

**PROTOTIPO DE APLICACIÓN QUE GENERA IMÁGENES
SINESTÉSICAS AUDIVISUALES EN UN ESPACIOS DE INMERSIÓN**

JULIO ANDRÉS PALACIOS MOLINA



**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN MULTIMEDIA
BOGOTÁ D.C.
MAYO 2010**

**PROTOTIPO DE APLICACIÓN QUE GENERA IMÁGENES
SINESTÉSICAS AUDIVISUALES EN UN ESPACIOS DE INMERSIÓN**

JULIO ANDRÉS PALACIOS MOLINA

u1200539@unimilitar.edu.co

1200539

Trabajo de grado para optar al título de
INGENIERO EN MULTIMEDIA
Auxiliar de Investigación

DIRIGIDO POR:

WILSON JAVIER SARMIENTO MANRIQUE

Ingeniero de Sistemas, MEng.

wilson.sarmiento@unimilitar.edu.co

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN MULTIMEDIA
BOGOTÁ D.C.
MAYO 2010**

A mis padres

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primero que todo a mi familia: a mi padre que me enseñó que todo se puede lograr con paciencia y sacrificio, a mi madre por ser la precursora de mis mundos mágicos, a Karo por ayudarme a germinar las notas en mi cabeza y a Sonia por ser mi compañera del alma y por abrir el camino de las palabras para mí.

Además, quiero agradecer a Wilson, mi tutor, por su compañía y paciencia, a Ximena, Esteban y mis demás compañeros, por estar junto a mí en este largo proceso.

CONTENIDO

	pág.
LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE FIGURAS	i
I INTRODUCCIÓN	iii
II MARCO TEÓRICO	1
1 SENSACIONES	3
1.1 El proceso cerebral	3
2 PERCEPCIÓN	5
3 EL SONIDO	7
3.1 Definición	7
3.2 Características del sonido	7
3.2.1 El Timbre	7
3.2.2 El Tono	8
3.2.3 La intensidad	10
3.2.4 Duración	10
3.3 La sensación de la música (The mood of music)	11
3.3.1 La sensación de la música en el mundo occidental	11
4 LA PERCEPCIÓN VISUAL	15
4.1 El peso y el equilibrio.	15
4.2 La forma	17

4.3	La luz y el color	17
5	SINESTESIA	21
III	DESARROLLO METOLÓGICO	23
6	ESTUDIO SOBRE LA PERCEPCIÓN HUMANA	27
7	CREACIÓN DE ESQUEMA RELACIONAL AUDIOVISUAL	29
8	DISEÑO DE INTERFAZ PARA LA VISUALIZACIÓN DEL SONIDO.	31
9	DESARROLLO DE APLICACIÓN	35
9.1	Obtención de las características sonoras	35
9.2	Normalización	35
IV	CONCLUSIONES Y RESULTADOS	37
9.3	CONCLUSIONES	39
9.4	RESULTADOS	39
	BIBLIOGRAFÍA	42
A	ANEXOS	45
A.1	ARTÍCULO A ENVIAR AL XV SIMPOSIO DE TRATAMIENTO DE SEÑALES, IMÁGENES Y VISIÓN ARTIFICIAL. STSIVA 2010 (BORRADOR)	45

LISTA DE TABLAS

		pág.
1	Argot musical vs Argot pintura	x
4.1	Peso de los objetos dentro de la composición	16
7.1	Esquema de la Relación Audiovisual.	29
9.1	Normalización de las características del sonido	36

LISTA DE FIGURAS

	pág.
1 Musicam (Los colores de los objetos capturados por la cámara, generan un sonido.)	x
2 Proyecto Messa di voce	xi
2.1 Proceso perceptual	5
3.1 Frecuencia de las diferentes notas, de las distintas escalas	9
4.1 Sobre el círculo existe una tensión perceptual que lo tiende a ubicar en el centro de la composición.	16
8.1 cada imagen corresponde a un sonido diferente en a escala diatónica.	31
8.2 Escena marina	32
8.3 Teoría de las esferas	33
9.1 Piezas musicales para normalización	36
9.2 Visualización	40
9.3 Ventana para capturar y grabar sonido	40
9.4 Ventana para reproducir archivo de audio	41

Parte I

INTRODUCCIÓN

*«...Así hay perfumes frescos como carnes de infantes,
verdes como praderas, dulces como el oboe
- y hay otros corrompidos, ricos y triunfantes,

de una expansión de cosas infinitas henchidos,
como el almizcle, el ámbar, el incienso, el aloe,
que cantan los transportes del alma y los sentidos.»[2]*

El azul siempre lejano, apenas audible, como un susurro. Notas altas que tienden a caer como si existiera una fuerza externa que las atrajera hacia abajo. Pequeños cuerpos que suscitan sonidos agudos. Sonidos graves que pareciera fueran originados en cuerpos enormes. Sabores que se deben mayormente al olor que destilan. Comidas que despiertan nuestro sentido del gusto con sólo echar un vistazo. Las conexiones inter-sensoriales inundan nuestro mundo a cada instante, siendo casi inadmisibles considerar las sensaciones como partes aisladas que no guardan relación alguna entre sí[7].

En los últimos 4000 años, el hombre occidental ha puesto especial atención a su sentido de la visión, quedando limitado a su particular forma de percepción; un espacio lineal en donde se guarda una rígida secuencia y tiene lugar sólo una cosa a la vez. El nuevo mundo, que nos satura de información desde todos los frentes sensoriales, nos sugiere nuevos espacios en los que nace la simultaneidad. Entonces, todos los sentidos cobran la misma relevancia, al ser considerados como eventos ocurridos en un mismo tiempo y no como elementos secuenciales. Se crea entre ellos una unidad totalizadora que se alimenta de las diferentes sensaciones, sin importar su naturaleza.

Actualmente, cuando se pretende crear sistemas para la transmisión de información, se procura la inclusión de diferentes medios sensitivos, en cuanto el sistema lo permita. Esto crea una conexión mucho más fuerte con el usuario, al mostrar la información de una manera más cercana a como la esperaría en su mundo cotidiano. Para lograr esta conexión, se hace en este punto necesario la inclusión de la **Sinestesia**. Al contrario de nuestras relaciones intersensoriales, la sinestesia va más allá de la mera metáfora; los sonidos se colorean y se ven en el espacio. Las formas son las sugerencias de los sonidos y dependen inevitablemente de ellos. Las palabras destilan olores y los sabores producen sensaciones en la piel. La sinestesia es automática, no requiere ser razonada y las sensaciones “adicionales” son tan vívidas y obvias para el sinesteta como lo es para nosotros el azul del cielo o el frío en el hielo.

El proyecto que se presenta a continuación, explora las conexiones audivisuales que como occidentales realizamos, para la posterior creación de imágenes sinestésicas del mismo tipo. Éstas parten de un sonido capturado a través de un micrófono, para luego ser relacionada con características de la visión. Este proyecto se piensa como el punto de partida del estudio de los sistemas multisensoriales, y no pretende el establecimiento de reglas infalibles para la conexión entre la visión y el sonido; por el contrario, pretende la creación de un debate al respecto, y fomentar el estudio de sinestesia y de las metáforas intersensoriales.

OBJETIVOS

Objetivo general

Desarrollar una aplicación que permita generar imágenes 3D, a partir de las características de una señal de audio de entrada.

Objetivos específicos

- ★ Analizar señales de audio para establecer sus características y los factores concluyentes en la sensación sonora.
- ★ Asociar las propiedades de las imágenes visuales 3D con características del audio.
- ★ Definir un método para generar imágenes 3D a partir de las características del audio.

ANTECEDENTES

Desde los albores de la humanidad, el hombre se ha sentido intrigado por la forma cómo los diferentes sentidos se relacionan entre sí. En la antigua Grecia, Aristóteles le asignaba a cada nota musical (que se basan en la ley de la longitud de las cuerdas formulada por Pitágoras), un color. Además, sostenía que los colores debían ser agrupados mediante proporciones musicales. Mucho tiempo después, en el siglo XVIII, se comenzaron a crear teclados en los que cada tecla se representaba con un color. El primero de estos instrumentos, el clavicémbalo, fue realizado en Praga, bajo el auspicio de Rodolfo II. Éste asignaba a cada tecla un tono dentro de una escala de 15 grises. En 1720, Louis Bertrand Castel, inventó el clavecín ocular. Con él se pretendía modificar los doce sonidos de la escala, de acuerdo con los cambios de luz y sombra. Castel partía de la premisa de que si existía un color que los reunía a todos, el blanco, debía existir un sonido aglutinador de todos los demás. [10]

Las fronteras entre la música y la visión se estrecharon aún más en el romanticismo. Se extendió la idea de pintura musical o música de programa[10], en las que se toma como base una representación extramusical, y ésta se describe en el programa de mano. Además, las obras musicales sirvieron como inspiración para las pinturas, para los poemas, etc. Ya en el siglo XX, Wassily Kandinsky tenía la convicción de que era posible la comunión cromática con la música. Kandinsky, le asigna a determinados sonidos, diferentes colores. Afirmaba que los sonidos de las trompetas y de las flautas eran como destellos escarlatas, y que el del cello se asemejaba al azul oscuro. Además, le asignó a cada forma básica un color: al triángulo, el amarillo (por sus ángulos no rectos), al círculo, el azul (por su estabilidad, su condición casi divina) y al círculo, el rojo (por ser más estable que el triángulo).

Scriabin, inspirado por el clavecín ocular de Castel, intenta llevar a cabo su *Mysterium*, que mezclaba la música con luces coloreadas y con olores. Scriabin moriría sin ver su proyecto realizado. Años después, Henri Lagresille, realizaría experimentos con los espectros sonoros y los ópticos, que llamaría sistemática espectral, concluyendo que:

«Si las ondas acústicas poseen características similares a las longitudes de onda del color, necesariamente el espectro visible es armónico del espectro sonoro»[10]

Entonces por ejemplo, la longitud de onda del color rojo equivale a la frecuencia del sonido reconocido como sol sostenido y el verde como do. Lagresille, tradujo obras maestras de la música clásica en cuadros de color. Para tal fin, creo una tabla de equivalencias fonocromáticas, dividida en 10 escalas, iniciando desde el sol1 magenta hasta los sonidos más claros. Para Lagresille un tono blancuzco es sinónimo de tono agudo y uno negruzco se asocia con sonidos graves. Juan Carlos Sanz afirma a la vez que los diferentes atributos del color tienen una traducción en el argot musical. Ésta relación se presenta en el cuadro 1

SONIDO	IMAGEN
Intensidad	Croma
Altura	Luminosidad
Duración	Extensión
Timbre	Color
Textura	Textura

Cuadro 1: Argot musical vs Argot pintura

Con la invención del cine sonoro, nacieron nuevos artistas que intentarían fusionar el sonido con la imagen. El británico Norman McLaren, creaba el sonido de sus producciones, dibujando directamente sobre la banda sonora del celuloide. Para él, las formas más delgadas sugerían sonidos más agudos, mientras las más anchas se acompañaban con sonidos graves. A la vez, cabe mencionar los trabajos de Oskar Fischinger, que mezclaba la música con figuras geométricas, destacándose su versión visual de la rapsodia húngara de Liza y la contribución de la tocata y fuga en re menor de J. S. Bach para fantasía de Disney.

[24].

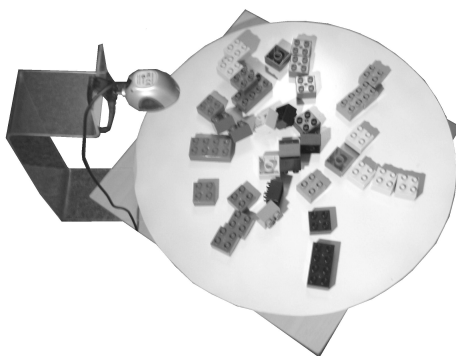


Figura 1: Musicam (Los colores de los objetos capturados por la cámara, generan un sonido.)

Actualmente, con la tecnología disponible de la realidad virtual y la realidad aumentada, se crean nuevas fronteras para la sinestesia. Musicam, pretende generar sonidos a partir de los colores de los objetos. Para ello utiliza una cámara y procesamiento de imágenes para encontrar la tonalidad de los diferentes objetos. Luego divide los diferentes objetos dentro de 10 colores, cada uno de los cuales produce un sonido.

El proyecto *Messa Di Voce*, es un performance donde los sonidos producidos por dos vocalistas de música contemporánea, son expresados gráficamente. Éste proyecto ideó el software *Tmema* que es el encargado de hacer la conversión entre el sonido y la imagen. Esta conversión, se realiza en tiempo real y los gráficos interactúan con el vocalista, mediante el reconocimiento de la ubicación de su cabeza, por medio de dos cámaras[15].



Figura 2: Proyecta Messa di voce

ESTRUCTURA

El documento se compone de tres partes fundamentales: marco teórico, metodología y conclusiones.

Marco teórico: Se inicia estudiando la percepción y la sensación humana. Luego se estudia la percepción sonora, sus características, la audición humana y se hace un recorrido histórico del “Mood of Music”. De la percepción visual se estudian sus características tales como forma, color y posición. Por último, se hace un recorrido por el fascinante mundo del sinesteta y las diferencias en su percepción con respecto a los no-sinestetas.

Metología: Se hace un recorrido por el proceso que se siguió para la creación de las imágenes sinestésicas.

Conclusiones: se presentan las conclusiones del proyecto, los resultados obtenidos y los futuros proyectos que se pueden realizar en el futuro.

Parte II

MARCO TEÓRICO

1. SENSACIONES

Las sensaciones se consideran la fuente de información más importante que poseemos para el entendimiento del mundo y de nuestro propio cuerpo. Son el primer paso hacia la percepción, por ende anteriores al análisis y a la racionalización: son emociones y sentimientos. Tienen características tales como calidad, intensidad y duración, y se pueden dividir en afectivas (dolor, el placer) y representativas (tocar, probar, oler, escuchar)[9].

Para obtener información del mundo, nuestro cuerpo es excitado continuamente por estímulos externos que son captados por medio de los sistemas sensitivos especializados. Estos sistemas, transforman los estímulos en impulsos eléctricos, que son transportados por los nervios para ser interpretados posteriormente en el cerebro. Los impulsos suministrados por cada sistema son procesados en un área específica. La mayoría de estas señales pasan por el tálamo para luego albergarse en la parte posterior de la corteza cerebral.

Tradicionalmente se distinguen los siguientes sistemas sensoriales:

- ★ La visión (Facultad de ver).
- ★ El oído (Que permite escuchar).
- ★ El Olfato (Que permite percibir olores).
- ★ El gusto (Que permite percibir la sensación que una sustancia causa en la lengua).
- ★ El táctil (Que se refiere a la sensación de tocar, de dolor, de temperatura y presión).
- ★ El sistema vestibular (Que se refiere al equilibrio).
- ★ El sistema propioceptor (Sensibilidad kinestésica).[22]

1.1. El proceso cerebral

Los procesos cerebrales se basan en umbrales; cuando el umbral es bajo, el estímulo es captado de forma rápida. Cuando es alto, se percibe por el cerebro de forma lenta (los rangos de estos umbrales varían de una persona a otra). Luego de percibida la sensación, se genera una respuesta para regularla; esta respuesta puede ser pasiva (dejar que el estímulo sólo pase) o activa (realizar una actividad para estimular o, en su defecto, detener la sensación). [9]

2. PERCEPCIÓN

Proceso mediante el cual un organismo recolecta, interpreta y comprende información a través de los sentidos. Luego de que las estimulaciones sensitivas han llegado al cerebro, éstas son asociadas a otras ideas o pensamientos anteriores y son delimitadas para crear generalidades de las cosas en la memoria (*el concepto*): primero se percibe la “gatez” del gato (preconcepto) y luego las características específicas del gato (concepto)[1].



Figura 2.1: Proceso perceptual

Al nacer no contamos con el conocimiento ni con la habilidad para percibir los complejos estímulos del medio: esta habilidad se desarrolla con los años[7]. Luego del nacimiento, el ambiente se convierte en fuente de información y la interacción con el medio, en la forma como ésta puede ser verificada. El proceso se llama percepción: *extraer información de la estimulación*.

A temprana edad, se debe aprender a discriminar diferentes estimulaciones de un caos de sonidos, formas, movimientos, etc. Además, se debe aprender a usar los sentidos y obtener información de ellos, conectando las imágenes sensoriales con preconceptos y generando nuevos conceptos[1]. Nuestra experiencia en el mundo configurará nuestra percepción en la posteridad, y la estimulación de los sentidos se podrá ver reflejada en nuestras habilidades motoras, artísticas, etc.

Eleanor Gibson identifica tres estadios en el desarrollo perceptual:

- ★ Incremento en la discriminación: Se restringen las reacciones a los estímulos verdaderos o a los que se le parecen.
- ★ Optimización de la atención: se selecciona la información necesaria de un estímulo complejo; se presta atención a la información relevante y se descarta la irrelevante.
- ★ Incremento en el desecho de información no necesaria: Se aprende a discriminar un objeto enfocándose en las pocas características que lo diferencian de los demás. Esto además, incrementa la habilidad de procesar varios objetos o eventos al tiempo porque se pueden establecer relaciones y se pueden formar estructuras, de fácil retención[9].

El mundo real y el mundo percibido difieren. Toda la información que recibimos es construida en el cerebro. Nuestro cerebro no puede procesar todos los estímulos presentes en un ambiente; se selecciona los aspectos primordiales de la escena, mientras el resto pasa a un segundo plano. De esto se puede inferir que el proceso de percepción es activo, guiado por el cerebro[1]. Además, es un proceso de ida y venida: la información suministrada por los sentidos es influenciada por la información anterior que se tiene (la información obtenida de experiencias pasadas).

Con la edad se tiende a distorsionar lo que se percibe; se cambia lo que se ve, se escucha, se toca, con lo que se espera ver, escuchar, etc. Estas expectativas están basadas en nuestras experiencias y conocimiento. Nuestra interpretación del mundo es basada en nuestra imaginación, memoria y experiencia, por ende se conocen el tamaño de los objetos y de la gente por experiencias pasadas. Usamos este conocimiento para 'veré interpretar cosas y personas y confrontarlo con el presente. Como resultado, la imagen perceptual final (multisensorial), es inevitablemente distorsionada, sin siquiera percatarnos de que el mundo que percibimos no es una copia fiel del real.

Humberto Maturana plantea que el mundo es propio y que las percepciones tienen que ver con cada uno de los mundos que como seres autónomos creamos. Éste mundo del que se habla no es uno en el que las cosas percibidas son externas, es un mundo que se configura en nuestra dinámica como seres humanos[18]. Siempre habrá algo de nosotros en las interpretaciones que hacemos de los estímulos. Nuestras respuestas no son objetivas: dependen de nuestras experiencias previas, intereses, motivación, etc. Además nuestra percepción es influenciada por nuestra cultura. Cada cerebro construye el mundo de diferente forma a otro, porque cada cerebro es diferente. Pero con todo esto, se puede afirmar que vemos lo suficientemente similar para estar de acuerdo de que un libro es un libro, un gato es un gato, etc. [3]

3. EL SONIDO

3.1. Definición

En sentido estricto, movimiento ondulatorio de frecuencia comprendida entre 20Hz y 20.000 Hz que produce un estímulo en el oído humano, causando la sensación auditiva. En sentido general, perturbación de cualquier frecuencia que se propaga en un medio elástico. Para que se produzca la sensación sonora, es necesaria la presencia de tres elementos:

- La fuente sonora.
- El medio trasmisor.
- El receptor del sonido[14]

3.2. Características del sonido

Las cuatro características básicas del sonido son: el timbre, el tono, la intensidad y la duración[14].

3.2.1. El Timbre

Es una característica que identifica el tipo de fuente que genera el sonido. El timbre es la consecuencia del hecho de que cada sonido diferente producido por un instrumento musical, es una onda compleja constituida por más de una frecuencia. Para los instrumentos que producen una nota, las frecuencias envolventes son parte de la serie armónica[20].

La serie armónica es una sucesión cuya regla se puede visualizar en la ecuación 3.1.

$$U_N = f * n \quad (3.1)$$

donde f es la frecuencia fundamental y n es el número del armónico.

Características del timbre

Brillo: Característica del timbre que determina si este es más o menos agudo. Para encontrarlo se debe hallar el centroide espectral¹ de la señal en el dominio de la frecuencia[17].

¹Representa el punto en donde está el “centro de masa” del espectro.

Características de contraste espectral: Para hallarlas se debe dividir la señal en subbandas de frecuencia, y en cada una de ellas, buscar los picos y valles de la amplitud.

Picos de subbanda: Promedio de los picos más significativos de la amplitud de cada subbanda.

Valles de subbanda: Promedio de los valles más significativos de la amplitud de cada subbanda.

Contraste de subbanda: Se halla encontrando la diferencia entre el valor suministrado por los picos y el de los valles de subbanda[17].

3.2.2. El Tono

El sonido se puede estudiar desde su frecuencia, teniendo en cuenta que entre más grande sea la magnitud de ésta, más agudo será el sonido que genera la señal[14]. La cualidad del sonido que hace que se escuche más alto o bajo se denomina tono. El oído humano es capaz de diferenciar pequeños cambios en la frecuencia; incluso puede percibir cambios de apenas 12 Hz. En el mundo occidental, todo el espectro en frecuencia audible del sonido se divide en aproximadamente 10 paquetes denominados octavas. Las octavas a la vez, se dividen en 12 sonidos generados por magnitudes específicas de la frecuencia (tonos), produciendo las 7 notas conocidas (do, re, mi, fa, sol, la, si), y sus 5 alteraciones (reb, mib, solb, lab, sib). A este sistema se le denomina Escala Diatónica[8]. La ecuación para obtener la frecuencia de las diferentes notas, de varias escalas se presenta en la ecuación 3.2.

$$f(n, o) = 440 * 2^{(o-4) + \frac{n-10}{12}} \quad (3.2)$$

donde n es la posición de la nota (por ejemplo en do mayor, n=1 si la nota es do, n=2 si es re) y o es el número de la octava a la que corresponde.²

Las diferentes frecuencias para los sonidos de las teclas de un piano se pueden apreciar en la figura 3.1.

Obtención del tono

Existen varios métodos para la obtención del tono, que se pueden dividir en dos grupos: los del dominio de la frecuencia y los del dominio del tiempo. Un método muy común utilizado en el dominio temporal consiste en la inspección de la señal para encontrar el periodo de repetición. Presenta varios problemas al analizar señales con sonidos que poseen corrupciones en su fase, debidas a sonidos extraños.[5] Los métodos más utilizados son:

²Se toma al do central como Do4.

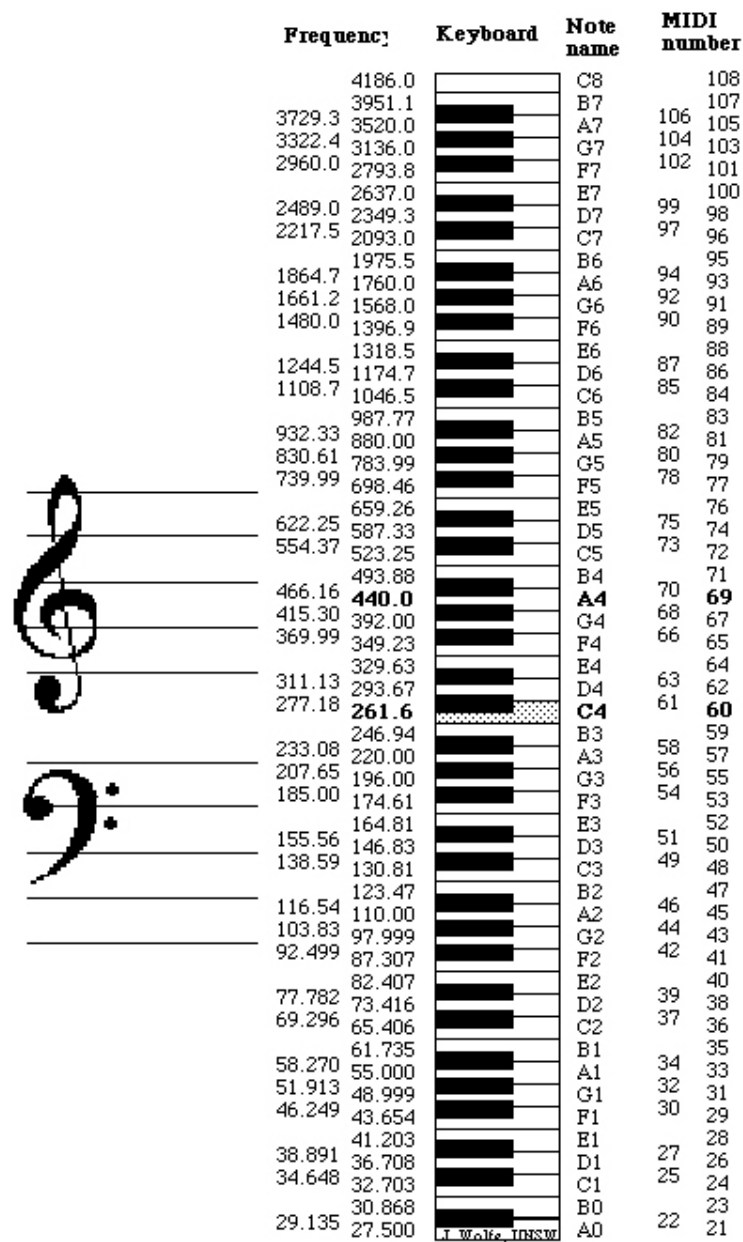


Figura 3.1: Frecuencia de las diferentes notas, de las distintas escalas

Acumulación armónica: Se hace una comparación de la señal, con cada una de las series armónicas para cada sonido de la escala diatónica. la serie armónica se crea teniendo como punto de partida la frecuencia fundamental. Este método no requiere muchos recursos de la máquina al no realizar variaciones en la señal. Presenta problemas al tratar de encontrar el número de la escala del sonido.[19]

Autocorrelación: La autocorrelación es una función en el dominio del tiempo que expresa la similitud de la señal con ella misma pero con un cierto retraso. Para encontrar el tono se inspecciona las autocorrelación, para encontrar los picos más significativos.[5]

3.2.3. La intensidad

Se define como la cantidad de energía (potencia acústica) que atraviesa por segundo una superficie que contiene un sonido. Los factores determinantes en la intensidad del sonido entre otros son:

- ★ La amplitud de la onda sonora.
- ★ El área de la superficie vibrante de la fuente sonora, que se reflejará en un aumento de la energía cinética.
- ★ La intensidad de percepción de un sonido, depende la distancia de la fuente, variando aproximadamente en 3db cada vez que se duplica la distancia a la fuente.
- ★ El medio elástico en el que se propaga.[21].

Para la obtención de la intensidad se requiere realizar una sumatoria de la amplitud de cada una de las frecuencias de la señal.

3.2.4. Duración

La música sólo es válida en el transcurrir del tiempo, siendo por éste motivo el arte temporal por naturaleza. La duración es entonces, una característica inherente a la música que dependerá de la persistencia de las ondas sonoras, y estará dada por el motivo artístico que se le pretende asignar. Ésta se compone de las figuras musicales, los compases y los silencios.

Figuras musicales:

Son las que establecen la duración de un determinado sonido. Una figura dura el doble que la anterior y la mitad que la siguiente; una redonda vale dos blancas, una blanca dos negras, una negra dos corcheas, una corcha dos semicorcheas, etc. A cada figura le corresponde un silencio, que tendrá la misma duración.

El Compás:

Unidad musical de tiempo que divide a éste en partes iguales. Por convención, el compás se indica como una fracción que se sitúa justo después de la clave y la armadura en el pentagrama. El numerador indica el número de tiempos que tendrá el compás y el denominador la figura que llenará un tiempo del compás; se asigna 4 si se quiere que la unidad sea la negra, 8 si se quiere la corchea y 2 si se quiere la blanca. [6]

El Tempo: Es la velocidad con la que debe ejecutarse una pieza musical.

3.3. La sensación de la música (The mood of music)

La mayoría de las categorías ontológicas occidentales, suelen tratar a la música como si fuera un objeto que posee significado en y por él, pasando por alto el hecho de que algunas culturas poseen música, pero carecen del concepto de la misma[4]. El compositor Ned Rorem afirma que la música no tiene un significado inherente en el sentido estricto de la palabra[23]. Ésta comienza a adquirir significancia en el momento en el que se le da de alguna forma importancia, genera emociones, o ayuda en la creación de conexiones sociales, sin dar por sentado un sentido concreto[13]. Por ende, la música tiene diferentes significados en diferentes partes del mundo; por un lado hace parte de diferentes actividades y se conecta con el mundo de formas que no nos son familiares. Por otro lado, estas “músicas”, en sí son completamente distintas a lo que en nuestra sociedad se suele entender como tal.

Se le puede dar, entonces, a la música un carácter dependiente de la sociedad donde se origina, y para su estudio desde ésta perspectiva, los investigadores la dividen en dos componentes: uno emocional y otro estructural. El emocional se refiere a la parte consciente; el escucha puede describir la afectación emocional producida por una pieza musical y lo que ésta evoca. El estructural se define como las características que afectan al oyente de una manera aparentemente subconsciente (el timbre, el tono, el modo, etc.)[11]. Teniendo en cuenta esto, se hace una distinción dentro de la emotividad de la música entre la forma como la música altera el estado afectivo del escucha, y las emociones insertas en la música en sí misma, sin importar el efecto que tenga en el oyente.

3.3.1. La sensación de la música en el mundo occidental

Las fuentes de emociones intrínsecas en la música, se deben a la emotividad que el compositor desea transmitir al ser escuchada la obra. Como individuos pertenecientes a la cultura occidental, podemos predecir variaciones en la intensidad de éstas emociones si son producidas por música de ésta parte del mundo. Ésta predicción está relacionada con las leyes de percepción de la Gestalt, donde el incremento o decremento en la intensidad pronostica el movimiento hacia una dirección específica[11].

Las historias sobre el origen de la música, narran una presencia virtualmente continua en los ritos religiosos alrededor del mundo[4]. Éste aspecto mítico-religioso fue el más importante para la música occidental hasta entrado el siglo XVIII. Durante la Edad Media, la iglesia católica fijaba las normas para la “creación” de la música; los cambios entre notas en la melodía no podía ser mayores que el de quinta, los tempos se regían por la extensión de los textos y no tenían cavida los intervalos diferentes a los de la octava en los cantos: eran al unísono. Expeculaciones teológicas satanizaban al tritono, o la llamada cuarta aumentada, y le daban el nombre de “*Tritonus Diabolus*”. En los últimos años de éste periodo, nace la polifonía.

En el renacimiento se intentaba volver la mirada hacia lo humano y sus ciencias. En este sentido, aunque la música seguía teniendo como objetivo principal la religión, la mirada de los compositores se volcó hacia la forma de despertar determinadas sensaciones en los oyentes, a través de la invención de técnicas estructuradas que no dejaban nada al azar. En los años posteriores, se formuló la teoría de los afectos, que marcaría un hito en la forma de la música barroca. Ésta teoría se debió en gran medida a los aportes de René Descartes en su obra *Les Passions de Láme*. Descartes proponía en esta obra que las sensaciones y pasiones tenían lugar en el cerebro en una glándula que bautizó glándula pineal, donde también residía el alma. Existían en el torrente sanguíneo los llamados *Espíritus Animales*. Estos espíritus llegaban a la glándula pineal, y ésta a su vez, direccionaba el exceso hacía partes específicas del cuerpo. A cada parte le correspondía una pasión y el exceso de espíritus en una parte específica la despertaba[16].

La visión cartesiana de las pasiones plantea que lo que es en el alma una pasión, en el cuerpo se manifiesta como una acción. Éstas acciones son unidas desde temprana edad a un pensamiento, que nunca más se presentarán separados y que fundamentan el movimiento de los espíritus animales. Los primeros movimientos de las pasiones del alma se refieren a la ingestión de comida; según como al infante le parezca la sensación en el gusto agradable o desagradable, se producirán reacciones físicas y movimiento de los espíritus animales, que en el futuro desarrollarán las pasiones “fundamentales” que son para Descartes amor, odio, deseo, admiración, alegría y tristeza.

Se decía que la música podía despertar el movimiento de las pasiones del alma[16]. Si el movimiento es intenso y agudo, se producía la cólera. Si por el contrario, era lento y relajado, se decía que producía melancolía. Según Kircher, éste movimiento podía ser influenciado además por factores externos como las características del lugar donde se escucha, la estación, el día la hora y , sobretodo, la predisposición del oyente a ser “atrapado” por la música.

Cada compositor o teórico creaba sus sistemas individuales para el análisis y generación de afectos, basados en los conceptos anteriormente expuestos. Por la multiplicidad de estos sistemas, se dice que no existe una doctrina de los afectos en el barroco bien sistematizada y consistente. Se analizaban las diferentes tonalidades, asignándoles a cada una un afecto específico, pero como dice Mattenson, “ninguna clave puede ser tan triste o alegre que no pueda presentar también un sentimiento opuesto”[16]. Sin embargo, existen características fundamentales para casi todos los sistemas, como que la música debe tratar de imitar a través de sus elementos los movimientos corporales producto de una pasión del alma, y que los acentos musicales deben ser similares al acento del alma al producir

el afecto.

La segunda mitad del siglo XVIII significó un cambio en la forma como se venía haciendo música. La música se pensó por primera vez desde la perspectiva del oyente, simplificándose las melodías para hacerlas más armoniosas y más bellas al oído, tratando de encontrar un equilibrio entre la razón y los sentimientos. Se centra en la humanidad, en la simpleza de las formas, dejando a un lado el contrapunto polifónico en las voces, tan usado en el barroco.

A finales del siglo XIX, se originó el romanticismo, y con él la música encontró el sentir en el interior de los compositores. Las emociones se expresaban de manera totalmente subjetiva, dependiendo de la visión particular del músico. Era la expresión libre del sentimiento y por ende, podía ser encontrado en las otras artes para luego hacer música. Los vínculos entre la pintura y la música nunca habían sido tan claramente establecidos.

Con la nueva posibilidad de obtener imágenes de la actividad cerebral, se pudo tener argumentos sobre los efectos que produce la música en las emociones de los oyentes. Se abre una nueva rama de la psicología denominada psicoacústica, que estudia las características del sonido y sus efectos psicológicos en el oyente. Unido a esto, aparece la musicoterapia que intenta utilizar la música como poderoso medio terapéutico. Los estudios a este respecto han encontrado que los cambios en las características de la música tienen como consecuencia cambios en las emociones de los oyentes. Estos cambios son objeto de estudio para obtener generalidades, algunas de las cuales se presentan a continuación. Cabe anotar que la dinámica entre las características del sonido pueden variar las apreciaciones de la obra musical y que el contexto sociocultural altera la forma cómo se percibe la música, enumerando sólo las emociones despertadas en un público occidental, escuchando música propia de esta parte del globo.

- ★ Tempo rápido es asociado a excitación, alegría. El tempo lento es triste, melancólico, tranquilo, solemne.
- ★ Ritmo regular se asocia con felicidad, gracia, paz y serenidad. Ritmo irregular con ira, tristeza, vigor.
- ★ Un tono agudo es asociado con felicidad, gracia, serenidad, actividad, como también furia y miedo bajo algunas circunstancias. Un tono grave se relaciona con tristeza solemne, vigor.
- ★ Canciones que cambian continuamente de tono son percibidas como más felices, placenteras que las que no presentan muchos cambios, que se relacionan con disgusto, ira, miedo y aburrimiento.

4. LA PERCEPCIÓN VISUAL

« El efecto de dos amantes podía ser representado por el “matrimonio” de dos colores complementarios, su mezcla, su completamiento mutuo y la misteriosa vibración de los tonos unidos.»

Vincent Van Gogh[1]

La experiencia visual es dinámica[1]. Es un proceso que se configura constantemente para asimilar los nuevos factores que la modifican a cada instante. Uno de estos factores es el hecho de que ningún objeto es visto como un ente aislado; siempre se encuentra dentro de un ambiente que lo circunda y que modifica sus características. Por ejemplo, un objeto blanco en un espacio negro, es apreciado hasta por el más miope de los observadores. Cuando se ubica en un espacio del mismo color, éste tiende a desaparecer y su diferenciación es difícil. Además, la percepción se hace por comparación; el objeto se verá más grande cuanto más lo sea en relación a sus vecinos; se verá más arriba en tanto los demás estén en una posición mucho más inferior; se verá más blanco entre más oscuros sean los otros objetos.

La percepción visual se enriquece también con las experiencias anteriores. Las imágenes cerebrales creadas en el pasado, pueden influir en la forma como percibimos de tal manera, que si la estructura del objeto que se observa lo permite, pueden alterar sustancialmente su apariencia. A la vez, la idiosincracia del observador y su entorno cultural juegan un papel importante, pues como lo escribe Rudolf Arnheim en su libro «Arte y Percepción», recordando las palabras de Ernst Gombrich:

*«...Cuanta mayor importancia biológica tenga para nosotros un objeto, más sintonizados estaremos en reconocerlo, y más tolerantes serán nuestros criterios de correspondencia formal...»*¹

»¹

4.1. El peso y el equilibrio.

Antes que una disposición de colores formas o movimientos, percibimos un juego de “tensiones dirigidas”[1]. Estas tensiones son tan reales como el color mismo, y se pueden percibir, por ejemplo, cuando un objeto solitario está corrido un poco del centro (ver figura 4.1). Entonces, se nos muestra desequilibrado y una fuerza invisible pareciera moverlo hacia su posición inicial aparente: el centro (por ser ésta la posición de equilibrio, donde no actúa ninguna fuerza). Sobre la línea horizontal

¹Gombrich, Ernest citado por Arnheim, Rudolf en [1]

y la vertical que intersecan el punto central de la composición, actúan fuerzas, pero son pequeñas en comparación a otros puntos. Le siguen respecto a estabilidad los puntos sobre las diagonales principales².

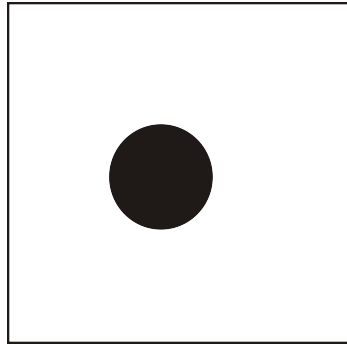


Figura 4.1: Sobre el círculo existe una tensión perceptual que lo tiende a ubicar en el centro de la composición.

Nuestra lectura de las diferentes composiciones, por nuestra condición occidental, se hace siempre de izquierda a derecha, y de arriba a bajo. El historiador de arte Heinrich Wölfflin afirma que por esta razón cuando se invierte una pintura, pierde su sentido inicial³. Además, observó que la diagonal que va de la parte inferior izquierda a la superior derecha, se ve como ascendente, mientras la otra diagonal principal es descendente.

Una característica importante es el peso de los diferentes objetos en la composición. Los objetos que se dicen pesados son mejor soportados en los puntos donde se tiene mayor estabilidad. El tamaño, la posición y el color pueden hacer a un determinado objeto más o menos pesado. Sus relaciones con el peso se encuentran en la tabla 4.1.

	PESO	
	+	-
TAMAÑO	Grande	Pequeño
POSICIÓN	Arriba	Abajo
COLOR	Claro	Oscuro

Tabla 4.1: Peso de los objetos dentro de la composición

Cabe mencionar a la vez, las diferencias que se presentan al ubicar un objeto en la izquierda o en la derecha. Se dice que el lado derecho se caracteriza por ser el más conspicuo y por incrementar el peso de los objetos. El lado izquierdo es el más importante, por la relación existente con el observador, como también el más acentuado.

El hombre busca el equilibrio en todas sus manifestaciones tanto físicas como mentales. En la composición visual, éste equilibrio se logra al equilibrar factores como el color, el tamaño, la dirección y las fuerzas perceptuales. Para Arnheim:

²Rectas de 45° que unen un extremo superior con un inferior

³Wölfflin, Heinrich citado por Arnheim, Rudolf en [1]

«...Una composición desequilibrada parece accidental, transitoria y, por lo tanto, no válida. sus elementos muestran tendencia a cambiar de lugar o de forma para alcanzar un estado que concuerde mejor con la estructura total.»⁴

4.2. La forma

Al hablar de forma, se debe hacer mención de dos propiedades visuales: los límites reales que hace el artista (las líneas, las masas, los volúmenes), y el esqueleto estructural que está conformando. Los límites se deben al hecho de que la luz no atraviesa los cuerpos sólidos (salvo los translúcidos o transparentes), y por ende, sólo se puede ver la exterioridad. La luz al viajar en línea recta, permite a la retina percibir sólo aquellas superficies que están unidas a los ojos por proyecciones rectas. La totalidad del objeto se formará en el cerebro por experiencias pasadas que se hayan tenido.

La forma se presenta como una herramienta contundente a la hora de la percepción de los objetos, pues si bien ésta se debe en gran medida al color, es mucho más concreta y universal; es mucho más fácil coincidir en que algo tiene forma cuadrada, a definir si es violeta, púrpura o morado.

Aunque una figura puede sugerir varias formas, siempre se percibirá la más simple, como lo explica la ley básica de la Gestalt para la percepción visual:

« Todo esquema estimulador tiende a ser visto de manera tal que la estructura resultante sea tan sencilla como lo permitan las condiciones dadas. » [1]

Es decir, entre menos información se requiera para definir una organización dada en comparación con las restantes alternativas, más probable es que la figura sea así percibida.

4.3. La luz y el color

Sin luz no existe visión, pues sin ella no hay color, no hay forma, no hay espacio, ni movimiento. La luz es generada por fuentes que pueden producir más o menos intensidad. Entre más intensidad lumínica produzca determinada fuente, más luz se reflejará en un objeto, pero su luminancia, es decir, el porcentaje de luz devuelta, siempre será la misma. La luz es analizada en nuestra retina por dos clases de fotorreceptores: los conos y los bastones. Los bastones se encargan de las generalidades de los objetos y de las imágenes con poca iluminación. Los conos tienen como función la visualización del color[10]. Existen tres clases de conos, una para cada uno de los colores primarios generativos: verde, rojo y azul⁵.

Propiamente dicho, el color es el resultado perceptual de la luz en la región visible del espectro (longitudes de onda de 40 nm a 700 nm), incidiendo en la retina. A pesar de que todos contamos

⁴Gombrich, Ernest citado por Arnheim, Rudolf en [1]

⁵Pues como se sabe, tres componentes son necesarios y suficientes para describir el color

con los mismos órganos de percepción, nadie puede asegurar que el color de un objeto es el mismo para todos los observadores. El color depende intrínsecamente del ambiente en el que se vive; los esquimales tienen doce diferentes blancos, y las mismas palabras para identificarlos; en algunas regiones de África los habitantes pueden diferenciar hasta 50 tonalidades diferentes de negro. Es verdad que si bien el ojo humano puede distinguir hasta 9000 tonalidades diferentes, en la práctica cotidiana alcanzamos sólo 250[10], y tenemos vocablos sólo para algunos de ellos.

Los adjetivos usados para la designación del color pueden tornarse erráticos y confusos, al ser utilizados para nombrar tonalidades que varían considerablemente de una persona a otra; la palabra verde puede ser utilizado por un observador para una tonalidad que para alguien más puede ser un azul verdoso. En lo que sí todos concordamos y tenemos absoluta confianza es en las cuatro dimensiones del color: la rojez, la azulez, la amarillez y la escala de grises. Pero aunque no podamos universalizar el nombre para los colores, nuestra discriminación entre tonalidades es grande, siempre y cuando se produzca un acercamiento entre los objetos. Cuando están a cierta distancia espacial, ésta discriminación se hace más difícil. A la vez, nos es complicado identificar determinado color de memoria.

Se piensa el color como la emoción, y la forma, en cambio, como algo más racional que necesita una respuesta mucho más activa. A partir de ésto, el psicoanalista suizo Rorschach afirmaba que siempre los estados de ánimo alegres están acompañados de respuestas cromáticas, mientras que las personas deprimidas reaccionan con mayor frecuencia a la forma[1]. Al ser la forma la respuesta de la mente organizadora, la caracterización de los objetos es mucho más contundente si se la nombra. La forma permanece mucho más estable en el tiempo que el color; el color es afectado enormemente por la luminosidad o por la tonalidad del entorno. Además, no se puede hablar de un color como es en realidad: siempre está determinado por su contexto. Esto se le suma al hecho de que la forma presenta conceptos mucho más universales que el color: esférica, cúbica, regular, plana, etc.

Las relaciones existentes entre los colores son para la plástica como las notas para la música. Al igual que en la música, dos tonos pueden presentar mutua armonía y ser agradables a los sentidos, como también mutuo rechazo y repulsión. Antes de establecer estas relaciones se debe mencionar que no hay nada de amarillo en el azul puro, nada de azul en el rojo puro: se reclaman mutuamente. Los tres colores se comportan como las patas de un trípode: los tres son necesarios para el apoyo y el equilibrio completo. Si se sitúa en el círculo cromático, los colores dentro de una misma vecindad se denominan análogos. Se asimilan mutuamente y no existe tensión. Los colores que se encuentran en posiciones contrarias en el mismo círculo se denominan opuestos o complementarios. Se presenta un gran contraste y un movimiento continuo. citando al escritor alemán Johan Wolfgang Von Goethe:

«Los colores aislados nos afectan, por así decirlo, patológicamente, arrastrándonos a particulares sentimientos. Vívidamente afanosos o blandamente anhelantes nos sentimos clavados hacia lo noble o rebajados hacia lo vulgar. Sin embargo, la necesidad de totalidad inherente a nuestro órgano nos conduce más allá de esta limitación. Se libera produciendo los contrarios de los particulares que son impuestos por la fuerza, y al hacerlo, acarrea un complemento satisfactorio
» [1]

Se debe considerar que ningún color es el mismo si se toma en diferentes contextos, pues la identidad de un color no reside en el color mismo sino que se establece por relación. Entonces se entiende que el color no es absoluto y que varía continuamente conforme se dan las configuraciones de contraste o asimilación. Además, el color guarda intrínsecamente una temperatura, que se le asigna según la extensión de su onda. Los colores que se aproximan al rojo se denominan cálidos y activos, por su cercanía con el observador, su humanidad y su continuo movimiento. Los colores fríos, encarnados por los próximos al azul, son lejanos, intocables, por ende con naturaleza casi divina, y se llenan muchas veces de quietud.

5. SINESTESIA

«La cualidad acústica de los colores es tan concreta, que a nadie se le ocurriría reproducir la impresión que produce el amarillo claro sobre las teclas bajas del piano, o describir un lago oscuro como el registro de una voz de soprano.»[12]

Se dice que se tiene sinestesia cuando además de las sensaciones acostumbradas debidas a un estímulo externo, se activa otra "extra" de forma automática. Los sinestésico pueden, entonces, ver los sonidos, o escuchar los colores o oler las palabras. Cabe aclarar que el sinestésico no sustituye o confunde un sentido por otro; cuando ven con sus oídos, no cambian un sonido por una imagen: ellos perciben las dos sensaciones simultáneamente[7]. Esta forma de ver el mundo es la única conocida por los que poseen sinestesia, y por ende, es tan cotidiana para ellos que no coinciden percibir al mundo de otra manera. Para ellos nuestro mundo carece de mucha información, somos como los ciegos del sonido, o los sordos del color. Como lo describe la artista de Nueva York Carol Steen:

«Cuando experimento una sensación como un dolor de cabeza, ésta viene acompañada del color del dolor, de su sabor y su olor. Todas éstas percepciones sinestésicas son aspectos de una experiencia totalizadora. Yo las percibo en la misma forma que unas ventanas, una puerta y unas paredes se combinan para crear la imagen de una edificación.»[22]

Deni Simon, describe su sinestésica audiovisual así:

«Cuando escucho música, veo formas en una área externa de alrededor de doce pulgadas al frente de mi cara...Las formas son mucho más simples que las gráficas vistas en un osciloscopio; son líneas cambiando de color, a menudo metálicas, con largo, ancho y, lo más importante, profundidad. Mi música favorita tiene líneas que se extienden horizontalmente más allá del área de la pantalla.»[7]

Con este testimonio se puede inferir que las experiencias sinestésicas son concretas, están ubicadas en lugares específicos (si son visuales) y, en cierto modo, son simples[7]. Son concretas porque siempre hacen alusión a una determinada sensación: el olor del jasmín, el rojo de la sangre, el sabor de la fresa, etc. Se ubican siempre en un determinado lugar de la composición visual, o en un sitio relativo a la posición de la fuente sonora, por ejemplo. Son simples porque, al contrario de lo que se suele pensar, no son avanzadas elaboraciones pictóricas, o complicadas armonías sonoras. Por ejemplo para un sinestésico que ve los sonidos de colores, estos colores se verán como juegos artificiales. La sinfonía pastoral de Beethoven para el sinestésico, se verá en líneas o formas geométricas básicas.

La sinestesia es la primera condición perceptual para la que se ha descubierto un gen. Es decir, la sinestesia es heredada y se transmite de padres a hijos, teniendo dominancia ligada al cromosoma X. Esto quiere decir que las madres (XX) pueden heredársela a sus hijos (XY) e hijas (XX), mientras el padre sólo se la hereda a sus hijas. Como los genes pueden ser copiados de varias formas y, adicionalmente, pueden ser influenciados por fuerzas externas (epigenética), la sinestesia ocurre en una amplia gama de combinaciones. Teniendo algún tipo de sinestesia, las posibilidades de tener un segundo o tercer tipo es del 50 %, haciendo que el gen active simultáneamente un número de diferentes áreas cerebrales simultáneamente. Según las estadísticas de Sean Day, los tipos de sinestesia más recurrentes ocurren entre: grafemas y colores, entre unidades de tiempo y colores y entre sonidos musicales y colores.[7].

Las nuevas posibilidades en la visualizaciones cerebrales, han permitido obtener información sobre las partes activas del cerebro de un individuo que es estimulado externamente. Esto ha hecho que la sinestesia deje de ser tratada como pura imaginación. Al imaginar un color, no se puede activar la zona V4 encargada de su percepción. La reacción sinestésica, en cambio, activa ésta zona, sugiriendo que la visualización del color es real.

Un aspecto interesante de la sinestesia es que ésta cambia a menudo; se influencia continuamente de las nuevas experiencias aprendidas, como el conocimiento de la escritura, o como el aprendizaje del significado de las palabras. Ésto, unido al hecho de que la sinestesia es totalmente idiosincrática (cada sinestésico tiene sus propias asociaciones), muchas veces hacen cuestionar sobre el valor científico de ésta condición. Pero si en algo todos concuerdan, es en que para los sinestésicos las asociaciones son, por mucho, más constantes en el tiempo que para el resto del mundo. Las asociaciones pueden incluso durar para toda la vida.

Pero la sinestesia no está tan lejos de nosotros como no lo podemos imaginar. Antes de los seis meses todos tenemos de alguna forma sinestesia[22]. Nuestra percepción se constituye en una serie de conexiones intersensoriales, que van desapareciendo conforme vamos aprehendido con la experiencia. Tenemos algo así como disposición a que estas conexiones desaparezcan. Si no fuera así, viviríamos inmersos en un mundo confuso, en el que no nos pudiéramos desenvolver y en el que nunca le pudieramos dar mucho crédito a las sensaciones.

Parte III

DESARROLLO METOLÓGICO

Las fases metodológicas que se siguieron para la elaboración de la opción de grado son las siguientes:

1. Estudio sobre la percepción humana.
2. Creación de esquema relacional audiovisual.
3. Diseño de interfaz para la visualización del sonido.
4. Desarrollo de aplicación.

6. ESTUDIO SOBRE LA PERCEPCIÓN HUMANA

El estudio de la percepción humana sirve como punto de partida para la producción posterior de imágenes sinestésicas. Éstas imágenes se nutren de las metáforas intersensoriales que aparecen recurrentemente en nuestros procesos perceptuales, identificándonos como un pueblo que está intrínsecamente inmerso en el mundo occidental, y en su forma particular de percibir su entorno. Se estudia, entonces, la percepción como un proceso subjetivo que cambia continuamente debido a factores culturales, físicos, geográficos, emocionales, temporales, entre otros.

La señal entrante audible se analiza desde la perspectiva de la escala diatónica, con sus doce sonidos. Por ende, se deben estudiar diferentes teorías de la armonía en la música occidental, y el “mood of music” que se despierta en los oyentes. La visión se estudia desde las implicaciones que se presentan al cambiar las diferentes características de una composición, desde la psicología del color y desde nuestra tendencia hacia el equilibrio.

Se abre ante nosotros el mundo mágico del sinesteta. Ahora la percepción ocurre en más de un sentido. La sinestesia salta a la vista como el despertar de una sensación adicional, pero de forma automática y tan real como el estímulo externo mismo. Se percibe ahora un mundo muy diferente la que estamos acostumbrados, pero el que no es del todo extraño; pues aunque nuestra percepción ocurre en sólo un órgano sensitivo, la información de todos los sentidos tiende a combinarse en un todo.

7. CREACIÓN DE ESQUEMA RELACIONAL AUDIOVISUAL

Teniendo en cuenta el estudio anterior, se procedió a realizar el esquema relacional entre el sonido y la imagen. Se relacionaron eventos que produjeran la misma sensación, como también se incluyeron apreciaciones realizadas con anterioridad por diferentes autores, como Kandinsky o Descartes. Los resultados se presentan en la tabla 7.1.

SONIDO	VISIÓN
Intensidad	Opacidad
Timbre	Brillo
Duración	Extensión
Frecuencias	Longitudes de Onda
De una nota inferior a una superior ¹	Movimiento de derecha a izquierda
De una nota superior a una inferior ²	Movimiento de izquierda a derecha
Frecuencia	Posición vertical
Notas graves	Pesadas visualmente
Notas agudas	Livianas visualmente
Tempo lento, timbre grave	Prioridad en la forma
Tempo rápido, timbre agudo	Prioridad en el color
Valor nota dentro de la tonalidad ³	Relación cromática ⁴
Nota desafinada por exceso	Halo blanco
Nota desafinada por defecto	Halo negro

Tabla 7.1: Esquema de la Relación Audiovisual.

8. DISEÑO DE INTERFAZ PARA LA VISUALIZACIÓN DEL SONIDO.

Teniendo en cuenta el esquema relacional, se diseñó la interfaz visual que se generará luego del análisis de la captura del sonido. Se tenía que considerar que sus características no debían ser muy complejas para su manipulación en tiempo real y para reducir el tiempo del proceso de render. Además, las imágenes sinestésicas presentan un alto grado de simplicidad; si no fuera así, se verían entorpecidos los procesos perceptuales del sinesteta. Los primeros bocetos intentaban evocar el arte precolombino, asignando a cada sonido de las escala diatónica una imagen específica. La complejidad de los diferentes modelos, hacía que la composición se tornara desorganizada y que el tiempo de ejecución fuera enorme. El resultado se puede apreciar en la imagen 8.1)

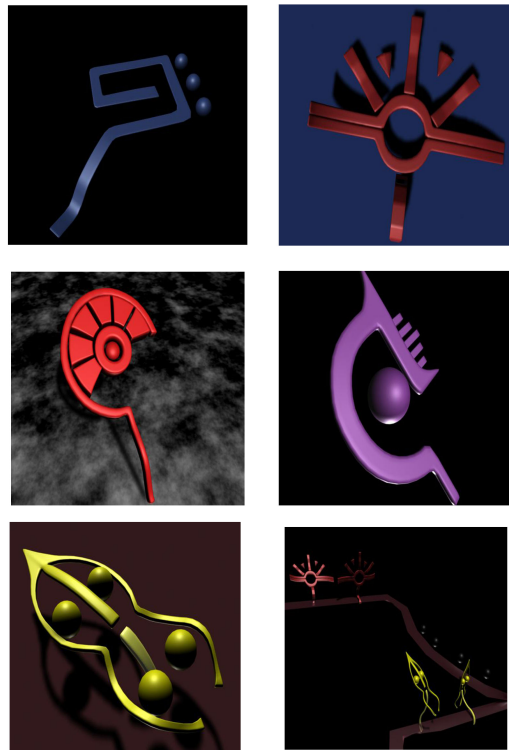


Figura 8.1: cada imagen corresponde a un sonido diferente en a escala diatónica.

En el segundo boceto se le asigna a todos los sonidos una misma imagen en forma de diamante. La

altura en el sonido dependerá de su posición dentro de la composición: entre más alta la frecuencia del sonido más arriba estará dentro de la composición. se intentaba simular un espacio marino. El resultado se puede apreciar en la imagen 8.2)



Figura 8.2: Escena marina

En el diseño que se seleccionó, se evoca la idea pitagórica de la música de las esferas, en la cual se dice que el universo nació de un gran sonido y que todos los astros presentan sonidos armónicos de éste. El diseño le asigna a cada sonido una esfera de opacidad, posición y color acorde con el sonido capturado. Además, se generan una serie de anillos que evocan las órbitas y que giran constantemente. La simplicidad del diseño permite que se puedan relacionar muchas más características y que el tiempo de respuesta entre la captura y la visualización sea reducido.8.3)

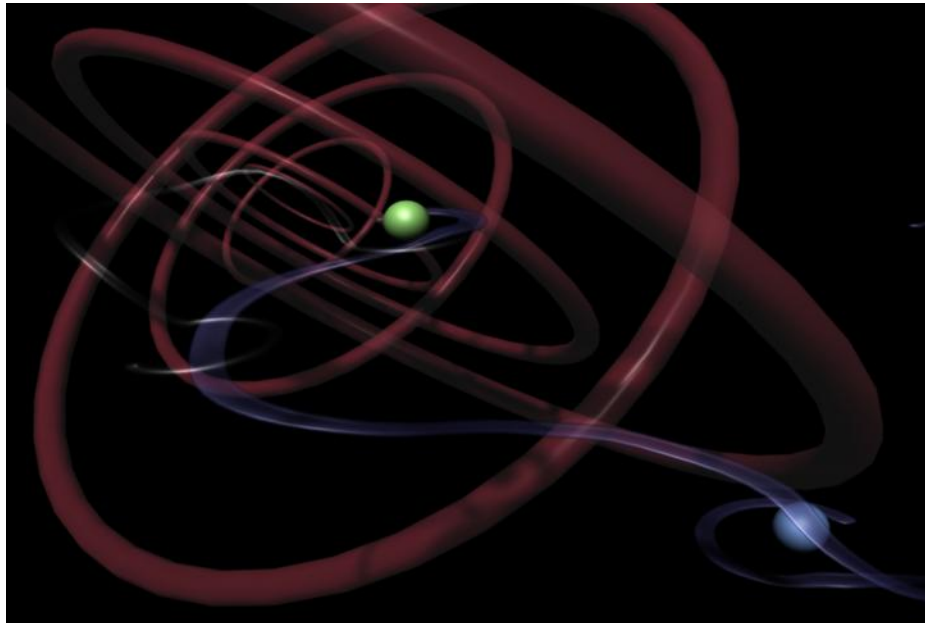


Figura 8.3: Teoría de las esferas

9. DESARROLLO DE APLICACIÓN

En la parte preliminar del proyecto, se utilizó el software libre Processing y su librería Minim, debido a la facilidad con que éste captura el sonido y genera las diferentes imágenes 3D. Pero a medida que el proyecto se hacía más complejo, el software iba presentando problemas. Entonces se migró la totalidad de los diferentes scripts a Java, utilizando la misma librería Minim para el sonido y Jogl para la generación de las imágenes 3D. Para este proceso se requirió la utilización del software Netbeans.

9.1. Obtención de las características sonoras

Las características sonoras que se analizaron fueron: el tono, el timbre la intensidad y el tempo. Como primer paso, se captura el sonido, para luego obtener su FFT. Los diferentes tonos se afinaron teniendo como referencia el La central(la4) en 440Hz, y el rango en frecuencia seleccionado es el audible por el ser humano (de 0Hz a 20000Hz). Para obtener el tono, Se utilizó el método de acumulación armónica, debido a su facilidad para ser implementado.se utilizan los primeros 6 armónicos, pues estos son los más significativos en la señal de una nota. Para encontrar la intensidad, se sumaron las amplitudes de las diferentes frecuencias.

Para encontrar el timbre y el ritmo, se hizo necesario la división de la señal en 10 subbandas, correspondientes a las 10 primeras octavas de la señal. Para el timbre se debió encontrar los picos y los valles más significativos para cada subbanda. El tempo se pasó por un filtro pasabajos, pues en las frecuencias bajas se encuentra el beat, y luego se obtiene su autocorrelación para encontrar los patrones en la señal. (Véase [17].)

9.2. Normalización

Para que no se presentaran problemas en la visualización, se hizo necesaria la normalización de las diferentes características sonoras. Para ello se creó una base de datos con piezas musicales que representaran lo más extremo de las características. Las piezas se pueden apreciar en la imagen 9.1) Al analizar las variables se obtienen los siguientes máximos y mínimos para las diferentes variables:

Cada valor normalizado se hizo corresponder con un valor en la imagen, teniendo en cuenta el esquema relacional.

Id	AUTOR	PIEZA
1	Carl Orff	Oh Fortuna Emperatrix Mundi de Carmina Burana
2	George Gershwin	Rhapsody in Blue
3	Rossini, Gioachino	Guillermo Tell (Obertura)
4	Bach, Johann Sebastian	Suite No 1 para violoncello solo, (Prélude)
5	Bach, Johann Sebastian	Suite Orquestal
6	Mastropiero, Johann Sebastian	Concerto Grosso a la rustica
7	Villamil, Jorge	El Gualanday
8	Beethoven, Ludwig Van	Allegro con Brío de 5ta sinfonía.
9	Beethoven, Ludwig Van	Final coral de 9° Sinfonía
10	Paganini, Niccolo	Capricho No 16 en Sol menor.
11	Strauss, Richard	Así hablaba Zaratustra
12	Mozart, Wolfgang Amadeus	Aria de la reina de la noche, La Flauta Mágica
13	Astor Piazzolla	Libertango
14	Saint Sans	La tortuga, del Carnaval de los Animales
15	Saint Sans	El Cisne, del Carnaval de los Animales
16	Mozart, Wolfgang Amadeus	In diesen heil'gen Hallen

Figura 9.1: Piezas musicales para normalización

Variable	Mínimo	Máximo
Brillo	0.08	1.2
Intensidad	700	10000
Ancho de Banda	0.02	2
Fuerza del tempo	20000	50000

Tabla 9.1: Normalización de las características del sonido

Parte IV

**CONCLUSIONES Y
RESULTADOS**

9.3. CONCLUSIONES

- ★ El proceso de percepción es dinámico, es cambiante en el tiempo y depende intrínsecamente del contexto cultural en el que se encuentra. Por ende, no se puede hablar de una percepción universal, pues ésta está impregnada de conocimientos previos que se tienen, de valores religiosos, familiares y de nuestro contexto espacio-temporal. Sin embargo, nuestra percepción es lo suficientemente similar como para estar de acuerdo en que un libro es un libro, un gato un gato, etc.
- ★ Al vernos como animales sociales, se puede decir que, aunque nuestra percepción varíe enormemente de una persona a otra, existen preceptos y concepciones que compartimos todos como occidentales. Las cosas adquieren valor en cuanto la misma sociedad se lo asigna, y nuestros juicios muchas veces están impregnados de la visión colectiva. Al darle un valor a las cosas, surge la comparación, y por ende la metáfora, que puede conectar incluso dos sentidos diferentes.
- ★ La sinestesia es una condición biológica en la que al producirse una sensación, se genera una u otras de otra naturaleza. Ésta es instantánea, no es mera imaginación y es constante en el tiempo. Las imágenes sinestésicas son sensaciones simples y no alteran la buena percepción del sinesteta.
- ★ Los procesos que se llevan a cabo en “tiempo real” en el computador deben estar aliados a procesos que no consuman muchos recursos de la máquina, pero que a la vez arrojen valores que presenten bajos niveles de error.
- ★ El procesamiento de señales es un campo muy importante en la creación multimedia. Sus herramientas ayudan en el establecimiento de las conexiones multisensoriales, y su avance significa un avance en la interactividad con el usuario.

9.4. RESULTADOS

Se presenta un informe en el que se analiza tanto el mood of music como la percepción visual, haciendo un recorrido historista para encontrar sus diferentes conexiones. En él además, se analiza la percepción particular de sinesteta y la forma como las imágenes sinestésicas son generadas en su cerebro. Se presenta un software que genera imágenes sinestésicas audiovisuales a través de una señal de audio entrante. La aplicación relaciona: el tono y la intensidad de cada octava con la posición tanto en y como en x; la intensidad con la opacidad y la fuerza del tiempo con la velocidad de movimiento de los anillos.9.2) Se puede capturar el audio desde un micrófono y además grabarlo9.3). El software, reproduce piezas musicales para poder realizar la normalización. Ésta puede ser modificada con facilidad cuando se requiera9.4). En el software a la vez, se encuentran otras características del sonido para ser relacionadas con la imagen como lo son el timbre y otras variables del tempo como el radio y el promedio.

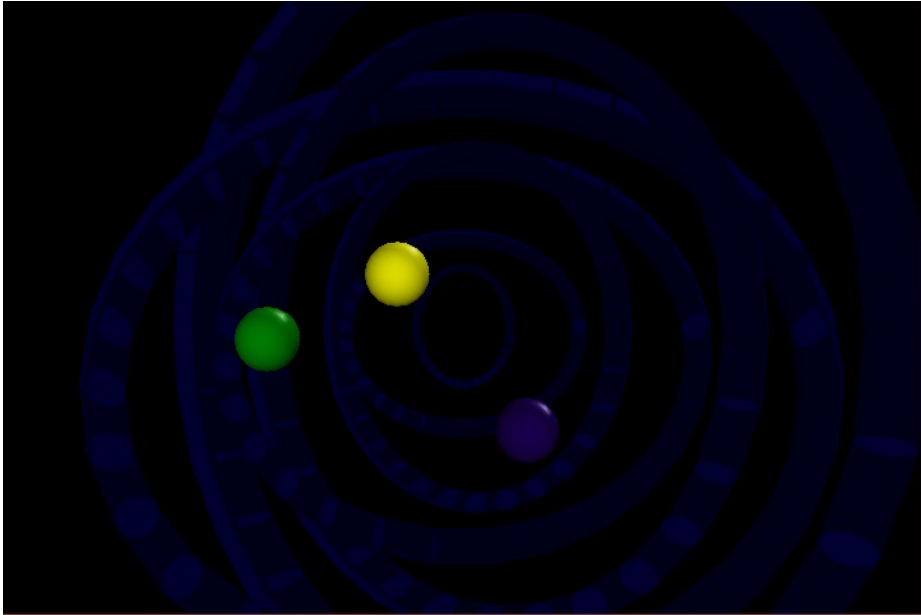


Figura 9.2: Visualización

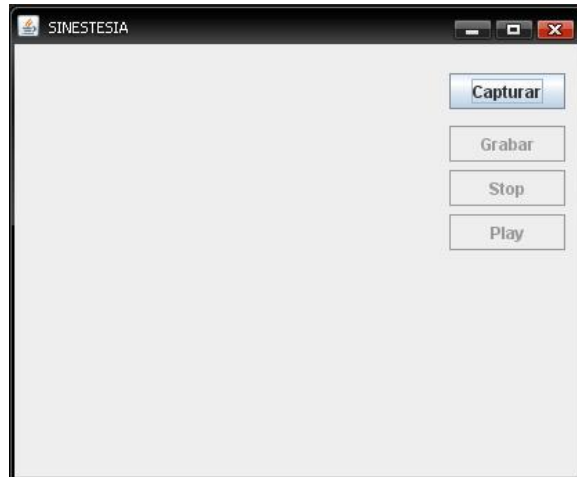


Figura 9.3: Ventana para capturar y grabar sonido

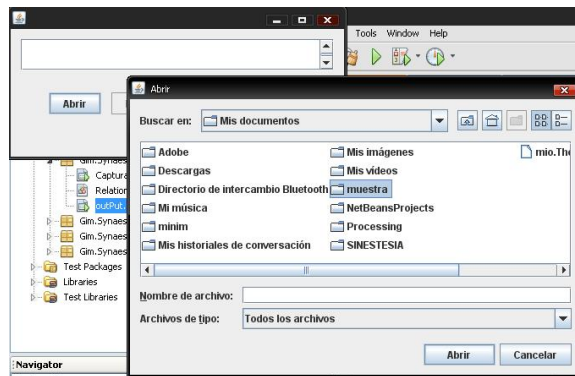


Figura 9.4: Ventana para reproducir archivo de audio

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ARNHEIM, R. *Arte y Percepción Visual: Psicología del Ojo Creador*. Alianza Editorial, 2006.
- [2] BAUDELAIRE, C. *Las Flores del Mal*, 6 ed. Losada, S.A., Julio 1972.
- [3] BOGDASHINA, O. *Sensory Perceptual Issues in Autism : Different Sensory Experiences, Different Perceptual Worlds*. Jessica Kingsley Publishers, 2003.
- [4] BOHLMAN, P. V. *World of Music: A Very Short Introduction*. Oxford University press, 2002.
- [5] COOK, P. R. *Real Sound Synthesis for Interactive applications*, 2 ed. A K Peters Ltda, 2004.
- [6] CORPORATION, M. Encarta, 2009. Reservados todos los derechos.
- [7] CYTOWIC, R. E., AND EAGLEMAN, D. M. *Wednesday is Indigo Blue*, 1 ed. The MIT Press, 2009.
- [8] DOCUMENTALES, K. Física del sonido. Recuperado el 19/10/09. de <http://tecnicaaudiovisual.kinoki.org/sonido/fisica.htm>.
- [9] DUNN, W. *Living Sensationally : Understanding Your Senses*. Jessica Kingsley Publishers, 2007.
- [10] FERRER, E. *Los Lenguajes Del Color*. Fondo de Cultura Económica, 1999.
- [11] FIELD, B. The impact of visual stimuli on music perception. Master's thesis, Haveford College, 2002.
- [12] KANDINSKY, W. *De Lo espiritual en el Arte (Über das geistige in der kunst.)*. Paidós, 1999.
- [13] KRAMER, L. *Musical Meaning*. University of California, 2001.
- [14] LABRADA, J. *El Registro Sonoro*. Serie Taller de Cine Dirigida por Gabriel García Márquez. Voluntad, 1995.
- [15] LEVIN, G., AND LIEBERMAN, Z. In-situ speech visualization in real-time interactive installation and performance. *The 3rd International Symposium on Non-Photorealistic Animation and Rendering* (Junio 2004).
- [16] LÓPEZ, CANO, R. *Música y Retórica En El Barroco*. Bitácora de Retórica. Instituto de Investigaciones Filológicas-UNAM, 2000.

- [17] LU, L. L., LIU, D., AND ZHANG, H.-J. Automatic mood detection and tracking of music audio signals. In *Audio, Speech, and Language Processing, IEEE Transactions on* (Enero 2006), vol. 14, pp. 5–18.
- [18] MATURANA, H. *El sentido de lo humano*, 1st ed. Tercer Mundo S.A, 1998.
- [19] MIDDLETON, G. Pitch detection algorithms. <http://cnx.org/content/m11714/latest/>, December 13. 2003.
- [20] SCHMIDT, JONES, K. The timbre: The color of music. Recuperado el 19/10/09. de <http://cnx.org/content/m11648/latest/>.
- [21] TECNOLÓGICO, M. Intensidad del sonido. Recuperado el 19/10/09. de <http://www.mitecnologico.com/Main/IntensidadDelSonido>.
- [22] WARD, J. *The Frog who Croaked Blue*, 1 ed. Routledge, 2008.
- [23] WITTGENSTEIN, L. *Philosophical Investigations*, 2da ed. Macmilla, 1954.
- [24] YAU, D. Musicam- an instrument to demonstrate chromaphonic synesthesia. (sf).

A. ANEXOS

A.1. ACLARACIÓN DE TÉRMINOS

ACLARACIÓN DE LOS TÉRMINOS SINESTESIA, SINESTETA Y SINESTÉSICO(A).

POR: JULIO ANDRÉS PALACIOS MOLINA.



REAL ACADEMIA ESPAÑOLA

DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA - Vigésima segunda edición

sinestesia.

(De *sin-* y el gr. αἴσθησις, sensación).

1. f. *Biol.* Sensación secundaria o asociada que se produce en una parte del cuerpo a consecuencia de un estímulo aplicado en otra parte de él.
2. f. *Psicol.* Imagen o sensación subjetiva, propia de un sentido, determinada por otra sensación que afecta a un sentido diferente.
3. f. *Ret.* Tropo que consiste en unir dos imágenes o sensaciones procedentes de diferentes dominios sensoriales. *Soledad sonora. Verde chillón.*

Real Academia Española © Todos los derechos reservados

No se debe confundir el significado de sinestesia con el de su palabra homófona cinestesia, que se refiere a la percepción del equilibrio y de la posición de las partes del cuerpo. Si bien el DRAE acuña la palabra sinestesia, no hace alusión a que ésta es una condición biológica real, en la que la activación debida a una sensación, despierta otra de diferente naturaleza instantáneamente, pero ésta es tan vívida como la primera. En palabras del neurólogo norteamericano Richard E. Cytowic:

“...Objective evidence that synesthesia is not imagination comes from brain scanning, which shows that brain activation patterns during synesthetic experience are not similar to those seen when subjects visualize in their mind’s eye...” (1)

Anteriormente se decía que la sinestesia era sólo imaginación y recuerdos de la niñez. Con los avances en el estudio del cerebro y de las imágenes a través de las señales FMRI, se encontró que ésta tenía orígenes fisiológicos.

“ There is confusion about the word synesthesia given that it has been used over a 300-year to describe vastly different things ranging from poetry to metaphor ...Therefore, we have to carefully separate those who use synesthesia as an intellectual idea of sensory fusion from individuals with genuine perceptual synesthesia...” (1)

La no inclusión de este significado se puede deber a los pocos estudios que en habla española se presentan. Además, es un fenómeno recurrente que la academia no incluya terminologías específicas de un campo. Por ejemplo, el término “*Imaginario*” es usado en las ciencias sociales para referirse a la dimensión inmaterial de la cultura, es decir, a los elementos de la cultura que operan al nivel de la consciencia social colectiva. El DRAE la define como:

**imaginario, ria.**

Artículo en

(Del lat. *imaginarius*).

1. adj. Que solo existe en la imaginación.
2. adj. Se decía del estatuario o del pintor de imágenes.
3. f. *Mil.* Suplente de un servicio.
4. f. *Mil.* Vigilancia que se hace por turno durante la noche en cada dormitorio colectivo.
5. f. *Mil.* Cada uno de esos turnos.
6. f. u. c. m. Soldado que presta estos servicios. *Un imaginaria*

Al no incluir la sinestesia como enfermedad, mucho menos se incluye el sujeto que la padece. Al ser así, y al no encontrar una palabra que sirva como sinónimo, los científicos y especialistas hacen uso de diferentes palabras: “sinestésico”, “sinesteta”, o “sinéstata” . Todavía no existe un consenso al respecto¹.

En el marco de mi proyecto se hizo necesaria la diferenciación conceptual y lingüística entre el sujeto que padece sinestesia, y la sinestesia como característica. Dadas la múltiples discordancias que se encuentran en el Español², se optó por emplear las nociones que se encuentran en inglés:

“...*Synesthetes* will often name their children to fit their synesthesia and choose their partners on this basis ...” (2)

“... Like other kinds of synesthetic perception, number forms have a dynamic quality as well...” (1)

Entonces, para el sustantivo se hace uso de la palabra *sinesteta*, mientras para el adjetivo se usa *sinestésico*.

La sinestesia al ser un nuevo campo de investigación, y al presentarse pocas publicaciones que hablen de ella en español, aún no ha encontrado un vocabulario que sea aceptado por toda la comunidad científica. En tanto no sea así, la selección de las diferentes palabras quedan a criterio del autor de los diferentes trabajos.

¹ Véase el uso de sinestésico como sustantivo en: *Los Sentido Sin Sentido*, de redes TV2 <http://video.google.com/videoplay?docid=7884769326797197857&hl=es&emb=1#>.

² Por ejemplo , muchas veces se prefiere no hacer una diferenciación. Véase *Mezclando los sentidos*. <http://video.google.com/videoplay?docid=-3401878856366300370#>.

1. **Cytowic, Richard E. and Eagleman, David M.** *Wednesday is Indigo Blue*. Massachussets : MIT Press, 2009. ISBN 978-0-262-01279-9.

2. **Ward, Jamie.** *The Frog Who Croaked Blue*. Swansea, West glamorgan : Routledge, 2008. ISBN 978-0-415-43013-5.

