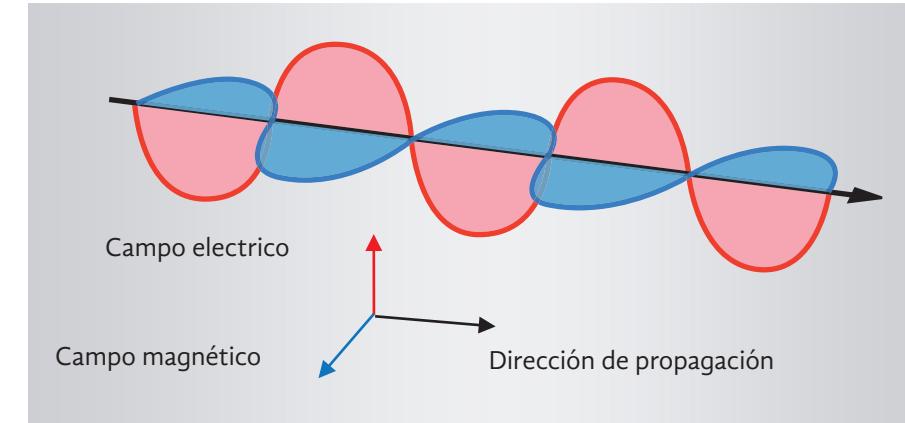
- Frecuencia (f) La frecuencia tiene relación inversa con la longitud de onda a mayor frecuencia menor longitud de onda.
- Longitud (λ) Es la distancia existente entre dos crestas o valles
- Amplitud (A) Es el valor de la máxima perturbación que alcanza un elemento respecto de su posición de equilibrio. Aquellos lugares donde la perturbación es máxima se denominan crestas o valles, y donde es mínima se denominan nodos.



Esquema 1. Características de las Ondas

Ondas Electromagnéticas

Una onda electromagnética es la perturbación simultánea de los campos eléctricos y magnéticos existentes en una misma región. James C. Maxwell fue quien descubrió las ondas electromagnéticas en 1886.



Esquema 2.
Onda Electromagnética

A diferencia de las ondas mecánicas, las ondas electromagnéticas no necesitan de un medio material para propagarse.

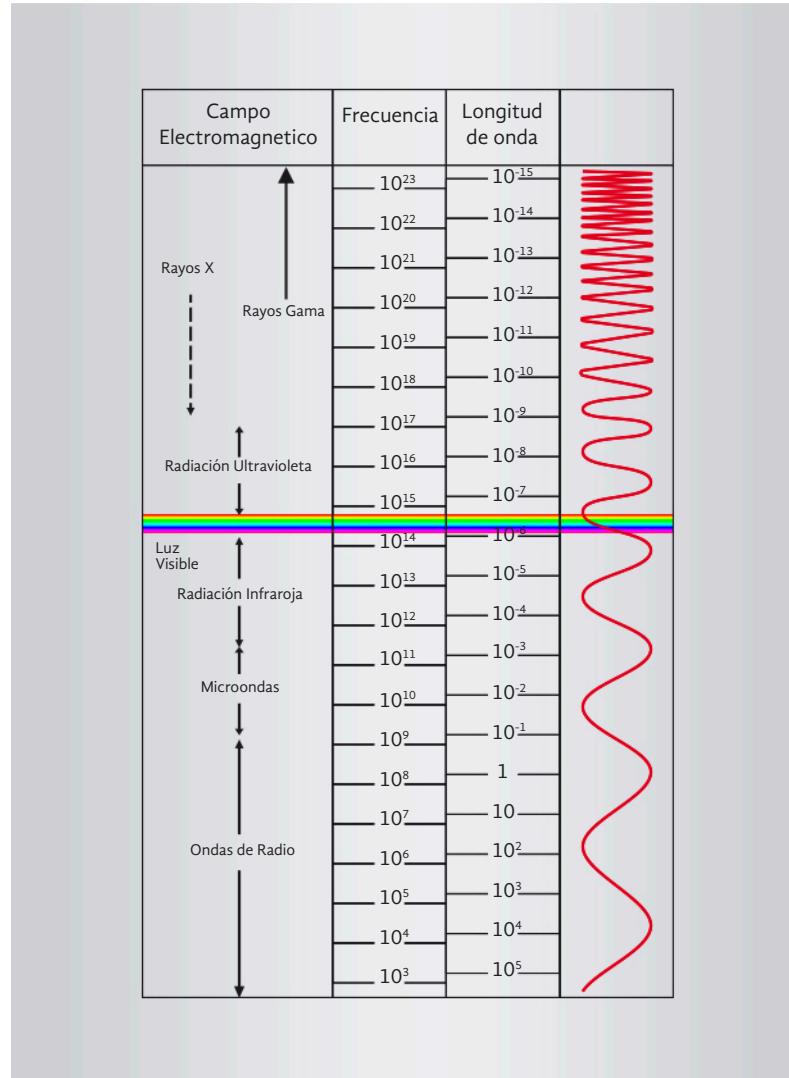
Características de las ondas electromagnéticas

- Se componen de un campo eléctrico y un campo magnético
- Su energía aumenta con la frecuencia
- Se distinguen ondas ionizantes y no ionizantes
- La potencia disminuye con el cuadrado de la distancia
- Se propagan en línea recta
- Se transmiten en el vacío
- Pueden sufrir reflexiones y difracciones

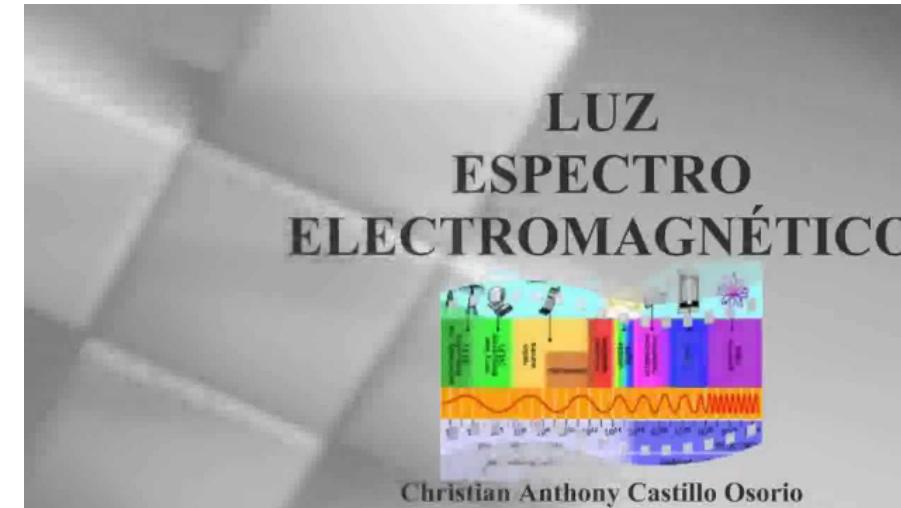
Espectro Electromagnético

Es el conjunto de ondas de ondas electromagnéticas que se encuentran ordenadas de acuerdo a su longitud de onda. Se extiende desde longitudes de onda de 10^{-12} hasta 103 metros. En el extremo de las frecuencias más altas (onda corta) de mayor energía están los rayos cósmicos (emitidos durante reacciones nucleares).

En el otro extremo se encuentran las ondas largas, utilizadas para comunicaciones de radio, que van de unos milímetros a kilómetros de longitud de onda. Entre estos extremos están los rayos X, los UV (ultravioleta), los visibles y los IRC (infrarrojos). Los últimos tres son los de mayor importancia en el campo de la iluminación.



Esquema 3. Espectro Electromagnético



Video 1. El espectro electromagnético 1 NASA (Español)

Tipos de ondas Electromagnéticas

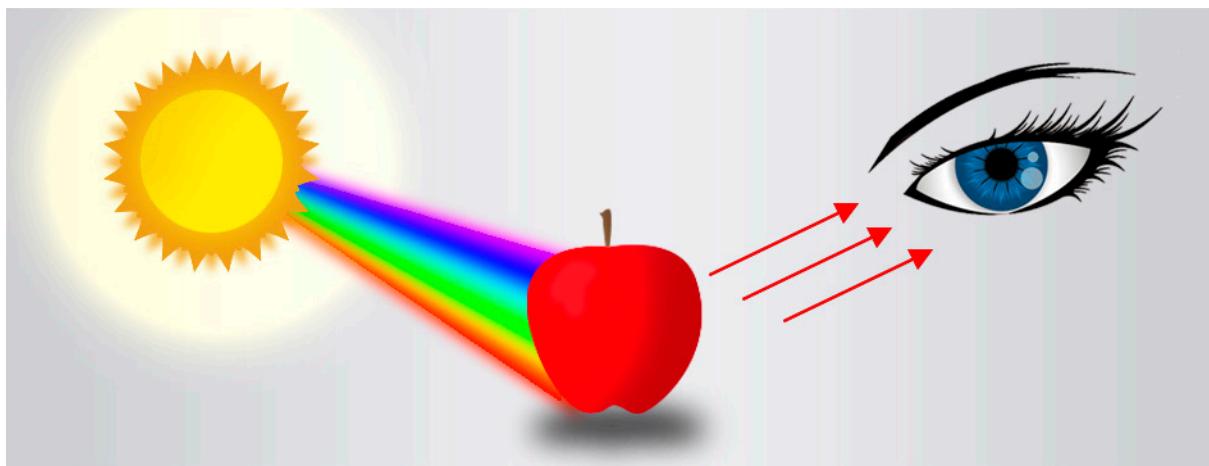
- Ondas de radio: varios kilómetros
- Microondas
- Infrarrojos
- Espectro visible
- Ultravioletas
- Rayos X
- Rayos gamma: menos de 0,1 nanómetro

El color es pues un hecho de la visión que resulta de las diferencias de percepciones del ojo a distintas longitudes de onda que componen lo que se denomina el "espectro visible". Estas ondas visibles son aquellas cuya longitud de onda está comprendida entre los 380 y los 700 nanómetros aproximadamente; más allá de estos límites siguen existiendo radiaciones, pero ya no son percibidos por nuestra vista.

Luz Visible

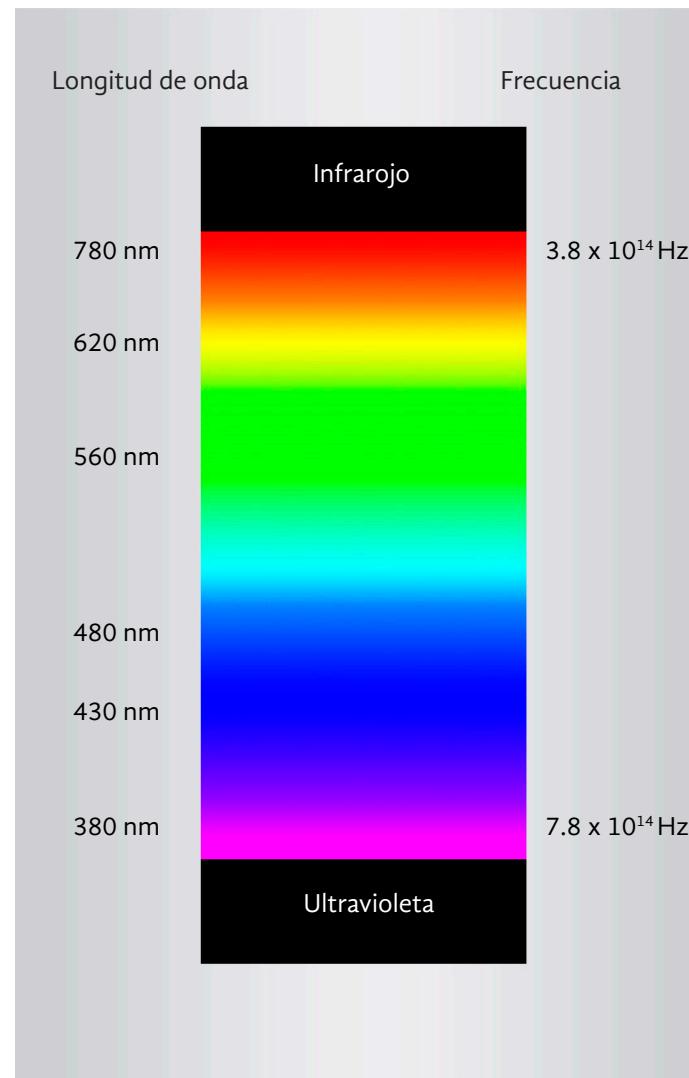
La luz visible (colores) está formada por una parte de frecuencias relativamente pequeña dentro del espectro electromagnético.

La luz blanca percibida es una mezcla de todas las longitudes de onda visibles. El espectro visible se puede descomponer en sus diferentes longitudes de onda mediante un prisma, que refracta las distintas longitudes de onda selectivamente. Por ejemplo, los cuerpos de color verde reflejan luz con longitudes de onda de 500 a 570 nanómetros aproximadamente mientras que absorben casi toda la energía en las restantes longitudes.



Esquema 4. Proceso de Visión

Para medir el espectro visible la unidad de medida más usada es el nanómetro (nm), que equivale a 10^{-9} metros. El espectro visible es la porción del espectro electromagnético percibida por el ojo humano, y se encuentra en la longitud de onda que va de los 380 nm hasta los 780 nm aproximadamente.



Esquema 5. Espectro Electromagnético en Nanómetros

Debido a la estructura del ojo todos los colores se ven como combinaciones variables de los denominados colores primarios, rojo, verde y azul (RGB). En 1931, la CIE (Comisión Internacional de Iluminación) especificó la longitud de onda para estos tres colores resultando, azul = 435.8nm, verde=546.1nm, rojo=700nm. Sin embargo se puede concluir que no existe una medición exacta para estos colores.

De esta manera al especificar las longitudes de onda de cada color no significa que estas tres componentes fijas puedan generar ellas solas todos los colores del espectro.

De acuerdo con Sirlin, Eli (2004) La luz es una forma de radiación electromagnética, llamada energía radiante, capaz de excitar la retina del ojo humano y producir, en consecuencia, una sensación visual.

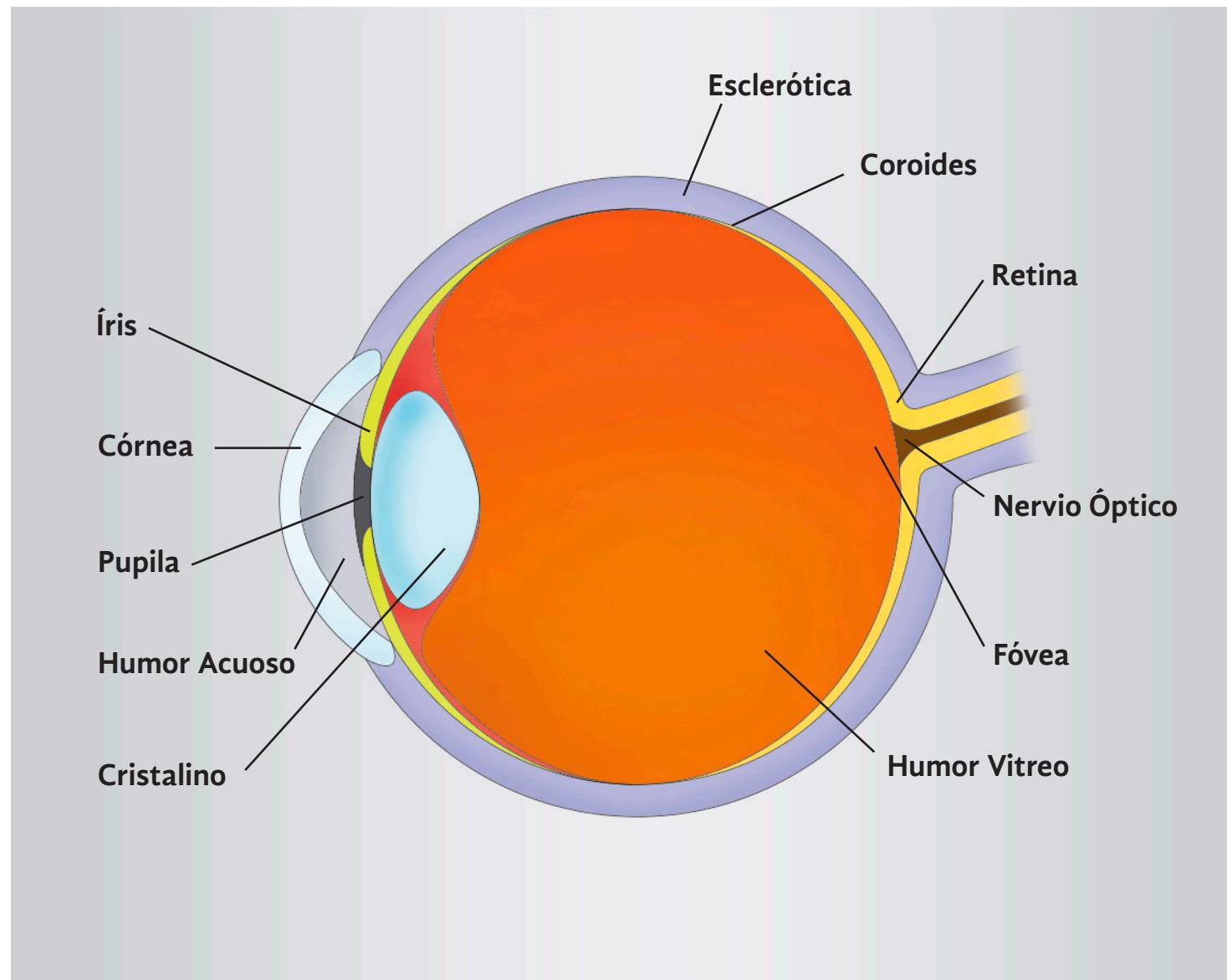
1.4 FISIOLÓGÍA DEL COLOR

Casi todos hemos cerrado alguna vez los ojos y andado a tientas por una habitación para saber que se siente ser invidente. Pocas personas duran más de algunos minutos, presentan cierta ansiedad y la imposible necesidad de abrir los ojos, resultando en un verdadero alivio, recuperando algo más que la visión sino su contacto con el mundo.

¿Cómo funciona el ojo? Esta pregunta ha fascinado al hombre durante miles de años, aunque en diferentes ocasiones se expusieron distintas teorías, el hecho fundamental acerca del ojo; es que es un órgano para captar la luz y se descubrió hace apenas unos 300 años.

Ni siquiera los antiguos griegos tenían un conocimiento exacto sobre la composición del ojo, y eran capaces de realizar diversas intervenciones quirúrgicas en él. Llegaron a comprender el aspecto básico de la visión.

Fue Christopher Scheiner, a quien se le atribuye sentar las primeras bases prácticas sobre la visión al demostrar en 1625 que la luz entra en el ojo, llevando consigo la imagen que vemos. Su demostración fue sencilla: quitó la membrana de la parte posterior de un ojo de un animal recién sacrificado y una vez expuesta la retina, pudo mirar dentro y así observar reproducciones en miniatura de los objetos situados frente al ojo tal como los ve hoy en día un fotógrafo en su cámara.



Anatomía del ojo

El ojo humano se compone de distintas partes, de las cuales podemos distinguir las siguientes:

- **Córnea:** superficie externa, sin vasos sanguíneos, alimentada por el humor acuoso por donde llega la luz
- **Pupila:** abertura por donde pasa la luz
- **Íris:** músculo que controla el tamaño de la pupila
- **Cristalino:** lente, controlada por músculos. Permite enfocar la información recibida sobre la retina.
- **Retina:** capa donde se recibe, procesa y transmite la información visual.
- **Músculos extra oculares:** tres pares para controlar su movimiento.

Esquema 6. Anatomía del Ojo

Los Conos

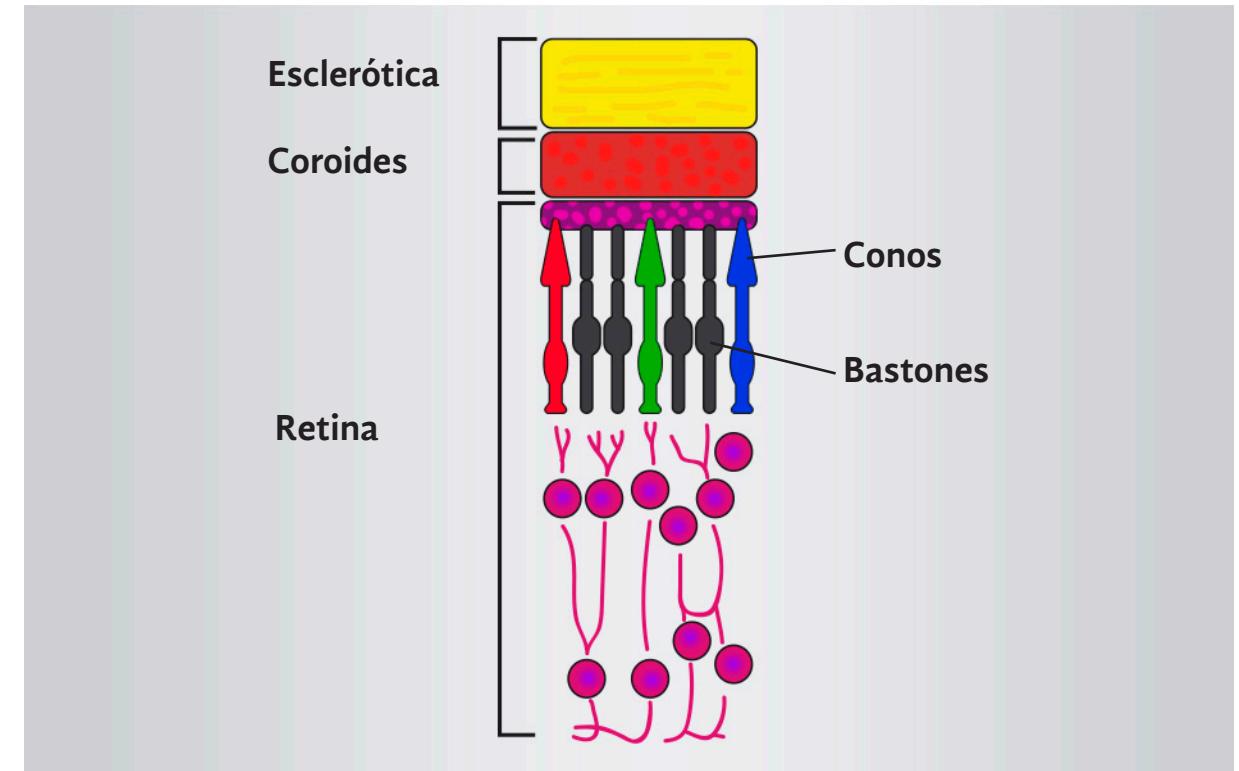
La distinta cantidad de energía absorbida se traduciría en sensación de brillo. Pero también podemos distinguir una calidad cromática (el matiz, tinte o color) que diferencia las radiaciones en función de sus longitudes de onda. Esta diferenciación cualitativa se debe a la especialización de unas células fotosensibles denominadas conos, y que se encuentran situadas en la retina, especialmente en la fovea. De los cuales tenemos aproximadamente 7 millones.

Los conos son de tres tipos: rojos, verdes y azules (RGB), según la zona del espectro visible que más les estimule, es decir, cada tipo reacciona ante un color. En conjunto hacen posible la percepción del color.

Durante el día trabajan más los conos, ya que domina la visión fotópica, debida a la estimulación de las sustancias fotosensibles de los conos del ojo; este tipo de visión permite la distinción de los colores.

El color se elabora en el cerebro a partir de la información aportada por los conos, creando una sensación conjunta que permite observar colores no presentes en el espectro visible, como las mezclas de rojo y azul.

La interacción de las sensaciones procedentes de 2 o 3 tipos de conos supone un aumento de energía: la máxima excitación de los 3 tipos de conos por una fuente luminosa produce el blanco, es decir, el color más brillante. A este proceso se le denomina síntesis aditiva del color.



Esquema 7. Conos y Bastones

Los Bastones

Son muy sensibles a la luz, pero no reaccionan al color. Como son extremadamente sensibles a la luz permiten la visión aun con poca luz, por ello son más utilizados en la visión escotópica (con niveles bajos de iluminación). La distinta cantidad de energía absorbida se traduce en una sensación de brillo más que de color, tenemos alrededor de 125 millones de bastones.

El ojo y la visión

El ojo junto con el cerebro son los órganos fundamentales con el que los humanos y otros animales interpretamos el mundo que nos rodea a través del sentido de la visión.

La visión es uno de los sentidos fundamentales en la evolución animal. Permite identificar objetos (tamaño, forma, color) y movimientos. Lo hace en condiciones muy variables de iluminación. Tal es su importancia que aproximadamente la mitad de la corteza cerebral está dedicada al análisis de la visión.

El ojo, en diferentes animales es el encargado de percibir la luz e interpretarla en señales eléctricas que el cerebro transforma en información.

En la actualidad, es un hecho universalmente aceptado que el ojo es un aparato que sirve para captar imágenes. Por mucho que pueda variar el aparato visual de una especie animal a otra, la vista siempre será la misma, en el cual se lleva a cabo un proceso fundamental, que se inicia con la luz en entra en el ojo trayendo consigo la información para elaborar las imágenes que vemos.

Al observar cualquier objeto el cristalino del ojo proyecta sobre la retina una reproducción óptica del mismo. Los 130 millones de receptores que, aproximadamente, se hallan distribuidos en la retina, transforman la luz que llega al ojo en señales eléctricas que se transmiten luego a través del nervio óptico al centro del sistema visual situado en el cerebro. Es en el cerebro donde se genera la imagen que percibimos visualmente.

Pero no resulta fácil que una imagen llegue completa y clara hasta la retina. Primero, la luz que entra en el ojo debe ser graduada, si hay demasiada la imagen resultara demasiado reluciente, si es muy poca resultará borrosa. Luego la imagen deberá ser enfocada claramente en la retina.

En la parte delantera del ojo se encuentra la córnea que desvía la luz y por consiguiente es parte del sistema de enfoque; detrás de la córnea está el humor acuoso, un líquido translúcido que también sirve para enfocar las imágenes; en seguida tenemos el iris en forma de disco perforado por el centro que es la pupila, el iris gradúa la luz que entra al ojo aumentando o disminuyendo el diámetro de la pupila. Una vez que la luz ha atravesado la córnea, el humor acuoso y la pupila, pasa por el cristalino, que ajusta el enfoque de los objetos cercanos o lejanos.

Por último, la luz pasa por una sustancia gelatinosa llamada humor vítreo, que mantiene el grado de desviación de la luz fijado por el cristalino hasta llegar a la pupila.

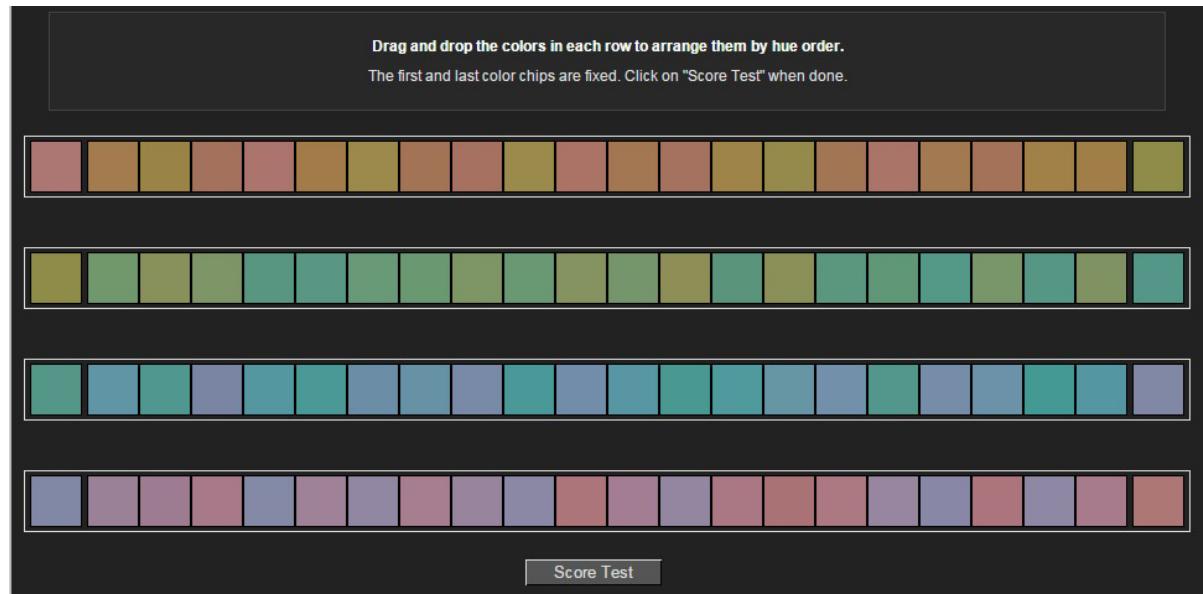
Existen músculos alrededor del globo ocular que también ayudan a enfocar las imágenes, moviéndolo de izquierda a derecha y hacia arriba y abajo, permitiéndonos mirar lo que queremos ver.



Figura 7. Mirar

¿Cuánto vemos?

El ojo humano es capaz de distinguir varios millones de colores en función de las condiciones de observación, pero sólo ve en blanco y negro de noche, durante la que se pueden tener sueños en color. Éstas son algunas de las curiosidades que ofrece un libro presentado en la X Reunión Nacional de óptica celebrada esta semana en Zaragoza por uno de sus autores, Manuel Melgosa, catedrático en la Universidad de Granada, quien ha explicado en una entrevista con Efe que el color es una percepción y como tal es algo único, muy personal (abc.es, 2012)



Interactivo 1. Test de Visión

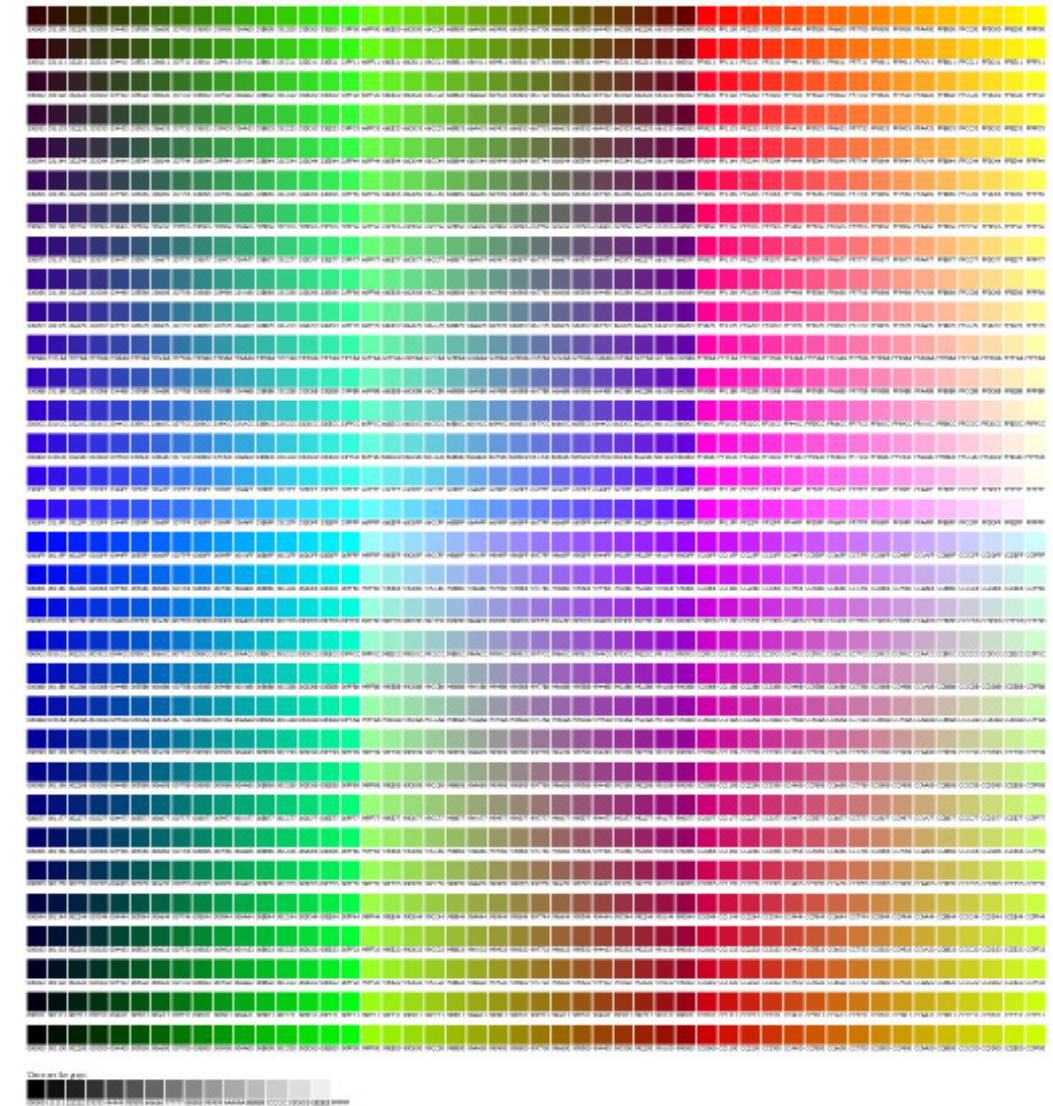


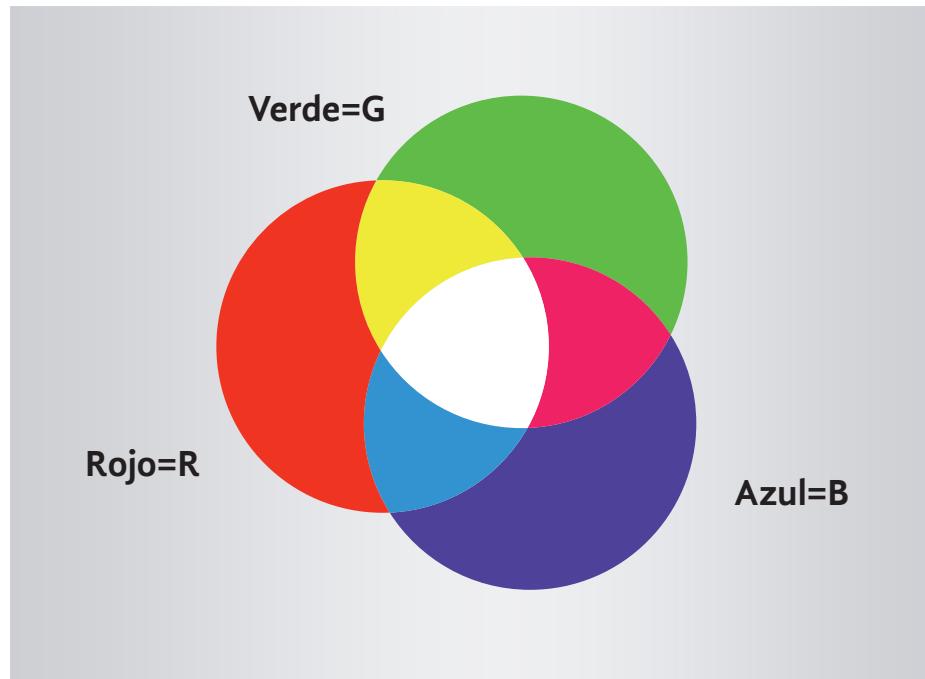
Figura 8. 1500 Colores de un Vistazo

1.5 TEORÍA DEL COLOR

Síntesis aditiva

Los colores aditivos, también conocidos como colores luz son los colores en los cuales la luz puede dividirse al pasar por un prisma, son muy luminosos. Se llaman aditivos pues al unir estos aumenta la cantidad de longitudes electromagnéticas que el ojo capta para formar el blanco.

Los colores aditivos primarios son el rojo (R), verde (G) y azul (B), pues estos son los únicos colores totalmente puros, que no pueden obtenerse al combinar otros colores.

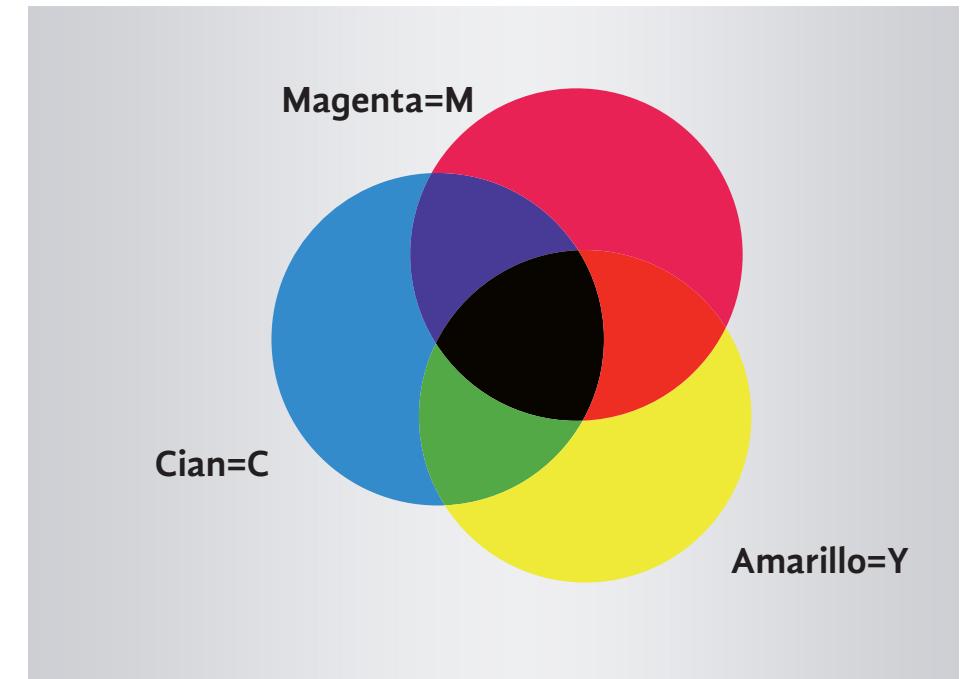


Esquema 8.
Síntesis Aditiva

Síntesis Sustractiva

Los colores sustractivos también se llaman colores pigmento, un pigmento es una sustancia cualquiera que absorbe parte del espectro de luz y refleja otra, por ejemplo, un pigmento rojo absorbe todos los rayos y sólo refleja los de longitud de onda roja. Estos colores se llaman sustractivos pues al aumentar la cantidad de pigmentos, se reduce la cantidad de longitudes de onda reflejadas y al combinarlos todos se obtiene el negro o ausencia de color.

Los colores primarios sustractivos son el magenta (que absorbe el verde de la luz), el amarillo (que absorbe el azul de la luz) y el cian (que absorbe el amarillo de la luz). (Fraser, 2004)



Esquema 9.
Síntesis Sustractiva

Propiedades del Color

Todos los colores pueden describirse en función de tres características fundamentales: tono, saturación y brillo. Al describir un color usando estos tres atributos se identifica un color específico y lo distingue de cualquier otro.

- Tono y Matiz: Es la propiedad cromática que viene determinada por la longitud de onda de la luz reflejada a partir de un objeto o transmitida por él. Sencillamente es lo que normalmente entendemos por color: rojo, anaranjado, verde, azul y combinado con algún otro color es cuando nos referimos al matiz.
- Saturación: Es la cantidad de color, lo llamativo o apagado que es un color, se define por su distancia respecto al gris. El color, dependiendo de su saturación o croma, puede ser muy intenso y fuerte o por el contrario acercarse al gris, a la ausencia de tono. Se suele medir en tantos por cien (%), siendo el 100% el valor de mayor saturación, y el 0% el de menos, el que ya carece de tono, es decir, que es gris.
- Brillo, Valor o Claridad: Es el factor que define la intensidad de la luminosidad, la cantidad de brillo o luz que tiene un color. Diferencia los colores claros de los oscuros, independientemente de su tono y su saturación. Se mide en una escala que tiene como límites el blanco y el negro, se mide en tanto por ciento, donde el 0% es el negro y el 100% el blanco.

En el siguiente ejemplo podemos ver cómo afecta el brillo o valor al color. En todos los casos se mantienen los valores de tono o matiz y de saturación o croma lo único que cambia es la proporción de brillo.



Esquema 10. Tono, Saturación y Brillo

1.6 PSICOLOGÍA DEL COLOR

La psicología del color es un campo de estudio que está dirigido a analizar el efecto del color en la percepción y la conducta humana.
(Psicología del color.es, 2012)

La medicina, opina que es una ciencia inmadura en la corriente principal de la psicología contemporánea, teniendo en cuenta que las técnicas empleadas en este campo pueden categorizarse dentro del ámbito de la metafísica, como lo hizo Johann Wolfgang von Goethe, poeta, dramaturgo y científico alemán, que publicó en 1810 su obra “El tratado de los colores”, para que las personas comprendieran los aspectos metafísicos de estos.

Los colores no son únicamente importantes para la decoración de un lugar, para la elaboración de objetos o para identificar el medio que nos rodea. Son esenciales para el estado de ánimo de las personas. Percibimos el color a través de los sentidos por lo tanto son una influencia en la conducta del ser humano. El color es una elaboración de nuestra mente, por lo tanto tiene un gran efecto en nuestro estado de ánimo mental, físico, y emocional.

Goethe atribuyó valores morales a los colores, cosa que le costó el rechazo de las personas en su época. Realizo propuestas sobre un tema desconocido hasta ese momento, que profundizaba sobre los efectos psicológicos del color en la percepción humana, decía que al estar en contacto con algún color este se sincronizaba con el espíritu humano, produciendo efectos importantes en el estado de ánimo.

A manera de referencia tenemos la siguiente tabla de color de Goethe y sus efectos sobre la percepción humana.

Color	Significado
Rojo	Está relacionado con el fuego y evoca sensaciones de calor y excitación. Es el color de la sangre y el fuego, el color de Marte, símbolo de la violencia, de la pasión sensual; sugiere acción, impulso; es el color del movimiento y la vitalidad. Aumenta la tensión muscular, activa un cierto estado de alerta en el cerebro.
Naranja	Mezcla de amarillo y rojo, tiene las cualidades de ambos, aunque en menor grado. Para Goethe es el color de la energía, un color para temperamentos primarios, que gusta a niños, bárbaros y salvajes porque refuerza sus tendencias naturales al entusiasmo, al ardor, a la euforia.
Amarillo	Es el color del Sol. Para Goethe posee una condición alegre, risueña, es el color del optimismo. El amarillo tiene las cualidades del sol, es el color del poder y la arrogancia, pero también de la alegría, el buen humor y la buena voluntad; es un color estimulante.
Verde	El verde significa la llegada de la primavera, simboliza la juventud y la esperanza. Por ser el color de la naturaleza, de los prados húmedos, sugiere aire libre y frescor; este color es reconfortante, libera al espíritu y equilibra las sensaciones.
Azul	Es el color de la inteligencia, la sabiduría, la reflexión y la paciencia. Induce al recogimiento, proporciona una sensación de espacio abierto, es el color del cielo y el mar en calma, y así evoca también paz y quietud. Actúa como calmante, sosegando los ánimos e invitando al pensamiento.
Púrpura	El violeta es el color de la madurez y la experiencia. En un matiz claro expresa profundidad, misticismo, misterio, melancolía, es el color de la intuición y la magia; en su tonalidad púrpura es símbolo de realeza, suntuosidad y dignidad.

Tabla 1. Psicología del Color

1.7 COLOR Y DISEÑO

El color ha sido un factor comunicativo desde el principio de nuestros tiempos y se puede observar a través de la historia de la humanidad. Nuestra vida depende mucho de este, confiamos ciegamente en las luces de colores que muestra el semáforo para advertir nuestro camino, nos basamos en este para elegir alimentos, para revisar nuestro estado de salud, separar algún producto dañino de otro o comprarlos porque la publicidad mediante color nos atrae de forma subliminal.

El poder de comunicación de los colores influye en el comportamiento social y mueva masas enteras, identifica naciones a través de las banderas y establece el sentido de pertenencia de un territorio en el aspecto geográfico, político y social.

El color es un elemento básico a la hora de elaborar un mensaje visual. A pesar de que sin el color la forma permanece, con frecuencia el mensaje es, precisamente, el Color como se nos muestra en una señal de peligro, o aquello que solo puede expresarse mediante el color, ya sea de una manera denotativa o connotativa.

¿Que vemos?

Esta sencilla pregunta abarca amplios procesos de actividades, funciones y actitudes que tienen que ver con nuestro cuerpo hasta nuestra personalidad. Debemos percibir, comprender, contemplar, observar, descubrir, reconocer, visualizar, examinar, leer, mirar, sentir.



Figura 8. Ferrari

Solo vemos lo que queremos ver, esto es en primer plano; ya que se ha demostrado que el cerebro capta todo lo que se encuentra a nuestro alrededor, sin importar lo que estemos mirando. Los publicistas al darse cuenta de esto tienen una ventaja sobre nuestras decisiones al momento de adquirir un producto, una de las principales herramientas a emplear es en primera instancia el color que no solo influye en nosotros de manera visual, si no emocional y ¿por qué no? hasta espiritual, como aseguraba Goethe (1987) al entrar en contacto con un color determinado, este se sincroniza de inmediato con el espíritu humano.

Es importante mencionar que el color influye en nuestra vida diaria y toma de decisiones, desde que nos levantamos hasta que vamos a la cama y que se encuentra prácticamente en todo lo que utilizamos para vivir.

Sería un error diseñar algún objeto útil sin considerar el color que lo compondrá, y junto con otros elementos de diseño como lo son la textura y la forma, el objeto final no podría estar listo para emplearlo y entenderlo en su totalidad.

El color en el diseño es el medio más valioso para que una pieza gráfica transmita las mismas sensaciones que el diseñador experimentó frente a la escena o encargo original; usando el color con buen

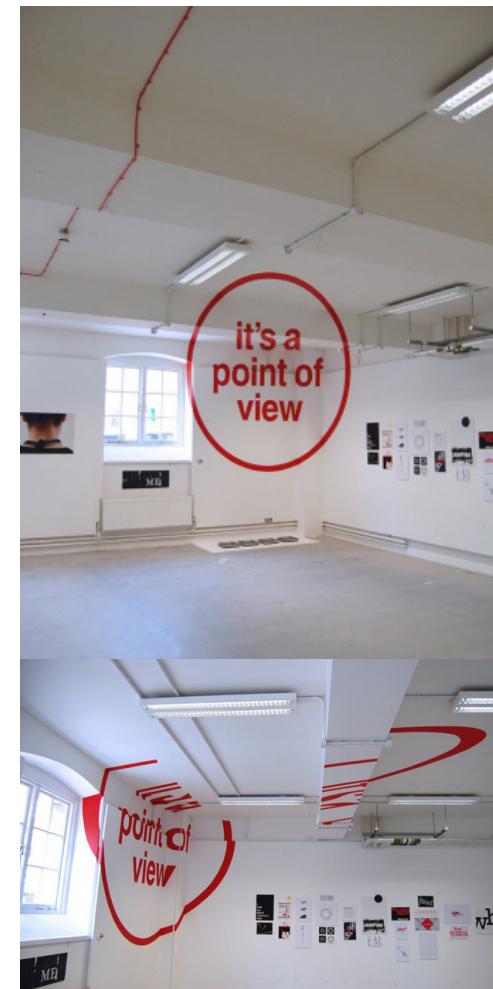


Figura 9 y 10. Punto de Vista



conocimiento de su naturaleza y efectos, y de manera adecuada, será posible expresar lo alegre o triste, lo luminoso o sombrío, lo tranquilo o lo exaltado, entre otras muchas cosas.

Nada puede decir tanto ni tan bien de la personalidad de un diseñador, del carácter y cualidades de su mente creadora como el uso y distribución de sus colores, la tendencia de éstos y sus contrastes, la música que en ellos se contiene. Una vez que se tiene el conocimiento del color, sus propiedades, interacción y significados, es necesario aprender a aplicarlo en las piezas gráficas, para conseguir los resultados deseados.

Figura 11 y 12. Es algo más que un a impresión





Interactivo 2. Underwater

CAPÍTULO 2: SONIDO

El sonido es algo que tiene gran utilidad para nosotros y para todos los animales. El aire, los acontecimientos naturales o el encuentro de dos objetos emiten una parte de energía en forma de ondas que se convierten en presión de aire, esta llega hasta nuestros oídos, la oímos y de esta manera nos enteramos de lo ocurrido. El oído es uno de los últimos producidos por la evolución aunque esta antes de los demás ya que siempre se encuentra alerta.

El oído y el cerebro analizan las ondas sonoras y su distribución en el tiempo, gracias a esto podemos saber qué es lo que ocurre al escucharlo, y la mayoría de las veces en la dirección que se encuentra.

2.1 Definición

El sonido es el resultado de la vibración de un objeto, alterando la presión del aire convirtiéndose en ondas mecánicas percibidas por el oído humano y analizadas en nuestro cerebro..

Al tocar una guitarra necesitamos hacer vibrar las cuerdas para que esta suene, en relación con un tambor es necesario que vibre la superficie para que haya sonido; en un aparato de radio es la bocina la que vibra. Pero no basta que un objeto vibre para que haya sonido. En efecto, si colocamos un timbre eléctrico, dentro de un pequeño domo de vidrio, y lo hacemos funcionar, podremos escuchar el sonido que produce, pero si extraemos el aire que contenido en el domo, notaremos que el sonido desaparece; este experimento realizado por Robert Boyle en 1660 demuestra que para que se produzca sonido, se requiere además de un objeto que vibre un medio material que transmita las vibraciones. (Cetto, 1983)

El sonido no es el fenómeno físico en sí, sino la sensación producida en el oyente, por lo que sin éste no podemos considerar la existencia de sonido.

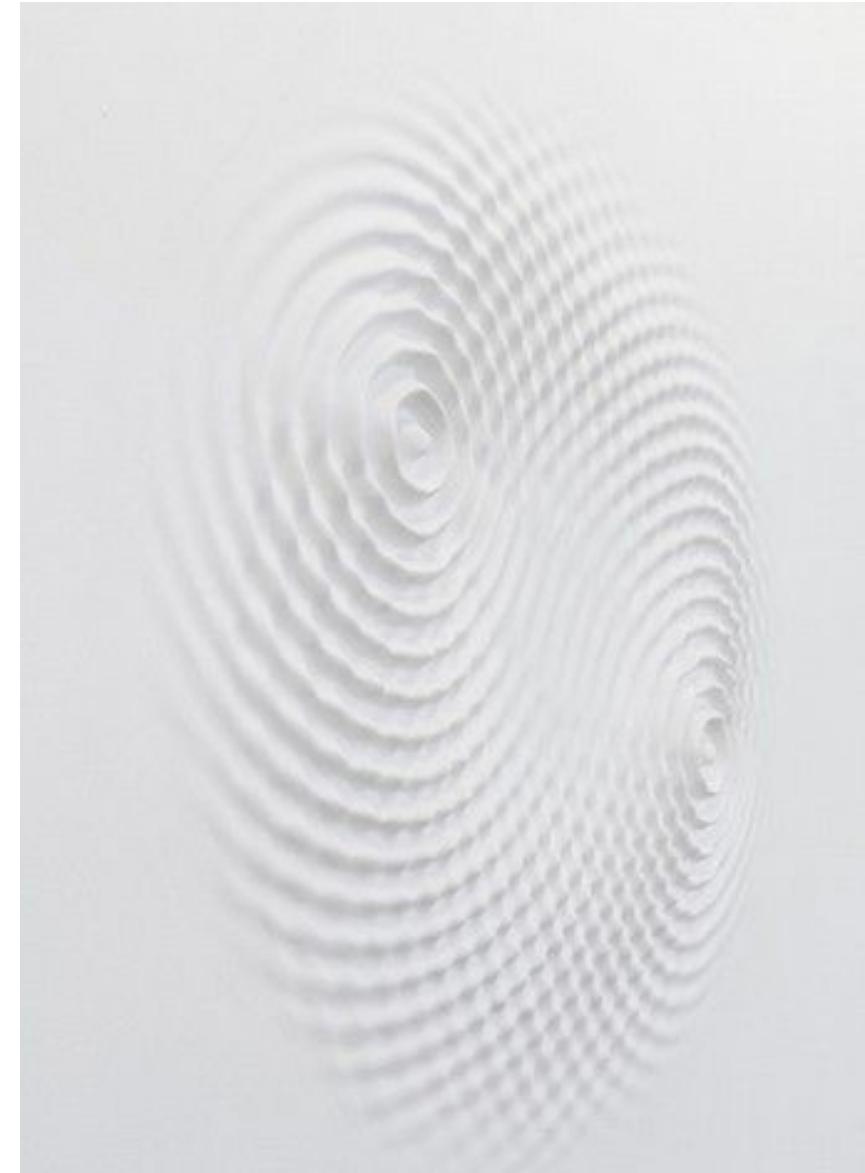


Figura 13. Guitarra

Entonces para poder existir un sonido en primer lugar se debe encontrar dentro del espectro audible, debe haber un medio elástico por el cual se propague y lo tiene que producir una vibración que altere la presión del aire.

El sonido no es otra cosa que la sensación producida en el oído por las variaciones de presión generadas por un movimiento vibratorio que se transmiten a través de medios elásticos. Dentro de ciertos límites, estas variaciones pueden ser percibidas por el oído humano (Martínez Abadía, 2004)

Figura 14. Wallwave Vibration



2.2 HISTORIA

El estudio del sonido es prácticamente reciente, hace tres siglos los intelectuales europeos de la época se preguntaban ¿Qué es exactamente el sonido? ¿Si un árbol cae en el bosque y no hay nadie que lo escuche, habrá sonido? Algunos físicos opinaban que si, mientras luchaban por analizar todo lo que les rodeaba. Su postura mencionaba que el sonido consiste en ciertos fenómenos físicos independientemente de que alguien los escuche o no, causada por un cuerpo que vibra en un medio propicio como el aire o agua. Por otra parte los filósofos opinaban que no, manteniendo su postura de buscar un mundo real, decían que el sonido solo es una sensación conocida solo por la mente de quien lo escucha.

La cuestión es que ambas teorías tienen razón.

Antecedentes

Se dice que el antiguo Pitágoras en el siglo VI a. C. estudio el sonido que produce una cuerda al vibrar y encontró que entre más amplia es la vibración más intenso es el sonido y si la vibración se detiene el sonido también; y si la cuerda es más corta la vibración es mas rápida y el sonido más agudo. Aristóteles tuvo la idea de que al vibrar un cuerpo, este golpea el aire que está cerca de él y así sucesivamente con el aire en su región vecina.

Interactivo 3. Grid Distortion



Línea del Tiempo: Sonido



MARIN MERSENNE 1620

El matemático francés realizó medidas cuantitativas en relación con el sonido al hallar el tiempo de retorno de un eco y calcular un valor de la velocidad del sonido que difería del valor real en menos del 10%. Mersenne también fue el primero en medir de forma aproximada la frecuencia de una nota de tono determinado. Midió la frecuencia de vibración de un cable largo y pesado cuyo movimiento era tan lento que podía seguirse a simple vista; después, a partir de consideraciones teóricas, calculó la frecuencia de un cable corto y ligero que producía un sonido audible.



HOOKE 1681

El notable físico inglés fue el primero en demostrar experimentalmente que la altura o tono que percibimos como sensación auditiva, de sonidos graves a agudos, está directamente relacionado con la frecuencia de las vibraciones que origina la fuente de sonido.



BROOK TAYLOR 1708

Desarrolló la teoría matemática de las cuerdas vibrantes de acuerdo con las observaciones experimentales previas. Fue el primero en expresar matemáticamente el movimiento de una cuerda vibrante sobre la base de principios mecánicos.



JACQUES-CHARLES-FRANÇOIS STURM 1826

El matemático francés llevó a cabo las primeras medidas precisas de la velocidad del sonido en el agua y a lo largo del siglo se realizaron numerosos experimentos para determinar con extremada precisión la velocidad de sonidos de diferentes frecuencias en distintos medios. La ley fundamental que dice que la velocidad es la misma para sonidos de cualquier frecuencia y depende de la densidad y elasticidad del medio quedó establecida en dichos experimentos.



JOHANN HEINRICH SCHEIBLER 1834

Físico alemán, llevó a cabo la primera determinación precisa de la frecuencia de un tono, y propuso como patrón que la nota La equivaliera a 440 Hz.



SIGLO XX

Los físicos dispusieron por primera vez de instrumentos que hacían posible un estudio sencillo, preciso y cuantitativo del sonido. Mediante osciladores electrónicos pueden producirse ondas electromagnéticas de cualquier tipo y convertirlas en sonido mediante sistemas electromagnéticos.

BOYLE 1660

Mejóro la tecnología de vacío y pudo observar como la intensidad del sonido originado por un timbre (tipo reloj) colocado en una campana neumática disminuía a medida que el aire era extraído. Boyle concluyó que un medio como el aire era necesario para la propagación de las ondas sonoras.



ISAAC NEWTON 1687

Fue el primero en realizar un tratamiento matemático del sonido en sus Principios matemáticos de la filosofía natural. Una vez demostrado que la propagación del sonido a través de cualquier fluido sólo dependía de propiedades físicas medibles del fluido, como la elasticidad o la densidad, Newton calculó a partir de consideraciones teóricas la velocidad del sonido en el aire.



BERNOULLI JOHAN, LAGRANGE, DALAMBERT Y EULER SIGLO XVIII

Contribuyeron al conocimiento del tono y del timbre del sonido producido por un instrumento musical y también a la naturaleza de la propagación del sonido en distintos medios. Lagrange y Euler aplicaron las nuevas ecuaciones diferenciales a las ondas en las cuerdas y en el aire.



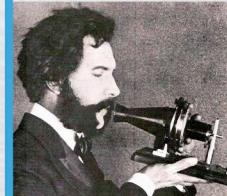
JOSEPH SAUVEUR 1700

Hizo la primera sugerencia de un patrón de sonido, propuso que el Do equivaliera a 256 Hz, un patrón cómodo desde el punto de vista matemático al ser una potencia de 2.



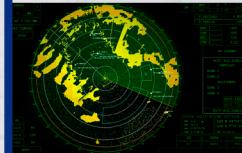
SIGLO XIX

Se inventaron el teléfono (Antonio Meucci), el micrófono y diversos tipos de gramófono, todos ellos muy útiles para el estudio del sonido.



GUERRA EUROPEA 1914

En la I Guerra Mundial, las necesidades militares llevaron a emplear por primera vez el sonar para la detección de submarinos, que hoy también se emplea para estudiar las corrientes y capas oceánicas y para realizar mapas de los fondos marinos.



2.3 FÍSICA DEL SONIDO

Sonido

Desde un punto de vista físico, el sonido es una vibración que se propaga en un medio elástico (sólido, líquido o gaseoso), cuando nos referimos al sonido audible por el oído humano, lo definimos como una sensación percibida en el órgano del oído, producida por la vibración que se propaga en un medio elástico en forma de ondas.

Para que se produzca un sonido es necesaria la existencia de:

- Un emisor o cuerpo vibrante.
- Un medio elástico transmisor de esas vibraciones.
- Un receptor que capte dichas vibraciones.

Podemos decir entonces que el sonido, fenómeno físico que estimula el sentido del oído. En los seres humanos, esto ocurre siempre que una vibración con frecuencia comprendida entre unos 20 y 20,000 hercios, que se propaga en forma de ondas y llega al oído interno. El hercio (Hz) es una unidad de frecuencia que corresponde a un ciclo por segundo. Estas vibraciones llegan al oído interno transmitidas a través del aire, y a veces se restringe el término "sonido" a la transmisión en este medio. Sin embargo, en la física moderna se suele extender el término a vibraciones similares en medios líquidos o sólidos.



La acústica es la parte de la física que estudia la producción, transmisión y efectos de las ondas que se propagan en medios materiales, sólidos, líquidos o gaseosos, como ondas de presión longitudinales, es decir, el campo de presión se manifiesta en la misma dirección de propagación de la onda, a diferencia de las ondas electromagnéticas, cuyos campos eléctrico y magnético son transversales a la dirección de propagación. Las ondas acústicas son ondas mecánicas, no electromagnéticas, cuya frecuencia puede extenderse hasta el rango de giga hertz. Al hablar de ondas sonoras, nos referimos a las ondas acústicas en el rango audible o cercano a éste. (Pérez Vega, 2003)

Figura 15. 440 Hz

Características del sonido

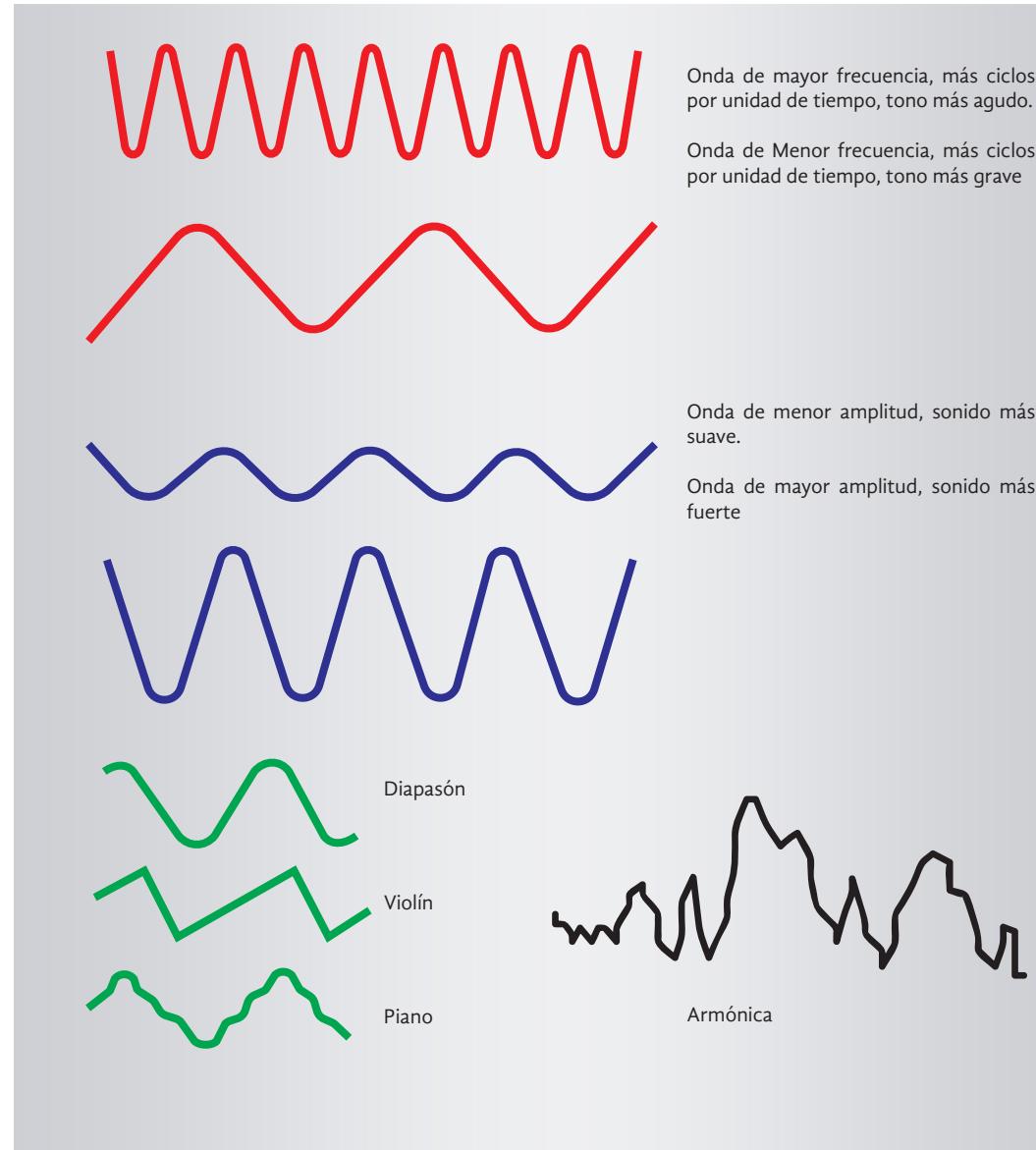
La velocidad es una particularidad especial del sonido ya que depende de las características del medio, así el sonido se propaga a diferentes velocidades según el medio que transmita la vibración. En general, la velocidad es mayor en los sólidos que en los líquidos y en los líquidos es mayor que en los gases.

El producto de la longitud de onda y la frecuencia es igual a la velocidad de propagación de la onda, que es la misma para sonidos de cualquier frecuencia (cuando el sonido se propaga por el mismo medio a la misma temperatura). Por ejemplo, la longitud de onda del la situado sobre el Do central es de unos 78,2 cm, y la del La situado por debajo del do central es de unos 156,4 centímetros.

La velocidad de propagación del sonido en aire seco a una temperatura de 0 °C es de 331,6 m/s. Al aumentar la temperatura aumenta la velocidad del sonido; por ejemplo, a 20 °C, la velocidad es de 344 m/s. Los cambios de presión a densidad constante no tienen prácticamente ningún efecto sobre la velocidad del sonido.

Características de las ondas sonoras

Cualquier sonido sencillo, como una nota musical, puede describirse en su totalidad especificando tres características de su percepción: el tono, la intensidad y el timbre. Estas características corresponden exactamente a tres características físicas: la frecuencia, la amplitud y la composición armónica o forma de onda. El ruido es un sonido complejo, una mezcla de diferentes frecuencias o notas sin relación armónica que son desagradables para el oído humano.



- Frecuencia: es la cantidad de oscilaciones por unidad de tiempo en la que determinado sonido, es quien determina si el sonido es agudo o grave. A mayor frecuencia el tono es más agudo, a menor frecuencia el tono es más grave. La frecuencia se mide en hercios (Hz) que equivale a un ciclo por segundo.
- Amplitud: la amplitud se refiere a la altura de la onda y significa la intensidad o volumen del sonido. Cuando no hay amplitud existe silencio, las amplitudes pequeñas equivalen a sonidos leves y las grandes a sonidos intensos. La amplitud se mide generalmente en decibelios (dB). La escala auditiva va de los 0 dB hasta los 130 dB, a partir de los 110 dB el sonido es molesto para el oído humano.
- Timbre: es la cualidad que hace que distingamos dos sonidos de igual frecuencia y amplitud, pero por ejemplo producidos por dos instrumentos musicales diferentes. El timbre modifica la forma de la onda.

Las curvas no son siempre formas sinusoidales puras, si no que están compuestas por la superposición de varias llamadas armónicas, cuando se mezclan varias fuentes de sonido, la onda adquiere formas irregulares.

Esquema 11. Onda Sonora

Al hablar de ondas sonoras, nos referimos a las ondas acústicas en el rango audible o cercano a éste, para el que una clasificación generalmente admitida es la siguiente:

- Infrasonidos: Son sonidos de frecuencia inferior a unos 15 Hz y no suele ser percibidos por el oído humano, aunque eventualmente es posible percibir las vibraciones en los tejidos blandos del cuerpo.
- Sonido Audible: Se consideran como tales los sonidos de frecuencia comprendida entre unos 20 Hz y 20000 Hz. La máxima frecuencia sonora que es capaz de percibir el oído humano depende de diversos factores, entre ellos la edad y, en tanto que un niño puede percibir frecuencias cercanas a los 20 KHz, una persona de más de 60 años sólo percibe frecuencias hasta unos 10 o 12 KHz.
- Ultrasonidos: Son sonidos de frecuencia superior a unos 20 KHz y pueden ser percibidos por algunos animales como los perros. No hay realmente un límite superior de frecuencia para lo que se designa como ultrasonido; así por ejemplo, la diatermia ultrasónica emplea ondas acústicas de alta frecuencia, en el rango de 700 KHz a 1 MHz para tratamientos de termoterapia, en que la energía mecánica de la onda acústica se convierte en energía térmica que calienta el tejido vivo sobre el que incide la onda. En otras aplicaciones médicas como la ecografía, se utilizan ondas ultrasónicas a frecuencias en un rango del orden de 2 a 13 MHz o superiores.



Figura 16. Violín

2.4 FISIOLÓGÍA

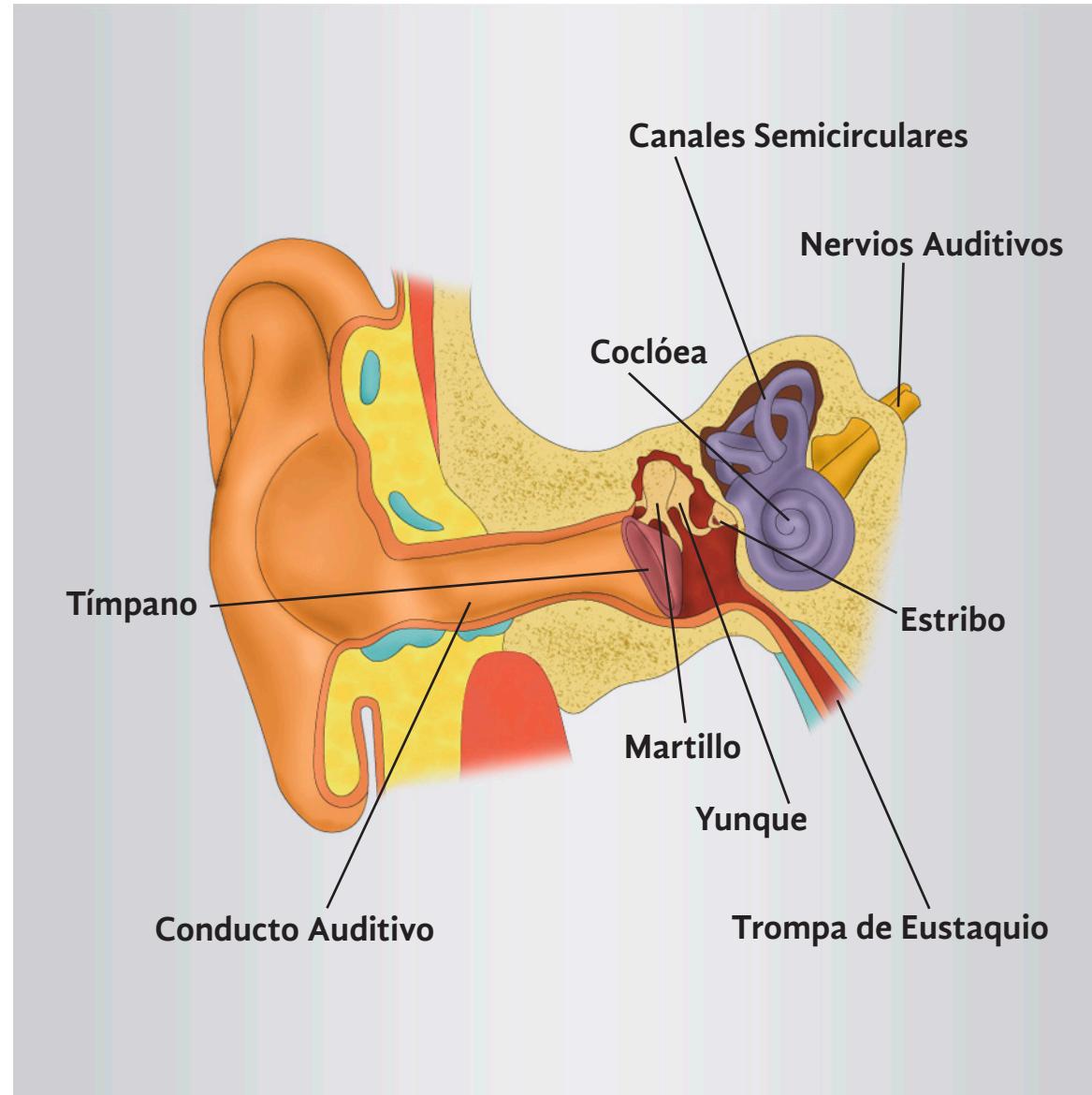
La percepción del sonido en los humanos comienza con la oreja, la mayoría de los animales pueden moverlas para localizar la fuente de sonido en cambio son pocos los humanos que pueden hacerlo.

En el proceso de percepción del sonido, de modo similar al de las imágenes, intervienen numerosos aspectos de carácter psico-fisiológico. El oído humano es un órgano sensorial que realiza dos funciones sumamente importantes:

- Actúa como transductor, convirtiendo la energía sonora en señales eléctricas que luego son transportadas al cerebro para su procesamiento, interpretación y almacenamiento.
- Es el órgano primario del equilibrio y desempeña un papel muy importante en la sensación subjetiva de movimiento y orientación espacial.

Anatomía del oído

- Oído externo: es el encargado de captar y dirigir las ondas sonoras hasta el tímpano a través del orificio auditivo. Está compuesto por el pabellón u oreja (aurícula), es un órgano cartilaginoso que se encuentra a los laterales de la cabeza y el conducto auditivo externo (meato) que mide aproximadamente 3 cm de longitud y se conecta con el oído medio



- Oído medio: El oído medio se encuentra situado en la cavidad timpánica llamada caja del tímpano, cuya cara externa está formada por la membrana timpánica, o tímpano, que lo separa del oído externo. Incluye el mecanismo responsable de la conducción de las ondas sonoras hacia el oído interno. El oído medio está en comunicación directa con la nariz y la garganta a través de la trompa de Eustaquio, que permite la entrada y la salida de aire del oído medio para equilibrar las diferencias de presión entre éste y el exterior. Hay una cadena formada por tres huesos pequeños y móviles (huesecillos) que atraviesa el oído medio. Estos tres huesos reciben los nombres de martillo, yunque y estribo. Los tres conectan acústicamente el tímpano con el oído interno.
- Oído interno: El oído interno, o laberinto, se encuentra en el interior del hueso temporal que contiene los órganos auditivos y del equilibrio, designado también como laberinto, está constituido por un sistema complejo de conductos y cavidades llenos de líquido comunicados entre sí. Aquí se encuentran también la cóclea y los canales semicirculares. En esta zona se realiza la compleja conversión de las vibraciones en impulsos nerviosos. Desde aquí se transmiten las señales nerviosas hasta nuestro cerebro, que se encargará de descifrar y convertirlo en una sensación auditiva.

Esquema 12. Anatomía del Oído

El oído y la audición

La forma en que el sonido viaja por el oído es conocida de forma general desde hace algunos años. El primer estudio dedicado al análisis del oído se escribió por Volcher Coiter en 1566, señalaba que camino que tenía que hacer el sonido para llegando al conducto auditivo y terminando en el caracol. Sin embargo son temas diferentes la transmisión del sonido y la audición; no hace mucho la ciencia comenzó a entender cómo es que se convierten las vibraciones que llegan al oído en sensaciones. Para tener una teoría aceptable los científicos han tenido que resolver muchos secretos del funcionamiento del oído.

En 1605 Gaspar Bauhin proponía que las ondas sonoras provocaban resonancia en pequeñas cavidades profundas que se encontraban más allá del tímpano y que llegaban a unos pequeños tubos donde se hacía una especie de selección auditiva entrando los sonidos agudos por espacios pequeños y los graves recibidos por los espacios grandes. Aunque fue considerada importante por mucho tiempo durante el siglo XVII, esta teoría fue desechada cuando se encontraron las estructuras profundas del oído interno.

Para el año 1683 Joseph Guichard, un anatomista francés expuso una teoría más compleja en su "Tratado sobre el órgano del oído" en el cual describe la forma ósea espiral del caracol y el borde óseo llamado lamina, que según él, se enrolla dentro de la espiral, a medida que se enrolla hacia arriba se hace más angosta, el resultado es que la lamina recibe diferentes vibraciones que en el cerebro representan diferentes tipos de tonos.

Estas dos últimas teorías fueron desechadas cuando en el año de 1851 Alfonso Corti, descubrió el verdadero centro de audición, analizando el caracol con un poderoso microscopio, donde dicha lamina tiene adherida la membrana basilar, también observó las miles de células ciliares que se encuentran sobre la membrana. Estas células sensibles a las que se les conoce como órgano de Corti, son el verdadero órgano del oído que está unido al cerebro mediante un nervio auditivo.



Figura 17. Sigh No More...

2.5 TEORÍA MUSICAL

Sonido y Ruido

Recordemos que el sonido es todo lo que nos llega al oído, y se produce mediante: algo que vibre, llamado cuerpo sonoro (que puede ser un instrumento musical o no) algo que lo transmita, que puede ser el aire, y también el agua o un medio sólido y quien lo recibe, que sería nuestro oído.

El sonido, entonces, es producido porque algún cuerpo sonoro vibra, y la vibración que produce genera ondas en el aire, que son las que llegan al tímpano. Esto no quiere decir que todos los cuerpos sonoros sean instrumentos musicales, por lo cual podríamos diferenciar dos grupos dentro del sonido:

- **Sonido musical:** Son los que emiten los instrumentos musicales. Lo que vibra puede ser el aire en un instrumento de viento, una cuerda en uno de cuerda, o una membrana en algunos de percusión. Estos tienen una forma de onda sinusoidal, sin cambios bruscos.
- **Ruido:** Son todos los sonidos que nunca tienen armonía, como por ejemplo el motor de cualquier vehículo. La forma de onda del ruido es mucho más despareja y con más picos que la de los sonidos musicales.



Música

La música es el arte de combinar los sonidos sucesiva y simultáneamente, para transmitir o evocar sentimientos. Es un arte libre, donde se representan los sentimientos con sonidos, bajo diferentes sistemas de composición. Cada sistema de composición va a determinar un estilo diferente dentro de la música.

Los elementos fundamentales de la música son tres:

- **Melodía:** son las que cantamos o tarareamos cuando un tema nos gusta. No podemos cantar más de una nota a la vez. La melodía es la forma de combinar los sonidos sucesivamente. De ahí que a muchos instrumentos se los llamen melódicos, por ejemplo, una flauta, un saxo, un clarinete o cualquier instrumento de viento, porque ellos no pueden hacer sonar más de una nota a la vez.
- **Armonía:** la armonía es la forma de combinar sonidos en forma simultánea. Cada compositor la usará para crear diferentes climas. Puede transmitir desde estados de melancolía, tristeza, o tensión, hasta estados de alegría, calma, relajación, etc. Los instrumentos llamados armónicos, como el piano o la guitarra, son los que pueden tocar más de una nota a la vez.
- **Ritmo:** El ritmo es el pulso o el tiempo a intervalos constantes y regulares. Hay ritmos rápidos, como el rock and roll, o lentos, como las baladas, y podemos diferenciarlos básicamente entre los que son de dos tiempos o tres como el vals.

Interactivo 4. Piano

Escribir música

- **Pentagrama:** Es el lugar donde se escriben la música a partir de símbolos que son las notas y todos los demás signos musicales. Tiene cinco líneas y cuatro espacios, que se cuentan de abajo hacia arriba.
- **Nota :** En la música occidental se utilizan doce sonidos. Hay siete sonidos naturales y cinco alterados. Esas son las notas. Una vez que llegamos a los doce sonidos, volvemos a repetirlos en el mismo orden, a lo largo del registro de cada instrumento musical. Cada una de estas repeticiones de doce sonidos se llama octava.

Notas naturales: Do, Re, Mi, Fa, Sol, La y Si

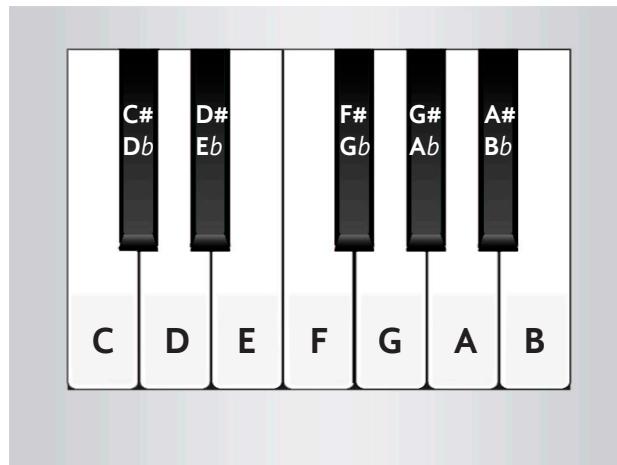
Notas alteradas: Do#/Reb, Re#/Mib, Fa#/Solb, Sol#/Lab y La#/Sib;
donde (#) es sostenido y (b) es bemol.

Las notas también se pueden indicar por medio de letras que son sus símbolos.

A	B	C	D	E	F	G
La	Si	Do	Re	Mi	Fa	Sol

Octava

Se denomina octava al rango de frecuencias entre dos notas que están separadas por una relación 2:1. Por ejemplo de octava: el La₄ (A₅) de 880 Hz está una octava por encima respecto a La₃ (A₄) de 440 Hz.



Esquema 13. Octava



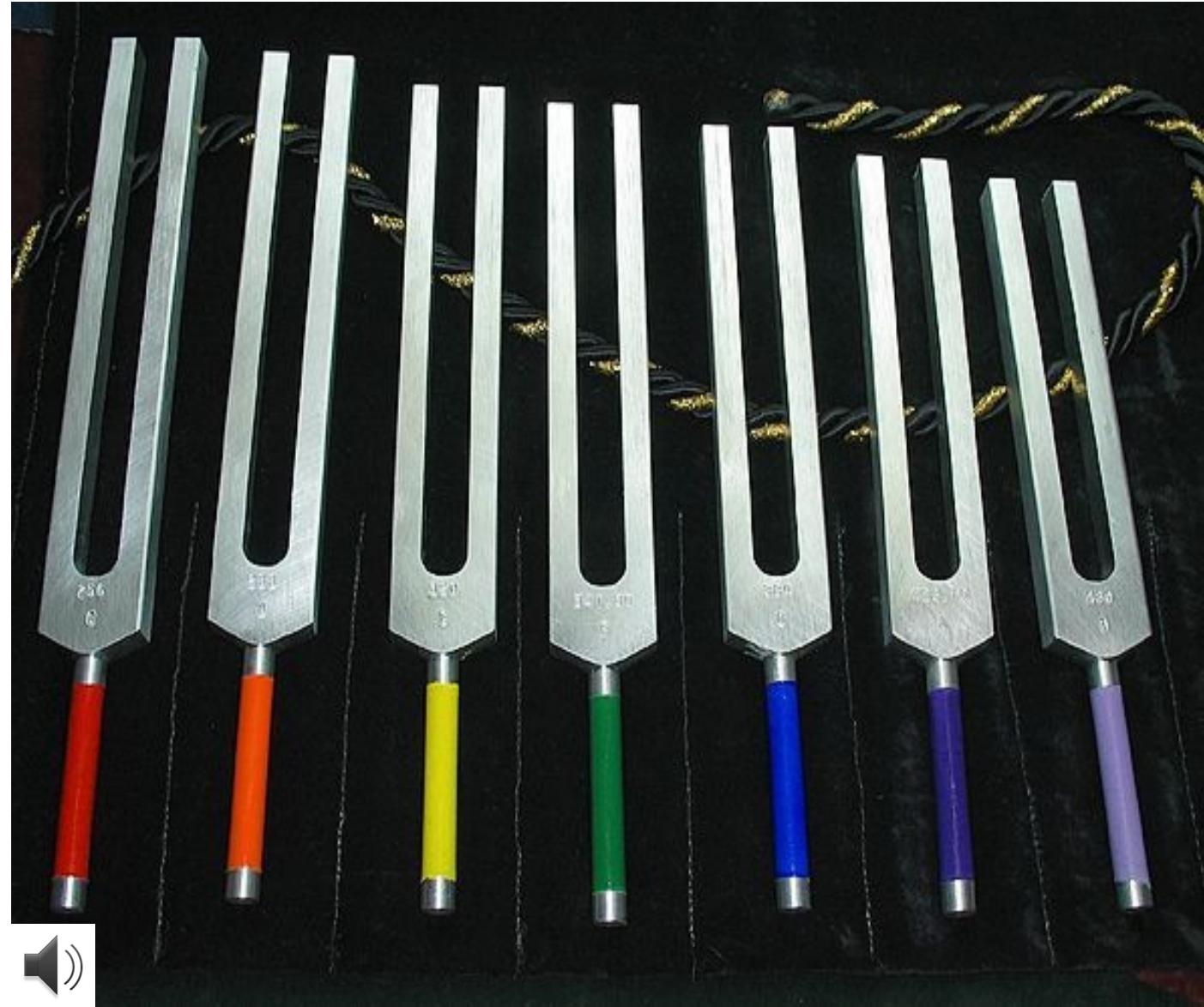
Figura 18. Partitura

2.6 PSICOLOGÍA DEL SONIDO

(...) estudia la reacción del sonido en el cuerpo humano, investigando su respuesta físico-mental y físico-corporal, analizando las diferentes consecuencias que suceden ante una interpretación musical (combinaciones de sonido con sentido estético agradable al oído) o ante la emisión de ruido (sonido excesivo y molesto).

(psicoacustica.com, 2008)

Al sonido de la música y, en particular, de la voz se le atribuyen, en los mitos, unos poderes específicos. En primer lugar, el poder generador. Desde Yahveh, que profirió el mundo, hasta el mito de Anfión, quien construyó las murallas de Tebas tocando la flauta y la lira, religiones y leyendas han hecho de la voz lo que hace surgir, inaugura, instaura o fecunda, y del sonido musical una fuerza creadora. Esta misma fuerza puede también combatir, destruir y derribar las murallas, pero, generalmente, al servicio del bien, como en el episodio bíblico de las murallas de Jericó, que Hugo parafrasea en un célebre poema que Howard Hawks retoma con humor en su filme *Nace una canción* (*A Song is Born*, 1948) y que citan antes que él los personajes de *Sucedió una noche* (*It Happened One Night*, 1934) de Capra. (Chion, 1999)



La Psicología de la Música abarca diversas líneas de investigación, ya que el comportamiento musical es muy rico y variado.

Para comprender la fuerza emocional que la música ejerce en la vida de las personas, es importante aclarar el concepto de esta disciplina. La psicología es la ciencia que se ocupa del estudio de la conducta.

La Psicología de la Música es una de las especialidades de la Psicología que se inicia a principios del Siglo XX.

Interactivo 5. Solfeggio

Desde entonces ha ido evolucionando en sus métodos y objeto de estudio. Podemos distinguir algunos de los campos de investigación:

- Los estudios psicofisiológicas y psicobiológicas, que consideran el efecto beneficioso de la música la personalidad, la conducta.
- Condicionantes sociales como: gusto musical, influencia de la música, el sentimiento musical, etc.
- Teorías cognitivas y del desarrollo.
- Psicométrica: que mide los elementos de la música enfocándose en la orientación psicométrica.
- Conductista que se ocupan del estudio del aprendizaje y musical basado en estrategias, principios y técnicas de refuerzos y recompensas.

Nuestro cerebro es el órgano que analiza la percepción, ha evolucionado durante miles de años, hasta llegar a analizar los procesos perceptivos, y así poder adaptarlos mejor, percibe el mundo exterior con gran precisión, lo que nos permite la adaptarnos a él. Lo que vemos y oímos, se proyecta en nuestras mentes de manera visual o auditiva, y depende de la habilidad de nuestro cerebro para procesar una cierta cantidad de información.

La música considerada como arte, ciencia y lenguaje universal, es un medio de expresión sin límites que llega a lo más íntimo de cada persona. Puede transmitir diferentes estados de ánimo y emociones por medio de símbolos e imágenes aurales, que liberan la función auditiva tanto emocional como afectiva e intelectual. Escuchar y “hacer” música desarrolla la sensibilidad, la creatividad y la capacidad de abstracción o análisis. (Lacarcel, 2013)

2.7 SONIDO Y COMUNICACIÓN

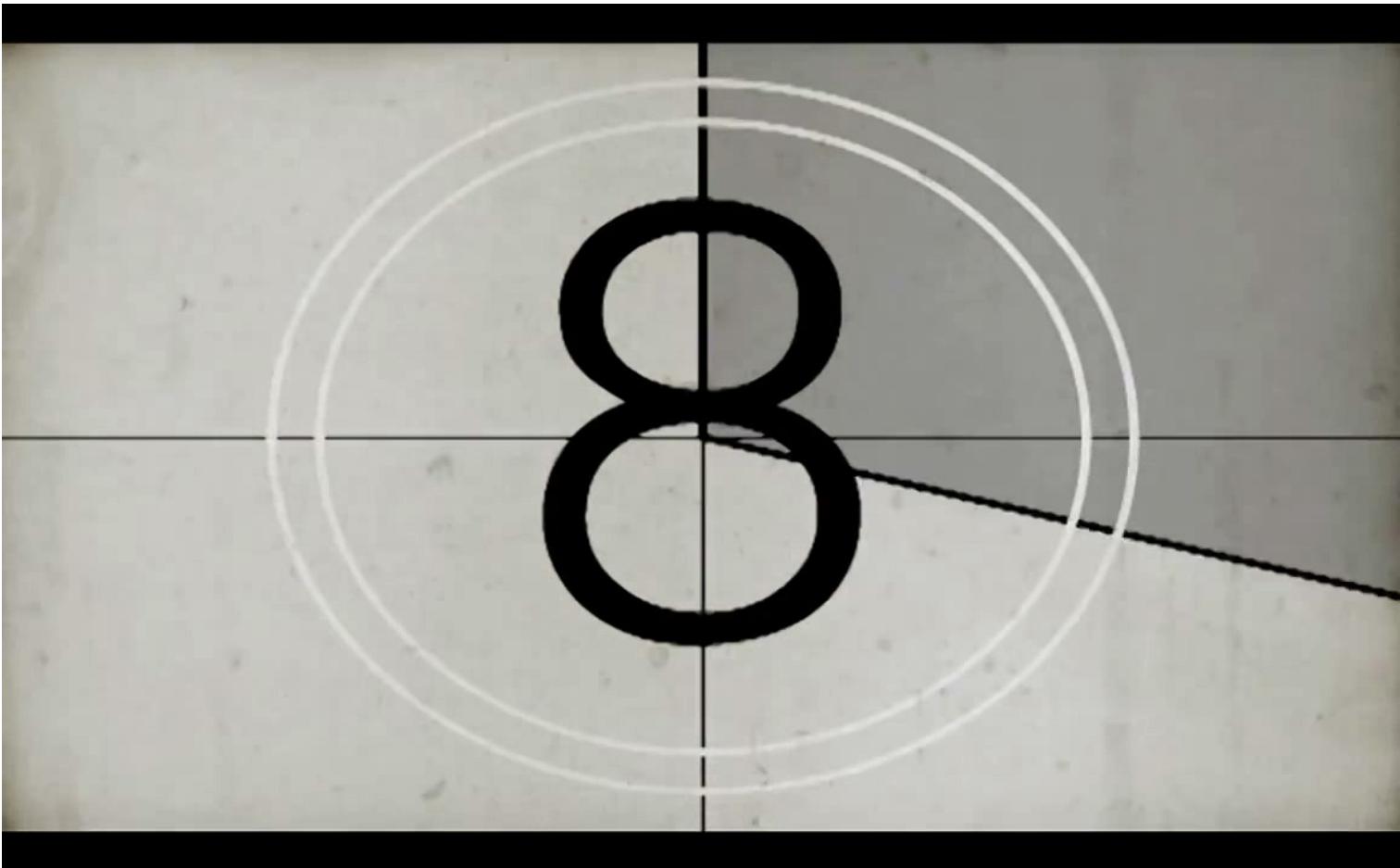
La música es sonido, el sonido es vibración, la vibración es energía que se transmite en forma de ondas que llegan a nuestro oído y de él al cerebro. Pueden ser de diferente naturaleza: agradables, desagradables, excitantes, tranquilizadoras...etc. En definitiva, transmiten un mensaje que puede ser más o menos significativo dependiendo de diversos factores.

La comunicación como actividad que permite la relación entre las personas y para el intercambio de información es compartida tanto por la educación como por los medios que emplean el sonido: la radio, la televisión, el internet, el cine, los conciertos, etc. La comunicación es así mismo la razón de ser humano y de la expresión, pues ésta en nosotros la necesidad natural de comunicar. Vivir es expresarse y la expresión es la manifestación del ser en el mundo.

Las tecnologías de la información facilitan diversas formas de representación. Los recursos sonoros, al utilizar diversos lenguajes, verbal, musical o sonoro, nos permiten la elaboración de mensajes materializándolos en diversas formas de representación. De esta manera podemos construir un mensaje y comunicarlo por medio de múltiples medios, a través de sonidos, palabras y efectos. Los recursos sonoros se convierten en un medio para que cada persona pueda buscar su propia forma de expresión.



Figura 19. Megáfono



Video 2. Old Film Countdown

CAPÍTULO 3: AUDIOVISUAL

El deseo humano de registrar su entorno con movimiento y sonido, y de poder compartirlo enviándolo a grandes distancias, ha sido una necesidad que tiene ya muchos años. Recientemente pudo concretarse y diseñarse las herramientas para su elaboración a finales del siglo XIX, con procedimientos diferentes que se han ido adaptando a nuestros tiempos y a la tecnología contemporánea.



Figura 20. Modern Bran Design

A. DISEÑO GRÁFICO

El diseñador gráfico debe ser un profesional integral, capaz de detectar y solucionar problemas de comunicación visual, para expresar gráficamente, analizar, conceptualizar, crear, promocionar, diseñar, gestar, educar, investigar, emprender, comunicar, experimentar y proponer procesos o productos gráficos, debe ser un profesionalista calificado, metódico y creativo con valores morales y éticos de la carrera.

A.3.1 DEFINICIÓN

El Diseño Gráfico como disciplina, parte de diferentes habilidades que con el pasar de los años se han ido modificando, lo que genera que se interprete de diversas maneras, muchos lo asocian con dibujo o pintura, ya que desde el inicio de los tiempos el hombre ha intentado comunicare de distintas maneras.

También es entendido desde el punto de vista del proceso que se lleva a cabo para realizar un diseño y resultado obtenido.

Por otro lado el constante cambio del concepto “Diseño” es resultado de la influencia externa, su evolución y transformación a lo largo de la historia y la búsqueda por abarcar mas campo de utilidad por parte del diseñador gráfico.

No fue sino hasta 1922 cuando el importante diseñador de libros William Addison Dwiggins acuñó el término diseñador gráfico para describir sus actividades, como las de un individuo que daba orden estructural y forma visual para la comunicación impresa. Sin embargo, el diseñador grafico contemporáneo es heredero de un distinguido linaje: los escribas sumerios quienes inventaron la escritura, los artesanos egipcios que combinaban palabras e imágenes en manuscritos de papiro, los impresores chinos que utilizaban trozos de madera, los iluminadores medievales, así como los impresores y paradores de tipógrafo del siglo XV, que diseñaron los primeros libros impresos europeos; todos forman parte de la rica herencia e historia del Diseño Gráfico. (Meggs, 1991)

A.3.2 HABILIDADES DEL DISEÑADOR

Abstraer los rasgos esenciales de un objeto, evento o sujeto (fenómeno), para diferenciarlos y ubicarlos dentro de una propuesta de diseño.

Establecer relaciones entre hechos, conceptos y procedimientos.

Integrar conceptos previamente adquiridos para la aplicación de una regla a una clase de situaciones específicas.

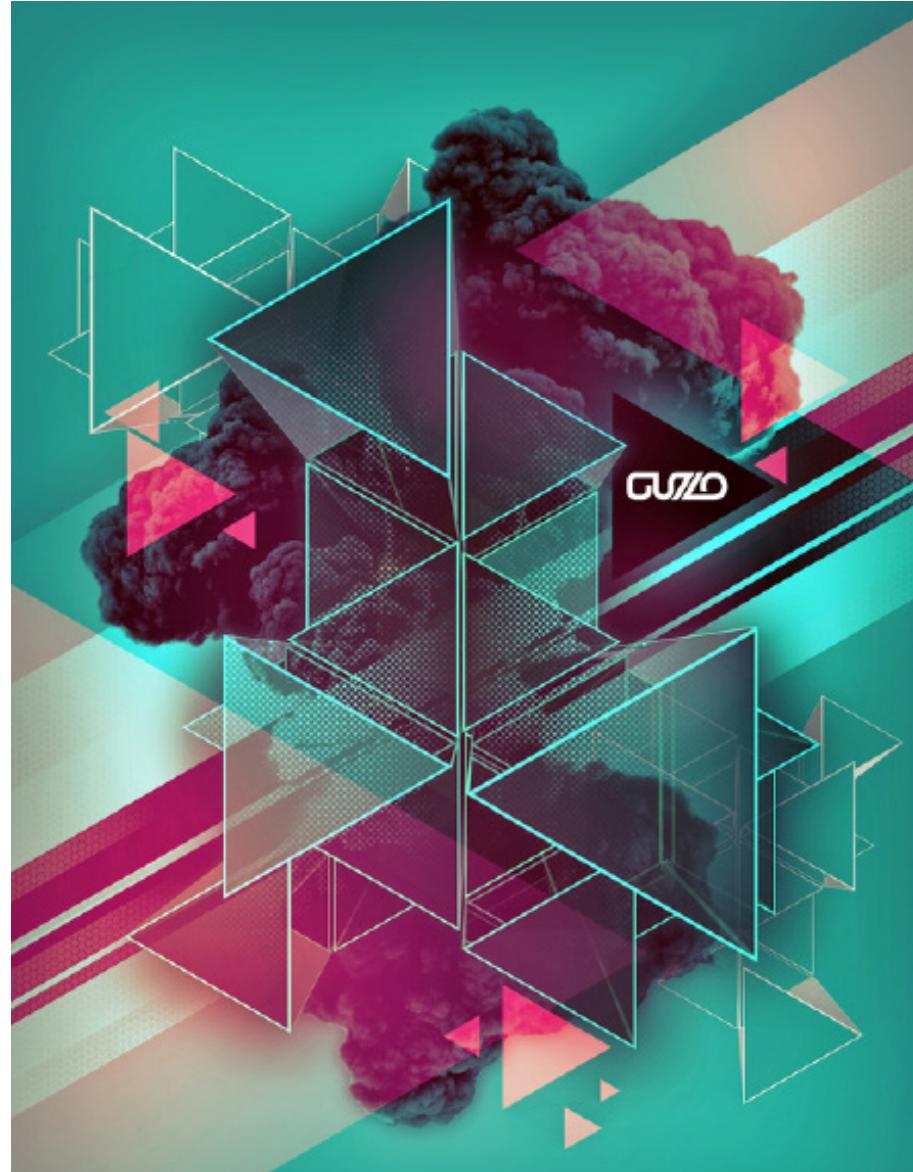
Integrar una serie de principios previamente asimilados para obtener una solución, que permita resolver problemas completamente nuevos. (UAEMex FAD, 2015)



Figura 21. Idea

A.3.3 CLASIFICACIÓN

- Tipográfico: trata sobre el tema de diseño de las letras, números y símbolos que utilizamos para comunicarnos de manera escrita, ya sea en un medio físico o digital, organiza su forma, tamaño y la relación visual que existen entre ellos.
- Ilustración: se basa en la comprensión de los procesos creativos y de la aplicación de las técnicas de la plástica, mediante el empleo de conocimientos teóricos y prácticos, que analizan el mensaje, lo comprenden y lo transforman en una abstracción de esta y teniendo como resultado las formas graficas visuales y sus variaciones técnicas y artísticas.
- Identidad Corporativa: es un grupo de piezas, aspectos, ideas, métodos, técnicas y formas que una marca utilizara para diferenciarse. Puede producir los siguientes objetos: logotipo, tarjetas de presentación, membretes y papelería de oficina.
- Editorial: se especializa en la maquetación y composición de distintas publicaciones tales como libros, revistas o periódicos. Incluye la realización grafica interior y exterior de los textos.
- Diseño Web: es una actividad que consiste en la planificación, gestión e implementación de páginas



web. No solo es la aplicación del diseño convencional en el internet si no que requiere tener en cuenta cuestiones como la navegabilidad, interactividad, usabilidad, arquitectura de la información y la integración de medios tales como: texto, imágenes, sonidos y video.

- Envase: un envase junto con la etiqueta, debe resumir la información necesaria para presentar el producto siendo puntual e informativa gráficamente para producir un alto impacto visual que la haga fácilmente reconocible y recordable.
- Señalética: es la parte de la comunicación visual que se encarga de estudiar las relaciones funcionales entre los signos de orientación en el espacio y el comportamiento de los individuos.
- Multimedia: es un término que se emplea para definir cualquier objeto que usa simultáneamente diferentes recursos de contenido informativo, como texto, sonido, imágenes y video, para informar, entretener y mantener la atención del usuario, por lo general los encontramos en los medios digitales. Pueden almacenar y presentar posteriormente la información y es interactiva cuando el usuario tiene el control sobre lo que ve y en qué momento desea verlo y escucharlo.
- Publicitario: cuando hablamos de diseño publicitario nos referimos a la forma de presentar, promocionar o anunciar una empresa producto o servicio. En la actualidad puede abarcar casi todos los productos de diseño. Entre los más destacados tenemos, al cartel, volante, páginas web, multimedia, objetos promocionales, etc.

Figura 22. Triangle



Video 3. Steadfast Stanley

B. AUDIOVISUAL

El diseño audiovisual es la más joven de las disciplinas del diseño. Nació en el cine, se desarrolló con la televisión y alcanzó su plenitud con la informática.

B.3.1 DEFINICIÓN

Es un medio de comunicación y creatividad que ha crecido y se está desarrollando al amparo de los grandes medios de comunicación audiovisual de masas, lo cual no debe extrañarnos, pues su objetivo es buscar soluciones a problemas comunicativos ligados a medios que utilizan la imagen como la forma natural de la transmisión de contenidos.

Su vinculación con los medios de comunicación de masas ha sido para el diseño audiovisual, desde sus inicios, su principal razón de ser. Junto a ellos, el diseño audiovisual ha visto su desarrollo por los continuos avances tecnológicos en materia audiovisual. La exploración de las posibilidades expresivas de cada una de esas novedades tecnológicas ha tenido una enorme influencia en su continuo desarrollo y su progresiva influencia en la creación de la conciencia estética de nuestra sociedad.



B.3.2 HISTORIA

Antecedentes

El Diseño Audiovisual se deriva del cine y la definición del montaje cinematográfico a principios del siglo XX. Su característica primordial es la representación espacial y temporal de una idea para estructurar narrativamente a través de secuencias

También debe su nacimiento al cine experimental de los años 20 en donde por medio del dibujo cuadro a cuadro se contaba una historia.

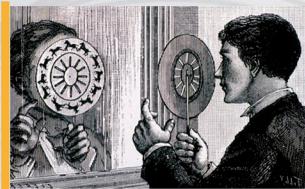
Tiene como primera manifestación el diseño de créditos cinematográficos en la década del 50 debido a la consolidación de la televisión como medio masivo.

Video 4. a ha Take On Me
(Official Video)

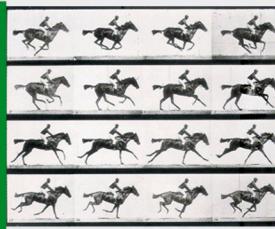
Línea del Tiempo: Audiovisual



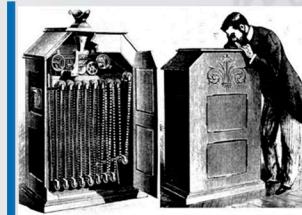
NICEPHORE 1823
Toma la primera fotografía



FERDINAND PLATEAU 1829
Fenaquistiscopio, es un disco dividido con varias imágenes de un mismo objeto ligeramente diferentes, el disco gira a manera de rehilete sobre un soporte creando una ilusión óptica de movimiento.

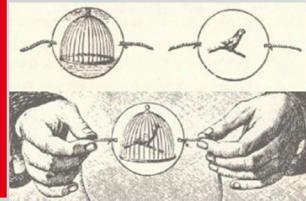


MUYBRIDGE 1872
Realizo una serie de fotografías sobre animales y humanos (cronicografía) que colocó en un cuadernillo e hizo pasar rápidamente las hojas para animarlas.

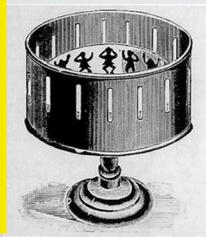


EDISON 1894
Quinetoscopio, fue el precursor del proyector cinematográfico, se trataba de una pequeña cámara que hacía pasar pequeñas diapositivas a través de una lente iluminada por un foco, y tenía una mirilla para verla desde la parte superior.

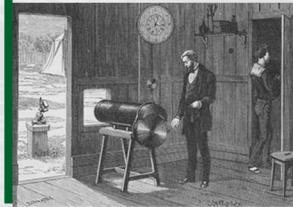
JOHN PARIS 1825
Traumatropo, fue el primer juguete óptico, era un disco con dos imágenes en cada lado atado a dos cuerdas a sus extremos las cuales se tensaban para hacer girar al disco y crear la ilusión de animación.



WILLIAM GEORGE HORNER 1834
Zootropo, es un cilindro que tiene cortes verticales en forma de línea que gira sobre su centro creando la ilusión de movimiento en las imágenes interiores.



PIERRE JANSSEN 1874
Astrónomo francés, inventó una especie de revolver con el cual podía tomar fotografías instantáneas que se almacenaban en un disco a manera de fenaquistiscopio.



HERMANOS LUMIÈRE 1895
Cinematógrafo, es una máquina capaz de proyectar y filmar imágenes en movimiento.



B.3.3 COMPONENTES DEL AUDIOVISUAL

Los elementos principales del audiovisual son: imagen y sonido.

La Imágen

Las imágenes. Sus elementos básicos son: puntos, líneas, formas, colores, planos y texturas. Con estos elementos las imágenes pueden representar cosas que existen y también cosas que nunca han existido. La imagen en el audiovisual nos sirve para:

- Crear un boceto de lo que se quiere comunicar
- Puede sintetizar todo el mensaje en una imagen representativa
- Crea estados de ánimo a partir de colores
- Puede representar cosas inexistentes
- Puede representar y dar vida a lo que escuchamos



El Sonido

El sonido puede hacer que enfoquemos nuestra atención en cierta imagen, indicándonos lo que debemos mirar, algunas de sus distinciones como apoyo dentro del mensaje visual son:

- El sonido facilita la fluidez de la narrativa, al sustituir los textos por narraciones.
- Permite incluir objetos en las escenas, sin necesidad de visualizarlos.
- Permite la integración de un narrador.
- Le otorga al silencio una importancia dramática y hasta cómica.
- Introduce el ruido.

Interactivo 5. Lluvia

B.3.4 EL PRODUCTO AUDIOVISUAL

Tipo de Audiovisuales

Es difícil tener una clasificación exacta del producto audiovisual ya que depende del tipo de producción, formato, el medio de transmisión, almacenamiento y destino; de los cuales podemos mencionar algunos productos como:

- Video
- Animación
- Presentaciones
- Videojuegos
- Aplicaciones
- Interfaces
- Software

El producto audiovisual sin duda se encuentra presente en nuestra vida cotidiana y la mezcla de productos y los motivos para su producción son muy variados, pueden mostrarnos lugares que no conocemos, ayudarnos a tomar decisiones, ser herramientas para el trabajo, pueden mostrarnos información, sintetizar nuestras ideas, sirven también ser para entretenernos o para educarnos. En fin son una herramienta práctica en la era digital del siglo XXI y va creciendo a pasos agigantados gracias a las TIC's que hoy en día son la principal herramienta de la comunicación humana.

B.3.5 EL SONIDO EN EL AUDIOVISUAL

De la misma forma que la aparición del color contribuyó al realismo del cine, antes, la incorporación de la banda sonora, significó un salto expresivo de primer orden que contribuyó al desarrollo y madurez de la cinematografía. Desde una perspectiva actual, la banda sonora (palabra, música, efectos sonoros, ambientales y el silencio) cumple una función de complementariedad respecto a las imágenes. La esencia del audiovisual impone el equilibrio entre sonido e imagen para construir mensajes comprensibles. El poder evocador de la música, la concreción de la palabra que marca el sentido exacto del discurso, el realismo que aportan los ruidos de ambiente, el dramatismo del silencio... constituyen recursos expresivos que, como convenciones, deben ser usados con eficacia y profesionalidad por los constructores del mensaje audiovisual. (Martínez Abadía, 1999)

Cuando el sonido se incorpora a la imagen, el cine experimenta un gran cambio expresivo. El sonido complementa la imagen y contribuye a verla de una forma más realista, además ayuda a transmitir conceptos que la imagen por sí sola no podría hacer. En nuestra realidad está presente el sonido y por lo tanto ayuda a evitar saturar el audiovisual de imágenes para reforzar su mismo significado y mensaje.

El sonido es parte fundamental del producto audiovisual, no podemos hacerlo menos en comparación con la imagen, ya que tienen diferentes naturalezas y sin embargo se complementan de la mejor manera para emitir el mejor mensaje posible.

Algunas veces pensamos que el complemento sonoro, solo es una simple ayuda para reforzar y anclar el discurso visual, aunque hay opiniones contrarias donde algunos creen que es la imagen quien refuerza al mensaje sonoro, como sucede en los videoclips. Aunque en la actualidad es difícil que en momentos precisos el sonido tenga una mayor importancia expresiva.

En la producción audiovisual el sonido nunca debe sustituirse por la imagen o viceversa, si no que deben complementarse entre sí, aunque el sonido se ha convertido en un recurso imprescindible para el audiovisual, puede conseguir efectos muy importantes desde el punto de vista expresivo y perceptivo y aun así pasar inadvertido.

Desde sus orígenes el sonido ha acompañando al cine, que es la primer expresión del producto audiovisual, ahora es un recurso que no puede del la imagen y del gran impacto discursivo que provocan al espectador estando juntos.

El sonido guía de cierta forma la manera en la que interpretamos las imágenes, podemos tener dos imágenes iguales y sin embargo interpretarlas de manera diferente al estar acompañadas de distintos sonidos.

Cine Sonoro

La idea de combinar imágenes en movimiento con sonido grabado es casi tan antigua como el propio concepto de cine.

El primer largometraje con sonido y palabras está fechado en 1927 con la película “El cantor de jazz de Alan Crosland”.

El cine sonoro es aquel en el que la película incorpora sonido sincronizado, o sonido tecnológicamente acoplado con imagen. La primera exhibición pública conocida de cine sonoro proyectado ocurrió en París en 1900, décadas antes de que la sincronización confiable entre sonido e imagen se hiciera comercialmente práctica. La primera proyección comercial de películas con sonido completamente sincronizado ocurrió en la ciudad de Nueva York, en abril de 1927. En los primeros años después de la introducción del sonido, las películas que incorporaban diálogos sincronizados fueron conocidas como “películas sonoras”.

En los años 1930, las películas sonoras eran un fenómeno global. En los Estados Unidos, ayudaron a asegurar la posición de Hollywood como uno de los sistemas culturales/



Video 5. Extrait The Jazz Singer (1927)

comerciales más potentes del mundo. En Europa (y, en menor grado, en otros lugares) el nuevo desarrollo fue tratado con desconfianza por muchos directores de cine y críticos a los que les preocupaba que, el centrarse en los diálogos, trastornaría la principal virtud estética del cine mudo. En Japón, donde la tradición de cine integraba cine mudo con

interpretaciones vocales en directo, las películas sonoras se arraigaron con gran lentitud. En India, el sonido fue el elemento transformativo que llevó a la rápida expansión de la industria del cine del país, la más productiva del mundo desde principios de los años 1960.

A partir del momento que se incorpora sonido a la imagen las posibilidades para crear productos audiovisuales se fueron acrecentando, ya sea de la manera más directa al captar la realidad y transmitirla después, o creando grandes producciones, para públicos globales, locales o individuales con un sinnúmero de contenidos para diferentes gustos. Con la introducción del cine sonoro, la infinidad de posibilidades visuales se unió a la infinidad de hechos acústicos.

CREANDO MIEDO: ENTREVISTA A AKIRA YAMAOKA (Entrevista)

Compositor de la banda sonora de varios juegos de KONAMI como Sparkster, Contra y Gradius, Akira Yamaoka es sobre todo conocido por su trabajo en Silent Hill, como compositor de 7 títulos de la serie y como productor de Silent Hill 3 y 4.

La música y el sonido de Silent Hill juegan un papel muy importante en la creación de la atmósfera única de la saga y Akira Yamaoka ha tenido la amabilidad de responder a algunas de nuestras preguntas sobre el proceso de creación de sus maravillas musicales.

1) ¿Cómo llegó a ser músico? ¿Fue un sueño de infancia?

Durante mis años en la escuela, tenía la intención de ser diseñador especializado en arquitectura y diseño. Un día, me compré un ordenador para estudiar y diseñar, y venía con un software de música incorporado. El software no era muy avanzado, pero disfruté haciendo música con él. Era como un hobby, sólo por diversión.

Con el tiempo, empecé a enviar a competiciones algunas pistas creadas con el software y gané varios premios. Mientras que ganaba estos premios y galardones, tuve la oportunidad de conocer a un productor de música y videojuegos que me ofreció algunos trabajos escribiendo música y se convirtió en el inicio de mi carrera musical actual.

Sinceramente nunca pensé que la música iba a ser mi ocupación definitiva, y quizás podría dedicarme algún día también al diseño.

2) ¿Estaba interesado en los videojuegos cuando empezó a trabajar para KONAMI?

Sí, siempre me han gustado los videojuegos, desde los de PC a los juegos de consola, y ésta fue una de las razones por las que empecé a componer música para juegos.



3) ¿Cuál fue su método cuando trabajaba en títulos como Sparkster, Contra o Gradius? ¿Jugaba a los juegos antes de componer para llegar a conocer el título?

Sí, jugaba a todos los juegos antes de componer. Por lo general, yo juego en el monitor derecho y trabajo en el izquierdo al mismo tiempo, este es mi método. Como productor del juego, creo que los juegos y la sincronización con los usuarios al experimentar lo que ellos experimentan es muy importante.

4) ¿Cómo empezó a trabajar en Silent Hill?

En un principio, KONAMI estaba planeando hacer un juego de terror. El equipo del proyecto se organizó con gente de diferentes proyectos de la empresa en el momento.

En aquel entonces íbamos a utilizar el argumento de una novela pre-existente en lugar de un guión original.

Sin embargo, debido a problemas con la propiedad intelectual, no pudimos hacerlo, y se nos ocurrió la historia de terror original de "Silent Hill".

6) ¿Cómo describiría la banda sonora de Silent Hill?

Creo que la banda sonora de Silent Hill tiene un estilo único dentro del género.

Mi intención no era sólo "cambiar el estilo de la música del juego ya existente", sino también conseguir un nuevo estilo de música para los videojuegos. (...)

Interactivo 6. Silent Hill

Componentes de la banda sonora

La banda sonora del producto audiovisual se compone de los siguientes elementos:

- La palabra: expresada de forma natural a manera de narración
- La música: compuesta por los sonidos de los instrumentos musicales y complementados con canto.
- Los efectos de sonido y ambientales
- El silencio

Características del sonido en el audiovisual

- Sonido diegético: se dice que el sonido es diegético, cuanto la fuente que lo produce es la misma que estamos observando, y por lo tanto esta en sincronía con lo que se presenta visualmente.
- Sonido no diegético: es el sonido que se inserta en el producto audiovisual, para conseguir ciertos efectos estéticos y funcionales.

Funciones del sonido en el audiovisual

- Marca el ritmo de una secuencia
- Tiene la capacidad de organizar narrativamente el flujo visual
- Recrea un ambiente real
- Enfatiza ciertos mensaje
- Refuerza la imagen



Video 6. Goldfish - We Come Together (ft. Sakhile Moleshe) (OFFICIAL)

La combinación con la imagen

El montaje y la construcción de la banda sonora es muy similar al montaje de imágenes. En el proceso constructivo se eligen los fragmentos sonoros más adecuados e incluso se introducen fragmentos sonoros no procedentes de la grabación. De la misma forma que existe la manipulación óptica, química y electrónica de la imagen existe, también, la manipulación de los sonidos para alterar sus características acústicas, pasarlos a primer plano, reducirlos a niveles inferiores, sobreponerlos con otros sonidos, etc. (Martínez Abadía, 1999)

B.3.6 LA IMPORTANCIA DEL SONIDO EN EL AUDIOVISUAL

¿Por qué se tiene la idea de que lo visual es más importante que lo aural en el ser humano?

Es cierto que nuestra habilidad para retener la información exacta de la imagen es mayor que para retener la información exacta del sonido. También es un hecho que el nervio auditivo está constituido por 30,000 filamentos, mientras que el nervio óptico por 1,000 000 células foto receptoras aunque no existen estudios que puedan demostrar que por eso domina la percepción visual sobre la auditiva.

Por lo tanto, según Ángel R. Bravo, la idea de la superioridad de la vista no tiene motivos perceptivos, si no históricos y metodológicos: habla de la facilidad de analizar una imagen y la dificultad de analizar un sonido.

La diferencia principal está en que un sonido fluye en el tiempo, y es más complicado analizarlo al encontrarse estático, a diferencia de una imagen que se puede comprender mejor si esta está congelada.

Esto no quiere decir que exista una base perceptiva para la idea de la superioridad visual, tenemos más control de lo que queremos ver que de lo que queremos oír. A consecuencia de esto, los estudios sobre la comunicación disponen de más material y es por eso que se facilita el estudio de la imagen que la del sonido.

El sonido tiene influencias secretas sobre nosotros según Alten

El sonido es el mejor amigo del director, por que influye en el espectador de manera secreta. Francis Ford Copola.



Video 7. Sucker Punch Sweet Dreams



Video 8. Particle tests (15) 3D Music Visualizer - Full HD

CAPÍTULO 4: SINESTESIA

La sinestesia es una facultad poco común que tienen algunas personas, que consiste en experimentar sensaciones de una modalidad sensorial particular a partir de estímulos de otra modalidad distinta.

4.1 Definición

Algunos personajes conocidos eran sinestésicos. Así, por ejemplo, Baudelaire, Rimsky-Korsakov o Vladimir Nabokov experimentaban cierta mezcla de sensaciones de los distintos sentidos.

Se han descrito casos de personas que ven los sonidos de colores, otras a las que ciertas formas le producen olores o sabores particulares, etc. No obstante, la sinestesia se puede producir dentro de una misma modalidad sensorial. Por ejemplo, las letras, los números o las palabras, pueden producir la experiencia subjetiva de colores particulares. De hecho, este último tipo es el más abundante.

El estudio de la sinestesia es muy interesante, tanto desde una perspectiva psicológica como neuro científica, no sólo como fenómeno interesante en sí mismo, sino como una puerta por la que adentrarnos en el estudio de la percepción, la conciencia, y en la base neural de esos procesos.

Además, las personas sinestésicas suelen tener reacciones emocionales negativas cuando los estímulos, por ejemplo una letra, E, o un número, 8, están de un color diferente al que ellas ven en él. De ahí que este fenómeno sea igualmente interesante para el estudio de las emociones.

Por último, en opinión del profesor Ramachandran, un experto en el tema de reconocido prestigio internacional, el estudio de la sinestesia puede llegar a ser muy revelador en las investigaciones sobre la creatividad, y las metáforas.



Figura 23. Lighting

4.2 Tipos de Sinestesia

(...) 1. Grafema/número-color: Es el tipo de sinestesia que hasta ahora más se ha estudiado, ya que es el más común de todos. Letras y números que generan una experiencia real de color. En mi caso, las vocales las veo mucho más intensas y claras que ciertas consonantes, como la b, c, k o ñ, que son letras con un espectro más confuso. Este es el panorama general de cómo veo cada grafema:



2. Auditivo-visual: Escuchar un ruido, nota, o tonos concretos desencadenan la percepción visual de un color. Para mí, los agudos de un violín son un amarillo muy intenso, y un amarillo más apagado el sonido de frotar las cerdas del arco con las cuerdas. Las notas muy agudas de cuerda frotada no me gustan y me incomodan. Los graves, aunque depende del instrumento, suelo verlos azul muy oscuro. No me gusta mucho el resultado general de la interpretación de contemporáneo con sinfónica, y la música experimental me produce taquicardia y ansiedad.



3. Personas-color: Asociar un color a una persona. Lo que en “parapsicología” llaman ver el aura, aunque en ese campo evitan la explicación científica. Esto me pasa con algunas personas, no con todas, y no tiene que ver con la asociación previa que pueda hacer de sus nombres con un color. Por ejemplo, tengo dos amigos que se llaman Alberto (amigos también entre ellos): Alberto es un nombre azul y así lo veo independientemente de la persona. Sus nombres los veo iguales, pero uno de ellos es verde oscuro, y el otro, sin embargo, es tan azul como el nombre o incluso más.

Entrevista 2. No necesito mescalina porque tengo sinestesia

4.3 HISTORIA

Antecedentes

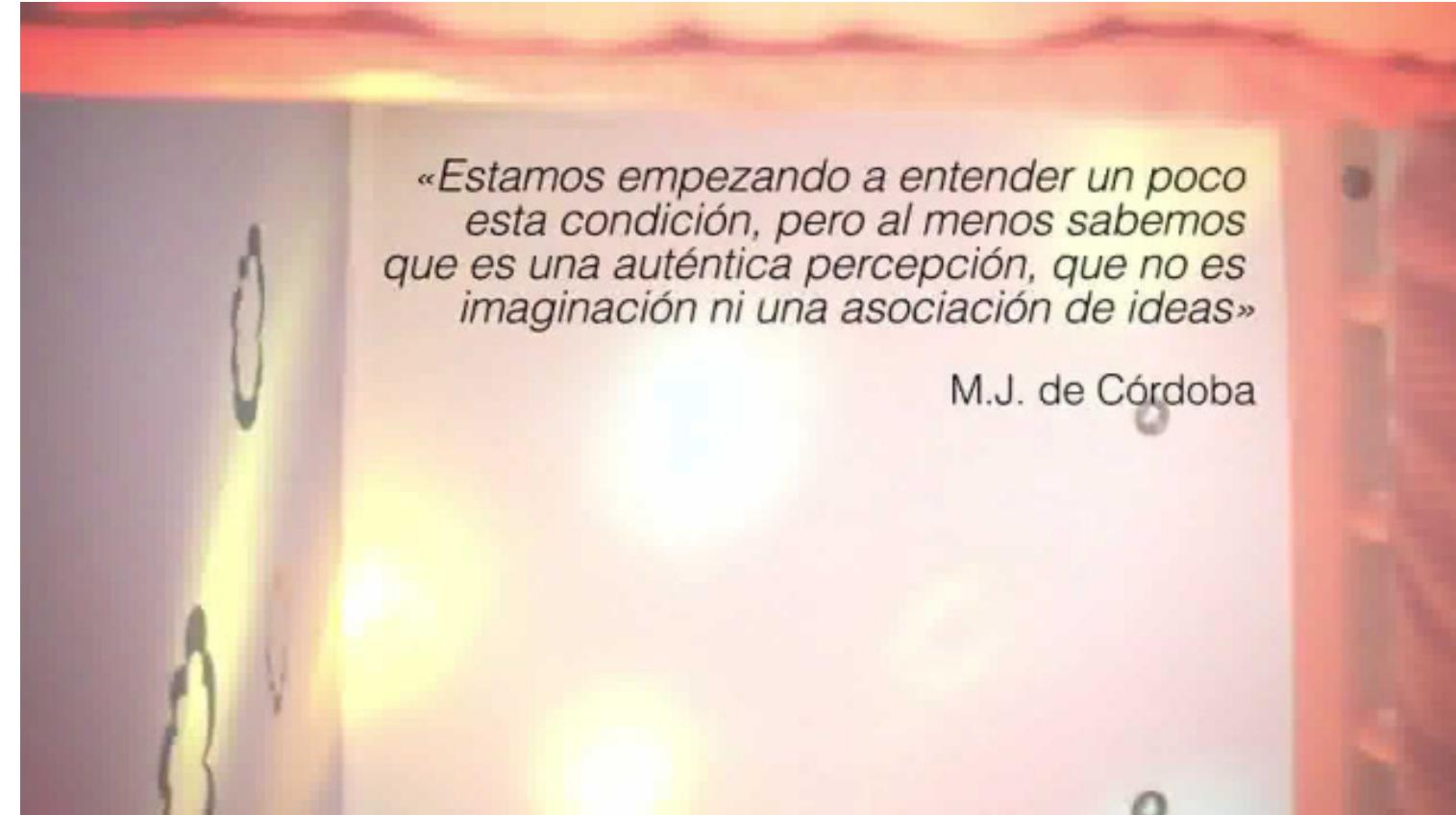
¿Cómo podemos relacionar la música con las imágenes? Investigar e inventar sistemas que pudieran aclarar esta relación, ha sido un tema recurrente en las artes, la ciencia y la filosofía. Filósofos griegos como Aristóteles y Pitágoras especularon que debía existir alguna correlación entre la escala musical y los colores del arcoíris. Pitágoras descubrió una correspondencia entre los intervalos musicales y los radios aritméticos. Su sistema de siete modos se basaba en los siete planetas conocidos, cuya vibración según él, creaba la música de las esferas.

Algunos científicos experimentaron con maquinaria diversa en la época Victoriana, incluyendo líquidos de colores y luz del día filtrada a través de un vidrio en un cuarto oscuro, también se desarrollaron las linternas mágicas y los autómatas musicales.

Algunos investigadores asociaron los colores oscuros con los tonos graves y los claros con los agudos.

La fusión total de todos los medios artísticos fue concebida por Wagner inspirando a muchos artistas posteriores.

La música ayudó a los primeros modernistas a imaginar la creación de una esfera completamente nueva dentro del arte, libre del concepto de la objetividad y de existir como un espejo silencioso de la naturaleza. Además el sonido, la música, el ruido y el silencio eran temporales, lo que les permitía a estos artistas, presentar el concepto del siglo XX acerca del tiempo como un continuo, en el que el sujeto y el objeto del arte se unían y entremezclaban.



Video 9. Documental 'Sinestesia Arte, dolor y sexo'

Línea del Tiempo: Sinestesia



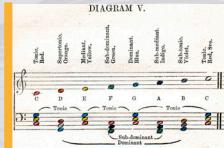
ARISTÓTELES

En *Del sentido y lo sensible*, intuye que la estética en la agrupación de colores está regida por las mismas reglas que gobiernan las consonancias musicales.



1745 LOUIS BERTRAND CASTEL

Construyó el clavicén ocular, que contenía sesenta ventanas pequeñas con diferentes vidrios de colores y una pequeña cortina que era descorrida cuando se tocaba una tecla de forma que se veía el color de una ventana. En un modelo mejorado en 1754 utilizó quinientas velas con espejos reflejantes para que dieran la suficiente luz para una audiencia mayor.



1844 D.D. JAMESON

Publicó su panfleto, *Color-Música*, en el que describía un sistema de notación para la nueva forma de arte y un aparato que probablemente basa en la idea de Darwin. Su instrumento filtra la luz a través de líquidos de varios colores y se refleja fuera de las placas de metal en una pared.



1893 ALEXANDER WALLACE RIMINGTON

Patentó su color-órgano



1912 MACDONALD WRIGHT Y RUSSELL

Concibieron un movimiento artístico llamado Sincromismo que se basaba en la idea de que el color tenía equivalentes sonoros y que si pintaban en escalas de color similares a las musicales, sus pinturas evocarían sensaciones musicales. Sus composiciones eran abstracciones que se originaban de un eje central del que surgían complejas armonías de color. Russell imaginaba una máquina que sincronizaría luz de colores con sonidos.



1912 SCRIBAN

Crea una sinfonía sinestésica llamada "Prometeo: un poema de fuego" que tenía indicaciones precisas sobre el uso de los colores en la composición, los cuales se proyectarían también en la audiencia que debía estar vestida de blanco para que el color se expandiera por todo el espacio como la música.



1953 GORDON PASK

Construyó la primera de sus máquinas musicolor en Cambridge.



1994 CARLOS IRALDI Y CARLOS MERLASINO

Ferrocalipe, es una calíope donde los tubos de órgano han sido reemplazados por silbatos de ferrocarril accionados por vapor de agua. El vapor proviene de tres calderas donde el agua es calentada por resistencias eléctricas. Un teclado, al frente del instrumento, acciona los silbatos y al mismo tiempo enciende una lamparita de color que ilumina el chorro de vapor.

1704 NEWTON

Relacionó cada tono de la escala musical con cada uno de los siete colores primarios del espectro.



1789 ERASMUS DARWIN

Sugirió producir música visual mediante la proyección de la luz de las lámparas de aceite a través del vidrio de color.



1871 FREDERIC KASTNER

Construyó el piróforo, es un instrumento musical que funciona a partir de pequeñas combustiones que pasan por tubos a manera de órgano, la presión del aire crea sonido y la combustión color.



1907 DEBUSSY

Buscó hacer analogías en sus composiciones al uso de las gradaciones del color en la pintura, principalmente el azul. En su composición "El Mar" Debussy logró evocar una impresión sinestésica de la respiración oceánica y los efectos del cambio en la iluminación de la superficie acuática, algo similar a las imágenes impresionistas pero en vez de usar pinceladas usaba tonos musicales.



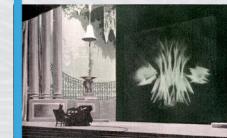
1910 KANDINSKY

Asume una relación entre colores brillantes (como el amarillo) con sonidos agudos y colores oscuros con sonidos graves.



1930 THOMAS WILFRED

Comenzó a dar conciertos de Clavilux, que era una especie de televisión que proyectaba manchas e colores.



1974 LAURIE SPIEGEL

Es conocida por sus composiciones electro musicales y sus algoritmos en creación software. Crea en los laboratorios Bell, un sistema de música de generación de imágenes.



4.4 Teorías sinestésicas sobre el color y el sonido

Notas	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B
Isaac Newton 1706	Red		Orange		Yellow	Green		Blue		Purple		Pink
Louis Castel 1734	Blue	Cyan	Green	Light Green	Yellow	Orange	Red	Dark Red	Pink	Purple		
George Fiel 1816	Blue		Purple		Red	Orange		Yellow		Light Green		Green
D.D. Jameson 1844	Red	Orange	Light Orange	Yellow	Light Green	Cyan	Blue	Purple	Pink	Purple	Pink	
Theodore S. 1881	Red	Red	Orange	Yellow	Light Green	Cyan	Blue	Purple	Pink	Dark Red		Black
A. Rimington 1893	Red	Red	Orange	Light Orange	Yellow	Light Green	Cyan	Blue	Purple	Dark Blue	Pink	
Brainbridge B.1893	Red	Red	Orange	Light Orange	Yellow	Light Green	Cyan	Purple	Pink	Pink	Red	
Helmholtz 1910	Yellow	Green	Cyan	Blue	Purple	Pink	Purple	Red	Dark Red	Dark Red	Dark Red	Orange
A. Scriabin 1911	Red	Pink	Yellow	Grey	Blue	Red	Blue	Orange	Purple	Green	Grey	Blue
Bernard Klein 1930	Red	Red	Orange	Light Orange	Yellow	Light Green	Green	Cyan	Blue	Purple	Pink	Dark Red
A. Aepli 1940	Red		Orange		Yellow		Green	Cyan		Blue	Purple	Purple
I. J. Belmont 1944	Red	Orange	Light Orange	Yellow	Light Green	Green	Cyan	Blue	Purple	Pink	Dark Red	
Zieverink 2004	Light Green	Green	Cyan	Blue	Purple	Pink	Dark Purple	Red	Red	Orange	Light Green	Yellow

Esquema 14. Tres siglos de escalas de color

Otra relación mitológica sobre la cual la música ha persistido consiste, es la concepción de que el tono y el color están relacionados de alguna forma, se han postulado teorías por Alexander Scriabin, la Orden de Rosacruz y muchos otros.

Algunas de las relaciones sinestésicas entre color y notas, acordes y piezas musicales pueden ser causadas por la asociación de “auras” o ideas subjetivas, pero en esta ocasión se trata de explorar las posibilidades de conectarlos entre la física y las matemáticas para extender nuestro conocimiento sobre el sonido.

La teoría de Scriabin consistía en que cada nota en su octava podría ser asociada con un color específico. Berlioz, Debussy y Wagner estaban de igual manera interesados en la relación entre ambos, así como Rimsky Korsakov, que consideraba que DO era blanco.

La Orden de Rosacruz (secta masónica de estudios esotéricos fundada en el S.XV según ciertas leyendas) basa sus teorías en la entonación y sugiere que los nombres de las notas, las frecuencias y los colores sean:

Nota	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B
Color	Light Green	Green	Cyan	Blue	Purple	Light Purple	Pink	Red	Dark Red	Red	Orange	Yellow
Hertz	256		288		320	341		192		213		240

Esquema 15. Orden Rosacruz Color y Notas

El color puede ser definido matemáticamente por la longitud de onda a la cual corresponde un tono que puede ser descrito como una frecuencia a la cual la longitud de onda es inversamente proporcional pero no existe una ley general sobre la cual el color sea correspondiente a una nota, entonación o rango de sonido.

El espectro del arcoíris es descrito como: rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, índigo, y violeta, las frecuencias dentro del espectro de lo visible se encuentran entre los 1014 y los 1015 Hertz. La longitud de onda de la luz visible se encuentra dentro de .1 y .8 micrones, Guy Murchie en: Música de las esferas, establece que la luz ultravioleta posee una longitud de onda de 3,700 angstroms y la luz infrarroja 7,400 angstroms, lo cual corresponde al doble de una octava, de acuerdo con la enciclopedia Vannostrano, los resultados en pruebas con espectrómetros dieron los siguientes resultados para la percepción de color en el ser humano:

Color	Violeta		Azul		Verde		Amarillo		Naranja		Rojo	
Angstroms	3900 a 4500		4500 a 4920		4920 a 5770		5770 a 5970		5970 a 6220		62200 a 7700	

Esquema 16. Notas y Hertz

Las frecuencias audibles se encuentran entre los 20 y los 20, 000 Hz, la base de la conexión entre el tono y el color se da de esta forma: asumiendo que la velocidad de la luz en el vacío es una constante de 299, 792,458 metros por segundo, la longitud de onda de un color en particular puede ser expresada en metros, nanómetros o angstroms.

Por ejemplo: para 5800 angstroms (Amarillo)

$$\text{Frecuencia} = 299,792,458 / 0.000,000,58 = 516,883,530,000,000 \text{ Hz}$$

Como las octavas son el resultado de duplicar o dividir la frecuencia, la frecuencia más alta puede ser reducida a un valor audible a partir de su división en dos partes.

Nota	Hertz	Angstroms	Color Aproximado	RGB
La	440	619.69		(255,151,0)
La#	457.5	595.66		(255,194,0)
Sib	472.27	577.34		(255,255,0)
Si	491.32	554.95		(212,255,0)
Dob	506.91	537.89		(179,255,0)
Si#	511.13	533.44		(0,255,0)
Do	527.35	517.03		(0,128,0)
Do#	548.62	496.99		(0,128,128)
Reb	566.03	481.70		(0,85,255)
Re	588.86	463.03		(0,0,255)
Re#	612.61	445.08		(128,0,255)
Mib	632.05	431.39		(191,0,255)
Mi	657.54	414.67		(255,0,255)
Fab	678.41	401.97		(128,0,128)
Mi#	684.06	398.59		
Fa	705.77	772.66		
Fa#	734.23	742.71		
Solb	757.53	719.86		(255,0,0)
Sol	788.08	691.96		(255,43,0)
Sol#	819.87	665.13		(255,86,0)
Lab	845.89	644.67		(255,128,0)

Tabla 2. Lucy Tuned



Figura 24. Arte Digital

CAPÍTULO 5: SINESTESIA ARTIFICIAL

A partir del contexto histórico del fenómeno audiovisual y su creciente auge, se pueden apreciar diversas aplicaciones y fines; desde lo educativo hasta el entretenimiento, pasando por el arte mismo, que últimamente ha establecido relaciones muy estrechas entre el sonido y la imagen.

A partir del contexto histórico del fenómeno audiovisual y su creciente auge, se pueden apreciar diversas aplicaciones y fines; desde lo educativo hasta el entretenimiento, pasando por el arte mismo, que últimamente ha establecido relaciones muy estrechas entre el sonido y la imagen.

Dichas aplicaciones de los recursos audiovisuales pueden ser consideradas: “sinestesias artificiales”; esto a partir de que se percibe a través de la vista y el oído al mismo tiempo, con una relación o sincronía, puesto que dichas percepciones no son producto del individuo en sí, como pudo suceder con Scriabin, sino que fueron previamente establecidas y estudiadas se les puede considerar como artificiales.

La artificialidad es un concepto digno de ser aplicado en varias instancias de la vida de los individuos, puede definirse en primera instancia como todo aquello que no es parte de la naturaleza o que no está contemplada dentro de ese campo; la artificialidad es la sustitución de lo natural ó la integración de algo nuevo, haciéndolo parte de la rutina, las herramientas que se han generado a lo largo de la historia de la humanidad no son otra cosa más que extensiones del cuerpo humano que son útiles para tareas definidas.

La sinestesia artificial, ¿puede ser considerada una extensión de algo? Cuando algo se extiende, implica al mismo tiempo el aumento de los alcances del objeto y al mismo tiempo el perfeccionamiento de una técnica. (...)

La mezcla de los recursos tiene como consecuencia una influencia en el individuo que posiblemente antes no hubiera podido ser lograda, la mezcla entre las luces, las imágenes y el sonido llevan al sujeto más allá de la realidad, a partir de la alteración de los patrones comunes de percepción, se transforma el entorno y como consecuencia: lo que el sujeto percibe para convertirse en un ser cautivo, a cualquier parte que mire (...) (Ponce de León Jorge, 2007)



Video 10. Mr Holland's Opus

5.1 EL CONTEXTO

El diseñador se enfrenta a la realidad en su labor diaria, tiene la responsabilidad de crear objetos que cautiven, que se queden en la mente del espectador, que sean recordados y que trasciendan a lo largo de los años.

El tipo más soñador quiere crear algo que cambie al mundo, o que por lo menos inspire a las masas a salir de su estado de confort para que así el simple hecho de utilizar o contemplar un objeto de diseño, plante una idea en las mentes de las personas y estas se sientan identificadas y tengan así una extensión de sus pensamientos.

Particularmente es una tarea difícil el crear un díaño audiovisual pasando por sus tres etapas: pre producción, producción y post producción. Desde el pensar en una idea, bocetarla, crear una estructura, ver los escenarios, considerar los objetos que vaya a contener, los colores y formas, el formato, el medio de reproducción y el sonido.

Es hasta cierto punto difícil la elección del sonido para un audiovisual, podemos emplear sonido diegetico, alguna narración, silencio. ¿Pero hasta qué punto es arbitraria esta elección, en el caso de la música de fondo para una película en determinada escena o en la elección de un jingle para un comercial, el soundtrack para el tráiler de un videojuego, los efectos de sonido para un logotipo animado o hasta la simple elección de la música ambiental para una cortinilla?

Para esto tenemos a los expertos en audio, los músicos experimentados y los ingenieros de sonido, aunque no siempre el diseñador gráfico, tiene a su alcance un profesional de estos que aporte sus ideas a la producción audiovisual.

Es por eso que se desarrolla la siguiente herramienta, que ayudara a tener un acercamiento entre el color y el sonido al momento de la producción audiovisual. Sin dejar de lado a las personas que se dedican a tan bella profesión.

De manera general el proceso de relación entre color y sonido es el siguiente:

- Se obtiene la frecuencia de una nota musical.
- Se realiza una serie de operaciones para obtener su longitud de onda.
- Dicha longitud de onda es discriminada para comprobar si se encuentra dentro del espectro de luz visible.
- Se obtienen determinados colores del espectro de luz visible que son asociados con las notas musicales de una octava.



Video 11. Close Encounters of the Third Kind

5.2 Consideraciones

- Se utilizara como referencia las notas musicales de un piano y con ello sus frecuencias
- Este piano es estándar de 88 teclas
- Los colores, básicos negro y blanco, los intermedios como el gris, los neutros como el café o beige; y los metálicos e iridiscentes, los fluorescentes o cualquier variación de los colores anteriores, queda descartada en esta relación.

De los resultados:

- Al obtener los colores de una octava del piano, nos damos cuenta que son muy similares al espectro de luz visible, y que a los extremos de estos tendremos los infrarojos y ultravioleta que no podremos determinar a manera de color y sonido.
- Los colores obtenidos son tratados de tal manera que se tenga una asociación al modo de color RGB y sus variaciones aditivas y sustractivas para que se facilite su trabajo en este modelo de color.
- Los valores en RGB obtenidos para estos colores, son recalculados de tal forma que se duplicaran al pasar a la siguiente octava.

Este proceso se verá reflejado en una tabla de referencia entre color y sonido, que servirá como referencia para la producción audiovisual en el diseño gráfico.

Considerando la cromática básica del producto audiovisual e interpretarla como sonido para los fines que sean convenientes.

5.3 Parámetros de los resultados

Color: Modo de color RGB, se obtendrán colores en este modelo para la visualización de la tabla de referencia

Sonido: MIDI, se tendrán sonidos en este formato para poder escuchar las notas musicales.

El color digital

Para entender el color desde la perspectiva digital es necesario conocer cómo se interpreta al color en una computadora.

Se dice que el color para impresión es el CMYK, y que para pantalla es el RGB, por lo tanto al emplear esta guía que se podrá visualizar en un monitor o pantalla emplearemos el segundo modo de color.

El modo de color se RGB se compone de tres colores: rojo, verde y azul respectivamente, para poder representar todos los colores posibles se le asigna un valor de 256 que son las diferentes tonalidades que nos puede ofrecer cada color, este número es el resultado de elevar 28, donde 2 es igual a un pixel con información binaria, y 8 es la profundidad del color o la información que puede almacenar que es un octeto u 8 bits; que son representados en la imagen digital.

Entonces tendremos un valor entre 0 y 255 para representar cada color.

Si los mezclamos (256 x 256 x 256) podremos obtener 16, 777,216 tonalidades diferentes. Se conoce como color real y con esta cantidad de colores es suficiente para que el ojo humano perciba las imágenes con calidad fotográfica.

Los colores primarios son los siguientes:

RGB (255,0,0) = Rojo



RGB (0,255,0) = Verde



RGB (0,0,255) = Azul



Los colores secundarios son:

RGB(0,255,255) = Cyan



RGB(255,0,255) = Magenta



RGB(255,255,0) = Amarillo



Para conseguir "tonos" de un determinado color, usamos simple aritmética; si partimos del rojo RGB (255,0,0) y luego, por ejemplo, colocamos valores progresivos en el componente verde, obtendremos una gama:

0	32	64	96	126	160	192	224	255

Lo mismo pasaría si variamos el otro componente, el azul:

0	32	64	96	126	160	192	224	255

O ambos componentes simultáneamente:

0	32	64	96	126	160	192	224	255

Esquema 17. Tonos RGB

El sonido digital

El sonido también es representado de forma electrónica de tal manera que se pueda manipular en una computadora y utilizarse en instrumentos o sintetizadores.

El formato MIDI Musical Instrument Digital Interface (Interfaz Digital de Instrumentos Musicales) es un protocolo de comunicación serial o intercambio de datos binarios que apareció en el año 1982 y que permite a distintos dispositivos electrónicos musicales compartir información para producir sonidos.

Dado que este protocolo es bastante eficiente en cuanto a enviar cantidades de datos relativamente grandes a una velocidad respetable, se ha convertido en un elemento de gran utilidad para compositores, educadores, programadores y gente que intentan crear música con varios instrumentos y con la ayuda de un ordenador hardware y software, permite crear arreglos multipistas, líneas o partes instrumentales.

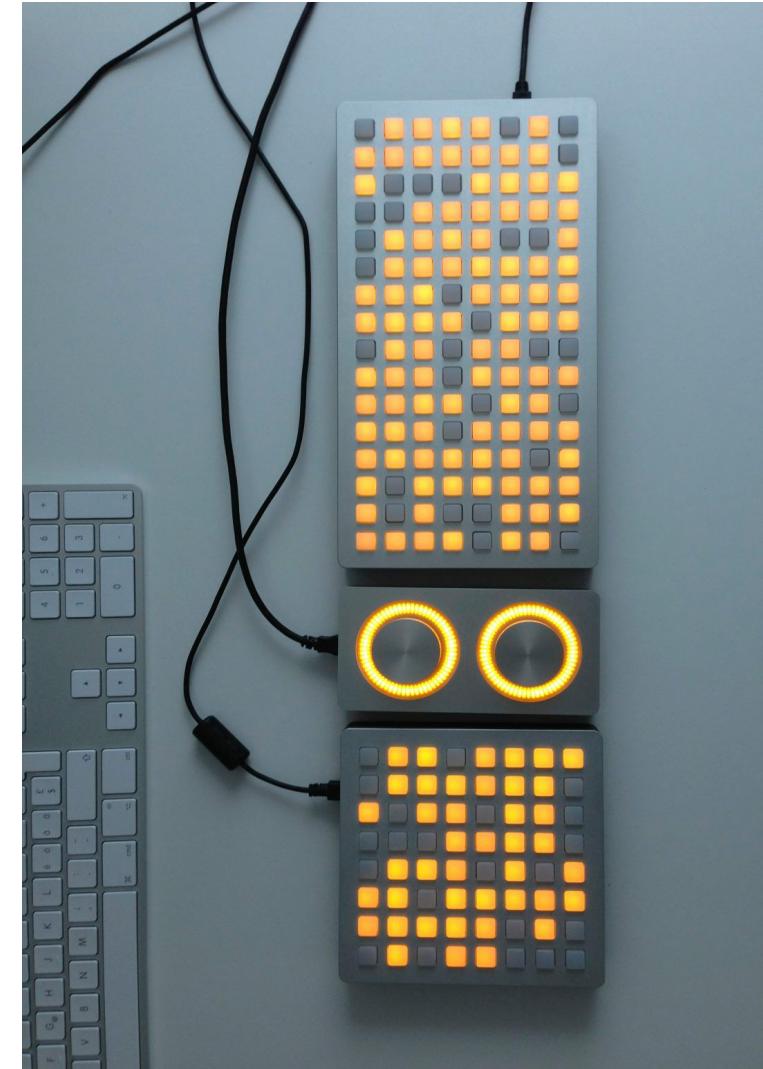


Figura 25. MIDI

5.4 Proceso para la obtención de colores a través de la frecuencia del sonido

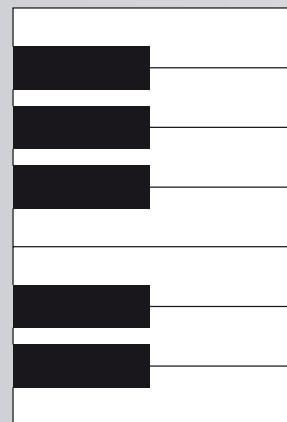
Primero debemos recordar lo siguiente:

Colores:

Rojo Naranja Amarillo Verde Azul Morado

Notas musicales:

A B C D E F G
La Si Do Re Mi Fa Sol

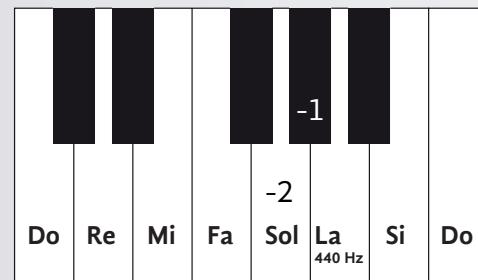


Si	493.88
Sib (La#)	466.16
La	440.00
Lab (Sol#)	415.30
Sol	392.00
Solb (Fa#)	369.99
Fa	349.23
Mi	329.63
Mib (Re#)	311.13
Re	293.66
Reb (Do#)	277.18
Do	261.63

Figuras 25 y 27. Frecuencias y Notas

Obtención de la Frecuencia:

Calculemos la frecuencia del Sol que se encuentra antes de la nota La 440 (A4) nuestra nota de referencia (f_{Ref})



El Sol corresponde al semitono 2 antes de La entonces i es igual a -2 . Reemplazamos en la fórmula:

La frecuencia del Sol (B4) es:

$$f_{Si} = f_{Ref} \times 2^{i/12}$$

$$f_{Si} = 440 \times 2^{-2/12} = 391.995436... \text{ (Hz)}$$

De esta manera obtendremos la frecuencia de las notas musicales.

Obtención de la longitud de onda:

Multiplicamos la frecuencia obtenida por 2 elevado a la potencia 40, ya que es la distancia que se encuentra el sonido de la luz visible.

$$\lambda = c / f \quad c = 299\,272\,458$$

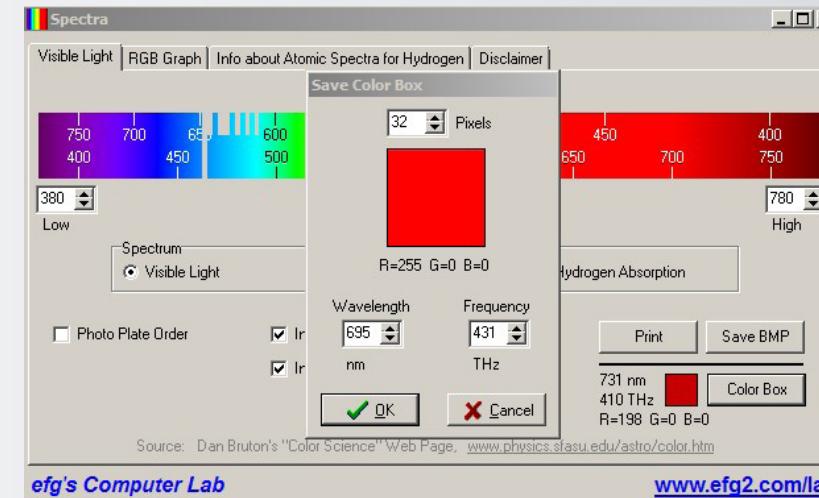
Reemplazamos en la fórmula

$$391.995436 \times 2^{40} = 431003539917122.830336$$

$$299\,792\,458 / 431003539917122.830336$$

$$= 6.9598606558470808671604804792712 \text{ e}^{-7} \text{ metros}$$

Que equivale a: 6959 Angstroms = 695 nanómetros



Software 1. Spectra

Ahora necesitamos saber el color, para esto ocuparemos un software especial, llamado Spectra que nos ayudara a realizar una operación matemática y saber a que color en RGB corresponde cierta cantidad de nanometros.

695 nanómetros
R 255, G 0, B 0
Sol (B4) es: ROJO

Nota	S	O	Frecuencia	2 ⁴⁰	Resultado	Luz	Longitud	nm	Color	RGB
Sol	G	4	391.995436	1099511627776	4.31004E+14	299792458	6.96E-07	696		(255,0,0)
Sol# Lab	G# A	4	415.3046976	1099511627776	4.56632E+14	299792458	6.57E-07	657		(255,0,0)
La	A	4	440	1099511627776	4.83785E+14	299792458	6.20E-07	620		(255,119,0)
La# Sib	A# Bb	4	466.1637615	1099511627776	5.12552E+14	299792458	5.85E-07	585		(255,239,0)
Si	B	4	493.8833013	1099511627776	5.4303E+14	299792458	5.52E-07	552		(169,255,0)
Do	C	5	523.2511306	1099511627776	5.75321E+14	299792458	5.21E-07	521		(58,255,0)
Do# Reb	C# Db	5	554.365262	1099511627776	6.09531E+14	299792458	4.92E-07	492		(0,255,234)
Re	D	5	587.3295358	1099511627776	6.45776E+14	299792458	4.64E-07	464		(0,142,255)
Re# Mib	D# Eb	5	622.2539674	1099511627776	6.84175E+14	299792458	4.38E-07	438		(17,0,255)
Mi	E	5	659.2551138	1099511627776	7.24859E+14	299792458	4.14E-07	414		(120,0,233)
Fa	F	5	698.4564629	1099511627776	7.67961E+14	299792458	3.90E-07	390		(121,0,142)
Fa# Solb	F# Gb	5	739.9888454	1099511627776	8.13626E+14	299792458	3.68E-07 (380)	380		(97,0,97)

Tabla 3. Sinestesia Beta

Como podemos observar los colores que obtuvimos no muestran gran diferencia en sus valores en RGB como los dos primeros rojos. Por lo tanto se promediaran los valores para tener una mejor diferenciación entre ellos y estos se acerquen más al modo de color RGB en sus modelos sustractivo y aditivo.

Nota	S	O	Frecuencia	nm	Color	RGB	Color	RGB Promedio	Nombre
Sol	G	4	391.995436	696		(255,0,0)		(255,0,0)	(255,0,0)
Sol# Lab	G# A	4	415.3046976	657		(255,0,0)		(255,64,0)	(255,0,0)
La	A	4	440	620		(255,119,0)		(255,128,0)	(255,119,0)
La# Sib	A# Bb	4	466.1637615	585		(255,239,0)		(255,255,0)	(255,239,0)
Si	B	4	493.8833013	552		(169,255,0)		(128,255,0)	(169,255,0)
Do	C	5	523.2511306	521		(58,255,0)		(0,255,0)	(58,255,0)
Do# Reb	C# Db	5	554.365262	492		(0,255,234)		(0,255,255)	(0,255,234)
Re	D	5	587.3295358	464		(0,142,255)		(0,128,255)	(0,142,255)
Re# Mib	D# Eb	5	622.2539674	438		(17,0,255)		(0,0,255)	(17,0,255)
Mi	E	5	659.2551138	414		(120,0,233)		(64,0,255)	(120,0,233)
Fa	F	5	698.4564629	390		(121,0,142)		(128,0,255)	(121,0,142)
Fa# Solb	F# Gb	5	739.9888454	380		(97,0,97)		(255,0,255)	(97,0,97)

Tabla 4. Sinestesia Promedio

Ahora los colores obtenidos y promediados serán dispuestos con su nota correspondiente comportándose sus valores igual que la frecuencia de las notas, tendremos así lo siguiente:

Tecla/Octava	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Notación
Do												C
Do#/Reb												C#/Db
Re												D
Re#/Mib												D#/Eb
Mi												E
Fa												F
Fa#/Solb												F#/Gb
Sol												G
Sol#/Lab												G#/Ab
La												A
La#/Lab												A#/Bb
Si												B

Tabla 5. Sinestesia Artificial

Tenemos los resultados finales, estos son todos los colores del espectro audible, las notas enmarcadas con una línea blanca no se pueden tocar en un piano de 8 octavas, a excepción de las 3 últimas teclas de la octava “cero” y la primera de la octava 8.

5.5 Aplicaciones

Esta tabla sirve, como una referencia para la producción audiovisual dentro del diseño gráfico, aunque podría servir también en otras áreas de diseño:

- Señalética: asociando los sonidos a los colores de un semáforo podemos ayudar a los débiles visuales a movilizarse dentro de una zona urbana.
- Diseño Aptico: podemos ayudarles a percibir los colores a los invidentes a través de los sonidos, y a enseñarles a ver la música a los sordos.
- Audiovisual: se pueden asociar ciertos sonidos al color predominante de un audiovisual, o utilizar alguna composición musical que este afinada a cierta nota.
- Educación: empleando esta tabla para enseñar música de una forma más fácil y sencilla.
- Entretenimiento: ahora podemos ver la música, como se hace con algunos reproductores de sonido en diferentes sistemas operativos, desde una computadora, hasta una consola de videojuegos pasando por reproductores de video y dispositivos móviles como celulares y tabletas digitales.
- Audio branding: se sabe que las empresas emplean efectos tanto visuales como de sonido para animar los logotipos de sus marcas, un ejemplo muy común es el sonido en la marca Nextel y Pentium que utilizan este sistema.

Conclusiones

El diseño tiene que ver con la creación de diferentes productos ya sea físicos o digitales, donde el principal elemento de comunicación es la imagen, específicamente en el área digital tenemos el audiovisual, donde el diseñador se enfrenta a la integración del sonido con la imagen. Es por esto que este proyecto crea una referencia para esta integración.

Y se demuestra que es posible hacer una una relación entre el color y el sonido a través de su frecuencia, y con ello obtener una tabla que nos diga que color corresponde a cada nota de un piano dentro es espectro de luz visible y el espectro de sonido audible. Para que esto facilite la producción audiovisual del diseñador gráfico.

Esta tabla nos sirve de referencia en la producción de audiovisuales, tales como animaciones, videoclips, cortometrajes y publicidad.

Este trabajo servirá como piedra angular para encaminar el diseño gráfico en el área de la investigación e integrarlo con otras disciplinas, al utilizarlo como medio de entretenimiento y educación y algo mucho más importante, puede ayudarnos a incluir a nuestro modo de vida a las personas con debilidad visual y auditiva, y ayudarnos a nosotros a entender mejor la relación entre color y sonido, entendiendo mejor el proceso perceptual a través de la esta SINESTESIA ARTIFICIAL.

Ahora que se tiene esta referencia, no quiere decir que sea el único camino para asociar color y sonido, puede que en un futuro la tecnología nos ayude y nos proporcione las herramientas necesaria para lograr entender mejor nuestra manera de percibir el mundo donde vivimos y tal vez sea este un puente para llegar a ese objetivo mucho más rápido.

Este proyecto abre más puertas en el campo de la investigación, si sabemos ahora que podemos representar el sonido a través de un color y que la música tiene ciertas cualidades

como el tiempo y escalas por mencionar algunas, saltan las siguientes preguntas:

¿Podría crearse un software especializado en la interpretación, conversión, edición y conversión del sonido en imagen y viceversa?

De ser así ¿a cuanto equivaldría en segundos, viéndolo desde la perspectiva digital; 1 cm² de determinado color a 300 ppp? ¿Qué pasaría si pudiéramos ver una composición de música clásica o reinterpretar una pintura famosa?

Al integrar esta investigación dentro de la sociedad ¿Qué impacto tendría el poder acercar a las personas la posibilidad de experimentar la sinestesia?

Y se se pudo crear esta sinestesia fono cromática, ¿podrá crearse otra de diferente tipo, podremos entonces oler, saborear o tocar los colores?

Bibliografía

- Bravo Ángel. 1998. La dimensión sonora del lenguaje audiovisual. Paidós Ibérica
- Callejas Alicia. 2012. Sinestesia. Alianza
- Cetto Ana María. 1983. Ondas, Luz y Sonido. Trillas
- Chion Michael. 1999. El sonido, música, cine, literatura. Paidos Comunicación
- Efrón Alexander. 1971. El mundo de la luz. Editorial Bell
- Ferrer Eulalio. 2007. Los lenguajes del color. Fondo de Cultura Económica
- Fraser Tom. 2005. Color la guía más completa. Evergreen
- Gilbert P.U.P.A. Physic in the Arts. 2008. Academic Press
- Héller Eva. 2008. Psicología del color. Gustavo Gili 2008
- Martínez Abadía José. 1999. Manual básico de tecnología audiovisual y técnicas de creación emisión y difusión de contenidos.
- Martínez Abadía José. 2003. Introducción a la tecnología audiovisual, Televisión, video, radio. Paidos Comunicación
- Megg Phillip B. 1991 La Historia del Diseño Gráfico, México, Trillas
- Pilhofer Michael. 2010. Teoría musical para Dummies. Dummies.
- Ponce de León Jorge. 2007. Sinestesia y Aleatoriedad. Tesis

Mesografía

- ABC.es 2012. El ojo puede ver millones de colores de día y solo en blanco y negro de noche. Recuperado de <http://www.abc.es/20120908/ciencia/abci-colores-201209081248.html>
- Asinsten Juan Carlos. 2010. Ministerio de Educación Ciencia y Tecnología. El Sonido, Edición de sonido en computadora, para proyectos en clic, multimedia y otras actividades educativas. Recuperado de <http://coleccion.educ.ar/coleccion/CD13/contenidos/materiales/>
- Brou Melanie. 2014. Konami. Recuperado de <https://es.games.konami-europe.com/posts/Creando-Miedo-Entrevista-a-Akira-Yamaoka>
- CENAM. Sistema Internacional de Unidades. 2012. Recuperado de <http://www.cenam.mx/siu.aspx>
- Cuevas Nus. 2015. No necesito mezcalina porque tengo sinestesia. Recuperado de https://www.vice.com/es_mx/read/no-necesito-tomar-mescalina-porque-tengo-sinestesia
- De los Santos Y. Aníbal. 2010. Fundamentos Visuales II. Recuperado de <https://adelossantos.files.wordpress.com/2010/10/teroria-del-color.pdf>
- Lacárcel Moreno Josefa. 2003. Psicología de la música y emoción musical. Universidad de Murcia. Recuperado de <http://revistas.um.es/educatio/article/viewFile/138/122>
- Pastor Luis. 2008. Color y Espacios de representación Parte I. Universidad Rey Juan Carlos. Recuperado de <http://dac.etsii.urjc.es/docencia/GV3D/>

Pastor Luis. 2008. Color y Espacios de representación Parte I. Universidad Rey Juan Carlos. Recuperado de <http://dac.etsii.urjc.es/docencia/GV3D/>

Pérez Vega Constantino. 2003. Televisión, Video, Sonido y audición Universidad de Cantabria. Recuperado de <http://personales.unican.es/perezvr/>

Psicoacustica.com. 2008. Nosotros. Recuperado de <http://www.psicoacustica.com/>

Psicología del color. 2014. ¿Qué es la Psicología del color? Recuperado en <http://www.psicologiadelcolor.es/psicologia-del-color/>

Sirlin, Eri. 2004. Diseño de iluminación Física de la luz, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Recuperado de <http://www.elisirlin.com.ar/>

UAEMex FAD. 2015. Licenciatura en Diseño gráfico. Recuperado de <http://www.faduaemex.org/oferta-educativa/licenciaturas/disenio-grafico.html>

www.lucytune.com/new_to_lt/pitch_04.html

www.zonaaurea.com.mx/manualdiseno/

Imágenes

Color

Figura 1. Rainbow Storage. Recuperado de <http://design-milk.com/mille-feuille-storage-units-by-emmanuelle-moureaux-architecture-design/mille-feuille-emmanuelle-storage-3/> Febrero 2013.

Figura 2. Rainbow Prism. Recuperado de <http://crazygardener.deviantart.com/art/rainbow-prism-261393719> Marzo 2015.

Figura 3. Ventana. Recuperado de <http://birdonwing.tumblr.com/post/13344351729> Diciembre 2013

Figura 4. Triangulation. Recuperado de <http://www.triangulation.jp/2012/03/chris-fraser.html> Enero 2013.

Figura 5. Nubes. Recuperado de <https://es.pinterest.com/pin/202380576977744642/> Abril 2014.

Esquema 1. Características de las Ondas. Imagen propia.

Esquema 2. Onda Electromagnética. Imagen propia.

Esquema 3. Espectro Electromagnético. Imagen propia.

Video 1. El espectro electromagnético 1 NASA (Español) Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=ixwxOQf50kc> Septiembre 2013.

Esquema 4. Proceso de Visión. Imagen propia.

Esquema 5. Espectro Electromagnético en Nanómetros. Imagen propia.

Esquema 6. Anatomía del Ojo. Imagen propia.

Esquema 7. Conos y Bastones. Imagen propia.

Figura 6. Mirar. Recuperado de <https://blog.vandalog.com/2012/12/la-mesa/> Enero 2013.

Interactivo 1. Test de Visión. Recuperado de <http://www.xrite.com/online-color-test-challenge> Julio 2014.

Figura 8. 1500 Colores de un Vistazo. Recuperado de <https://nonperfect.files.wordpress.com/2013/12/1500colores.jpg> Junio 2014.

Esquema 8. Síntesis Aditiva. Imagen propia.

Esquema 9. Síntesis Sustractiva. Imagen propia.

Esquema 10. Tono, Saturación y Brillo. Imagen propia.

Tabla 1. Psicología del Color. Imagen propia.

Figura 8. Ferrari. Recuperado de <http://www.boxautos.com/new-ferrari-laferrari-unveiled/> Marzo 2015.

Figura 9 y 10. Punto de Vista. Recuperado de <http://totalcreativo.com/tipografia-que-aparenta-estar-volando-en-el-aire> Noviembre 2014.

Sonido

Figura 11 y 12. Es algo más que una impresión. Recuperado de <http://totalcreativo.com/tipografia-que-aparenta-estar-volando-en-el-aire> Noviembre 2014.

Interactivo 13. Underwater. Recuperado de <https://es.pinterest.com/pin/60165344998673296/> Agosto 2014.

Figura 13. Guitarra. Recuperado de <http://surfbaby29.tumblr.com/post/87433597510> Abril 2014.

Figura 14. Wallwave Vibration. Recuperado de http://www.galleriacontinua.com/english/artista.html?id_artista=3&s=opere Mayo 2012.

Interactivo 3. Grid Distortion. Recuperado <https://www.flickr.com/photos/watz/4400306002/> Marzo 2012.

Figura 15. 440 Hz. Recuperado <http://monojam.deviantart.com/art/440-Hz-165936138> Febrero 2012.

Esquema 11. Onda Sonora. Imagen propia.

Figura 16. Violín. Recuperado de https://www.etsy.com/mx/listing/213054749/violin-fine-art-photography-fiddle-photo?ref=shop_home_active_15 Mayo 2015.

Esquema 12. Anatomía del Oído. Imagen propia.

Figura 17. Sigh No More... Recuperado de <http://if-we-had-wings-for-flying.tumblr.com/post/38768615949> Junio 2014.

Interactivo 4. Piano. Recuperado de <https://es.pinterest.com/pin/6192518213808294/> Junio 2014.

Esquema 13. Octava. Imagen propia.

Figura 18. Partitura. Recuperado de <http://petermcveigh.com/wp-content/uploads/edd/2015/02/sheetmusic.jpg> Agosto 2014.

Interactivo 5. Solfeggio. Recuperado de <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/25/3c/1f/253c1f63cf4c5404aab19ef5f11907f9.jpg> Octubre 2013.

Figura 19. Megáfono. Recuperado de <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/42/cd/db/42cddb4b75fbc4a8cd0057118f68c718.jpg> Junio 2015.

Audiovisual

Video 2. Old Film Countdown. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=bRPQmaFQiwM> Febrero 2013.

Figura 20. Modern Bran Design. Recuperado de <http://weandthecolor.com/le29-brand-identity-design-juan-alfonso-solis/32340> Diciembre 2013.

Figura 21. Idea. Recuperado de <http://bashooka.com/inspiration/negative-space-design/> Diciembre 2013.

Video 3. Steadfast Stanley. Recuperado de <https://vimeo.com/93544310> Abril 2015.

Video 4. A ha Take On Me (Official Video). Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=djV11Xbc914> Octubre 2011

Interactivo 5. Lluvia. Recuperado de <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/9d/ce/dd/9dceddfc52b60cd369590c8969f10dd0.jpg> Enero 2014.

Video 5. Extrait The Jazz Singer (1927). Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=j48T9BoKxII> Febrero 2015

Entrevista 1. Creando miedo entrevista a Akira Yamaoka. Recuperado de <https://es.games.konami-europe.com/posts/Creando-Miedo-Entrevista-a-Akira-Yamaoka> Febrero 2015.

Interactivo 6. Silent Hill. Recuperado de http://vignette1.wikia.nocookie.net/silent/images/7/7c/Brookhaven_altar.jpg/revision/latest?cb=20091126010741 Mayo 2011.

Video 6. Goldfish - We Come Together (ft. Sakhile Moleshe) (OFFICIAL). Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=7-tNUur2YoU> Mayo 2011.

Video 7. Sucker Punch - Soundtrack Sweet Dreams. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=nSG-6xc-T4U> Abril 2012.

Sinestesia

Video 8. Particle tests (15) 3D Music Visualizer - Full HD. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=fpViZkhpPHk> Marzo 2013.

Figura 23. Lighting. Recuperado de <https://es.pinterest.com/pin/323133341990177021/> Febrero 2015.

Entrevista 2. No necesito mezcalina porque tengo sinestesia. Recuperado de https://www.vice.com/es_mx/read/no-necesito-tomar-mescalina-porque-tengo-sinestesia Febrero 2015.

Video 9. Documental 'Sinestesia Arte, dolor y sexo'. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=FNHhh2M15rM> Junio 2014.

Esquema14. Tres siglos de escalas de color. Recuperado de <http://rhythmiclight.com/archives/ideas/colorscapes.html> Octubre 2012.

Esquema 15. Orden Rosacruz Color y Notas. Recuperado de http://www.lucytune.com/new_to_lt/pitch_04.html Mayo 2015.

Esquema 16. Notas y Hertz. Recuperado de http://www.lucytune.com/new_to_lt/pitch_04.htm Mayo 2015.

Tabla 2. Lucy Tuned. Recuperado de http://www.lucytune.com/new_to_lt/pitch_04.htm Mayo 2015.

Figura 24. Arte Digital. Recuperado de <http://www.designboom.com/art/ivan-toth-depena-reflection-installation-at-miami-government-center/> Mayo 2015.

Video 10. Mr Holland's Opus. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=AKAVPajd4wQ> Abril 2011.

Video 11. Close Encounters of the Third Kind. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=4kUEDX0uD4I> Octubre 2011.

Esquema 17. Tonos RGB Imagen propia.

Figura 25. MIDI. Recuperado de <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/a9/97/33/a997334f5ad8ab879cd4efb1a1c66485.jpg> Junio 2015.

Figuras 25 y 27. Frecuencias y Notas. Imagen propia.

Software 1. Spectra. Recuperado de <http://www.efg2.com/Lab/ScienceAndEngineering/Spectra.htm> Abril 2012.

Tabla 3. Sinestesia Beta. Imagen propia.

Tabla 4. Sinestesia Promedio. Imagen propia.

Tabla 5. Sinestesia Artificial. Imagen propia.

Líneas del tiempo

Línea del tiempo Color:

Cruz Carlos. 2004. El color en el espacio y el tiempo. MUAC. Recuperado de http://www.tiki-toki.com/timeline/entry/72210/UNA-HISTORIA-DEL-COLOR/#vars!date=0395-04-25_00:12:04!

Mueller Conrad. 1974. Luz y Visión. Libros de Time Life

Cetto Ana María. 1983. Ondas, Luz y Sonido. Trillas

Línea del tiempo Sonido:

Cetto Ana María. 1983. Ondas, Luz y Sonido. Trillas

Microsoft Encarta. 2009. Sonido

Línea del tiempo Audiovisual:

Heeymister. 2013. Comunicación audiovisual Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=mCnavCOBwPc>

Líneas del tiempo Sinestesia

Collopy Fred. 2009. Recuperado de <http://rhythmiclight.com/archives/timeline.html>

Anexos

No necesito tomar mescalina porque tengo sinestesia

febrero 5, 2015

por Nus Cuevas



Disponible en:

<http://www.vice.com/es/read/no-necesito-tomar-mescalina-porque-tengo-sinestesia-798>

Anexos

Creando Miedo: Entrevista a Akira Yamaoka

julio 30, 2014

por Melaine Brou



Disponible en:

<https://es.games.konami-europe.com/posts/Creando-Miedo-Entrevista-a-Akira-Yamaoka>

EJERCICIO

¿Qué pasaría si le cambiamos las notas musicales al jingle de la marca Pentium siguiendo la misma estructura melódica pero basándonos en su color azul?

Ocuparíamos las siguientes notas basándonos en los colores de su marca



Nota Octava	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Re (D)	Black	Dark Blue	Blue	Light Blue	Very Light Blue	Lightest Blue					

APK

Aplicación en desarrollo para dispositivos móviles con Sistema Operativo Android a partir de 2.3 Gingerbread

