



Mariela del Carmen Rodríguez Padilla presenta:

**Pintando sobre la mente,
el cerebro como soporte
de obras artísticas**

R

G

B

Universidad de Guanajuato

Campus Guanajuato

División de Arquitectura Arte y Diseño

Departamento de Artes Visuales

Presentación del proyecto de titulación “Pintando sobre la mente, el cerebro como soporte de obras artísticas” en la modalidad de tesis para obtener el título de Licenciada en Artes Plásticas presenta:

Mariela del Carmen Rodriguez Padilla

Guanajuato, Guanajuato, México 2023

Cargos y nombres de jurados:

Director de proyecto:

Dr. David Charles Wright Carr

Sinodales:

Dra. Bárbara Gamiño Alvarado

Mtro. Carlos Cañedo Chávez



UNIVERSIDAD DE
GUANAJUATO



Campus Guanajuato

División de Arquitectura,
Arte y Diseño
Departamento de
Artes Visuales

Agradecimientos

Ser parte de una institución como estudiante en la carrera de Artes Plásticas ha sido una experiencia agridulce (en ocasiones más agria) pero valiosa en sí misma que no sería lo que es de no ser por quienes forman parte de ella, cuyo aporte en mi trayecto por la carrera no solo fue sobre el conocimiento de las clases sino también por lo que caracteriza a estas maravillosas personas individualmente, con quienes estoy profundamente agradecida y son parte de lo que llevo en mis memorias siendo un ejemplo para el resto de mi vida personal y profesional.

A Lore por ayudarme a resolver mis inconvenientes burocráticos con mucha paciencia (y cierta actitud maternal).

Al profesor Humberto y Juan José por enseñarme a dibujar y creer en mi talento.

A la maestra Bugambilia por ofrecer una de las mejores experiencias en la carrera que me sirvieron para conocer presencialmente la historia de México en el ámbito cultural.

A los profesores Enrique, Bárbara, Doris, Gaby y Paola por su incondicional ayuda y destacable amabilidad.

Al profesor Salvador (de inglés) por realmente aprovechar la libertad de cátedra y llenar los huecos teóricos de la carrera.

Al profesor Carlos Cañedo por su buen criterio y su apoyo en la asesoría durante el desarrollo de proyectos.

A mi director de titulación David Wright por ser activamente un apoyo en su amplia experiencia académica la que nos ha cambiado totalmente muchos paradigmas y aunado a ello por su infinita paciencia y empatía que ha hecho que yo me pueda titular.

De manera personal a Alejandro por todo su apoyo, quien con su compañía me ayudó a superar muchas situaciones amargas, haciendo toda la experiencia en la carrera y como foránea en Guanajuato más llevadera con una actitud resiliente.

Finalmente, a mis padres y hermanos por ser el empujón que necesitaba para estudiar una carrera.



Contenido

Introducción	9	<i>Constancia de tamaño</i>	33
La luz y su comportamiento.....	10	<i>Figuras imposibles</i>	33
<i>Absorción</i>	11	<i>Efectos cognitivos o de Gestalt</i>	34
<i>Refracción</i>	12	La ilusión óptica en las artes visuales	35
<i>Reflexión</i>	12	<i>Duchamp</i>	36
Percepción visual	14	<i>M.C. Escher</i>	36
Fisiología del órgano ocular.....	15	<i>Op art</i>	38
Fototransducción.....	16	La ilusión óptica en proyectos digitales.....	39
Las vías visuales y su llegada a la corteza visual primaria	20	<i>Michael Bach</i>	39
<i>Vías visuales</i>	20	<i>Øyvind Kolås</i>	41
<i>Funciones alternas</i>	21	<i>Akiyoshi Kitaoka</i>	42
<i>Corteza visual primaria</i>	23	El color	44
Fenómeno de asimilación	27	<i>Tono o matiz</i>	44
<i>Asimilación de las formas</i>	27	<i>Luminosidad</i>	44
<i>Teoría psicológica de Gestalt</i>	28	<i>Saturación</i>	45
<i>La asimilación del color</i>	30	Modelos de color.....	45
<i>El efecto acuarela</i>	30	<i>Circulo cromático (1809)</i>	47
Ilusión óptica.....	31	<i>La esfera de color de Runge (1810)</i>	49
<i>Luminancia y contraste</i>	31	<i>Sistema Munshell (1913)</i>	50
<i>Movimiento</i>	32	<i>Sistema NCS</i>	52
<i>Ilusiones geométricas o de ángulo</i>	32	Mezcla aditiva	54
		Mezcla sustractiva.....	54
		La sensación que producen los colores en el cerebro:	56

El color en las artes visuales	58
<i>Carlos Cruz-Diez</i>	58
<i>The art of color</i>	60
<i>The interaction of color</i>	62
<i>Mark Rothko</i>	63
Apartado práctico, proceso de exploraciones	65
<i>Primeros hallazgos en el verano de la ciencia</i>	66
<i>Bocetos, Primera serie</i>	72
<i>Segunda serie de bocetos</i>	75
<i>Tercera serie de bocetos</i>	79
<i>Cuarta serie de bocetos</i>	84
<i>Elaboración de piezas</i>	89
Conclusiones	93
Catálogo de obra	97
Bibliografía	115
Índice de ilustraciones	127

Introducción

Este proyecto se desarrolla en torno a la definición del concepto de asimilación el cuál se entiende como “La asimilación ocurre cuando dos o más elementos se localizan en un espacio en común y estos son percibidos en conjunto como un todo”¹. Lo que se convirtió en la base para realizar la investigación de dos temas, el primero en la percepción visual y el segundo en la teoría del color, culminando en la producción de una serie de obras pictóricas, donde se realizó un proceso extenso de exploración sobre las posibilidades de su aplicación y son mostradas en este documento académico, incitando a interpretarlas y así ofrecer conclusiones referentes al material consultado en los temas anteriormente mencionados.

Se comienza con el primer cuestionamiento, sobre cómo funciona la percepción visual, debemos entender que la percepción visual es una herramienta fundamental para todo ser humano, en el estricto aspecto de supervivencia, forma parte de nuestra interacción con el ambiente, nos brinda la capacidad de percibir las

características de un espacio, objeto o individuo², de manera general:

La percepción es el resultado de la integración intracerebral de los de los impulsos nerviosos que provienen de los órganos de los sentidos, lo que permite al organismo a adaptar su comportamiento en función de las modificaciones que tienen lugar en sí mismo o fuera de sí. Urtubia Vicario, 1999:41.

A través del tiempo el uso de la visión no se limita al sentido de supervivencia de los seres humanos, actualmente nos vincula con un entorno del cual se exploran nuevas experiencias, en este caso para las artes visuales. Añadiendo esto se hace análisis, y se experimenta con ella para generar una propuesta artística que ofrezca al espectador una experiencia sensorial. Una vez al haber consultado diferentes perspectivas de los estudios, experimentos, teorías y propuestas prácticas se tiene una familiarización con los temas teniendo un mejor entendimiento sobre los detalles, para finalmente construir a partir de ello un todo, es decir, hablando en el sentido de enfoque para desarrollar este proyecto se toma en consideración lo que mencionó Goethe en su libro *teoría del color*:

¹ King, 1988.

² Pérez Porto/ Merino, 2008.

Porque nada apreciable por los sentidos está más allá de ello, por el contrario, son perfectamente aptos para ser considerados como un punto fijo para que ascendiéramos primero, paso a paso, y desde el cual podemos, de la misma manera, descender al caso más común de la experiencia cotidiana. Goethe 1810: 37.

La luz y su comportamiento

Se conoce como el rango en el espectro de la energía electromagnética que es visible (figura 1). Su descubrimiento lejos de ser reciente data de la época en la que los antiguos griegos veían desde una perspectiva filosófica el hecho de que debía existir un vínculo entre los ojos y los objetos observados³.

En el año 1865 pudo ser medida bajo el modelo de James Maxwell y Heinrich Hertz, las longitudes de onda eléctricas y magnéticas viajan de manera transversal intercambiando energía recíprocamente a la misma velocidad desde la dirección en la que se propaga, teniendo similitudes con las ondas luminosas, dando como resultado de denominar a la luz como una perturbación electromagnética⁴. El rango visible en el espectro de energía

electromagnética oscila entre los 400 y 750 nanómetros, este fenómeno hace que se produzca la emisión de una partícula sin masa: el fotón. La luz está constituida por fotones, estos se desplazan a través del espacio en todas direcciones haciendo movimientos ondulatorios, se desplazan a través del vacío, así como también otros medios traslúcidos ya sean sólidos, líquidos o gaseosos⁵.

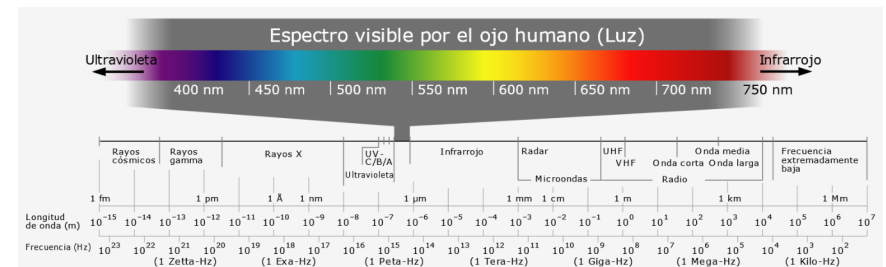


Figura 1. Espectro electromagnético visible.

³ Livingstone, 2008:12.

⁴ Belletti/ Blesio/ Godino, 2015:3.

⁵ Belletti/ Blesio/ Godino, 2015:3.

La luz por sí misma no es visible, únicamente puede ser percibida a través de sus alteraciones⁶. Dentro del ambiente terrestre esta se propaga desde los gases de la atmósfera para posteriormente llegar a las partículas de materia u objetos que sean iluminados⁷. Si una fuente de luz es emitida en el espacio exterior se observa como un punto luminoso rodeado por todo a su alrededor vacío y ausente de color negro⁸. Al chocar sobre un objeto se puede presentar en un grado de intensidades, la materia al presentar sus condiciones particulares refleja en mayor o menor medida los rayos de luz, parte de esta al ser reflejada ya sea de manera directa o difusa llega hasta nuestros ojos⁹.



Figura 2. Destello de luz que atraviesa una lente, mientras viaja a través del vacío.

⁶ Tornquist, 2008:10.

⁷ Cetto, 1987:10.

⁸ Tornquist, 2008:10.

⁹ Cetto, 1987:10.

¹⁰ Belletti/ Blesio/ Godino, 2015:3.

¹¹ Tornquist, 2008:45.

Absorción

El comportamiento de la luz sobre los materiales opacos es aquel que a menudo absorbe parte de la energía que se cruza en su trayecto, produciendo un incremento en la temperatura de su composición interna, el rayo de luz que lo atraviesa, provoca que los componentes de este material produzcan una resonancia¹⁰, después la poca energía restante es expulsada del objeto, por medio de ondas de luz más largas, proyectan una reflexión de luz difusa provocando el fenómeno de absorción¹¹.

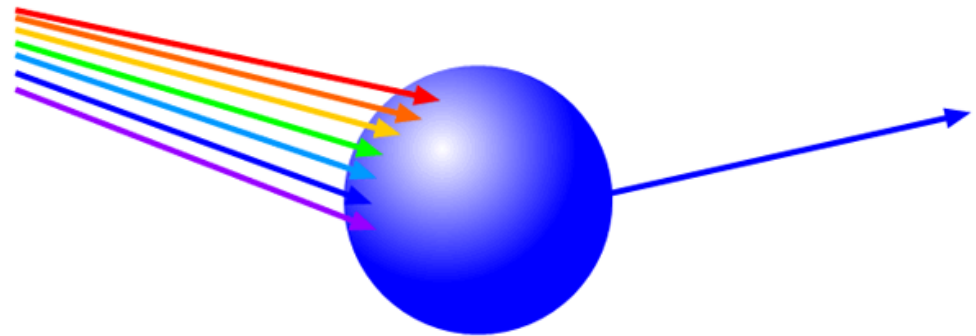


Figura 3. Fenómeno de Absorción de luz.

Refracción

La refracción es un fenómeno que es comúnmente producido por los cambios en la luz que incide de un medio a otro en el entorno. Para ser notorio se requiere seguir ciertas condiciones y observar diferentes sucesos, primero, el rayo de luz debe pasar por un medio con menor densidad y más transparencia en ángulo oblicuo¹², después se necesita que este rayo atraviese un segundo medio de diferente composición con mayor densidad respecto al primero, el resultado es el cambio de dirección o desviación de este provocando una distorsión sobre los objetos que se encuentren dentro de este suceso, de forma natural lo podemos observar en los espejismos del concreto o arena en una tarde calurosa, de forma experimental se necesita colocar una cuchara o un lápiz dentro de un vaso de vidrio con la mitad llena de agua¹³.

¹² Tornquist, 2008:42.

¹³ Cetto, 1987:14.

¹⁴ Cetto, 1987:15.

Reflexión

Toda superficie a la que llegue luz refleja una fracción de lo que haya sido iluminado, en este fenómeno ocurre de manera más directa en comparación con las dos anteriores, como se ha mencionado se ha hablado de la densidad de la materia para que sucedan diferentes fenómenos, en este caso el material que mejor puede reflejar directamente los rayos de luz debe cumplir con dos características: debe ser liso y debe ser plano.

Finalmente, aquellos materiales que lejos de absorber las ondas luminosas si provocan rebotan en dirección opuesta se da el fenómeno de reflexión¹⁴.

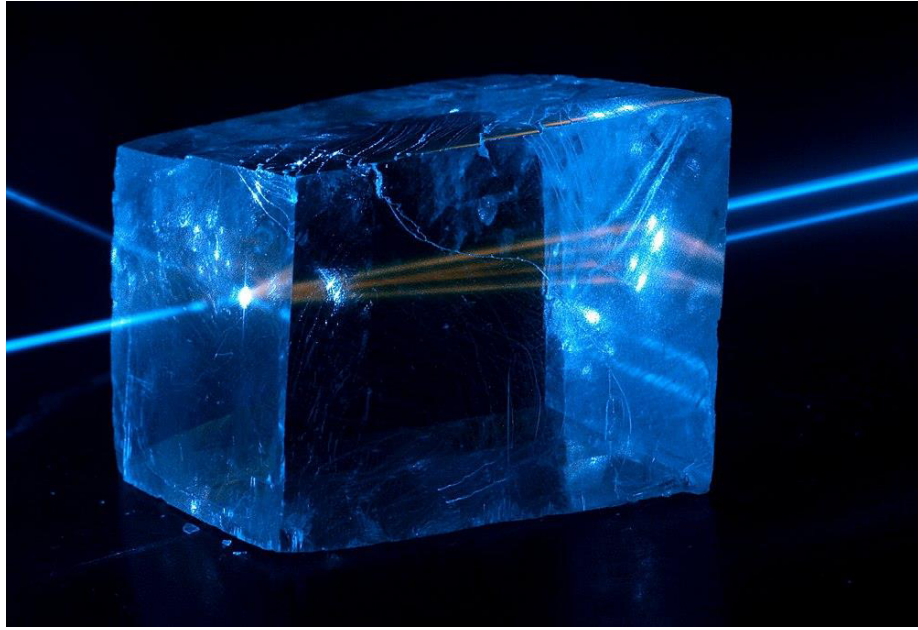


Figura 4. Fenómeno de refracción, el láser azul que atraviesa el cristal se refracta haciendo que el rayo se divida en dos.



Figura 5. Fenómeno de reflexión sobre burbuja de jabón.

Percepción visual

El sentido visual como lo conocemos actualmente se origina mediante el resultado de constantes cambios. En la compleja red evolutiva, los antiguos seres vivientes en un determinado período desarrollaron una lámina de células fotosensibles, estas solo tenían la capacidad de reaccionar a la luz, su enfoque era difuso y únicamente podían diferenciar el objeto en movimiento del vacío que lo rodeaba, como una mancha difusa dentro del espectro perceptible, esta cualidad fue heredándose, conforme se fueron presentando las condiciones adecuadas, una nueva característica se añadía al órgano recién formado con esta función, se tiene estimado que por lo menos se necesitaron 250,000 generaciones para transformar la simpleza de esta lamina fotosensible a los órganos oculares de los seres humanos modernos¹⁵.

La transformación de la fisiología ocular más destacable es aquella que favoreció al funcionamiento de estos órganos en su anatomía, dicha lámina fotosensible paulatinamente adquirió una forma más cóncava, terminando hasta el aspecto actual esférico de los órganos que conocemos como ojos, si dimensionamos las

proporciones de este cambio se imaginaría como si una pelota de plástico sin aire en una posición horizontal sobre una superficie plana se fuera hinchando por dentro hasta llegar a su forma esférica habitual. Esta transformación no sólo fue superficial. Si se relaciona al funcionamiento de una cámara fotográfica podemos darnos cuenta de que el sistema visual se fue sofisticando, otorgando a estos órganos mayor definición en la imagen resultante¹⁶.

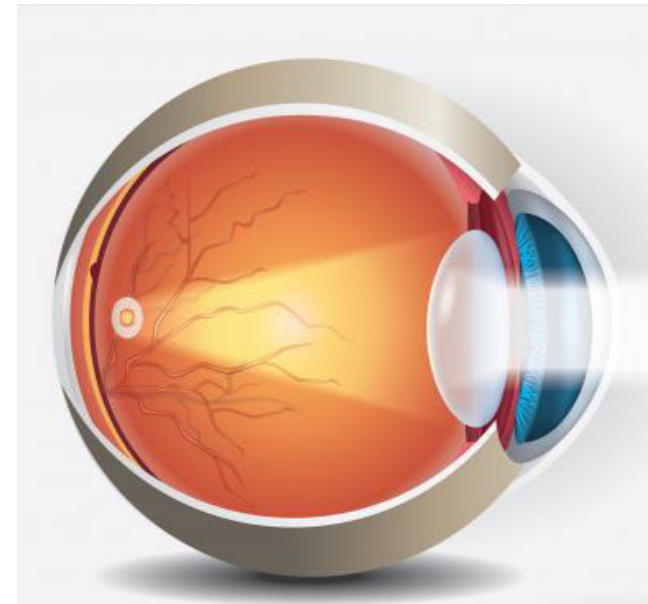


Figura 6. Ilustración de la anatomía del ojo humano.

¹⁵ Dawkins, 2012.

¹⁶ Hall, 2016: 1571.

Fisiología del órgano ocular

Los ojos, cuentan con la capa retinal, una superficie traslúcida ubicada en la parte posterior de la parte posterior interna del ojo¹⁷ en ella se encuentran las células neuronales fotorreceptoras: los bastones y los conos. En el caso de los conos se dividen en tres tipos, cada uno detecta una frecuencia de onda diferente, a la roja (570 nm), a la verde (535 nm), y a la azul (445 nm). Son las responsables de que percibamos una amplia gama de matices, en primera instancia se podría suponer que es minúscula la variedad de estas células para el espectro de tonalidades que son capaces de percibir, pero en proporción al resto del cuerpo humano suponen el 70% de los receptores totales¹⁸. La cantidad que tiene el ser humano en cada ojo ronda de entre los cuatro millones y medio y los seis millones, la mayoría de los conos se encuentran en la *fóvea*, una concavidad en la parte posterior de la retina con un diámetro cercano a 1,5 mm o 5° de arco cercana del nervio óptico, su función permite percibir detalles con gran definición (esta característica es denominada como acuidad); el resto de los

receptores están repartidos en la periferia de la retina¹⁹, estos receptores son fotosensibles, al ser estimulados con luz dan comienzo al proceso de fototransducción.



Figura 7. Retina, Se aprecia en la sección derecha la macula y la fóvea.

¹⁷ Cuenca Navarro, 2009.

¹⁸ Urtubia Vicario, 1999: 70.

¹⁹ Urtubia Vicario, 1999: 71.

Fototransducción

La fototransducción es el proceso físico/químico de conversión de los estímulos externos, los fotones que estimulan la retina se transforman en señales neuronales a través de las células fotorreceptoras²⁰.

Las funciones de diferentes tipos de células dentro de la retina se dividen en conexiones por medio de capas, desde una enfoque general, las reacciones bioquímicas de las células fotorreceptoras comienzan cuando los conos y bastones se exponen al estímulo provocado por la exposición a los fotones, liberando la sustancia que hace que estas reaccionen a la luz (rodopsina), liberando un neurotransmisor (glutamato) y la proteína ubicada en la membrana de los fotorreceptores, las cuales controlan el intercambio iónico de Sodio y Calcio. Primero los canales que reciben al sodio se cierran y al acumularse en la membrana de los fotorreceptores estos pasan a hiperpolarizarse²¹, lo que produce en consecuencia el cierre de los canales de calcio y posteriormente disminuye la secreción del neurotransmisor, lo que abre paso a la primera

sinapsis²². Esto consta en la comunicación entre los fotorreceptores, las células bipolares, horizontales e interplexiformes, es decir, el paso de información de la capa plexiforme exterior a la capa plexiforme interior²³. En esta etapa se determina la resolución espacial²⁴.

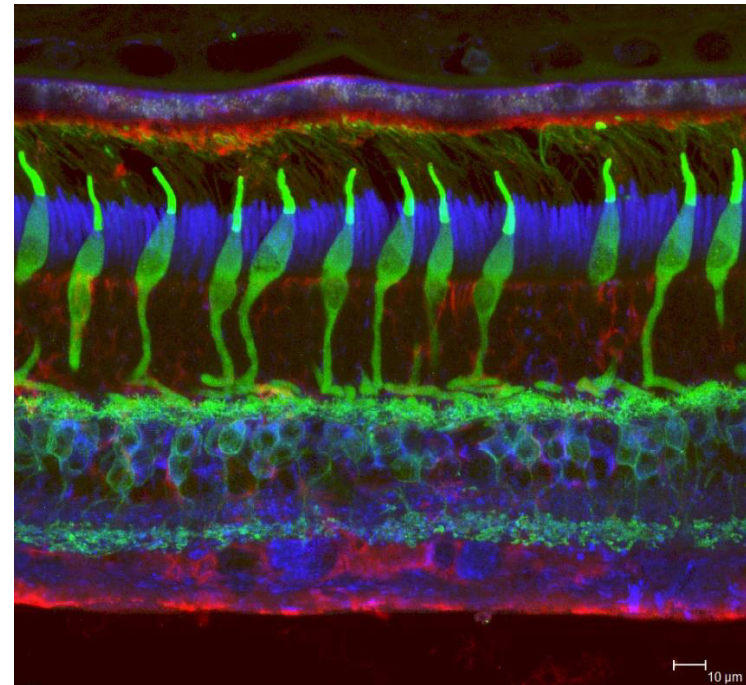


Figura 8. Retina humana bajo el microscopio.

²⁰ Lledo Riquelme/ Campos Mollo/ Cuenca Navarro, 2010.

²¹ “Aumento de la negatividad interna de la membrana neuronal, por lo que se torna menos sensible a los estímulos”. Clínica Universidad de Navarra, 2020.

²² “La sinapsis o articulación interneuronal corresponde a las estructuras que permiten el paso del impulso nervioso desde una célula nerviosa a otra”. Matamala, 2021.

²³ Lledo Riquelme/ Campos Mollo/ Cuenca Navarro, 2010.

²⁴ Urtubia Vicario, 1999:134.

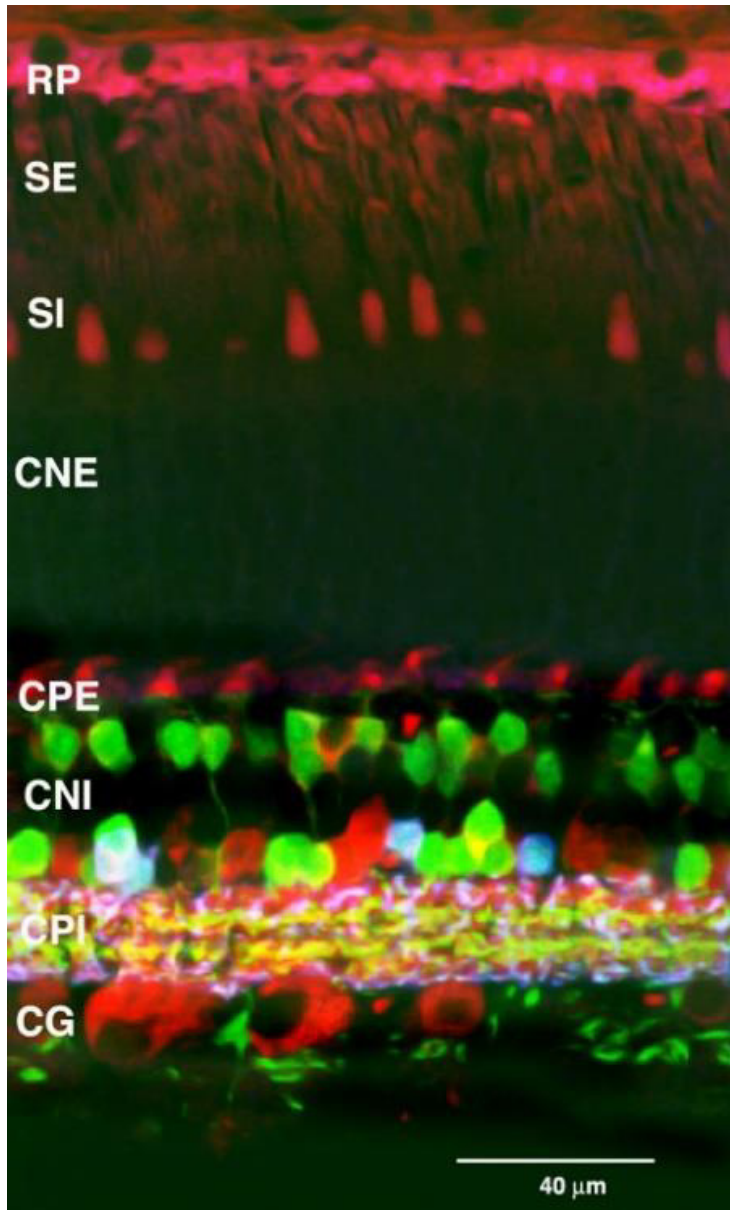


Figura 9. Fotografía realizada con microscopio, donde se observan las capas y células de la retina más importantes.

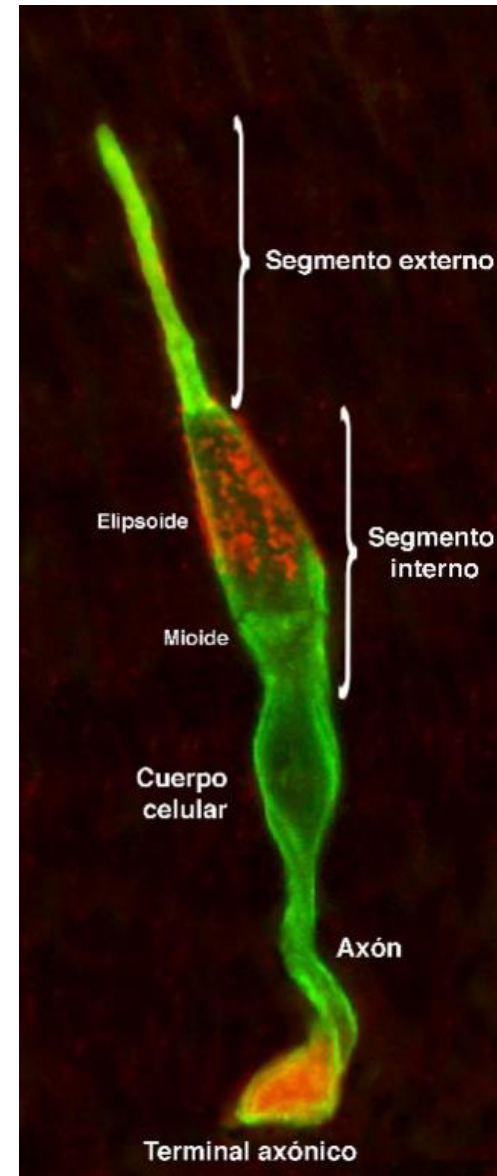


Figura 10. Fotografía del cono de la retina de mono tomada con técnicas de tinte fluorescente bajo el microscopio en la que se observan sus partes principales.

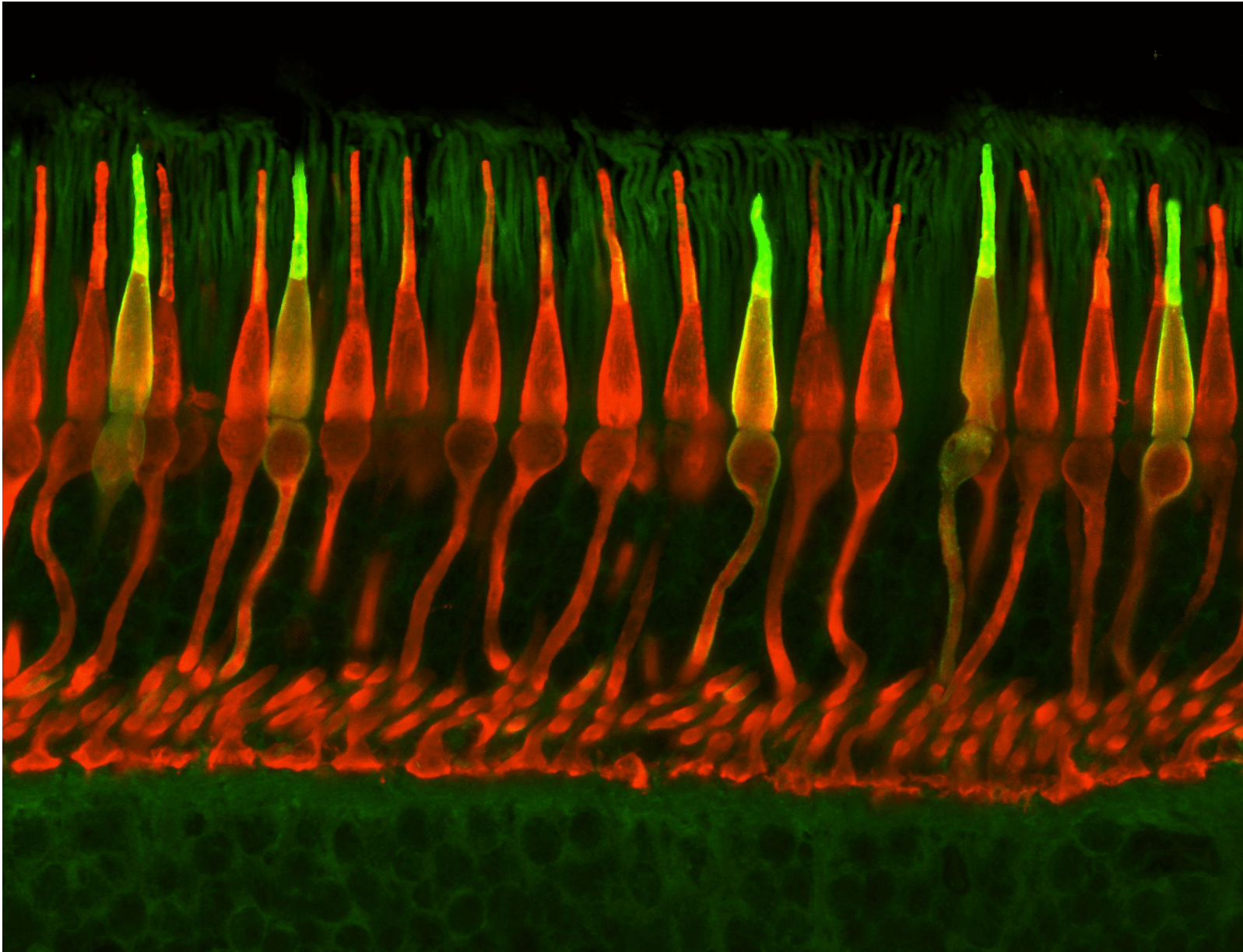


Figura 11. Fotorreceptores en la retina humana teñidos que muestran su ubicación en la capa retinal.

La segunda sinapsis es llevada a cabo por las células bipolares y amacrinas. Esta sinapsis ocurre en la capa plexiforme interna, se encarga de interpretar los estímulos temporales del entorno, adaptando la información conforme a los cambios en la energía lumínica provocando una respuesta de manera inmediata²⁵.

Las células bipolares se dividen en dos tipos básicos, una para conos y otra para bastones, estas reaccionan a diferentes cantidades del neurotransmisor, unas se inhiben y las otras se hiperpolarizan. Las células que se inhiben dejan paso a las hiperpolarizadas para que se conecten a las células ganglionares, estas, al igual que las bipolares también se dividen en dos tipos e igualmente pueden inhibirse o hiperpolarizarse según la cantidad del neurotransmisor que reciben, las células ganglionares son las que finalmente se conectan con los axones²⁶ que constituyen las fibras ópticas del nervio que llevan al final a generar los impulsos cerebrales²⁷.



Figura 12. Celulares ganglionares humanas.

²⁵ Urtubia Vicario, 1999:143-145.

²⁶ “Prolongación filiforme que arranca del cuerpo de la neurona y termina en una ramificación que está en contacto con células musculares, glandulares, etc., o con otras células nerviosas, y por la cual circulan los impulsos nerviosos”. Oxford Languages, Sin fecha.

²⁷ Lledo Riquelme/ Campos Mollo/ Cuenca Navarro, 2010.

Las vías visuales y su llegada a la corteza visual primaria

El sistema visual principal en el cerebro se compone por varios elementos que conforman un sistema de vías visuales que en conjunto se conocen como vía retino-geniculo-cortical, y esta se divide en dos: la vía retinotalámica y la vía geniculocortical, estas procesan los estímulos visuales para ser guiados al núcleo geniculado lateral de cada hemisferio y finalmente llegan como una imagen completa a la corteza visual²⁸.

Vías visuales

En la vía retinotalámica se encuentran conexiones extendidas de los terminales axónicos desde la retina, reunidas en un solo centro denominado como disco óptico, el nervio óptico se extiende aproximadamente 5cm hasta llegar al quiasma zona donde las cintillas ópticas se dividen en dos y comparten información de la zona nasal y temporal de la retina de cada ojo.

En la vía geniculocortical se ubica la estructura del núcleo geniculado lateral²⁹. El núcleo geniculado lateral forma parte del tálamo, es uno de los principales núcleos que reciben la información visual, realizando una función estacionaria, donde todos los estímulos visuales son codificados. Este se divide en dos extremos: el dorsal y el ventral, en cuyo centro se compone de seis capas³⁰. La parte ventral está compuesta por la vía magnocelular, estas son células ganglionares grandes con terminales axónicas gruesas de la capa 1 y 2 del cuerpo geniculado lateral, abarcan un espacio amplio ya que son las que reciben la información de la zona periférica de la retina. Su función es proyectar los estímulos relacionados con el movimiento, la localización de los objetos o lugares, y la percepción de profundidad en el espacio³¹. La parte dorsal se compone por la vía parvocelular, son células de menor tamaño se encuentran en las capas 3, 4, 5 y 6 del núcleo cubriendo un espacio menor de la retina ya que están conectadas al área central de la retina donde se encuentra la fovea, esta zona recibe la información de las células receptoras en el que los estímulos neuronales de las células excitadas se ubican en la capa 5 y 6, mientras que los estímulos de las células inhibidas se transmiten a las capas 3 y 4. La cantidad de estas células es mayor a

²⁸ Urtubia Vicario, 1999:163-169.

²⁹ Urtubia Vicario, 1999:163-169.

³⁰ Urtubia Vicario, 1999:163-169.

³¹ Puell Marín, 2019:4-10.

comparación con las células magno, y sus terminales axónicas son más delgadas, facilitando la transmisión de más información en un estado latente y prolongado. Esta tiene la función de proyectar estímulos a detalle de color, contraste, forma y textura³².

En los seres humanos estas capas alternan la información de ambos ojos en ambos hemisferios con su respectivo núcleo geniculado lateral, cada uno tiene dos zonas denominadas: contralateral e ipsilateral. La zona contralateral es la que recibe información del ojo que está en el hemisferio opuesto, la información es recibida en las capas 1, 4 y 6, y en la zona ipsilateral la información proveniente del ojo del mismo lado donde es igualmente recibida en las capas 2, 3 y 5³³. Las radiaciones ópticas son las vías visuales posteriores que se extienden en forma de abanico en cada lámina del núcleo geniculado desde la parte dorsal a la parte ventral, su trayectoria termina en el lóbulo occipital en la corteza visual en ambos lados de la cisura calcarina³⁴.

Funciones alternas

Las vías visuales que son distribuidas a otras zonas del cerebro cumplen con funciones alternas, estas, aunque en menor cantidad son las responsables de reaccionar a los estímulos externos y desempeñar funciones regulatorias como, por ejemplo: cumplir con los procesos endocrinos de la regulación de los ritmos circadianos. Los movimientos oculares sean estables al estar fijos en un punto determinado, independientemente de los movimientos del cuerpo. Activar el reflejo de la pupila de acuerdo con la cantidad de luz. La sincronía en ambos ojos al estar observando un punto fijo³⁵.

³² Puell Marín, 2019:4-10.

³³ Puell Marín, 2019:4-10.

³⁴ Urtubia Vicario, 1999:163-169.

³⁵ Urtubia Vicario, 1999:163-169.

Visión binocular; proyección retinotópica en la corteza visual

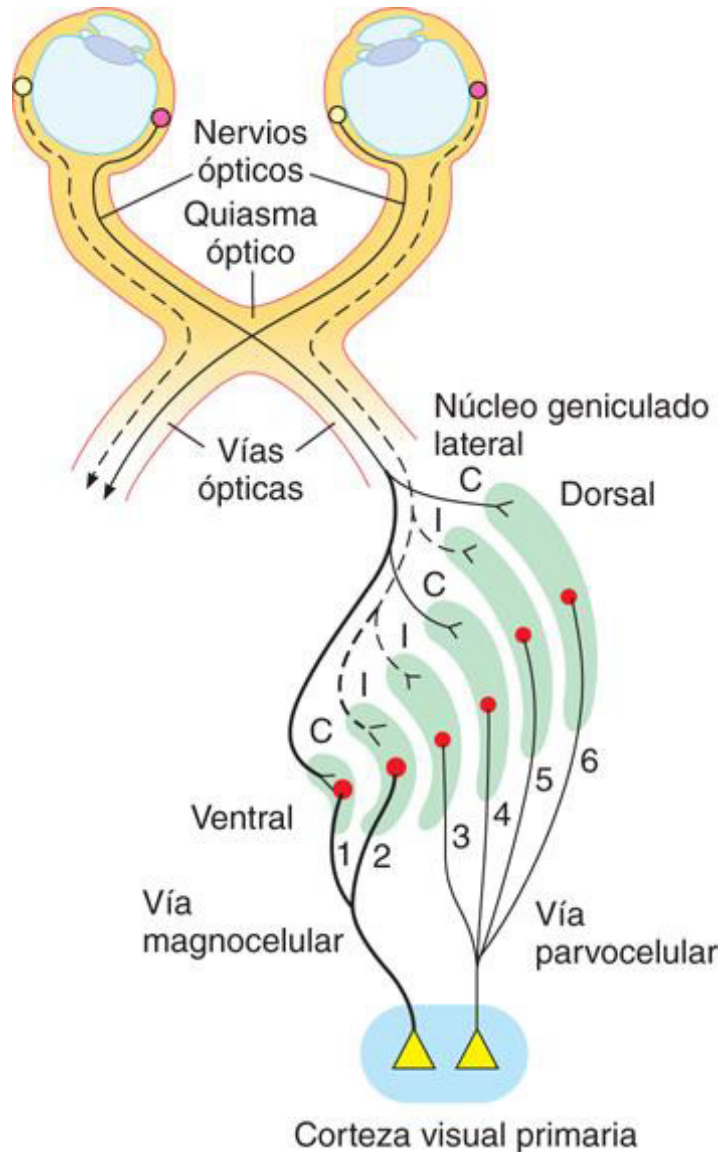


Figura 13. Vías visuales y el núcleo geniculado lateral.

La conexión entre la retina y el núcleo geniculado lateral consta de las terminaciones axónicas de las células ganglionares cuya distribución se divide en dos secciones de la retina: la nasal y temporal. La zona nasal es la sección interna de la retina de cada ojo, y la zona temporal es la sección externa de la retina de los ojos, como se mencionó en el apartado anterior los núcleos geniculados laterales reciben información de una zona nasal y una temporal de cada ojo. El campo visual como se puede apreciar en la figura 14 se compone de la información monocular superpuesta con la otra, es decir, la zona nasal del ojo izquierdo más la zona temporal del ojo derecho forman el campo visual izquierdo, la zona nasal del ojo derecho y la zona temporal del ojo izquierdo forman el campo visual derecho, las dos al entrecruzarse se traslapan provocando que se obtenga una proyección tridimensional del espacio y los objetos, para así ser proyectados en la corteza visual como una imagen resultante en la corteza visual primaria y secundaria del lóbulo occipital y parietal³⁶.

La proyección retinotópica en la corteza visual es la representación de una zona específica de la retina en la corteza visual, cuando proviene el estímulo de una adyacente, el estímulo

³⁶ Puell Marín, 2019:25.

viaja a través de las células neuronales a alguna zona adyacente de la corteza visual, lo mismo ocurre si el estímulo proviene de la zona central de la retina y esta no es proyectada de manera líneal. La proyección con mayor agudeza visual cubre un aproximado del 25% en la corteza visual³⁷.

Corteza visual primaria

La corteza visual primaria se ubica en el lóbulo occipital, este se encuentra en la parte posterior del cerebro sobre el cerebelo, entre el lóbulo temporal y parietal, el cual cuenta con un orden estructural en el que las estratificaciones de los surcos cerebrales desempeñan una función derivada de los estímulos visuales que provienen desde la retina y que han sido ordenados en el núcleo geniculado lateral dorsal, donde sus terminales axónicos llegan a la corteza visual estriada o V1 y, posteriormente los terminales axónicos de esta zona se distribuyen alrededor de toda la corteza visual acorde a la función que tiene cada sección. El orden de distribución es de la siguiente forma: V1 se conecta con V2, V3 y

V5 de manera simultánea, V3 se comunica con V3a y V2 se comunica con V4³⁸.

La proyección en la corteza visual de la zona macular ubicada al centro de la retina tiene mayor representación en la corteza visual primaria V1, también denominada corteza estriada o cisura calcarina³⁹.

El área V1 está estructurada de manera que cumple tres procesos principales, el primero es la organización de la proyección retinotópica, el segundo es la orientación óptima del estímulo y por último su dominancia ocular⁴⁰. Con base a estos pasos previos realiza las funciones de manera secuencial, primero descompone el entorno visual traduciéndolos a líneas con dirección a diferentes orientaciones, provocando que estos se enfoquen prácticamente en identificar la forma y el movimiento, consecuentemente combina los estímulos recibidos por ambos ojos dando como resultado la visión binocular, y por último comienza a realizar el análisis de la información cromática⁴¹.

La percepción de la imagen final no se encuentra en el área V1 de la corteza visual, toda la información que ha sido enviada a

³⁷ Urtubia Vicario, 1999:170-173.

³⁸ Urtubia Vicario, 1999:193.

³⁹ Urtubia Vicario, 1999:170-173.

⁴⁰ La dominancia ocular se refiere interacción competitiva que ocurre en la estructura del área V1, al estar dividida en seis láminas y de igual forma con su conexión directa al núcleo geniculado lateral, recibe información de ambos ojos, pero da preferencia al estímulo del ojo del hemisferio que procese la información. Puell Marín, 2019:43-46.

⁴¹ Urtubia Vicario, 1999:192.

todas sus secciones se envía finalmente al área dentro de la misma corteza visual enfocada a la asociación, que se extiende hasta el lóbulo temporal y una pequeña parte de la corteza parietal, ahí toda la información se combina dando como resultado la versión final de la imagen⁴².

El área V2 se encarga de diferentes funciones, divide la información en bandas gruesas y delgadas con diferentes contrastes, a las áreas V3, V4 y V5. Una parte se dedica como área de asociación, donde transfiere la información a las zonas sensoriales, motoras y auditivas, mientras que el resto se enfoca en hacer selectividad del color y el sentido de dirección⁴³.

El área V3 realiza también funciones de asociación, porque también se extiende al lóbulo parietal y temporal, sus funciones se enfocan en la dirección y orientación del espacio y los objetos, también en mucha menor medida en identificar el color⁴⁴.

El área V4 esta específicamente enfocada en el procesamiento de la información del color, recibe la mayor parte de información

del sistema parvocelular, analiza principalmente la información proveniente del centro de la retina donde se ubican los conos, haciendo clasificación de la longitud de onda, las células verdes y rojas son 3 veces más abundantes que las células azules. Consecuentemente la información cromática y luminosa da paso a la interpretación de la textura y la forma⁴⁵.

El área V5 procesa la información relacionada con el movimiento, recibe los estímulos del sistema magnocelular, y también del área V2 y V3, gracias a ello se detectan la velocidad de los movimientos y de ahí surge el reflejo de atención a los movimientos rápidos⁴⁶.

El área V6 se localiza parcialmente en la zona parietal, realiza la función de asociar la información visual en relación con la percepción de la posición del cuerpo en el espacio⁴⁷

⁴² Urtubia Vicario, 1999:193.

⁴³ Martínez/ Ebner/ Virgiliis, 2020.

⁴⁴ Martínez/ Ebner/ Virgiliis, 2020.

⁴⁵ Martínez/ Ebner/ Virgiliis, 2020.

⁴⁶ Urtubia Vicario, 1999:195.

⁴⁷ Martínez/ Ebner/ Virgiliis, 2020.

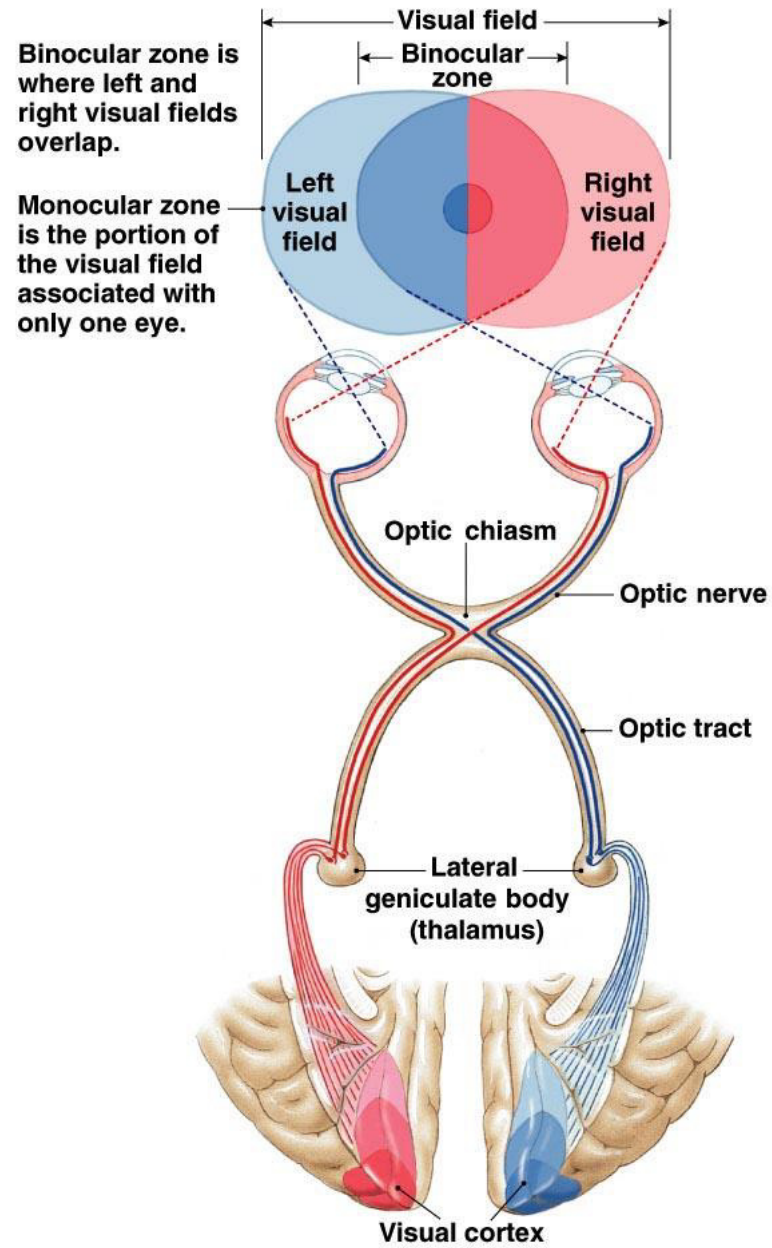


Figura 14. Visión monocular, binocular y central.

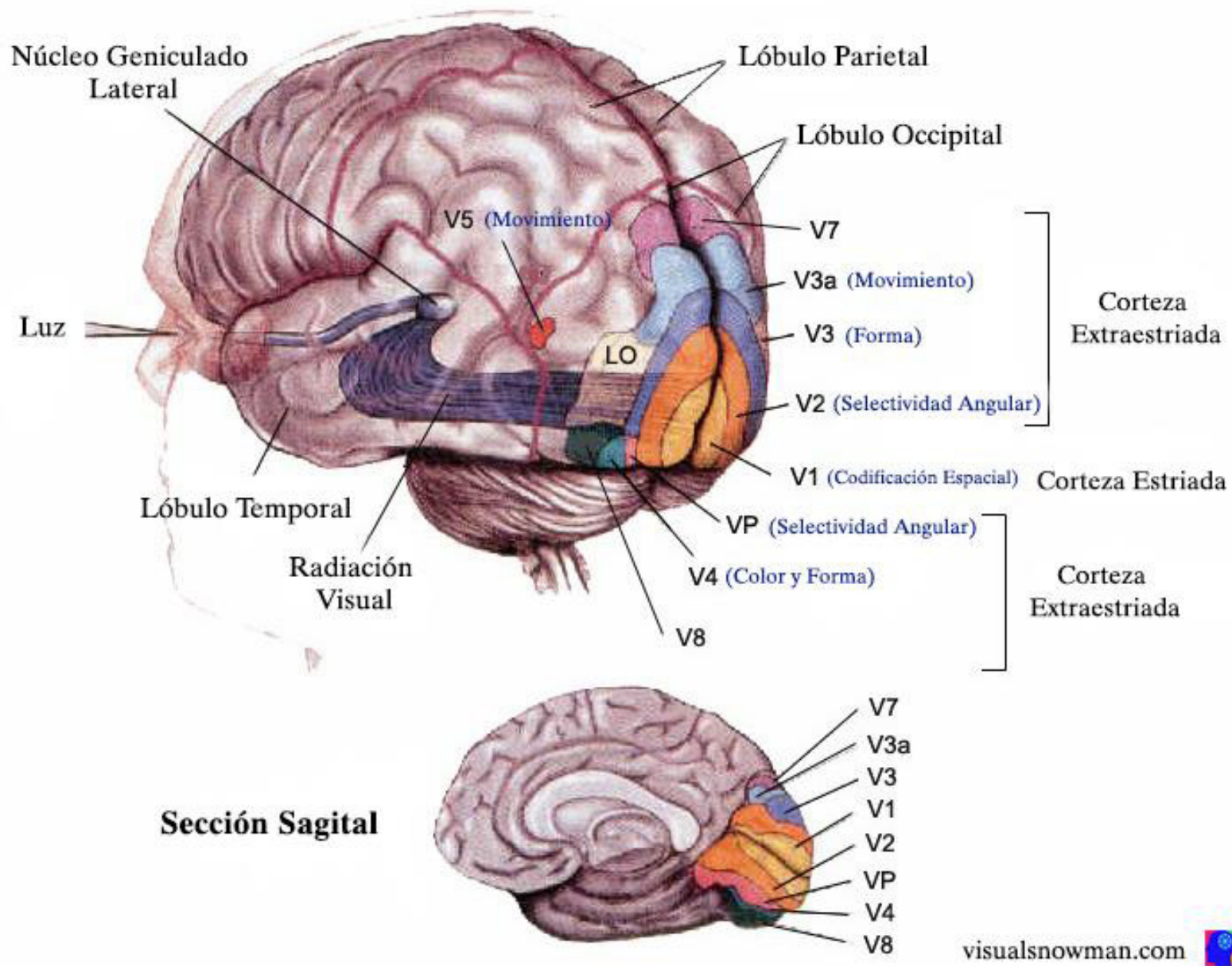


Figura 15. Organización de la corteza visual.

Fenómeno de asimilación

La asimilación se denomina como aquella función cognitiva en la que se produce la integración de los estímulos que provienen de las interacciones entre sujeto y objeto, que, de manera consecutiva, son el preámbulo que al pasar por un proceso de acomodación se construye la concepción de esquemas y estructuras predeterminados que influyen en el comportamiento, siendo esto un mecanismo de adaptación y desarrollo en los seres humanos⁴⁸.

El fenómeno de asimilación ocurre cuando dos o más elementos se localizan en un espacio en común y estos son percibidos en conjunto como un todo⁴⁹. La asimilación puede ser percibida desde el primer estímulo previo a su análisis, puede incrementarse y disminuirse, según las condiciones en las que se muestran.

La asimilación funciona acorde al contenido que interpreta el cerebro después de generar una imagen visual completa, los ojos no tienen la capacidad de percibir el entorno completo, pues su composición fisiológica funciona de manera puntual, los ojos

necesitan realizar movimientos de fijación para captar detalles y así la imagen resultante pueda ser asimilada⁵⁰.

A pesar de esto no toda la información es captada, por ese motivo el cerebro genera patrones de predicción para rellenar los huecos donde falte información⁵¹.

Asimilación de las formas

La formación de una imagen completa implica en la asimilación una mezcla entre lo ya concebido junto con la información recibida, en la proyección mental se trata de sintetizar lo que se está observando dentro sus esquemas preexistentes, es decir, el cerebro busca simplificar lo que está percibiendo de acuerdo con sus características para facilitar su comprensión. Los objetos para ser reconocidos necesitan tener cualidades que contengan la mayor información posible en la menor cantidad de características haciéndolos fáciles de identificar, siendo esto un apoyo para la presuposición del contenido incluso en la representación más abstracta⁵².

⁴⁸ Zuluaga Valencia, 1994.

⁴⁹ King, 1988.

⁵⁰ Kagan, 2012.

⁵¹ Noe, 2002.

⁵² Arnheim, 1986: 40-41.

Dentro de las funciones de la asimilación de la forma se incluye el reconocimiento este proviene de la imposición del concepto en la forma percibida, si bien el cerebro no cuenta con un sistema de conceptos desde el ámbito evolutivo si responde a los reflejos que influyen en los impulsos involuntarios del campo visual periférico. El cerebro no intenta imponer sobre lo observado sus propias concepciones en formas sin estructura, más bien tiene la libertad de hacerlo cuando este no encaja en los conceptos previos que hayan surgido con otras interacciones⁵³.

Teoría psicológica de Gestalt

La teoría psicológica de Gestalt⁵⁴ es un compilado de propuestas cuyos principales autores proponen ciertos principios en los que se busca categorizar de manera descriptiva los procesos mentales derivados de la visión al momento de crear imágenes como un proceso de organización y estructuración de la información recibida de los órganos de los sentidos, si bien esta teoría no lleva

una explicación causal de estos fenómenos ha sido constantemente utilizada por la eficiencia en la descripción de varios fenómenos ocurridos en la percepción⁵⁵.

Los principios más importantes se categorizan en:

- Emergencia: es la generación global de un elemento por el reconocimiento al percibir de manera simultánea un conjunto de formas⁵⁶.
- Reificación: es la construcción de las formas de manera sugerida, cuando un conjunto de elementos conforman contornos ilusorios al interpretarse como un todo⁵⁷.
- Multiestabilidad: cuando existe cierta ambigüedad en las formas que provoca que fondo y figura por separado tengan varias interpretaciones⁵⁸.
- Invariancia: es la priorización que se da en el reconocimiento de formas poco complejas por sobre todas sus variaciones producidas gracias a la deformación o

⁵³ Arnheim, 1986: 102-103.

⁵⁴ "La palabra alemana gestalt no tiene un equivalente exacto en español, pero esencialmente significa totalidad, forma o patrón", Fernández Santoyo, 2016.

⁵⁵ Alberich/ Gómez Fontanills/ Ferrer Franquesa, 2013: 18.

⁵⁶ Alberich/ Gómez Fontanills/ Ferrer Franquesa, 2013: 19.

⁵⁷ Alberich/ Gómez Fontanills/ Ferrer Franquesa, 2013: 20.

⁵⁸ Alberich/ Gómez Fontanills/ Ferrer Franquesa, 2013: 20-21.

cambios en los que sean diversos sus puntos de observación⁵⁹.

Siguiendo con estos principios se generó una serie de leyes que describen los resultados de la percepción de las formas, varias de estas leyes cumplen con determinadas premisas para que se ocurra este suceso como: segregación, cierre, proximidad, continuidad, semejanza, pregnancia y unidad. La teoría de Gestalt propone que eso se lleva a cabo con las formas geométricas, líneas y manchas⁶⁰.

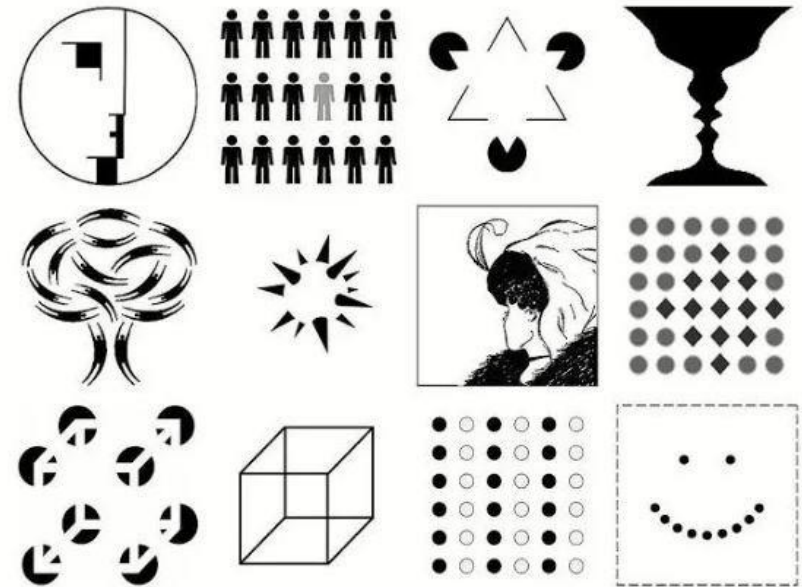


Figura 16. Representación de conjuntos de figuras y patrones para su asimilación.

⁵⁹ Alberich/ Gómez Fontanills/ Ferrer Franquesa, 2013: 21-24.

⁶⁰ King, 1988.

La asimilación del color

Como se ha mencionado anteriormente sobre el fenómeno de asimilación dentro de la etapa del reconocimiento de las formas se descartan la gran mayoría de los detalles para comprender en un enfoque general sus características, el color en el proceso de asimilación es un elemento que añadido a la fórmula otorga el factor que contextualiza al objeto en el campo visual, la forma es aquel aspecto que lo clasifica mientras que el color le agrega expresividad⁶¹. Acorde a su naturaleza ambigua este responde por medio de sus interacciones, depende de las relaciones que establece con otros en conjunto. Normalmente en una composición los colores reaccionan entre sí por medio de contraste, los contrastes contienen variables en las que la frontera entre un color y otro es evidente siendo una característica que se puede controlar para otorgar armonía a una composición, pero en contraparte de este fenómeno cuando estas fronteras comienzan a eliminarse se puede desencadenar la asimilación del color en el que los matices dejan de limitar este contraste fundiéndose entre sí, teniendo similitud con la mezcla aditiva de color⁶².

⁶¹ Arnheim, 2006: 341.

⁶² Arnheim, 2006: 366-369.

⁶³ Pinna/ Werner/ Spillmann, 2003: 43.

El efecto acuarela

Derivado de lo anteriormente mencionado este fenómeno surge como un experimento en que al trazar una forma se utilizan dos contornos, uno externo de color con baja luminosidad y uno interno de color más luminoso. La forma al no tener color al interior de sus bordes adquiere una tenue coloración coincidente con el borde interno⁶³.

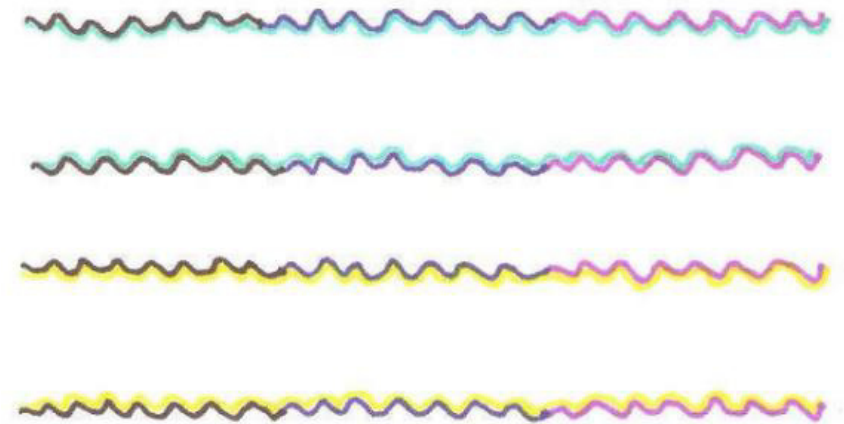


Figura 17. Representación del efecto acuarela.

Ilusión óptica

Las ilusiones ópticas son aquellas que por medio de la percepción visual generan discrepancias con la realidad y necesitan ser desmentidas por otros medios⁶⁴, estas confunden al cerebro para mostrar efectos que objetivamente no se encuentran tangibles o representados, se dividen en categorías con las que se pueden crear diferentes efectos, a pesar de que no existe una lista predeterminada para todos los casos generalmente se distinguen seis grupos⁶⁵:

Luminancia y contraste

Se conoce a este fenómeno perceptual como una transición entre dos objetos iguales rodeados con un contexto que gradualmente va cambiando hasta generar un contraste, como se puede observar en la siguiente imagen, los círculos son del mismo tono, pero dado su contexto con el cambio de iluminación, hace que parezcan como si tuvieran niveles diferentes de luminosidad⁶⁶.

⁶⁴ Bach/ Poloschek, 2006.

⁶⁵ Bach/ Poloschek, 2006.

⁶⁶ King, 1988.

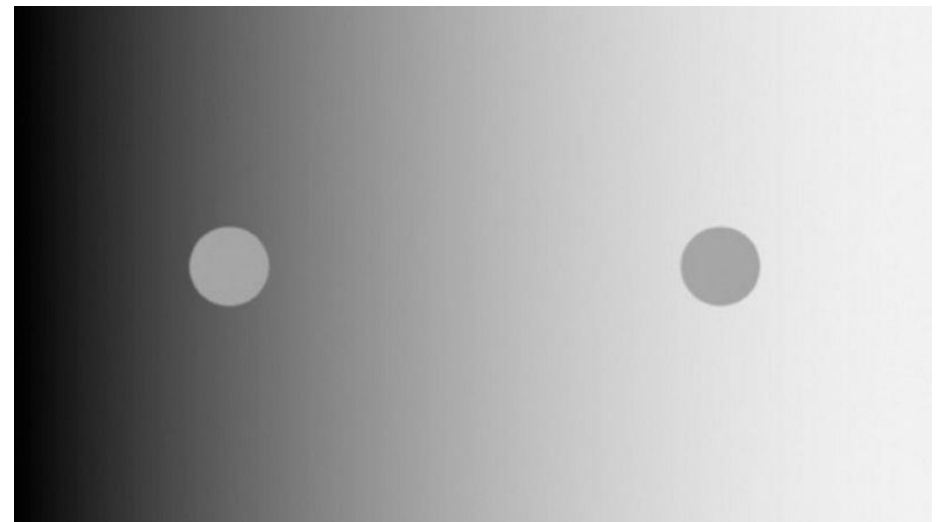


Figura 18. Ilusión óptica de contraste de brillo simultáneo.

Movimiento

Las ilusiones ópticas de movimiento son producidas cuando el cerebro interpreta imágenes estáticas como si fueran secuencia de movimiento, dicha ilusión proviene de la transición de tonos, tamaño y la forma, como se puede observar en la siguiente imagen, se observa un orden de ritmo entre las formas las cuáles gradualmente van cambiando de tamaño hacia el centro, en dirección radial, por lo que el cerebro asume que se está recorriendo de distancia o como expansión⁶⁷.

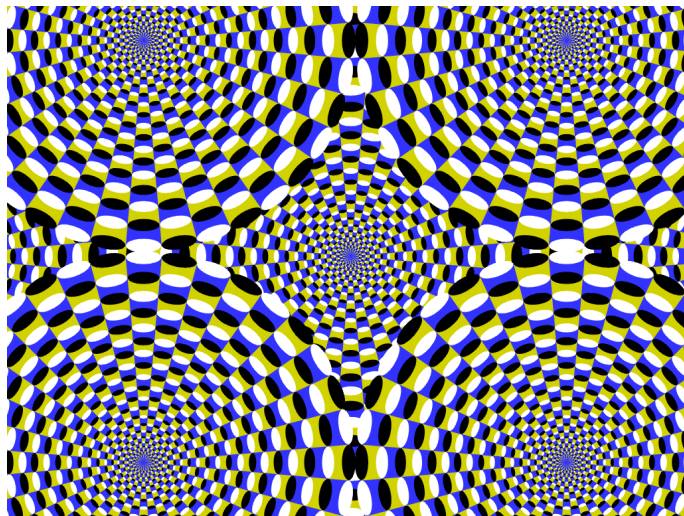


Figura 19. Ilusión óptica de movimiento. KITAOKA 2004.

⁶⁷ Bach/ Poloschek, 2006.

⁶⁸ Bach/ Poloschek, 2006.

Ilusiones geométricas o de ángulo

El fenómeno de la siguiente imagen (Figura 20) se observa que las secciones blancas y negras están separadas por líneas horizontales y verticales de color gris. Lo que genera la ilusión es a partir de la sucesión de las figuras blancas y negras que no coinciden su posición en secuencia vertical, causando que las figuras aparenten una posición inclinada⁶⁸.

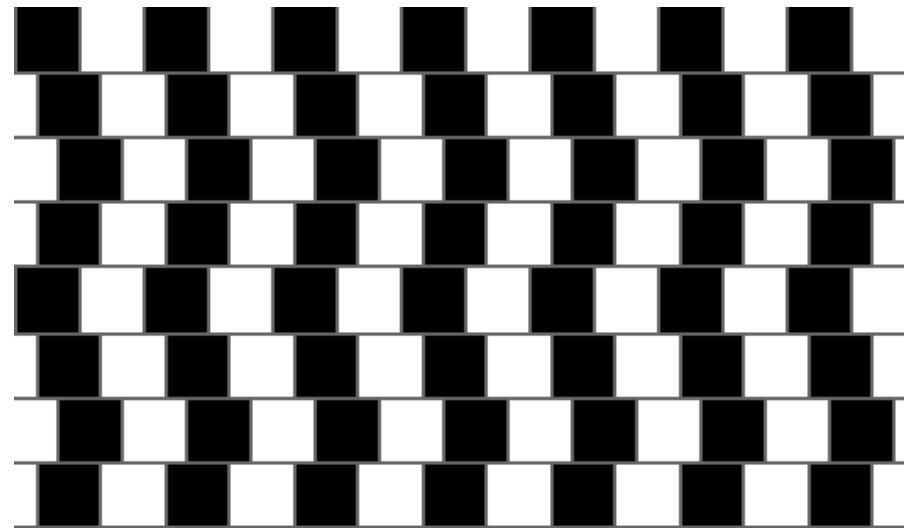


Figura 20. Ilusión óptica que fue creada para el muro de un negocio de café.

Constancia de tamaño

La capacidad que tiene el cerebro para hacer medición de distancias o tamaño en los objetos, esta se distorsiona con los elementos a su alrededor⁶⁹.

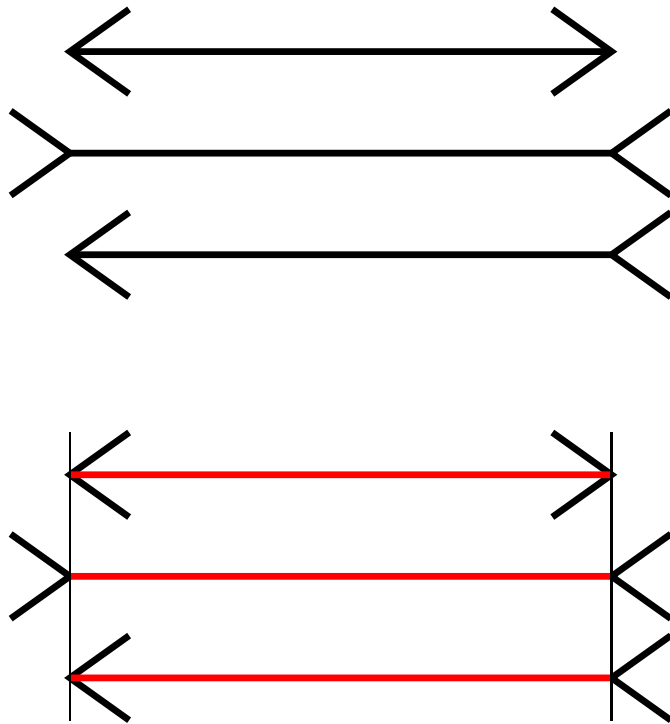


Figura 21. Ilusión de Müller-Lyer.

⁶⁹ Bach/ Poloschek, 2006.

⁷⁰ Bach/ Poloschek, 2006.

Figuras imposibles

En la imagen se observa que hay una figura geométrica con volumen, emula la perspectiva de un objeto tridimensional, pero en realidad son tres formas monocromáticas conectadas, una gris, una negra y una blanca. Tienen la similitud de tener uno de sus lados conectados hacia una dirección opuesta creando la ilusión de ser una figura que no aplica a la realidad⁷⁰.

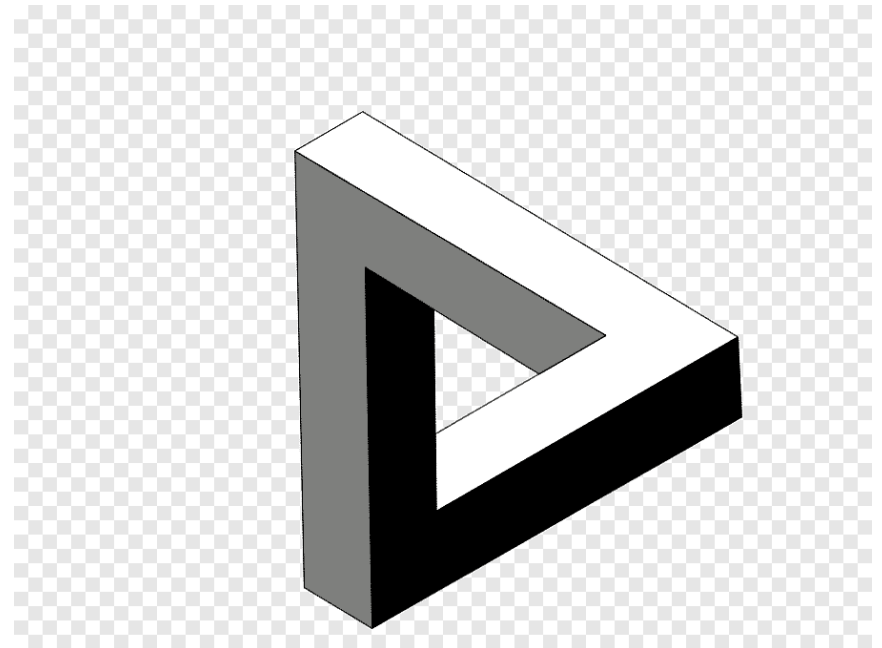


Figura 22. Figura imposible.

Efectos cognitivos o de Gestalt

Como se mencionó anteriormente este tipo de ilusión es provocada gracias a la interpretación de formas las cuales pueden ser generadas con la proximidad, continuidad y semejanza de los elementos en una imagen⁷¹.

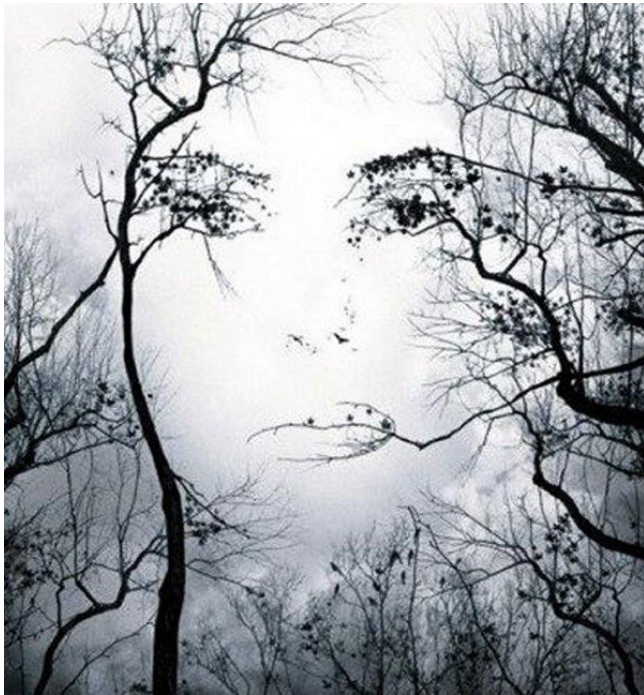


Figura 23. Ilusión cognitiva.

⁷¹ Bach/ Poloschek, 2006.

⁷² Bach/ Poloschek, 2006.

Ilusiones de matiz

Esta ilusión se genera con base a la asimilación del color donde la sucesión de líneas de dos colores diferentes sobre una imagen del mismo color provoca que esta sea percibida como si fueran imágenes diferentes⁷².



Figura 24. Ilusión de matiz.

La ilusión óptica en las artes visuales

La ilusión óptica en las artes visuales ha sido un elemento muy utilizado a lo largo de la historia del arte, se tiene como primer ejemplo el trampantojo, cuyo significado significa literalmente “ponerle trampa o engañar al ojo” en donde ya sea murales o piezas pictóricas se trataba de representar un espacio tridimensional, otorgando la sensación de profundidad en las obras. Es una herramienta que se popularizó en el renacimiento, pero sus primeras representaciones datan de la antigua Grecia con el pintor llamado Zeuxis. Tiempo después fue adaptada por los romanos quienes representaban espacios arquitectónicos ficticios y ornamentales⁷³.



Figura 25. Villa de los misterios, fresco. POMPEYA IAC.

⁷³ Gutierrez, 2012.

Duchamp

Marcel Duchamp constantemente realizaba experimentos artísticos, en este caso se dedicó a crear este proyecto llamado “Rotorrelieves” consta de seis discos de cartón de aproximadamente 20 centímetros de diámetro tenían cada uno dibujos circulares en patrón de secuencia distinto, variaban en posición y tamaño. Se dio cuenta que, al girarlos a cierta velocidad, el movimiento provocaba que el espectador pudiera observar una ilusión óptica, los círculos creaban una proyección de profundidad⁷⁴.



Figura 26. Rotorrelieves. DUCHAMP 1935.

⁷⁴ Montáre, 2022.

⁷⁵ Tones, 2015.

M.C. Escher

Maurits Cornelis Escher es uno de los artistas más conocidos por sus dibujos y grabados en los cuales el poder de ilusión óptica en sus obras era evidente o si no, un elemento clave. Muestra planos tridimensionales de elementos arquitectónicos en perspectiva, donde los sujetos mostrados parecen recorrer composiciones imposibles en mundos de fantasía, desafiando al espectador a encontrar lógica en las acciones de los sujetos dentro de los escenarios que parecen estar en bucle, recorriendo lugares en donde sus planos no tienen fin⁷⁵.

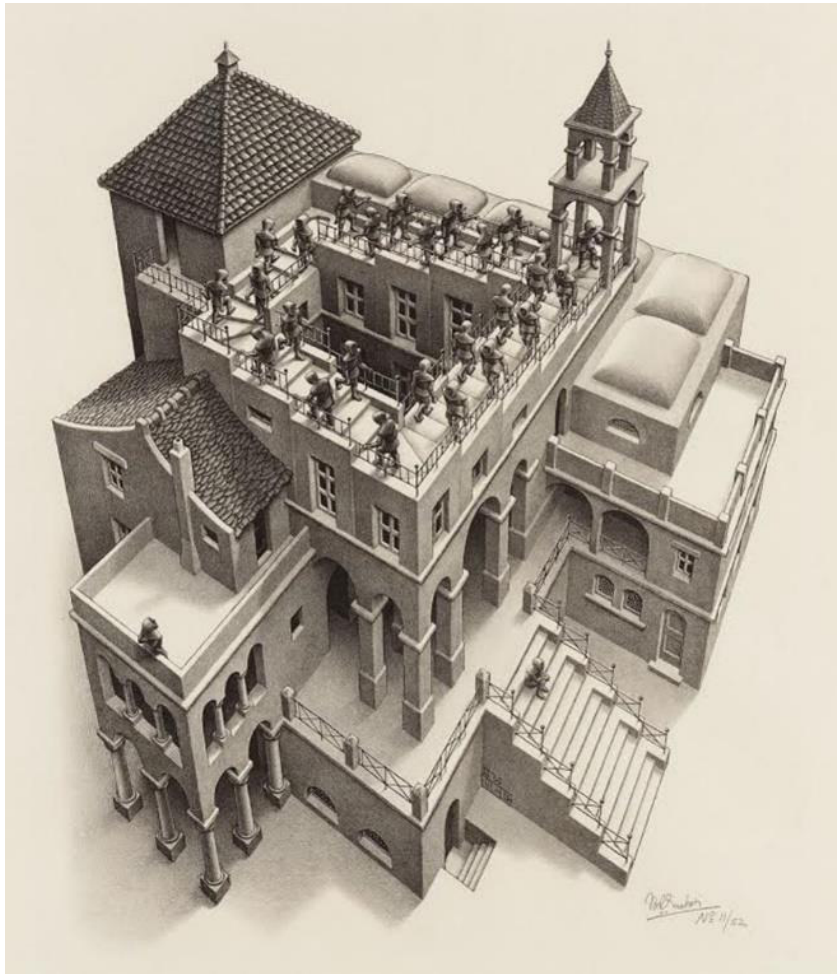


Figura 27. Ascending and Descending. ESCHER, 1960.



Figura 28. Relativity. ESCHER, 1953.

Op art

Es un tipo de arte abstracto que consiste en composiciones geométricas en las que se busca engañar a los ojos del espectador. Esta corriente artística oficialmente surge a mediados de la década de los 60 pero sus orígenes se remontan desde la década de los años 20 cuando los artistas de la escuela Bauhaus comienzan a producir obras con el propósito de mostrar propuestas más cercanas al diseño, no tienen intención de evocar emociones o representar conceptos, solo se proponen en que el espectador pueda interpretar la obra al observar las obras contemplando la ilusión óptica como idea central. Los autores más influyentes en el movimiento fueron Víctor Vasarely, Josef Albers, Bridget Riley y Carmen Herrera⁷⁶.

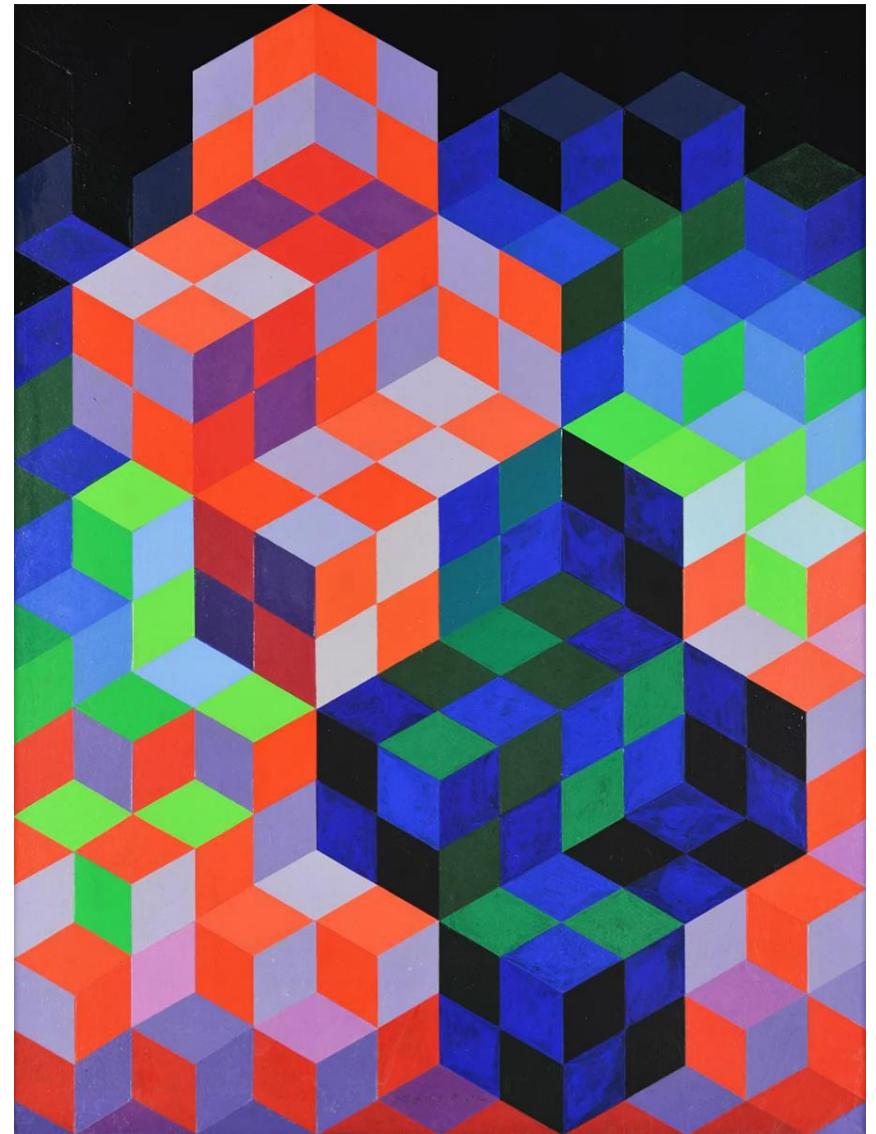


Figura 29. Duo-2. VASARELY, 1967.

⁷⁶ González, 2019.

La ilusión óptica en proyectos digitales

Este apartado contiene una compilación de aquellos autores que realizan proyectos ilustrativos de fenómenos visuales, los investigadores que se presentan a continuación se enfocan en la creación de contenidos en la web, aprovechando su impacto en la difusión del contenido científico para su libre acceso, con lo que también aplican de manera visual el aspecto experimental de sus propias investigaciones.

Michael Bach

En este sitio web, muchos proyectos que ha realizado el autor del mismo nombre hace un recopilado de documentos sobre artículos de investigación científica y experimentos relacionados a la percepción visual. En su sección “Visual Phenomena & Optical Illusions” hay muchos ejemplos interactivos con imágenes animadas sobre diferentes aspectos de la percepción, en su investigación habla sobre las limitaciones del mismo, como el cerebro interpreta estas imágenes, en algunos hace análisis de obras pictóricas, mostrando aspectos relevantes del tema. En uno

de estos experimentos se encuentra lo que sería el detonador principal para desarrollar este proyecto. Titulado como “Colour Assimilation” el autor relata un fenómeno interesante de percepción en este experimento interactivo coloca de manera consecutiva por medio de líneas horizontales los tres colores básicos de la luz y de los fotorreceptores en percepción humana: el rojo, el verde y el azul, va creando una transición de contraste cuando se elimina un color diferente de manera que en conjunto se pueden apreciar tres círculos de diferentes tonos, cian, magenta y amarillo. En este artículo comenta sobre estos fenómenos en el que el cerebro interpreta los colores dependiendo del contexto que tienen, sería como lo mencionado anteriormente sobre los tipos de contrastes, en este caso se muestran más como una ilusión óptica⁷⁷.

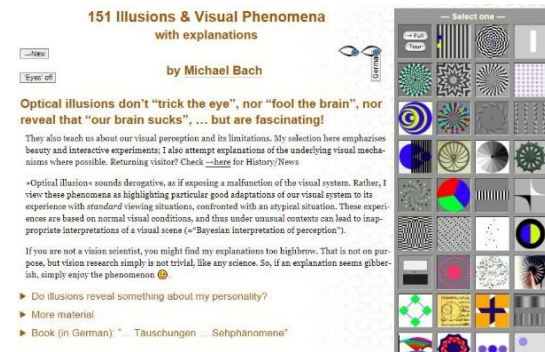


Figura 30. Sitio web de Michael Bach.

⁷⁷ Bach, 2018.

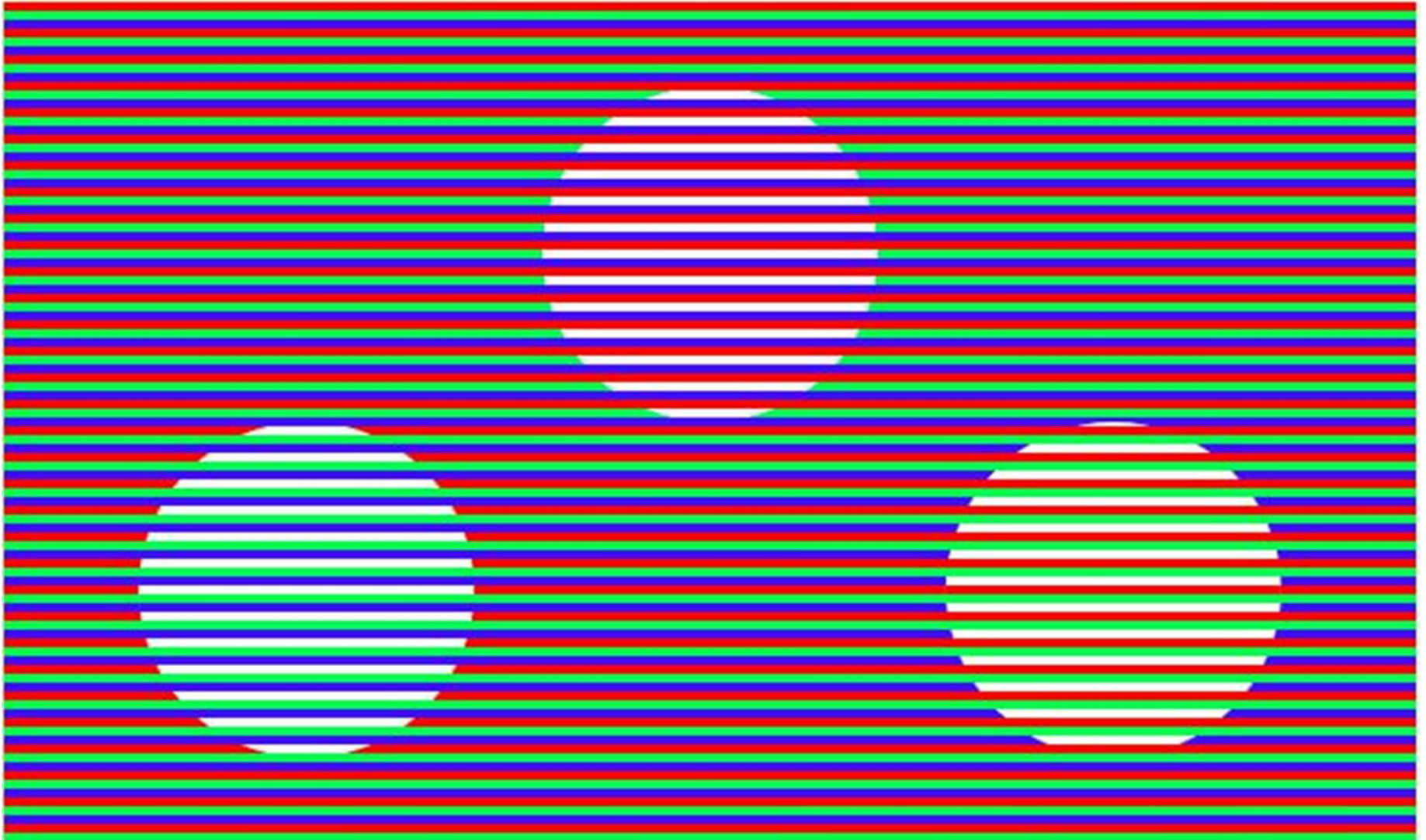


Figura 31. Captura del gif de asimilación de color. BACH 2018.

Øyvind Kolås

Este sitio web se describe como repositorio, portafolio, galería de experimentos, herramientas para transformación y modificación de proyectos digitales. Contiene imágenes y gifs creados por el autor con el mismo nombre del sitio. Nuevamente se encuentra otro fenómeno interesante y con mayor relevancia para este proyecto. En el apartado titulado “Color Assimilation Grid Illusion” menciona como uno de sus posts se hizo viral, pero notó que las imágenes habían sido comprimidas y reposteadas en otros sitios comprometiendo la calidad del experimento, así que compartió en este artículo del blog, el proceso de como realizó la imagen de la figura 32, añade también enlaces a un sitio de lenguaje de programación y su tutorial de cómo realizarlo en youtube. Además, muestra variaciones sobre este experimento, con otros patrones elegidos, en los cuales la ilusión es más o menos aparente concluyendo cuál le funcionó más. Como comentario hacia este experimento en particular, observar las imágenes resultantes generan una experiencia estética, esto queda confirmado por los comentarios que compartieron los espectadores sobre el post, los

mayormente interesados agregan sus interpretaciones de este fenómeno, expresando repetidamente sentimientos de fascinación, así como también el permiso para utilizar sus ejemplos en nuevos proyectos digitales⁷⁸.

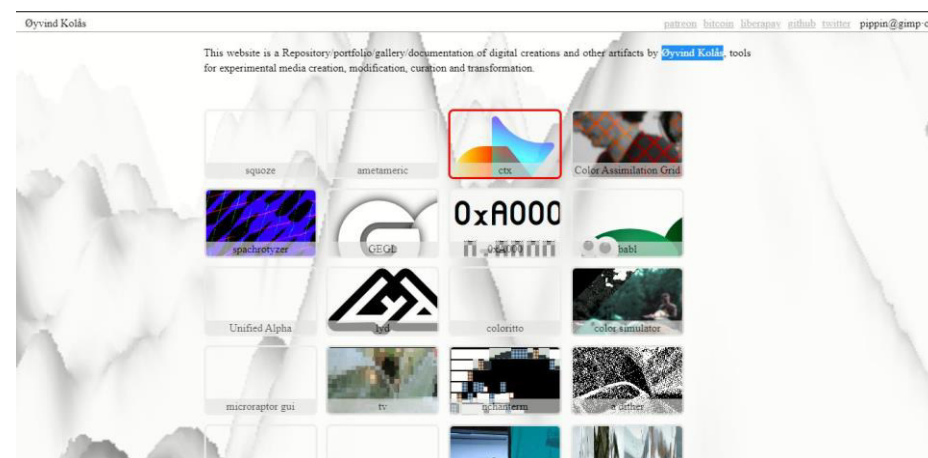


Figura 32. Sitio web de Øyvind Kolås.

⁷⁸ Kolås, 2019.



Figura 33. Ilusión óptica de color por Øyvind Kolås. KOLÁS 2019.

Akiyoshi Kitaoka

Kitaoka es un psicólogo y creador de contenido digital. Sus obras están enfocadas en representar ilusiones ópticas las cuáles han sido viralizadas en sitios web de noticias, libros, blogs y artículos científicos. También ha realizado instalaciones de sus composiciones en múltiples espacios. Su contenido está recopilado en su propio dominio en la web titulado “Akiyoshi's illusion pages”, mucho de su trabajo es compartido a través de su perfil de twitter como usuario @AkiyoshiKitaoka donde continuamente sube imágenes y vídeos del tema.

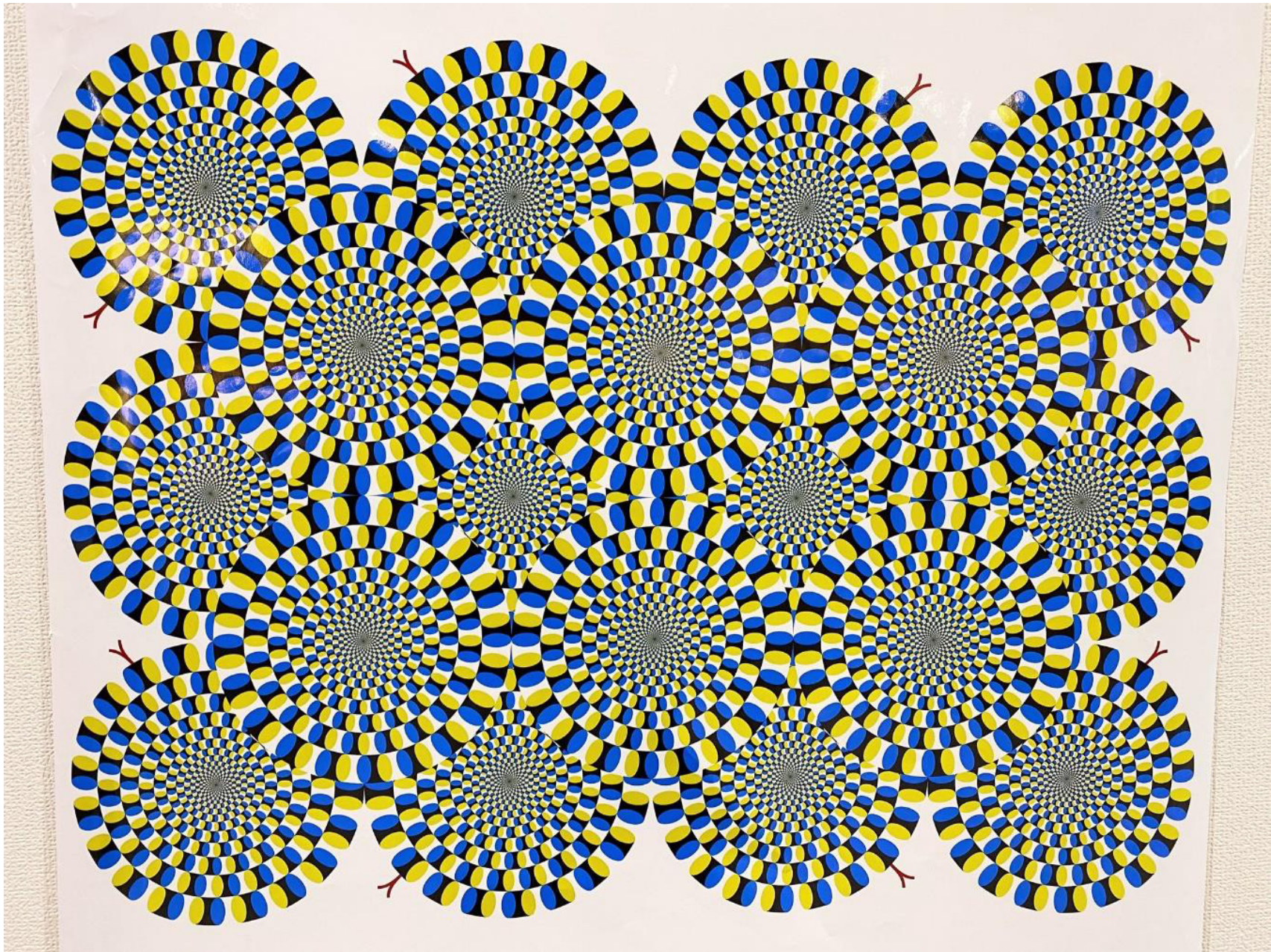


Figura 34. "Serpientes giratorias en Aeon Ibaraki Osaka" KITAOKA 2003.

El color

El color, es una interpretación del cerebro humano⁷⁹, sus características dependen de la luz incidente sobre las superficies de los objetos para ser percibidos por los ojos, como se explicó anteriormente sobre el comportamiento de la luz, se determinan por las condiciones ambientales para percibir los colores. Estos son percibidos gracias a la descomposición de la luz blanca que emite el sol, se fragmenta cuando atraviesa un cuerpo traslúcido y sus ondas son desviadas en todas direcciones mostrando una gama tonal de luces monocromáticas los cuáles son: púrpura, rojo, amarillo, verde, azul cian, azul oscuro⁸⁰.

El color es un fenómeno elemental de la naturaleza adaptado al sentido de la vista; un fenómeno que, como todos los demás, se manifiesta por separación y contraste, por mezcla y unión, por aumento y neutralización, por comunicación y disolución: bajo estos términos generales se puede comprender mejor su naturaleza. Goethe, 1810.

El color dadas las posibilidades de las condiciones que se encuentre puede crear variaciones de la gama principal dentro del espectro visible a miles de colores distintos, estos cambios se clasifican bajo el *sistema Munshell* con base a las siguientes características:

Tono o matiz

Se le denomina a la medida de longitud de onda en el espectro visible, es decir, el color sólido, aunque, como se verá a continuación puede ser producto de una mezcla entre ondas luminosas o de materia⁸¹.

Luminosidad

La capacidad del matiz para reflejar la luz. Si este tiene mayor o menor brillo, el más luminoso tendrá más cercanía al color blanco, reflejará mayor cantidad de luz, si es menos luminoso tendrá más cercanía al color negro, reflejará menor cantidad de luz⁸².

⁷⁹ Matta, 2011.

⁸⁰ Parramón, 1998:12.

⁸¹ Tornquist, 2005: 19-20.

⁸² Tornquist, 2005: 19-20.

Saturación

Muestra la intensidad del color, se usa como rango entre su versión más pura por ende la más saturada, y la versión menos saturada se irá convirtiendo en un valor acromático, lo que significa que se irá acercando a los tonos en la escala de gris⁸³.

Modelos de color

En los estudios teóricos y prácticos relacionados al color se han elaborado gran variedad de modelos esquemáticos para poder tener un registro objetivo en el que sea medible un concepto que por mucho tiempo permaneció como un fenómeno considerado subjetivo y abstracto, tratando de organizar desde su base hacia todas las posibles variaciones que se han descubierto del tema. Siendo así una constante búsqueda intentando formar una referencia sólida para que esta pueda tener múltiples aplicaciones. Se han conformado estructuralmente bajo fórmulas de manera metódica en las que se pueda obtener un resultado específico. Dentro de estos modelos se extraen desde fuentes en diversas áreas de investigación como la ciencia y las artes, la compilación de estos estudios se ha clasificado en lo que actualmente se denomina colorimetría⁸⁴.

⁸³ Parramón, 1998:12.

⁸⁴ Godás, 2010.

Rueda de Color de Newton (1704)

Newton al haber publicado su obra *Opticks*, muestra un esquema de color en el que representa la descomposición de la luz blanca atravesando un prisma de vidrio, que al haberse proyectado en luces de color monocromáticas donde llevó a cabo este experimento, decidió clasificarlo en 7 matices (figura 35). Su modelo fue pionero tanto para físicos, teóricos, así como también artistas y pintores, llegando a ser incluso considerado controversial⁸⁵.

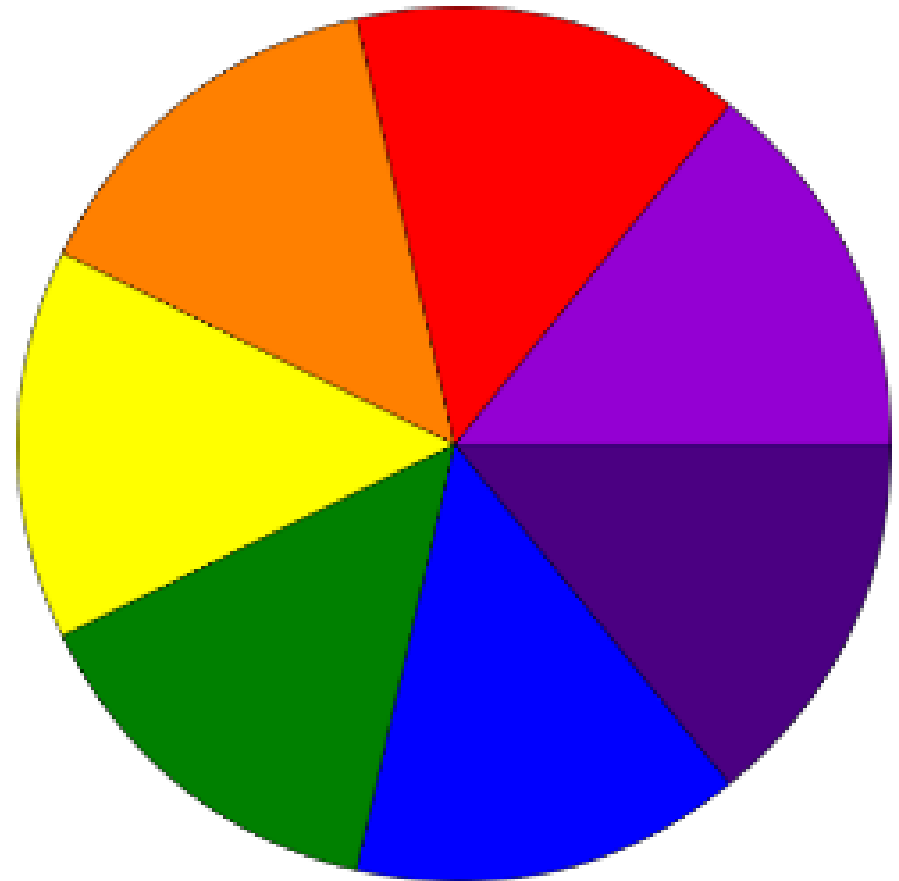


Figura 35. Disco de color de Newton.

⁸⁵ Edwards, 2006:15.

Círculo cromático (1809)

Johann Wolfgang von Goethe publica *Teoría de los colores* como contraparte al enfoque matemático y físico de Newton. Dicho enfoque aboga por mostrar no solo el fenómeno físico, si no también lo que consideraba el “fenómeno primordial” cuyo fundamento para refutar a Newton es en poner en segundo plano la experiencia de percibir los fenómenos naturales por el espectador en su experiencia del día a día.

Este modelo se compone por un esquema hexagonal, traza dos triángulos equiláteros con la punta en direcciones opuestas, en cada punta denomina los que consideraba eran los colores naturales, puesto que derivan del arcoíris, posteriormente lo representa en una lámina con un círculo los colores rojo, amarillo y azul, y en vez de delimitar por secciones las tonalidades realiza un efecto de “fusión” entre cada tono, utilizando medios acuareleables para este resultado⁸⁶.

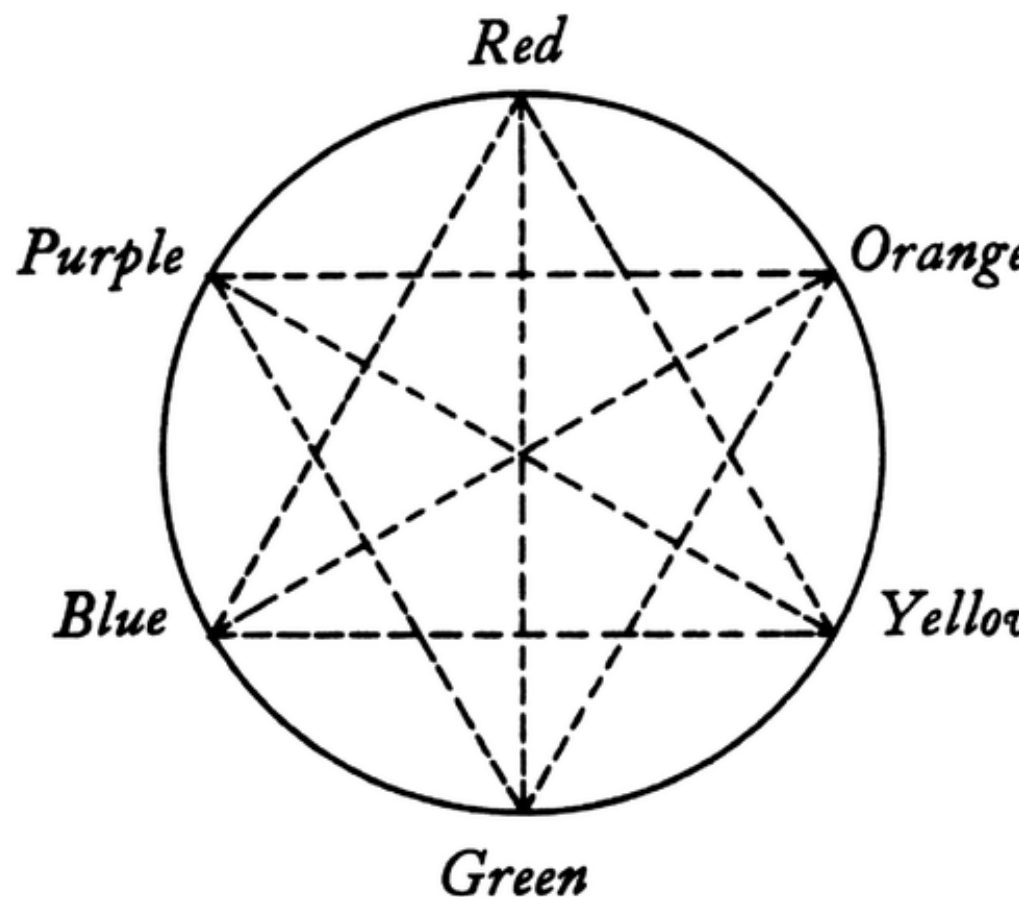


Figure 36. Esquema hexagonal de Goethe.

⁸⁶ Barsan/ Merticariu, 2016: 11-14.

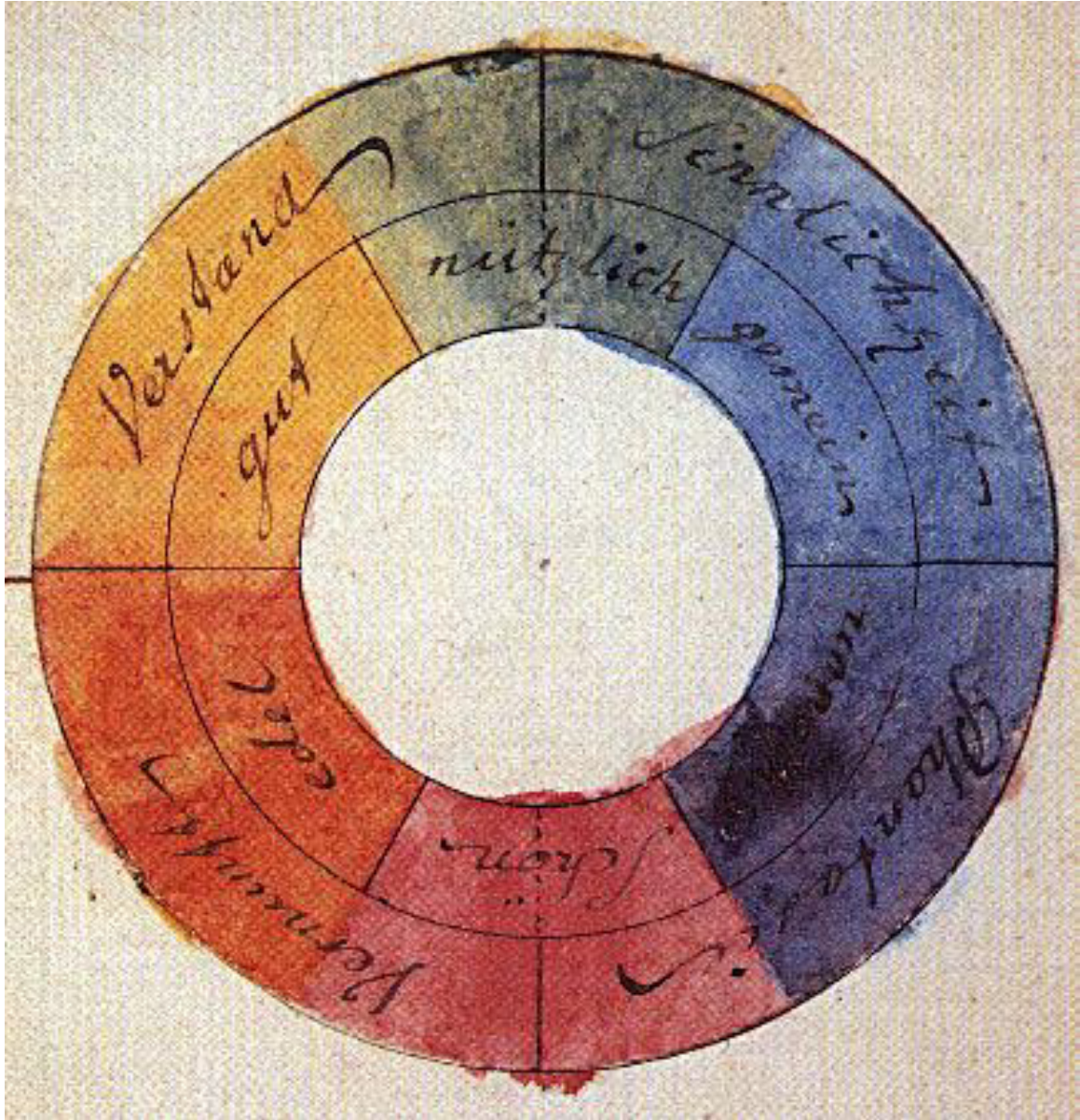


Figura 37. Circulo cromático de Goethe.

La esfera de color de Runge (1810)

Phillipp Otto Runge fue un pintor de origen alemán cuya obra se ubica en la corriente del *Romanticismo*, además de sus trabajos pictóricos en 1810 publicó *La esfera de color* un estudio en el que, aplicando los fundamentos teóricos de Goethe, representa de manera volumétrica un esquema cromático de varias perspectivas de una esfera, con un eje central vertical en cuyos extremos se encuentran la sección clara ausente de color y la sección oscura de color negro. En la parte central se ubican los colores del círculo y gradualmente hace una escala de valores para presentarlos en sus formas más luminosas a menos luminosas⁸⁷.

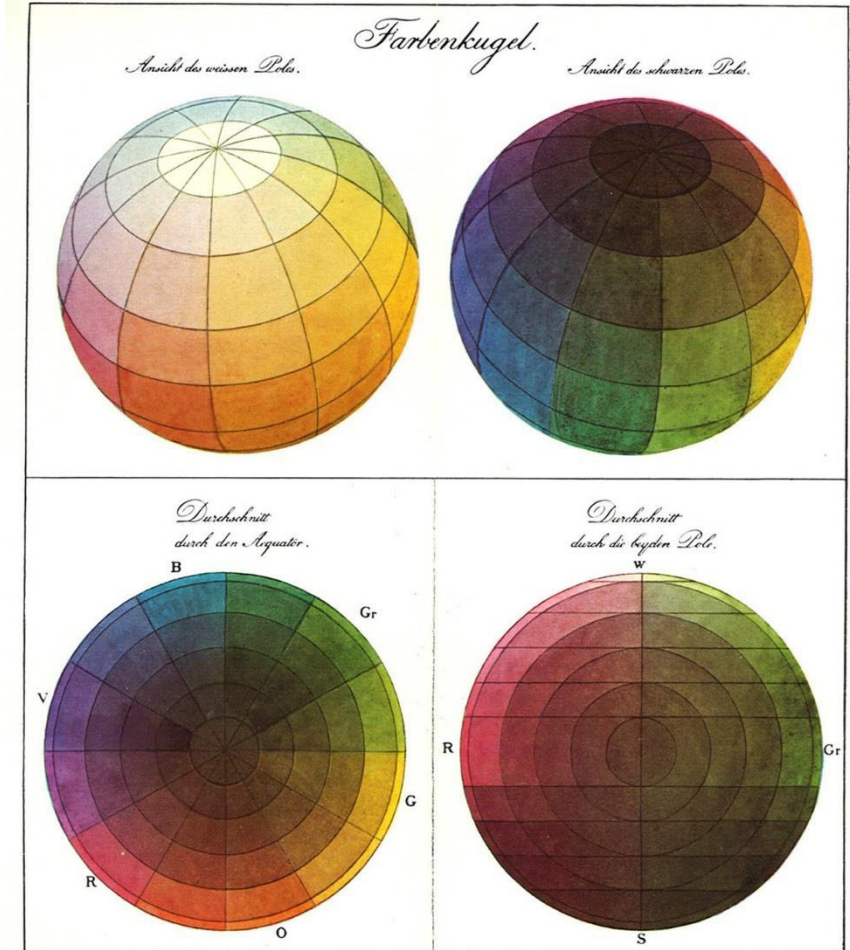


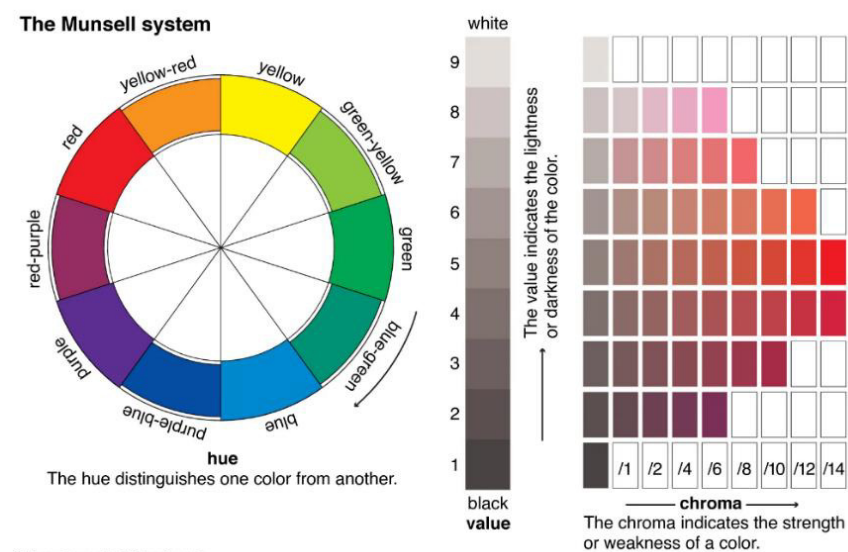
Figura 38. Esfera cromática de Otto Runge.

⁸⁷ Arthehistoria, 2017.

Sistema Munshell (1913)

Albert H. Munsell como pintor y profesor de artes estudió el tema, y publicó sus hallazgos donde propuso en su libro *Atlas of the Munshell color system* con la intención de tener un modelo de color con la particularidad de contar con una escala tridimensional en 3 ejes para que pueda ser clasificado bajo las características que considera fundamentales de manera perceptible: tono, saturación y luminosidad. Se divide en escalas del 0 al 10, en luminosidad 0 equivale al color más luminoso es el blanco puro, y en el color menos luminoso se ubica el negro con un valor de 10, entre estos están los valores intermedios que se traducen en los tonos grises. Esta escala en el modelo es vertical, se ubica en el centro de manera descendente. A su alrededor se posiciona a la altura de cada valor luminoso el tono, por lo menos los identificados anteriormente como los principales en la gama cromática newtoniana. Cada color que rodean la escala ir desde el centro hacia afuera, en centro coloca los tonos que sean menos saturados es decir que se encuentren más cercanos a los valores grises y en

los extremos se encuentran los tonos con mayor saturación, es decir un tono intenso que se coloca por sobre el valor de gris⁸⁸. Posterior a su muerte en 1918 su compañía the Munsell Color Company, Inc. Publicó una nueva versión de su libro con el título *Munsell Book of Color* en 1929⁸⁹.



© Encyclopædia Britannica, Inc.

Figura 39. Sistema de color de Munshell.

⁸⁸ Cooper, 1929: 6-16.

⁸⁹ Encyclopedia Britannica, 2018.

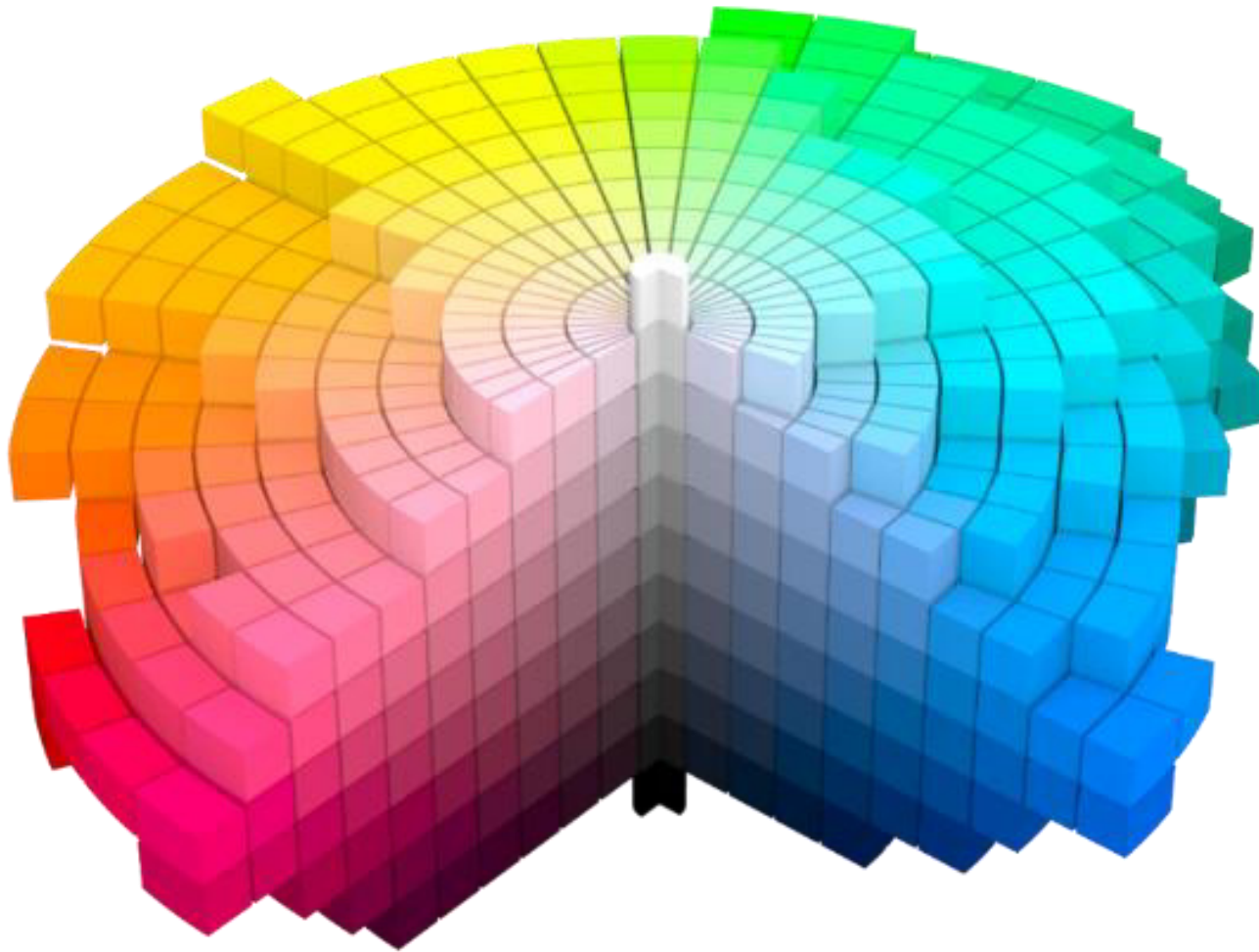


Figura 40. Esquema cilíndrico de Munshell representación tridimensional

Sistema NCS

El sistema NCS (Natural color system) es un modelo de color creado en el instituto escandinavo del color en Estocolmo en el año 1960. Este modelo se basa en varios estudios de investigación de los cuales destacan los del científico alemán Ewald Hering por reducir la gama cromática newtoniana a seis colores, cuatro cromáticos: amarillo, rojo, azul, verde y dos acromáticos: blanco y negro. Este modelo de color se distingue por estar basado principalmente en la percepción visual humana en lugar del comportamiento de la luz. Se conoce por ser uno de los modelos de color actualmente más utilizados para el desarrollo software. Este sistema se caracteriza por su precisión ya que para poder realizar las mezclas de estos colores se utilizan los parámetros similares al sistema Munsell con la diferencia de estar codificados. Los códigos se generan a partir de dos esquemas geométricos, uno circular y otro triangular. El esquema circular se compone de ocho triángulos, cada triángulo divide los cuatro colores cromáticos en diez muestras lo que da un resultado de 40 muestras de color por matiz; el código se desglosa mediante la escala de porcentaje de 100 entre los 4 colores cromáticos, como por ejemplo si se toma el

código Y20R se entiende que Y es 80% amarillo con 20% de rojo⁹⁰.

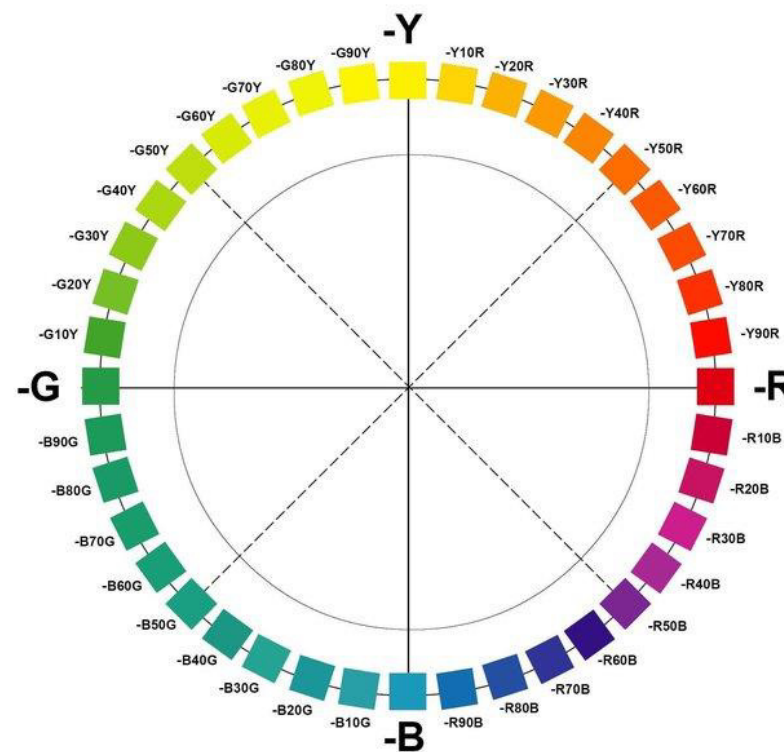


Figura 41. Sistema NCS esquema circular.

⁹⁰ Idecolor, Sin fecha.

El esquema triangular está dividido de sus tres lados por diez secciones, en cada vértice se colocan los dos colores acromáticos y el restante con uno de los cromáticos, este toma una dirección vertical poniendo en la parte superior ubicado el color blanco, en la inferior el color negro y en el lateral el rojo, verde, amarillo o azul. Las variaciones de este esquema se interpretan con la escala de porcentaje de 100 entre la cantidad de negro más la cantidad de color, por ejemplo, en la siguiente imagen (figura 42) los primeros cuatro dígitos “1050” 10 indica cantidad de negro más 50 que es la cantidad de color en la mezcla por lo cual si se hace la suma de 10+50 da como resultado 60 que si se resta con el 100 total deja un restante de 40 que equivale a la cantidad de blanco en la mezcla. Finalmente, para interpretar un código de este sistema como en la figura 8, “s 1050-Y90R” muestra que es 10% negro, 50% saturación del matiz que se compone de 10% amarillo más 90% de rojo⁹¹.

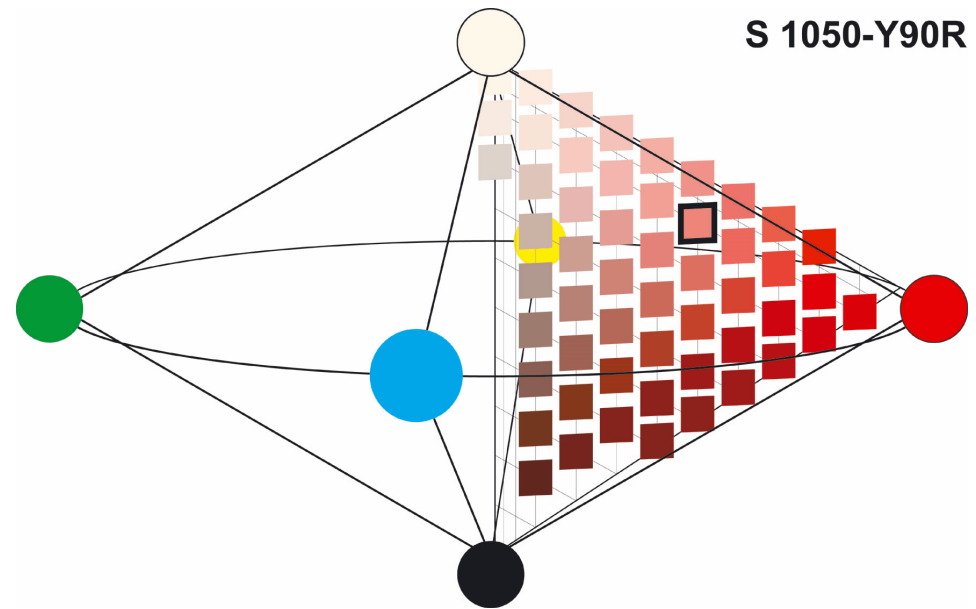


Figura 42. Sistema NCS esquema triangular.

⁹¹ Idecolor, Sin fecha.

Mezcla aditiva

A lo largo de los siglos en el desarrollo de la óptica se han hecho múltiples experimentos para replicar los fenómenos físicos que ocurren en la naturaleza. Con los resultados de la teoría y práctica de Newton y Thomas Young, en el siglo XIX⁹².

James Clerk Maxwell realizó un experimento que consistió en mezclar los colores primarios de la luz, estos son identificados por que son los tres matices que son recibidos por los conos en la capa retinal humana: azul, verde y rojo. Pueden aislarse de la luz blanca para así utilizarse con propósitos varios, entre ellos el más conocido es su aplicación en las pantallas de los dispositivos de comunicación. Con luces proyectadas sobre un muro mezclándose entre sí, obtuvo como resultado los colores cian, magenta y amarillo. El cian se produce con la mezcla del color azul y el color verde, el amarillo con el color rojo y el verde, y por último el magenta cuando se combina rojo con azul⁹⁴.

⁹² Cetto, 1987: 41-42.

⁹³ Parramón, 1998:15-17.

⁹⁴ Matta, 2011.

Mezcla sustractiva

La mezcla sustractiva de color se produce con base a la aplicación posterior de la síntesis aditiva, pues son sus colores secundarios.

La materia siendo absorbente de las ondas luminosas genera las variaciones de los colores más luminosos a los menos luminosos. Los colores primarios en la mezcla sustractiva se aplican gracias a los pigmentos u objetos que absorben la luz blanca en una superficie, estos se dividen principalmente en azul cian, magenta y amarillo, las combinación entre los colores usando pigmentos van desencadenando diferentes gamas tonales, los colores primarios entre sí cambian y se convierten en colores secundarios, por ejemplo, el cian y magenta hacen el color purpura o violeta, el cian y el amarillo hacen el color verde, el magenta y amarillo hacen el color naranja⁹³.

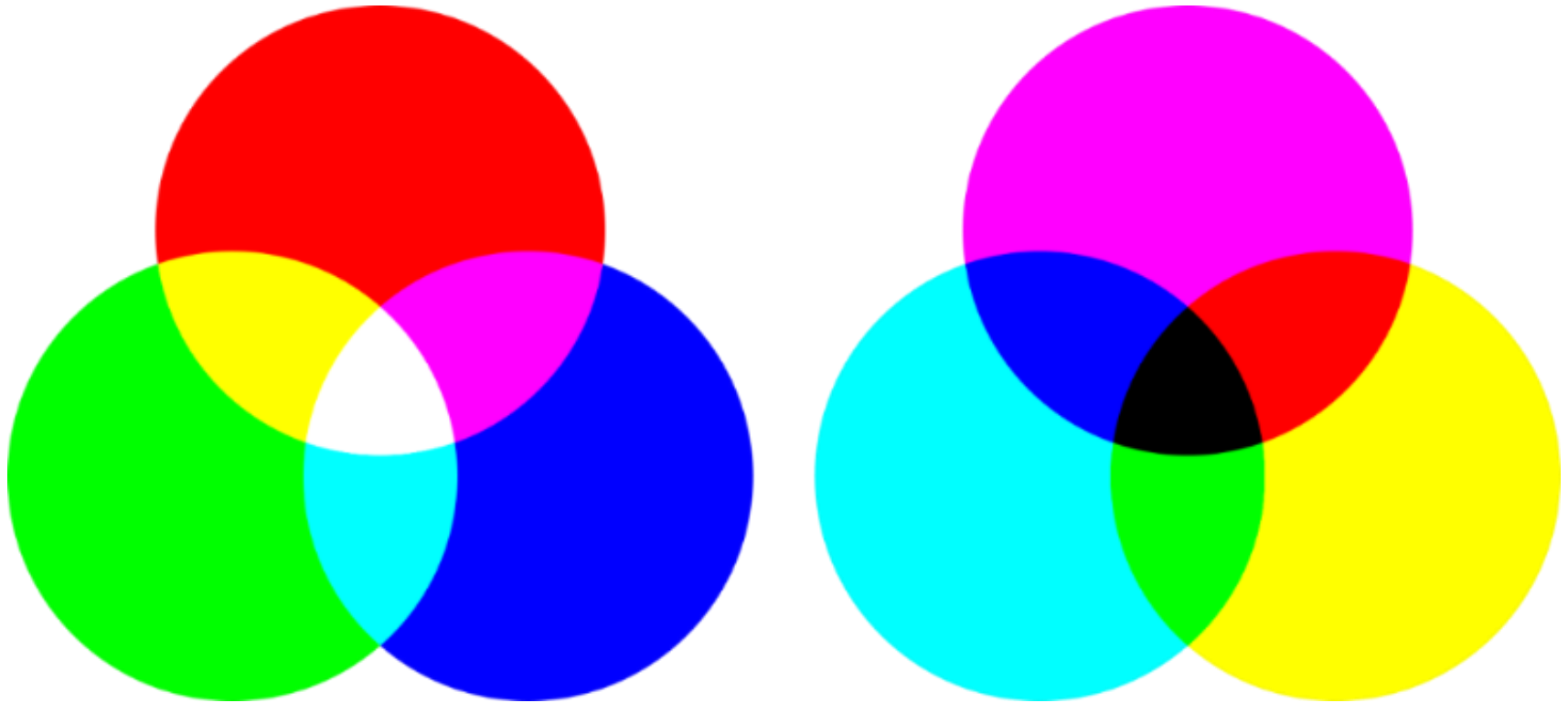


Figura 43. Mezcla aditiva y sustractiva.

La sensación que producen los colores en el cerebro:

Los colores además de ser fenómenos físicos y fisiológicos han sido objeto de estudio con enfoques en otras cualidades además de lo que se ha mostrado en este documento, más allá de la búsqueda en la objetividad de la percepción o el comportamiento del color en el entorno se han realizado históricamente proyectos que representan o abordan en tema de manera que va adquiriendo nuevas interpretaciones en la mente humana. Aunque esta perspectiva varía en sus procesos, no demerita que cada resultado por más objetivo o subjetivo que sea es interesante, y enriquece lo que se concibe del concepto base de este proyecto.

Johann Wolfgang von Goethe como se mencionó anteriormente, propone en su investigación que además de percibir los colores de manera cognitiva, al color se le añaden interpretaciones como experiencia sensorial derivadas de la interacción prolongada⁹⁵.

Eva Heller realizó un extenso estudio en el significado que tienen los colores para las personas, por medio de una encuesta a más de 2000 personas en Alemania se hizo un análisis en las respuestas sobre las relaciones que hay entre el estímulo externo de

la percepción de los colores con los procesos mentales posteriores, principalmente los emocionales, lo que en conjunto no era coincidencia. Los colores son elementos con los que interactuamos todo el tiempo. Lo que propone tanto Goethe como Heller es la influencia que tienen sobre nuestras actividades cotidianas. Goethe mencionaba que para tener completa influencia con los colores se debía interactuar un período prolongado de tiempo siendo rodeado por estos, ya sea en una habitación pintada con dicho color junto los objetos, tuvieran el mismo color para enfatizar el estímulo o tener siempre delante un cristal traslucido viendo el entorno con cualquier color con el que se quiera interactuar⁹⁶.

La cantidad de significados es bastante amplia, ambos autores mencionan que los colores además de estar relacionados a aspectos emocionales estos se comportan de diferente manera si se agregan a la fórmula muchos otros factores tangibles o intangibles dentro de contextos sociales, económicos e históricos.

Los valores que generalmente son asociados a los colores utilizados para este proyecto son:

- Blanco: Es el color predominante en los conceptos de la pureza, la verdad, la modestia.

⁹⁵ Arias Arias/ Vela, 2015:18.

⁹⁶ Heller, 2004.

- Azul: Un color de los más apreciados por la gente se asocia con lo sereno, lo pasivo, el frío, la negación, la amabilidad y la inteligencia.
- Amarillo: Representa la arrogancia, lo divertido, lo amable, lo sereno, lo noble, lo infantil y lo optimista, es el color del sol se puede asociar también con el poder y la riqueza.
- Rojo: Representa lo erótico, lo pasional, la calidez, fuerza, y lo sensible.
- Verde: Representa la vida, lo venenoso, la esperanza, lo tranquilizante y lo fértil.
- Negro: Se le asocia con lo elegante, lo poderoso y lo pesado.

El color en las artes visuales

En las artes visuales el tema del color ha sido históricamente la base central de la justificación conceptual de obras y proyectos ya sea forma directa o indirecta, se tiene por ejemplo en diferentes períodos del tiempo simbólicas obras pictóricas donde a los personajes que se retratan se les representan con colores exclusivos, por su dificultad en los componentes de obtener o de fabricar lo que implícitamente enaltecía su estatus económico, político y religioso. Desde el siglo XVIII este tema también ha tomado otro rumbo en el que el color se aborda como un medio de interpretación en representaciones más abstractas, mostrando directamente sus características. A continuación, se presentan las que más han contribuido a este proyecto:

Carlos Cruz-Diez

Carlos Cruz-Diez fue un artista y pensador venezolano, su trabajo formó parte de la corriente artística arte cinético, es considerado un referente en el movimiento por hacer uso del color como elemento central de su obra. A mediados de la década de 1950 comenzaría a crear obras relacionadas al color con su serie *Fisiocromías*. Los materiales para crear sus piezas han ido variando a lo largo de su trayectoria, las primeras eran de cartón sobre madera y en sus obras más contemporáneas ha utilizado aluminio, celulosa o combinaciones de luz en las superficies, entre otros. Realizó múltiples intervenciones en varios países, principalmente en Venezuela, haciendo murales en edificios institucionales o instalaciones en museos y galerías donde gran parte de sus obras cuentan con extensos rectángulos cubiertos con líneas de múltiples colores, o salas con proyecciones de líneas de color, y formas geométricas coloreadas con luz, logrando crear ilusiones ópticas de matiz. Su propuesta conceptual se centró en que el espectador pueda cuestionarse sobre la naturaleza de la percepción visual, y cuanta verdad hay en ella⁹⁷.

⁹⁷ Bettino, 2012.

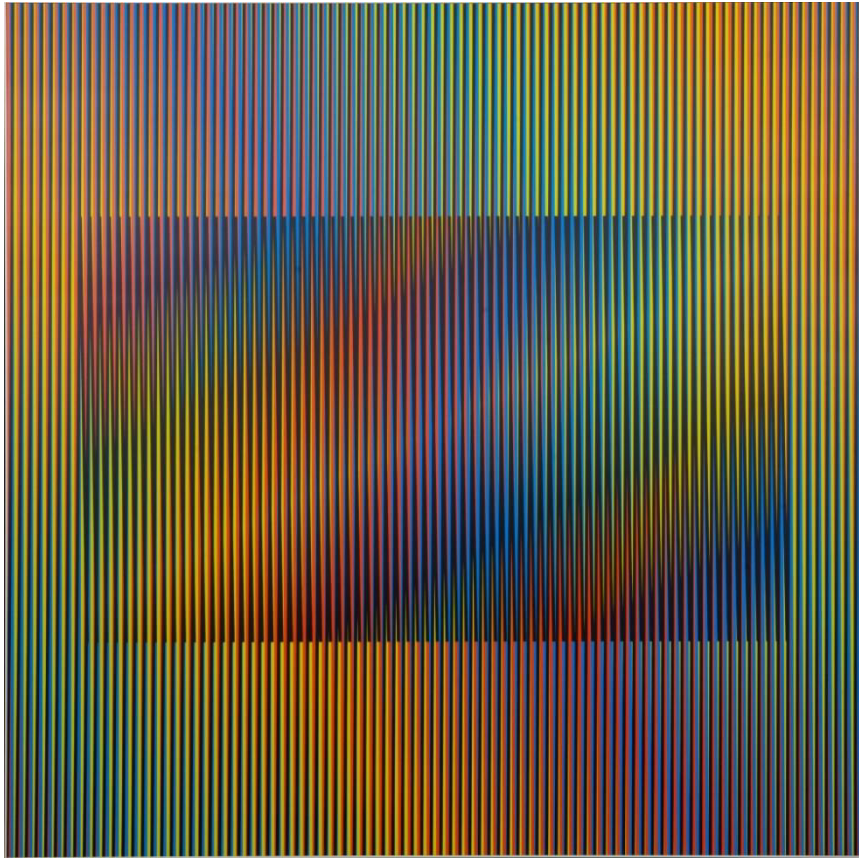


Figura 44. Inducción cromática a doble frecuencia Panam 12.

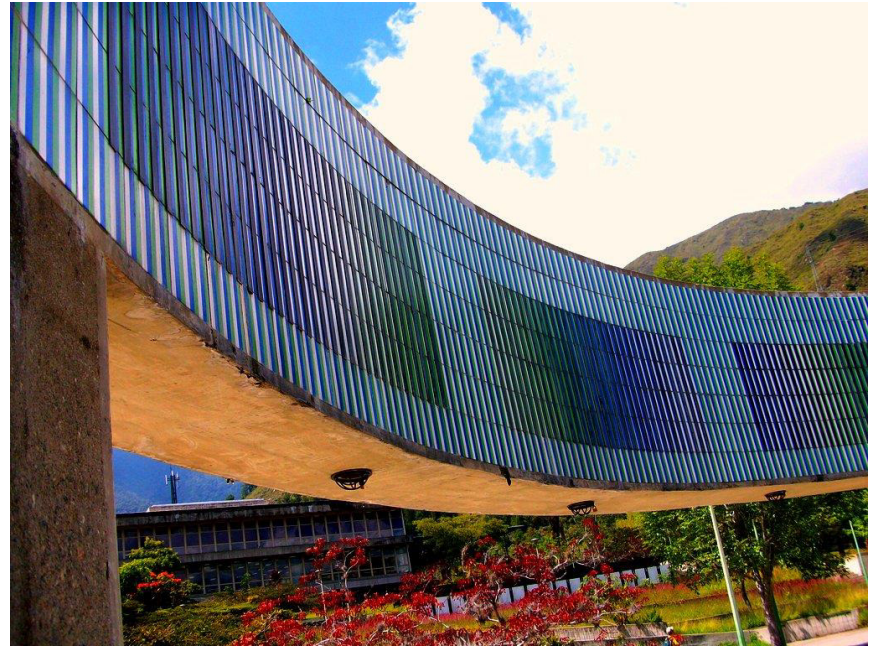


Figura 45. Plaza Cruz-Díez en el Conjunto Universitario "La Hechicera» de la ULA de Mérida, Venezuela.

The art of color

Johannes Itten fue diseñador, escritor y profesor de la famosa escuela Bauhaus; a lo largo de su carrera ha realizado una extensa investigación en el tema del color. En su publicación *The art of color* utilizó como base el círculo cromático de Goethe, elaboró múltiples ejercicios de color y forma, los más trascendentales en el tema del color son varias ilustraciones seccionadas, colocando los colores en diferentes secuencias y principalmente mostrando como así se generan diferentes tipos de contrastes entre sí, se le identifica actualmente como “los siete contrastes de Johannes Itten” estas ilustraciones se dividen en siete categorías⁹⁸:

Matiz

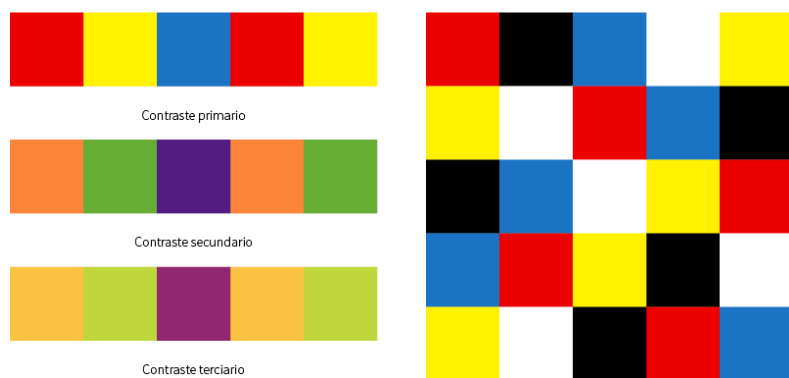


Figura 47. Contraste de matiz. ITTEN 1961.

⁹⁸ Clickprinting, Sin fecha.

Luminosidad

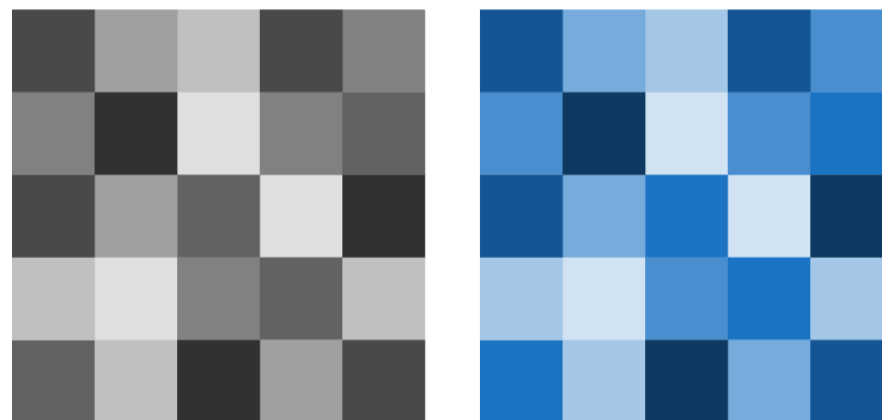


Figura 46. Contraste por luminosidad. ITTEN 1961.

Temperatura

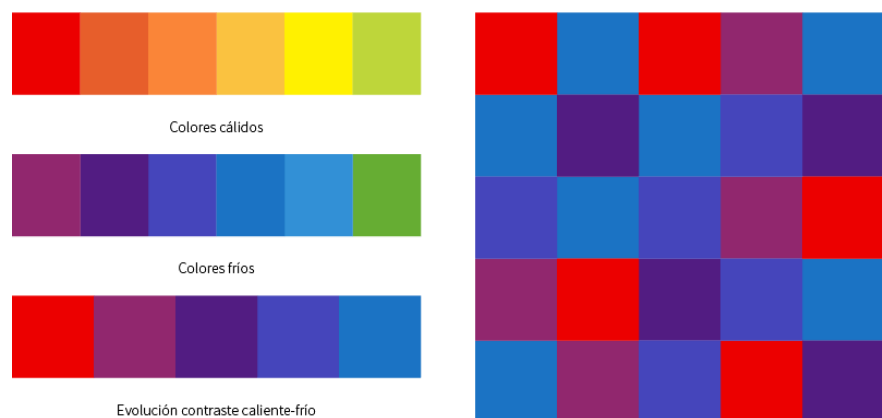


Figura 48. Contraste de temperatura. ITTEN 1961.

Complementarios

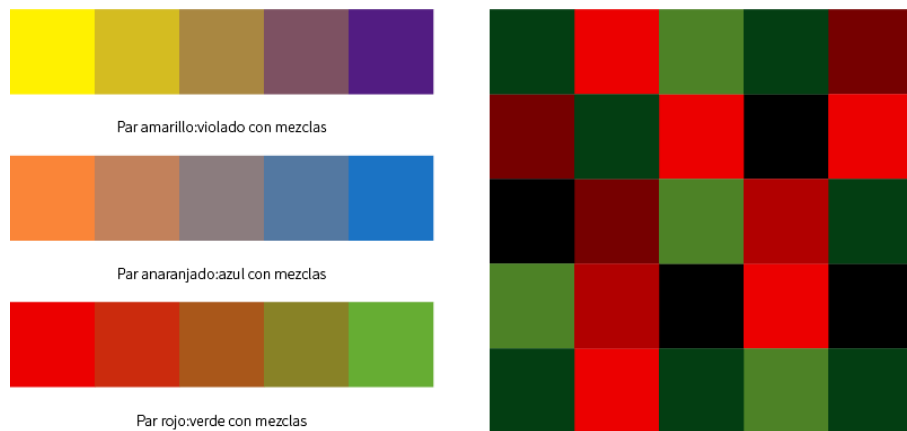


Figura 49. Contraste de complementarios. ITTEN 1961.

Contraste cualitativo

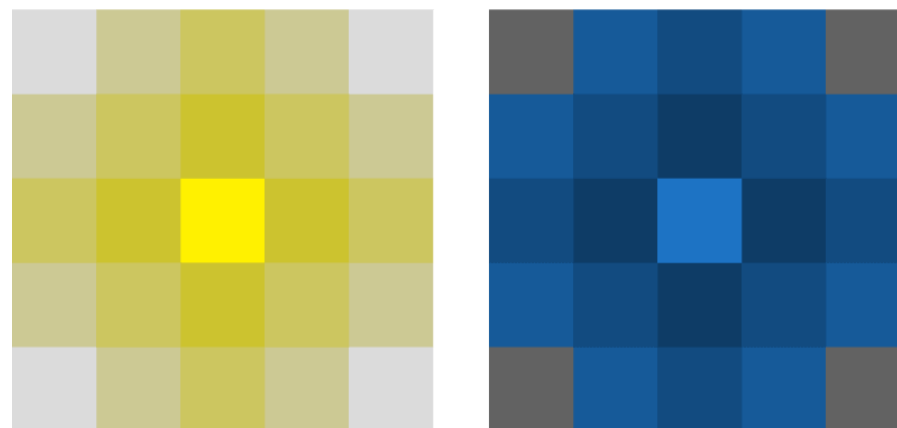


Figura 51. Contraste cualitativo ITTEN 1961.

Contraste simultáneo

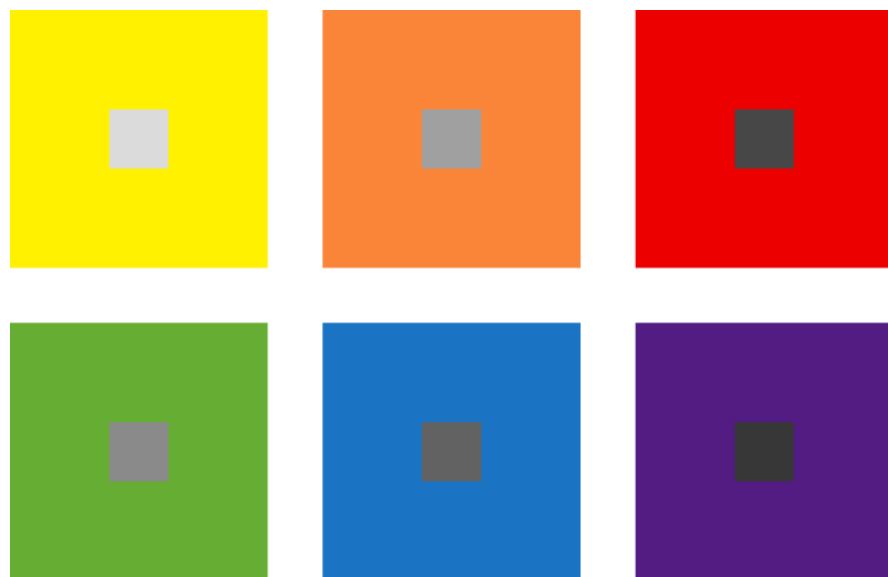


Figura 50. Contraste simultaneo ITTEN 1961.

Contraste cuantitativo

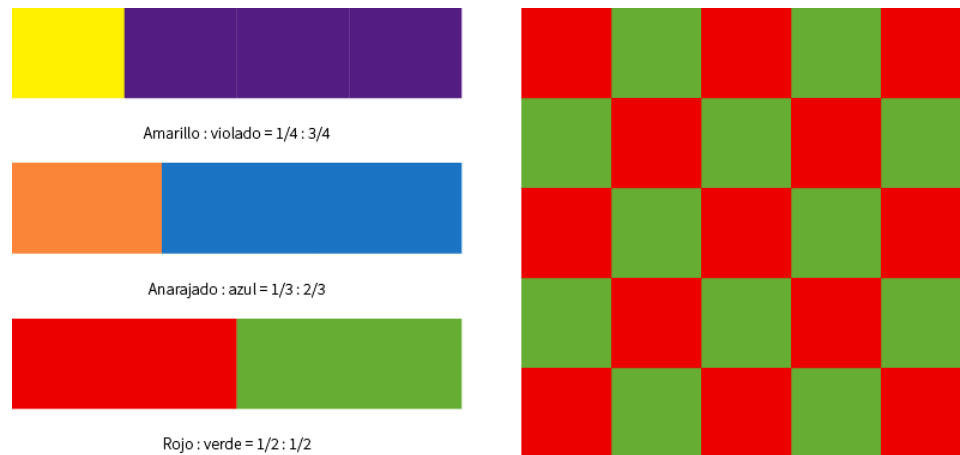


Figura 52. Contraste cuantitativo ITTEN 1961.

The interaction of color

Joseph Albers en su libro titulado *The interaction of color*, comparte en formato de manual los hallazgos de su investigación con el color, producto de su experiencia como docente. El contenido está enfocado en mostrar ejemplos de experimentación con los colores, aborda el tema alrededor del título sobre como “interactúa” el color, con la percepción de este y cómo influye en la memoria, con la materia y con la forma, donde comparte sus hallazgos con una gran variedad de ejercicios los cuales tienen indicaciones sobre diferentes premisas o condiciones para poner en práctica cada uno de ellos, principalmente en colocarlos para crear contrastes entre sí, pues las intenciones de realizar estos ejercicios tienen el propósito de hacer posible que los colores se muestren más allá de una versión para que estos reflejen cambios visibles y destacar como el color puede ser percibido al tener alteraciones en el contexto que lo rodea. Siendo un elemento subjetivo que puede ser percibido conforme las variantes, convirtiéndolo en un sujeto de cambio. Su principal método se ejecuta conforme a la superposición y yuxtaposición entre innumerables combinaciones de los matices, la evidencia de ello está entre sus proyectos más

conocidos se encuentran sus series pictóricas (Figura 53) en donde dedicó gran parte de su carrera utilizando diferentes soportes y materiales⁹⁹.

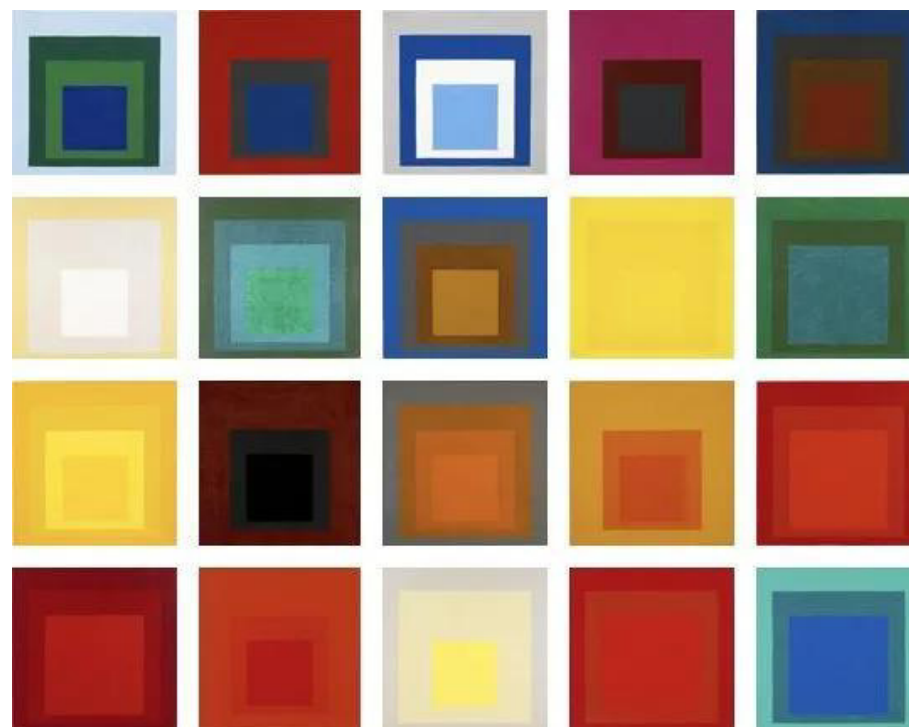


Figura 53. Homenaje al cuadrado (serie). ALBERS 1950-1976.

⁹⁹ Resa, 2021.

Mark Rothko

Mark Rothko es un referente trascendental en el expresionismo abstracto americano, a lo largo de su trayectoria como pintor realizó obras mayormente reconocidas por su temática introspectiva. En sus obras pictóricas para lograr transmitir sus ideales a sus composiciones utilizaba bastidores de gran tamaño, aplicaba con pintura óleo diluida en aguarrás y brocha gruesa capas delgadas de tonos uniformes y degradados con una paleta reducida de dos o máximo tres colores por bastidor, su finalidad era evocar en el espectador las emociones y sensaciones relacionadas a la tragedia y lo sublime, que pudieran experimentar con sus amplios rectángulos cubiertos de color.

La última obra de su vida antes de fallecer en el año 1970 (figura 55), donde se intensifica este tipo de experiencia consistió en construir una capilla en Houston, Texas, dentro de ella se encuentran bastidores de tamaño monumental de forma rectangular, en tonos oscuros y monocromáticos colocados en los

muros de la capilla, buscando transmitir las sensaciones de un vacío infinito de la manera más inmersiva posible¹⁰⁰.



Figura 54. No. 61 azul y óxido. ROTHKO 1953.

¹⁰⁰ Flores Zúñiga, 2019.



Figura 55. Capilla de Rothko. ROTHKO 1970.



Apartado práctico:
Proceso de exploración

El proceso de investigación teórica concluyó, dando inicio a la ejecución práctica, una vez revisada la información de los documentos que aportan las bases teóricas, se realizaron anotaciones en cada etapa del proceso práctico, cada paso fue realizado bajo un constante análisis entre cada avance, a manera de bitácora. Primero qué elementos visuales tendrían las piezas, cuáles métodos benefician a la elaboración de estos, cuáles mostraron mayor efecto, y por último qué materiales aportan un resultado más satisfactorio.

Primeros hallazgos en el verano de la ciencia

El apartado de la investigación teórica fue llevado a cabo dentro de la carrera al asistir a la materia optativa de Cognición Corporeizada y Experiencia Estética, impartida por el Dr. David Wright, esta experiencia concluyó con un reporte de investigación como proyecto semestral, pero pudo ser ampliado gracias a la convocatoria ofrecida en la universidad el *21º Verano de la Ciencia de la Región Centro* en el período de junio a agosto en 2019. La ejecución práctica de este proyecto comenzó como un proceso de exploración, tratando de emular el fenómeno de asimilación de

manera física con materiales de dibujo y pintura. Los primeros intentos se realizaron con marcadores sobre piezas de cartoncillo de 10 x 15 cm con tres colores, estos fueron elegidos con base a la referencia del artículo “Colour Assimilation” de Michael Bach, el azul, el rojo y el verde. Este último se decidió que fuera fluorescente debido a que se buscaba obtener las cualidades que tienen las pantallas de dispositivos electrónicos, todos los contenidos visuales que se han mencionado en este documento han sido observados desde la pantalla de una laptop, por lo que, lo ideal era seleccionar una paleta de color cercana a la que se utiliza en la mezcla aditiva¹⁰¹. Con este preámbulo se eligen los métodos para hacer los primeros bocetos, los elementos que se han mencionado para lograr con éxito una ilusión óptica constan de implementar criterios de ejecución, se pretende hacer líneas rectas horizontales de los colores seleccionados a través del soporte haciendo una juxtaposición de cada uno en una secuencia de patrón, el azul con el verde, el verde con el rojo y por último el rojo con el azul, dejando al igual que la referencia un espacio sin color. En este ensayo no se tenía la certeza de tener éxito, podría decirse que es el primer experimento de toda la investigación.

¹⁰¹ Rodríguez Padilla/ Wright Carr, 2019.

La simetría, el orden y la limpieza son aspectos indispensables en la realización de los bocetos debido a que son muy susceptibles a ser manchados por la constante acción de trazar líneas consecutivamente al yuxtaponer los colores¹⁰².



Figura 56. Bocetos con marcadores, prueba 1.

¹⁰² Rodríguez Padilla/ Wright Carr, 2019.

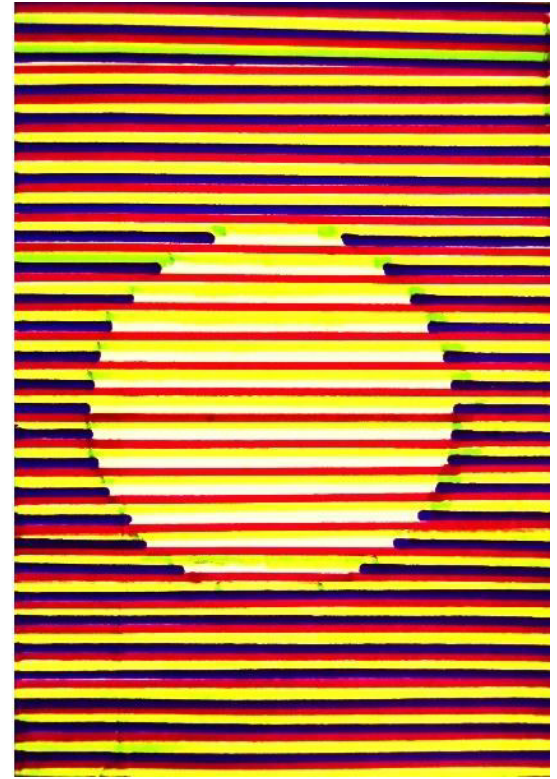
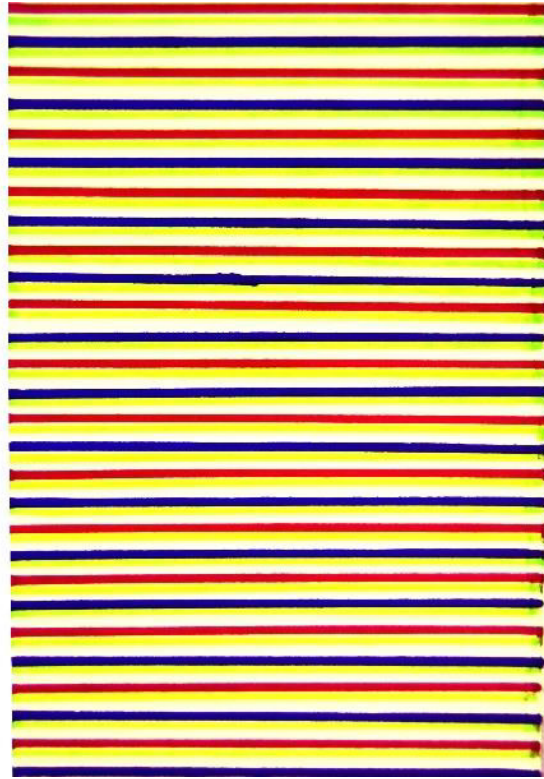
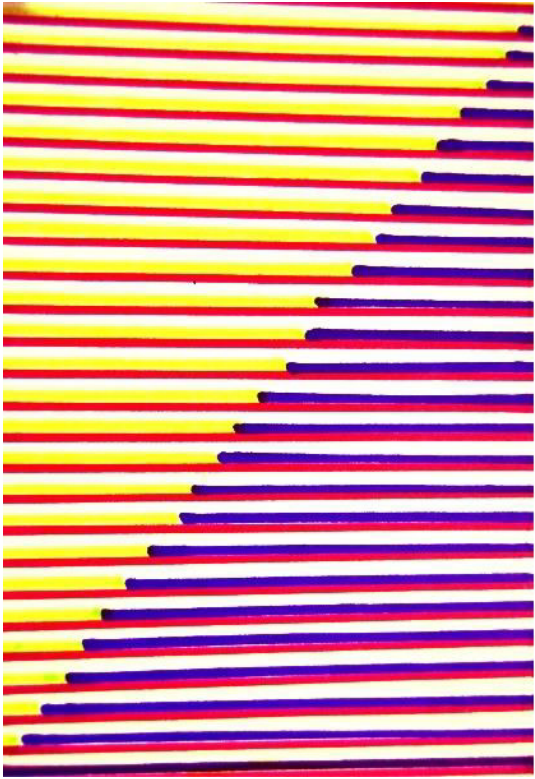


Figura 57. Bocetos con marcadores, prueba 2.

Una vez realizadas las primeras pruebas y observando los resultados se realizaron otros bocetos con un propósito distinto, esta vez se pretendía utilizar el mismo método con otro formato. En este caso, se llevó a cabo la prueba en una composición distinta, haciendo abstracción de un paisaje, los elementos que lo componen fueron abstraídos a formas delimitadas, se jugó con la dirección de las líneas, el grosor, y con un patrón de secuencia distinto para poder diferenciarse. Al principio se intentó con un marcador negro, dejando los espacios libres sin intervenir y hacer una degradación con saturación de líneas, posteriormente se replicó esta prueba utilizando los marcadores de color sobre una hoja opalina. Con estas pruebas se determinó hacer una pieza más elaborada, esta vez consistiría en una obra pictórica. Se mantuvieron los mismos métodos, pero en este caso se aplicaría con pintura acrílica. Para lograr hacer líneas rectas se utilizó cinta de enmascarar, se aplicó la pintura con pinceles planos, lo que terminaría siendo complicado pues la cinta al retirarse constantemente arrancaba fragmentos de pintura y estos tenían que estar retocando, así como también se filtraba debajo de la cinta y debía ser corregida con varias capas de pintura acrílica blanca, a pesar de los obstáculos se logró terminar la obra (figura 81).

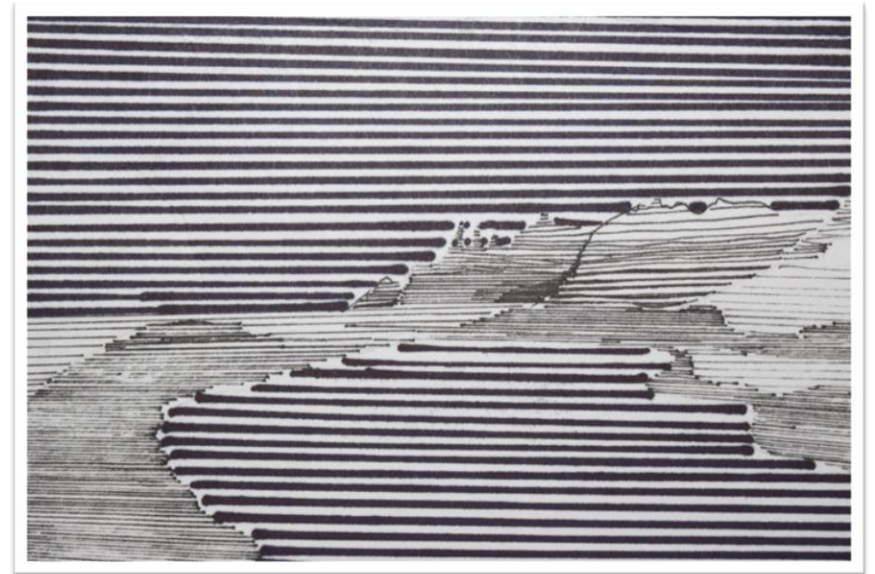


Figura 58. Bocetos con marcadores, Paisaje monocromático.

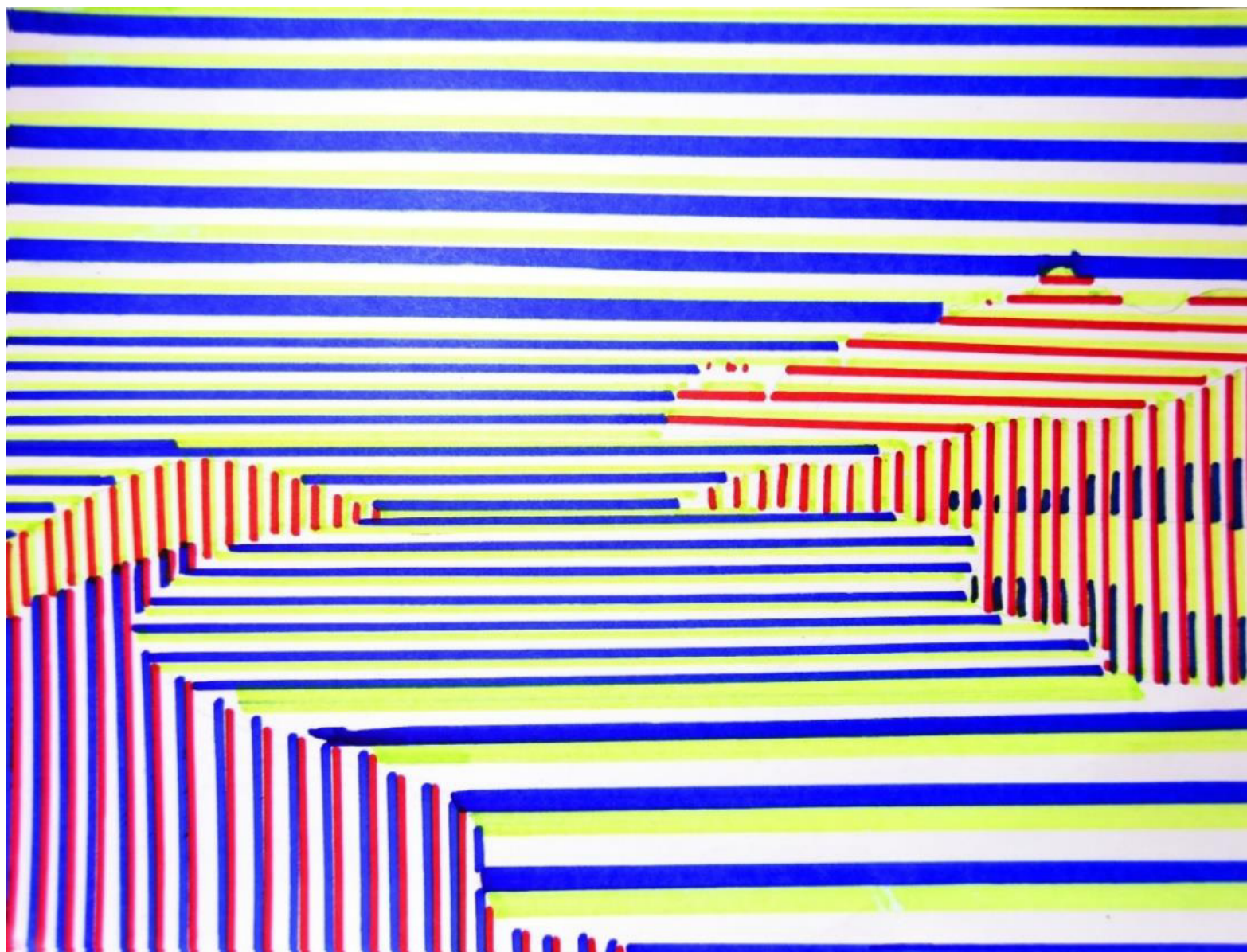


Figura 59. Bocetos con marcadores, Paisaje Tricromático.



Bocetos

Bocetos, Primera serie

En los primeros bocetos, el objetivo inicial era incluir en la propuesta paisajes, con el método y materiales que se habían establecido para el proyecto del verano de investigación.

Se comenzó desde lo más básico en la disciplina del dibujo, haciendo estudios de perspectiva usando como referencia una fotografía tomada en el centro de la ciudad de Guanajuato de la arquitectura local. Se optó por hacer uso de los materiales obtenidos específicamente para realizar los bocetos, que son rotuladores a base agua de 0.4 usando como soporte papel opalina delgado formato A4 120 mg. Se dividieron los soportes a media cuartilla para elaborar pequeñas composiciones.

Como se puede apreciar en la figura 60 se tuvo la intención de hacer composiciones figurativas de referencias del entorno cercano, por lo que por medio de una de esas fotografías se consideró el valor tonal de la paleta de color designada para este proyecto, valorando el nivel de luminosidad del rojo, el verde y el azul, las secciones más brillosas se cubrieron con verde, las sombras tenues o superficies oscuras con rojo, y por último las

sombras duras y detalles como barandillas, bordes, ventanas etc. Se cubrieron con azul. Parte del proceso fue que una vez terminado el boceto se analizó el resultado, el veredicto fue que en efecto se estaba aplicando la teoría, pero incluir de esa manera la temática de paisaje limitaba el tema principal, su aplicación fue básica, los colores rellenaron los espacios creando una perspectiva de profundidad con las cualidades de cada matiz. Se dividió por etapas denominando a este estudio como una etapa temprana de la exploración con el uso de esos colores.

Posteriormente se elaboró el segundo boceto haciendo una composición con un concepto más abstracto, generando la ilusión de tridimensionalidad aplicando nuevamente las bases de luminosidad de los colores haciendo prismas cuadrangulares horizontales en secuencia colocando la parte más luminosa en el frente, la siguiente en la escala en el costado derecho y la menos luminosa en la sección inferior, al finalizar, al contemplar la imagen un momento, se concluye la efectividad de simplificar los elementos que conforman la composición.



Figura 60. Boceto con rotuladores, prueba 1.

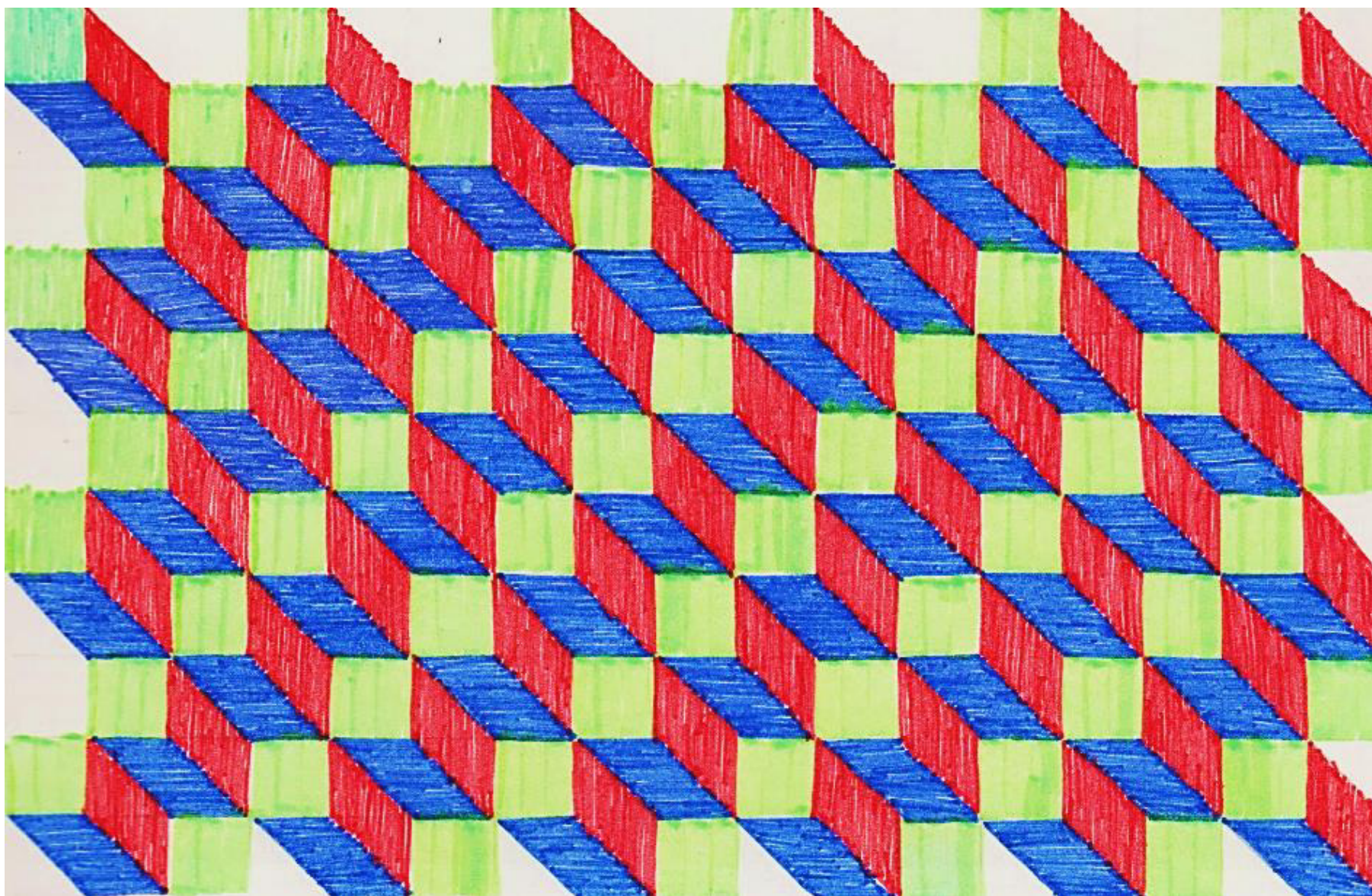


Figura 61. Boceto con rotuladores, prueba 2.

Segunda serie de bocetos

Posterior a los primeros bocetos, se tomó la decisión de retomar el método utilizado en los ejercicios del verano de la ciencia, en los que únicamente se hicieron con líneas rectas. En esta ocasión se optó por aplicar cambios en el proceso. Usando como referencia la información disponible en este proyecto, se entiende que lo que provoca que los ojos hagan movimientos en una dirección determinada es con la que va siendo dirigida dentro de una composición, esto haría que perceptiblemente pareciera más dinámica. El diseño de la composición fue simple, se eligió aplicar un punto de fuga en el centro del espacio y de manera unilateral se fueron trazando líneas del centro hacia los bordes de la hoja, gracias a esto se puede apreciar en las siguientes imágenes que así tiene más cualidades de perspectiva. Cómo en los primeros bocetos del verano de la ciencia, la intención principal era nuevamente recrear los colores primarios pigmento, por lo que se utilizaron dos colores en cada hoja, con un espacio en blanco entre cada uno, al hacerlo de esta manera se pueden notar grandes diferencias en comparación con todos los ejercicios previos, por ejemplo al utilizar rotuladores de punto fino las líneas se volvieron muy delgadas lo que provocó que ocuparan menos espacio, añadiendo nuevas características a los bocetos. La acumulación de trazos era notable, tomaba más tiempo colorear la superficie, la

cual fue lentamente rellena realizando movimientos con la regla de manera circular. Para no perder la orientación antes de llevar a cabo este método se dividió el área de la hoja con dos líneas perpendiculares, dividiendo así cuatro zonas, cada zona era llenada de líneas consecutivamente, entre cada línea se trató de no dejar zonas tan extensas en blanco, preferentemente que el intervalo fuera menos de un milímetro. Las líneas en esta secuencia se fueron combinando, en el centro era más notoria la saturación de color. Las combinaciones dieron como resultado tres variantes, con los cambios en el método y los materiales se puede apreciar que existe mayor uniformidad en la composición, la mezcla de los colores era más evidente, además de que se puede percibir con más claridad el color que se está tratando de proyectar, se alcanza a percibir un degradado. La saturación de la parte central de cada boceto provoca que se contraste con las partes menos saturadas en el área exterior del boceto, cada color en combinación con el otro se comporta de manera distinta, el nivel de saturación y luminosidad provoca que en cierta medida exista una sensación de dominación, es decir, el color con mayor saturación influye de tal manera con el otro, por ejemplo el verde puesto que es el menos saturado de los tres, que hace que este se pueda volver de cierta forma imperceptible, pero este nunca deja de estar presente en la composición solo es influido por su contexto. Se concluye que el resultado de este ejercicio fue

satisfactorio dando paso a una selección determinada de condiciones para llevar a cabo los siguientes ejercicios.

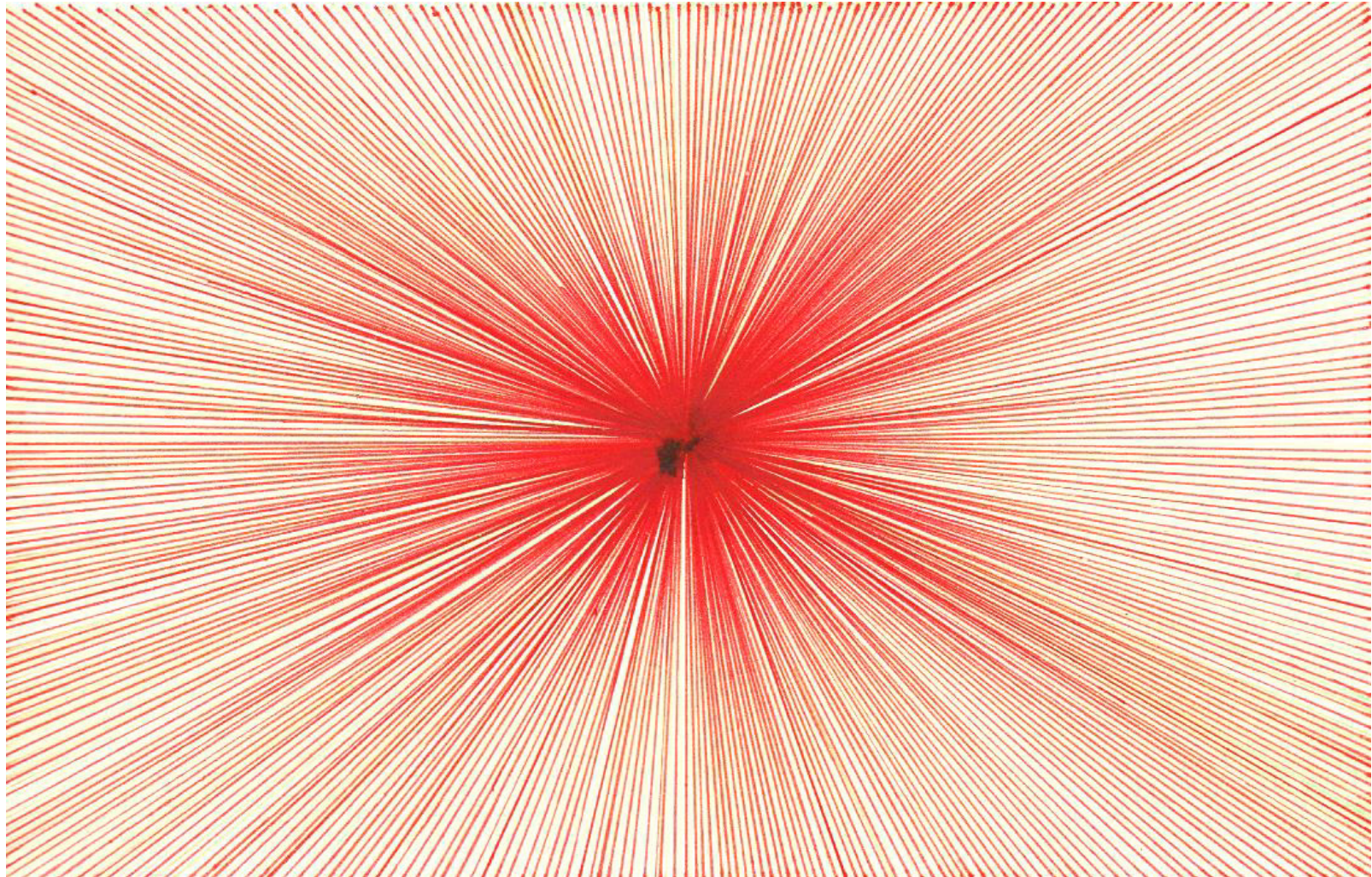


Figura 62. Boceto con rotuladores, prueba 3.

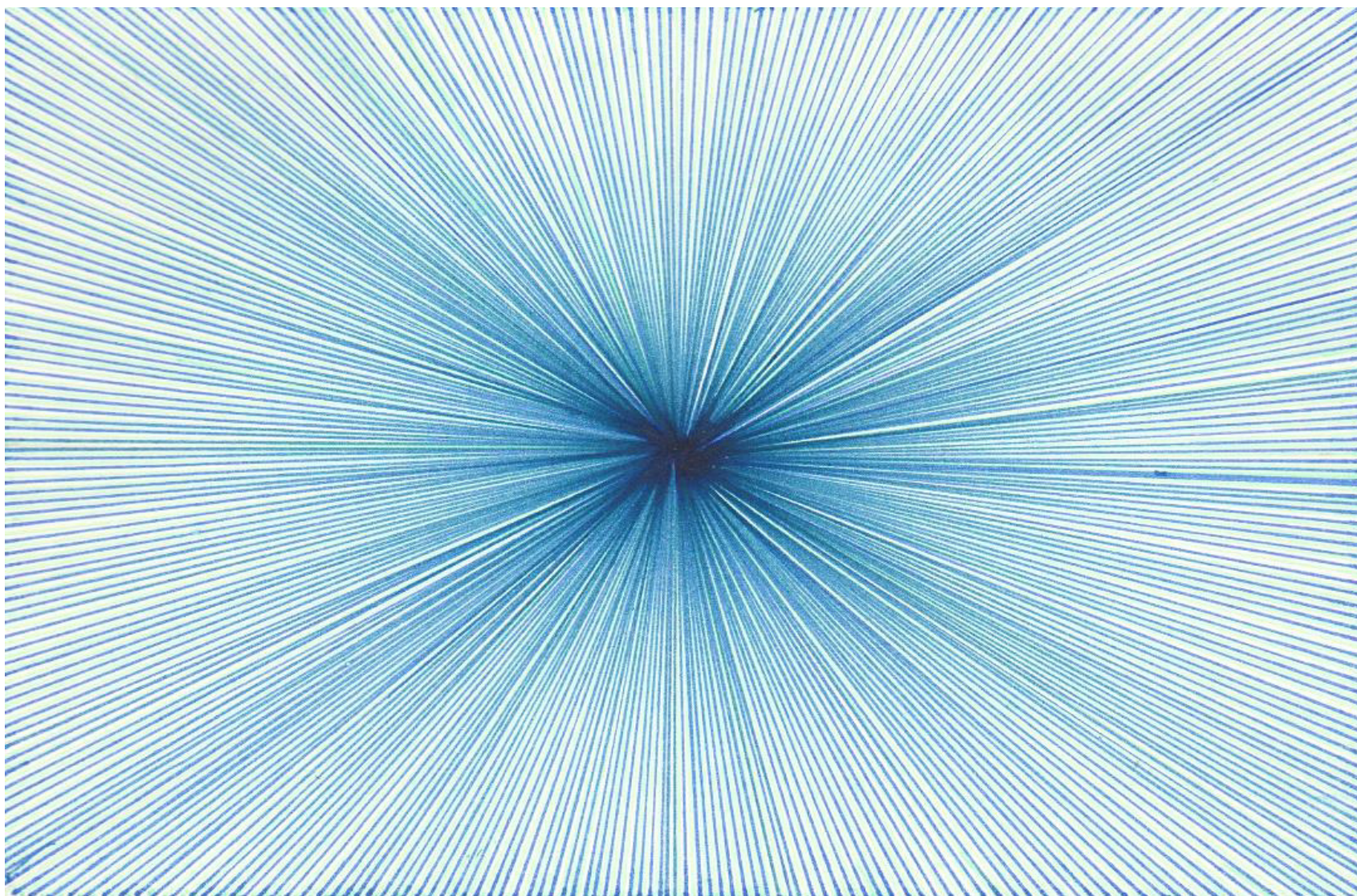


Figura 63. Boceto con rotuladores, prueba 4.



Figura 64. Boceto con rotuladores, prueba 5.

Tercera serie de bocetos

La tercera serie de bocetos para el desarrollo de las piezas con una serie que consistió en experimentar con otras herramientas, pero aplicando el mismo método, líneas consecutivas que conformen una superficie, con la variable de utilizar un objeto circular para guiar las líneas en la dirección de la forma de dicho objeto, el

resultado es similar que el anterior, pero se percibe como algo más integrado, las formas más definidas, las degradaciones del color están más sólidas que en la serie anterior. En este boceto se colocaron las tres versiones dentro del espacio designado para otorgarle a la composición mayor contraste, como conclusión en este aspecto se convirtió en un candidato a pieza.



Figura 65. Boceto con rotuladores, prueba 6.

Los bocetos que se iban realizando, se analizaron continuamente, cotejándose con el avance teórico, de manera objetiva la experimentación práctica progresaba en algunos ejercicios, pero todos los bocetos tuvieron la función de convertirse en un paso para el avance del proceso creativo. También se consideró como factor fundamental la meta para esta parte de la investigación que las piezas reflejen lo aprendido de lo que se ha consultado en las referencias teóricas, como apunte para los métodos que se fueran aplicando en la experimentación.

Dentro de esta serie en el desarrollo de la elaboración de los bocetos para las piezas se hizo una serie más variada, esta constó de cinco bocetos. El primero es una superposición de colores, son dos secciones horizontales que dividen en dos el espacio del soporte, el rojo y el azul, el cuestionamiento tenía el objetivo de obtener un resultado visual de cómo se vería el color como capa sobre los demás, para conocer si era posible mezclar los colores y que estos dieran la ilusión de los que quería obtener, al observar se aprecia de manera muy tenue, lejos del nivel esperado.

Los bocetos posteriores se convirtieron en ejercicios que debían proporcionar respuestas respecto a qué es lo que funciona, que sea coherente con la hipótesis, uno de ellos fue la síntesis de los elementos que conforman un paisaje, haciendo abstracción de las

formas en una composición habitual de los siguientes elementos: línea de horizonte, primer plano, segundo plano y tercer plano. La relación entre las tonalidades que se degradan a medida que los elementos se alejan desde el punto en que es contemplado, una iluminación tenue, simulando un amanecer, con el objetivo de interpretar la yuxtaposición del contraste de cada secuencia seleccionada, comprendí que los espacios en blanco entre cada línea hacían que los colores perdieran saturación.

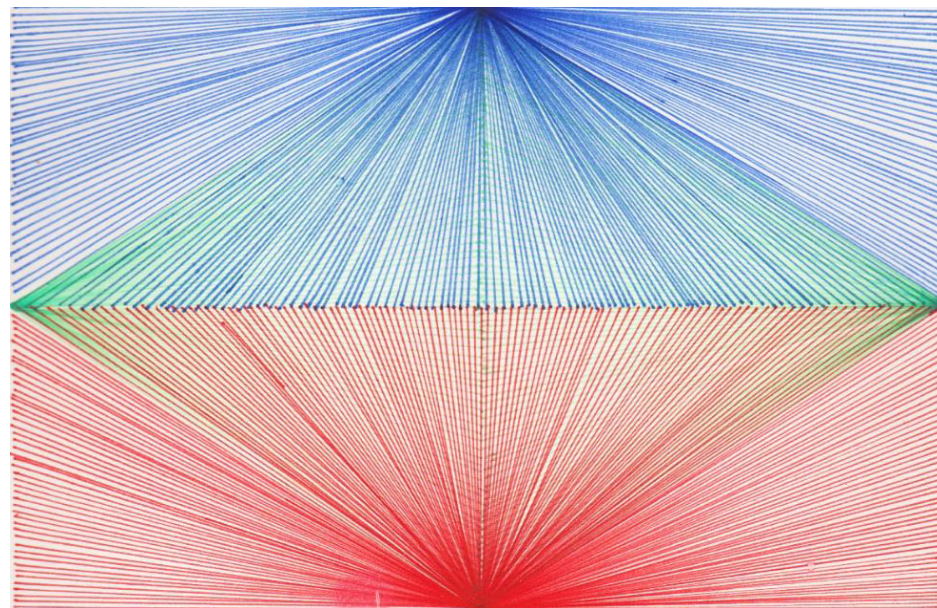


Figura 66. Boceto con rotuladores, prueba 7.

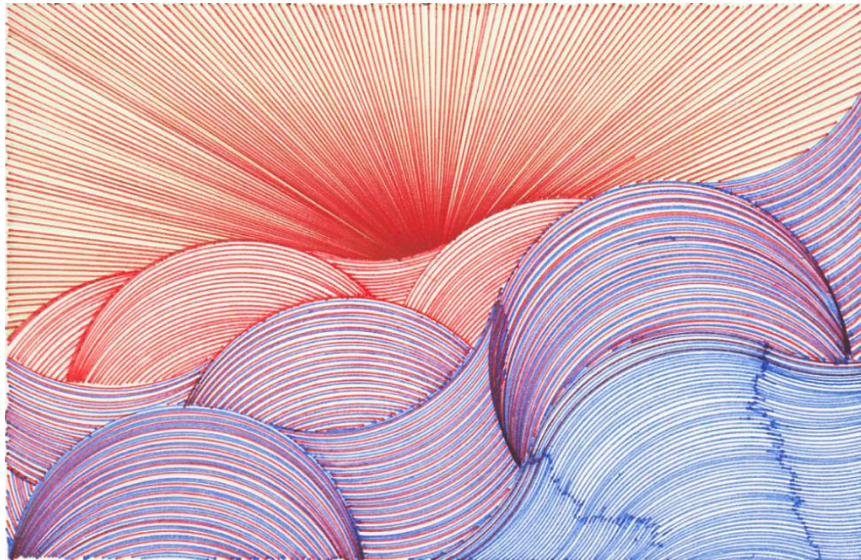


Figura 67. Boceto con rotuladores, prueba 8.

En dos bocetos posteriores se consideró hacer uso de una parte fundamental en el estudio del color, que tiene que ver con los degradados entre tonos, como cuando se realiza entre tonos complementarios o entre cálidos y fríos entre otros.

Estas escalas en los tonos se llevaron a cabo de uno a otro con patrones de líneas contadas, una barra de cinco líneas rojas con una

verde, cuatro barras de cuatro líneas rojas con una verde, siete barras de tres líneas rojas con una verde, diez barras de dos líneas rojas con una verde, 28 barras de una línea roja con una verde siguiendo esa secuencia a la inversa hasta llegar al color verde. Incluye una segunda parte en la que dividí por cuadrantes, cada uno era distinto con líneas verticales y horizontales, para saber que se puede obtener de diferentes tipos de patrones de líneas, formando cuadrículas, con los colores en superposición, yuxtaposición y en capas, al final los detalles importantes que pude percibir fue como el color base puede llegar a ser el dominante o viceversa, el más susceptible a ser opacado por los demás fue el verde y el azul, el rojo es innegablemente el más dominante, siendo que incluso dentro de la secuencia afecta a los demás lo que provocó que fuera difícil distinguir una diferencia significativa entre cada uno.

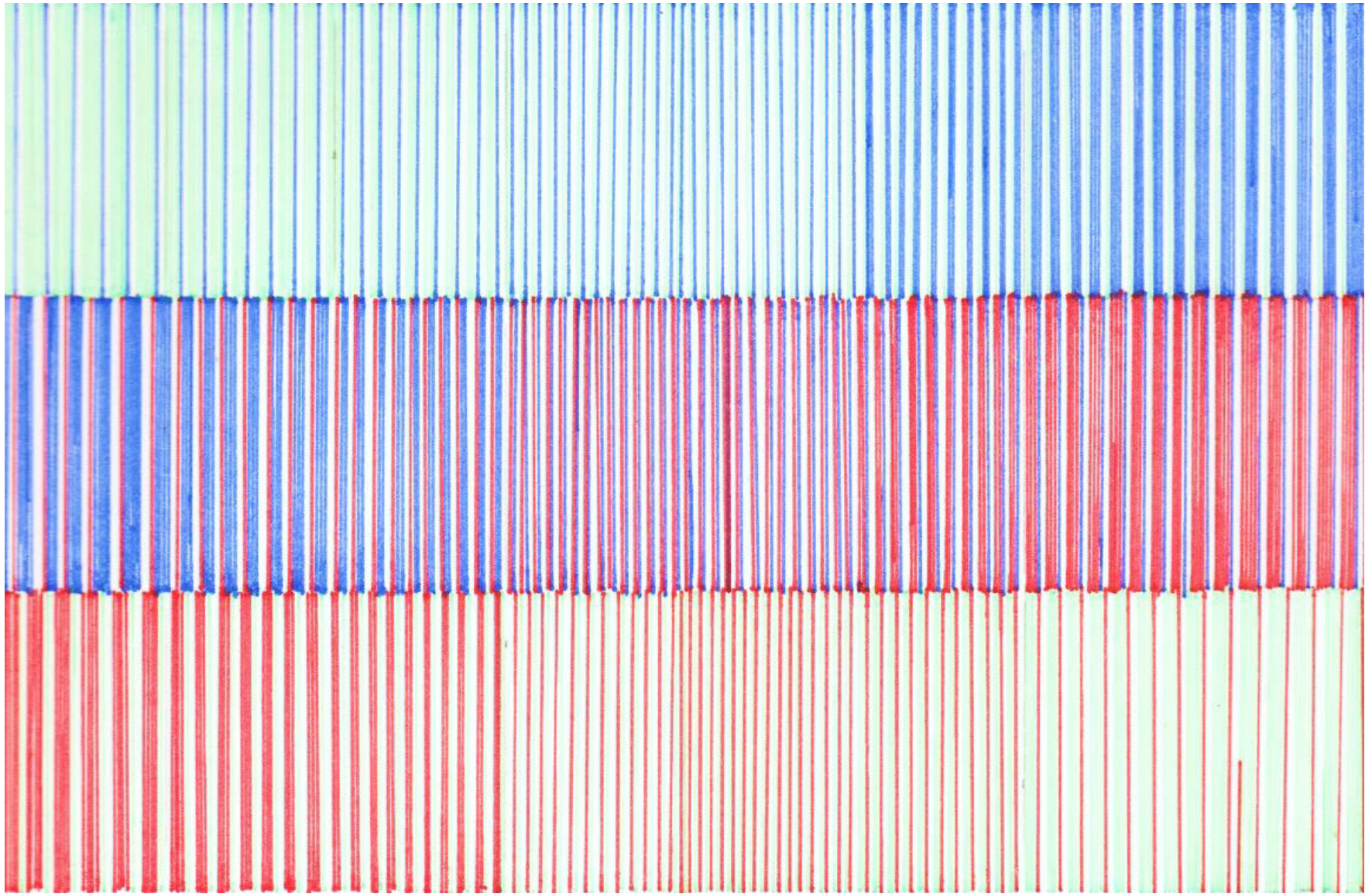


Figura 68. Boceto con rotuladores, prueba 9.

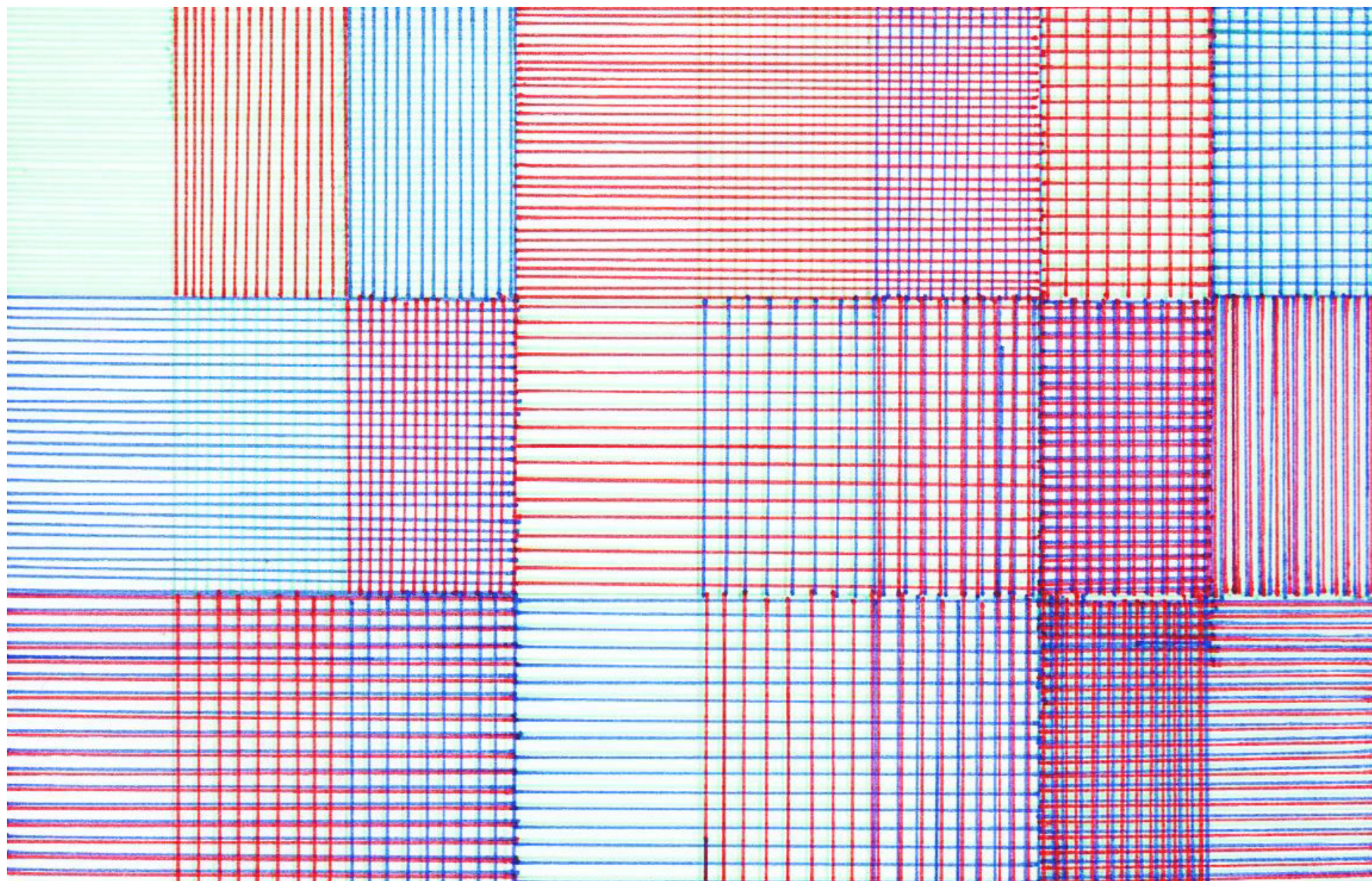


Figura 69. Boceto con rotuladores, prueba 10.

Cuarta serie de bocetos

Al llegar a esta parte del proceso los siguientes bocetos intercalan varios experimentos, el más constante era realizando trazos de la forma circular, se elaboraron cuatro bocetos abstractos donde el resultado marcó el cambio más significativo en esta exploración. Donde por fin se muestra mayor amplitud en el conocimiento aplicado, así como también la comprensión del color, generando más variantes tonales. Esto fue suficiente para hacer un veredicto, tomando la decisión en la producción de las piezas, sobre las ideas que podrían ser más acertadas.

En esta serie de bocetos se incluyeron los tres colores en la misma composición. Se descartó la opción de superponer colores, así como también combinando la premisa de los bocetos donde se aplicó la secuencia anterior que consiste en contar el número de líneas por patrón, pero no tenía que llegar de punto A a punto B, el punto A debía atravesar el punto B para nuevamente llegar al punto A, se descubrió que gracias a eso se podía expandir el número de matices que en conjunto se puede contemplar como la descomposición de la luz, así que en efecto se puede representar un arcoíris sin hacer mezcla de pigmentos, únicamente expandiendo los tonos.

Los bocetos se convirtieron en una dualidad, por un lado, se hicieron intentos de paisajes más complejos, y por otro se intentó sacar provecho de los tonos que había obtenido de los anteriores, se quitaron por completo los espacios en blanco, incluso la serie por sí misma tuvo el nombre “sin espacios en blanco”, se agregaron más herramientas con el objetivo de hacer énfasis en una zona más subjetiva, combinando figuras híbridas, entre lo recto y lo curvo. Se retomó el experimento inicial e haciendo una comparación de contraste entre matices puros con los colores de la luz, para ver si el verde podía hacer más visible el magenta, el rojo hacia el cian, y el azul hacia el amarillo, aquí se combinaron los conocimientos de Johannes Itten, Joseph Albers y los de Michael Bach. El más importante que representa la mezcla de ellas haciendo contraste entre el blanco y los colores que existen en el espectro visible humano.

En el aspecto de los paisajes lo más rescatable es que se pudieron conseguir con formas más orgánicas cierta ilusión de profundidad e iluminación, sin perder de vista el concepto principal.

Finalmente, pasados un par de meses del inicio de exploración, en este punto se consideró el final de la elaboración de los bocetos. Se hizo una cuidadosa selección sobre cuales ideas funcionan

mejor, que se podía agregar o quitar y cuantas piezas resultarían siendo elegidas, al igual que ideas se debían pulir o explorar.

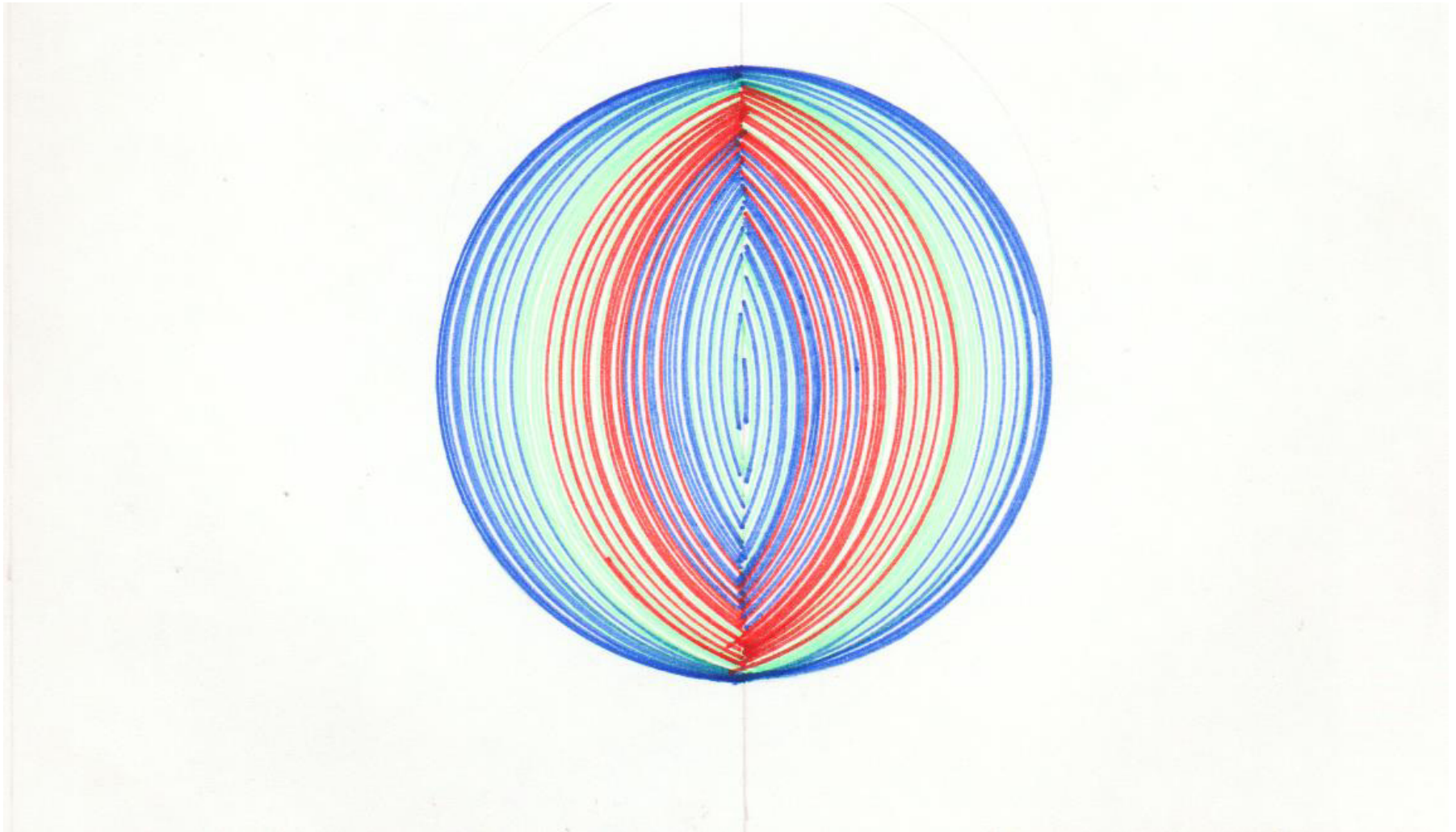


Figura 70. Boceto con rotuladores, prueba 11.

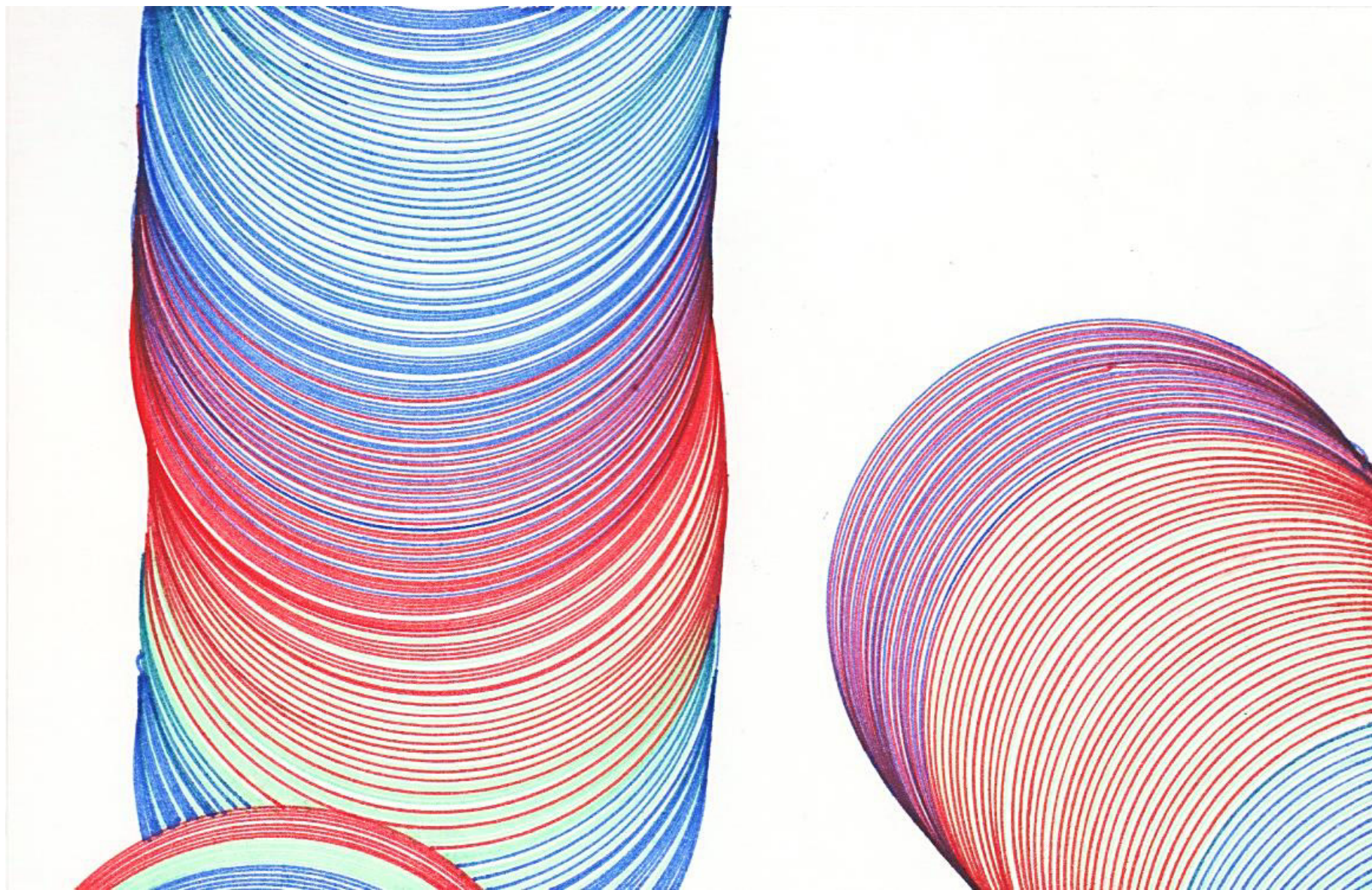


Figura 71. Boceto con rotuladores, prueba 12.

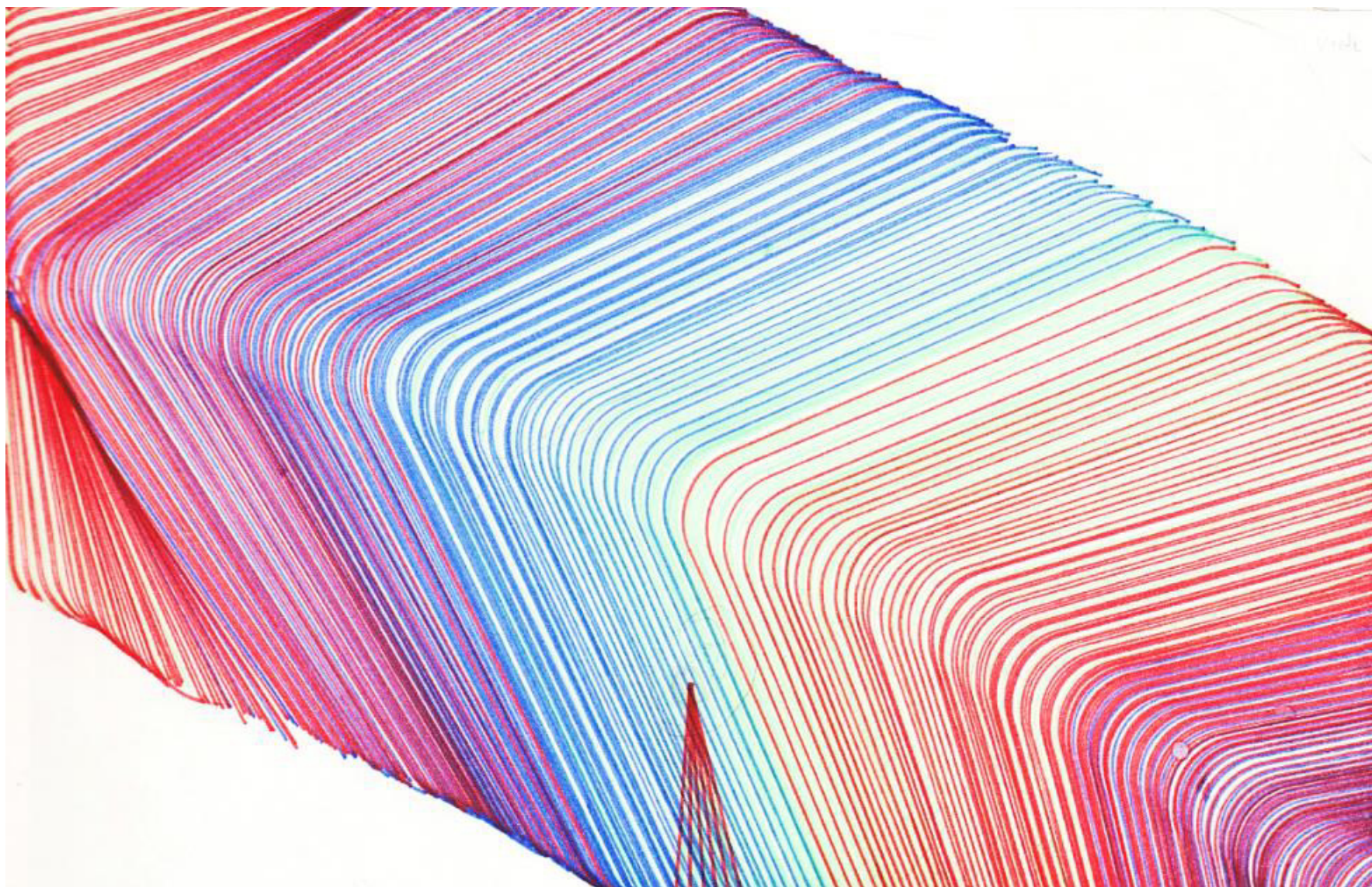


Figura 72. Boceto con rotuladores, prueba 13.



Elaboración de piezas

Figura 73. Obra en proceso, detalle.

Elaboración de piezas

Este proceso constó de nuevas etapas de experimentación, por varios factores, el primero era buscar transferir a las piezas el método aplicado con los que fueron realizados los bocetos, el segundo utilizar los materiales que se adquirieron para comenzar con el proceso de ejecución los cuales fueron: como soporte tablas MDF con una dimensión de 60 x 60 cm x 6 mm, imprimadas con pintura vinílica blanca y sellador 5x1, y como pigmento pintura acrílica, de los colores azul, rojo y verde fluorescente.

Se comenzó realizando pruebas en un soporte de papel cuché grueso para observar cómo se comportaba la pintura acrílica, a pesar de tener como referencia la primera obra realizada en el verano de la ciencia, esta vez con los patrones más angostos se tenía que volver a probar esta técnica. Nuevamente hecha esta prueba, trajo resultados poco convincentes, debido a que los materiales utilizados fueron diferentes para los bocetos, no hubo un vínculo entre las cualidades de la pintura, la transparencia con la que la tinta era absorbida por el papel, la pintura tiene un acabado demasiado opaco y terroso, el pigmento era más saturado. Con la intención de encontrar una solución se realizó otra prueba, esta vez se aplicaría la pintura sobre una de las tablas imprimadas. Se

diluyó la pintura con agua para hacerla más manejable y menos saturada lo suficiente para equilibrar el nivel de concentración que perjudicaba la percepción de los colores. No funcionó, la pintura se filtraba por debajo de la cinta y debía invertir bastante tiempo en corregir las imperfecciones de una sola línea, erróneamente se marcaron las líneas con lápiz de grafito suave e hizo que la transparencia de la pintura se ensuciara y se convirtiera en un color grisáceo. Otro detalle es que la pintura verde al ser un color Neón o fluorescente era difícil de contemplar, por el alto grado de intensidad en sí mismo del tono, se optó por mezclarlo con pintura blanca y eso le quitaba la propiedad de transparencia y junto al rojo hacía imposible mezclar ambos colores, después de repetir lo anterior diluyendo la pintura en el agua provocó que el color se tornara demasiado brillante irónicamente hacía más agotador para la visión por que la transparencia convertía el tono en una sensación dolorosa.

Como conclusión de este proceso se determinó que sería inviable usar pinturas acrílicas para tal magnitud del trabajo y con la calidad resultante de las piezas, lo que llevó a hacer un replanteamiento de la ejecución del proceso de elaboración. Afortunadamente aún se conservaban los marcadores utilizados en los primeros ejercicios, así que utilizando la misma tabla como

soporte de prueba sobre la que se aplicaron las pinturas acrílicas, se aplicó el mismo proceso trazando las líneas con una regla de medir. Comparando los resultados de la tabla con los del papel y la sección pintada con acrílicos, los resultados fueron más satisfactorios y visibles que los de la pintura acrílica. La tinta de marcador indeleble tiene un acabado traslúcido a pesar de su consistencia solvente, con apariencia acuosa y lo suficientemente pigmentada, dejando trazos mucho más precisos en las líneas completamente rectas sin imperfecciones. El verde fluorescente era menos penetrante que su semejante en acrílico, y se mezclaban a la vista del espectador perfectamente entre sí. Cómo la aplicación de la tinta era constante, los marcadores se secaban así que fue necesario adelgazar la tinta con solventes como acetona pura y alcohol etílico, que también sirvieron para limpiar las herramientas de trazo, su administración era con un gotero farmacéutico en los cartuchos de los marcadores lo que prolongaba su vida útil y era menos probable que se desbordara y manchara alguna superficie.



Figura 74. Marcadores y rotuladores.



Figura 75. Acetona y alcohol con gotero.



Figura 76. Marcadores y rotuladores.

Para replicar lo que se había hecho en los bocetos se adaptaron algunos objetos que permitieran crear formas similares sobre las tablas, se usaron pequeños platos de plástico, se recicló un pedazo de acrílico, cortándolo y lijándolo lo más posible para eliminar los bordes picudos y convertirlos en esquinas redondeadas, se utilizó una regla T de 60cm para planos arquitectónicos. Estas herramientas completaron los requerimientos de cada boceto en las piezas permitiendo ampliar la experimentación con las líneas y la composición de las piezas.

Para la composición de las piezas se hicieron mediciones trazando una retícula en patrón de secuencia como guía, esta vez

usando un lápiz duro de color metálico. Toda la composición de las piezas de las se planearon utilizando nociones básicas de la geometría por medio de medidas, guías y proporciones específicas, en algunas de las más complejas no estaba totalmente determinado así que sólo hubo un punto de referencia para hacer los trazos de las líneas ya sea en la parte central del soporte, variando los trazos más libremente, a medida que avanzaba con el grosor de las líneas las cuales eran determinadas por el propio aplicador hizo que fuera más sencillo y armonioso el gesto. El proceso fue totalmente pictórico, con el tratamiento que tuvo la creación de las imágenes y el acabado que a pesar de ser algo esquematizado, permitió un moderado nivel de flexibilidad, soltura, pero sobre todo orden, limpieza y homogeneidad lo que, acorde a los bocetos elaborados conformaron el catálogo en su totalidad. Algunas de las series comparten el mismo proceso lo que las hace similares y distintas, por lo que se determinó que debían preferentemente ser observadas de manera independiente creando variantes de la misma composición o uso de los colores.

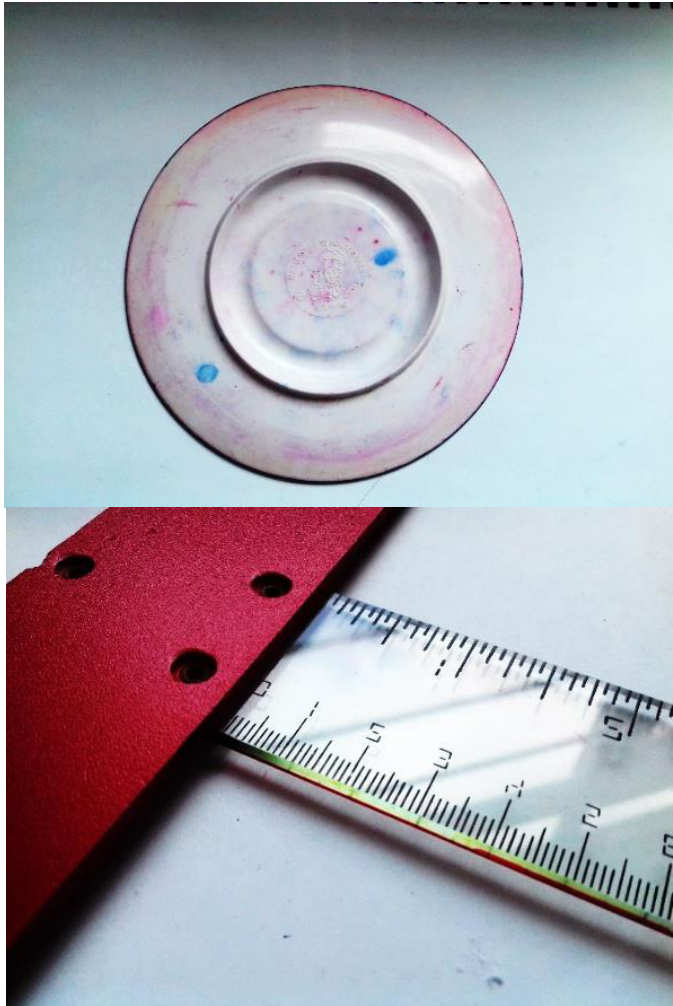


Figura 77,78. Herramientas de trazado.

Dos piezas no comparten el mismo proceso (fig. 95 y 96) se aplicaron tal cuál las técnicas de pintura figurativa con pintura acrílica negra, blanca y marcadores. El primer paso fue usar dos fotografías de referencia, editarlas para convertirlas en modo escala de grises e imprimirlas en papel bond. Se hizo un cálculo para que las medidas coincidieran con el tamaño de las tablas; se aplicó el método de cuadrículado, la impresión de referencia dividiendo en diez partes por cada lado haciendo lo mismo sobre el soporte a proporción, dibujando a detalle lo que se debía pintar, una vez terminado el boceto se hizo una disolución de pintura con agua creando una gama saturación del color negro, pintando lo más fidedigno posible con las fotografías, una vez finalizadas la pinturas con cinta de enmascarar se trazaron líneas con un grosor aproximado de 4 mm de ancho por división de escala sobre el fondo de una de las piezas a lo largo y ancho del soporte en este caso, en otras partes que conformaban ciertos elementos se disminuyeron a 2 mm de ancho, cubriendo con varias capas de pintura acrílica blanca. Una vez que las líneas cubrieran la superficie fueron pintadas con diferentes marcadores los tonos. El objetivo fue hacer evidente el efecto acuarela sobre otro tipo de elementos que pudieran reflejarlo.

Conclusiones

La percepción visual a color es clave en la visión humana. Es una de las cualidades de la visión central con la función de identificar la ubicación, forma y textura de los objetos, siendo un rasgo evolutivo que nos caracteriza. Es altamente subjetiva, esta se determina por los factores externos del entorno, puede influenciarse por diversos parámetros en los que dado el cambio en las condiciones de su contexto crea un sin número de variables y esto ayuda a diversificar las versiones de los tonos y como el color es percibido. La percepción visual en sí misma es la acumulación de una serie de procesos internos complejos en los que de la manera más eficiente se hace lo posible por tener una imagen detallada del entorno, así como posteriormente su interpretación tratando de acercarnos una versión lo más cercana a la realidad.

Se puede concluir que el ser humano contemporáneo cuenta con un sistema visual que tal como está compuesto le ha permitido experimentar un mundo colorido, con amplia variedad de gamas cromáticas que satisfactoriamente han cumplido su función como mecanismo de supervivencia, cuya aplicación ha trascendido de las necesidades vitales llevándonos a tener gran diversidad de experiencias sensoriales más complejas y cómo derivada de las

vivencias humanas en diversos ámbitos, por medio de la asociación pueden contener un significado más profundo las cuales pueden afectar al entendimiento de las cosas e incluso al comportamiento.

En el área de las artes la percepción visual como propuesta conceptual aplicado a diferentes procesos artísticos, ha contribuido en las investigaciones científicas relacionadas al tema, y en el desarrollo de nuevas tecnologías para la replicación fiel del color. Muchos pintores y maestros han colaborado en la investigación de los fenómenos perceptuales, así como la representación de otros efectos relacionados con la visión, la luz, el color u otros procesos mentales, sus atribuciones han implementado el paradigma en lo que hoy conocemos en la teoría del color, siendo una de las bases en el aprendizaje de disciplinas como la pintura, el dibujo, la fotografía e incluso para propuestas conceptuales. En el transcurso del aprendizaje de las artes en las instituciones es fundamental contar con el aprendizaje transdisciplinar de los aspectos teóricos en la enseñanza de la composición y teoría del color. El constante manejo de materiales aplicando de manera práctica las técnicas artísticas otorgan un entendimiento más intuitivo, pero al complementar con los conceptos abordados en este texto aporta una perspectiva de mayor amplitud racionalizando muchos

aspectos técnicos en el uso de las formas y los colores en las composiciones artísticas y visuales.

Se entiende entonces que la interpretación de obras artísticas enfocadas al estudio o representación de fenómenos perceptuales pueden provocar en quien las percibe una experiencia sensorial placentera, o por lo menos introspectiva, se tiene de manera visible y tangible las cualidades y características de los procesos mentales que hacen que se lleve a cabo la visión, conociendo también sus limitaciones. Al conocer esas limitaciones se abre el camino para poder explorar las posibilidades que pueden desarrollarse en un proyecto artístico.

Para este proyecto fue indispensable analizar toda la información referente, formar un criterio crítico, y saber cómo extractar ese conocimiento, para tener la capacidad de adaptar todo lo investigado como lenguaje visual y en este caso pictórico, usando varios conceptos como punto clave como en este caso la asimilación y el color.

El color es un elemento subjetivo que nos ayuda a percibir con objetividad los detalles de las cosas, pero este puede sufrir cambios en sus cualidades al estar rodeado de variables en diferentes contextos, también puede ser representado indirectamente. Se ha mencionado a lo largo de este proyecto que el cerebro experimenta

el fenómeno de asimilación al tener una imagen que esté compuesta por elementos que tengan alguna similitud, proximidad etc. El conjunto de estos elementos puede hacer que se interpreten como formas que finalmente formen una imagen completa, en este caso esta premisa es lo que produce el efecto del color indirectamente representado o sugerido, para estas piezas el haber trazado líneas de color en orden secuencial dio como resultado una serie de obras que representan este fenómeno.

El proceso en las exploraciones con los materiales tuvo su propio apartado de investigación dado el grado de complejidad, al ser un proceso totalmente experimental fue realizándose poco a poco sin la certeza de que las obras pudieran mostrar lo que se estaba tratando de representar, pero tras prueba y error finalmente se pudieron realizar las piezas sin ningún inconveniente.

Este proceso de aplicación de conceptos técnicos en piezas artísticas concluyó en abordar un aspecto de la percepción visual acotando este proyecto con la muestra de una versión que enlaza los elementos que componen la fisiología ocular con la síntesis aditiva y posteriormente la asimilación del color. Al final lo que se llevó a cabo fue su representación con materiales artísticos directamente a la superficie de los soportes coloreándolos con los tonos designados para este proyecto, creando contraste de la

secuencia de líneas con los mismos tonos en diferente orden. Este experimento perceptivo también retrata la analogía de la síntesis aditiva con su aplicación en los medios tecnológicos, como las pantallas de los aparatos electrónicos que realizan la mezcla de los colores luz y crean las imágenes digitales. Este experimento tiene por supuesto sus limitaciones, pero es interesante mencionar como los progresos en la tecnología hacen que las representaciones de los dispositivos electrónicos sean cada vez más fieles con la manera en la que la visión humana percibe la realidad. Este proyecto intenta retratar la forma más elemental en la que vemos los colores ya sea en la realidad sobre soportes físicos así como también en diferentes aparatos electrónicos con los que actualmente tenemos mucha familiaridad, sobre todo en estos tiempos donde el manejo de estos dispositivos se ha convertido en un hábito cotidiano y en su totalidad cuentan con las herramientas necesarias para la constante creación de imágenes digitales que precisamente son sistemas artificiales que replican la percepción visual.

Con estos resultados se puede demostrar que no se necesita una fuente de luz para que la misma visión y el cerebro interprete estos colores, concepto que ha sido cuestionado en muchas ocasiones, explorando las posibilidades para que el cerebro pudiera asimilar

mezclas indirectas, o mejor dicho el sólo utilizar los colores pigmento simplemente acomodados en secuencia para generar ilusiones ópticas.

Para poder apreciar las piezas eficazmente se debe observar desde diferentes distancias se puede probar primero teniendo una distancia moderada de la pieza preferentemente a más de un metro, el cerebro hace que los detalles de la imagen se compacten y favorezca al fenómeno de asimilación, haciéndolo más perceptible. Posteriormente se debe observar a más cercanía, aunque el efecto disminuya se logra hacer énfasis en los detalles de algunas partes de las piezas. Preferentemente se recomienda descansar la visión en alguna superficie diferente por un tiempo breve, debido a que la estimulación prolongada deja una “huella” temporal en el cerebro y estos colores se mezclen con la imagen actual.

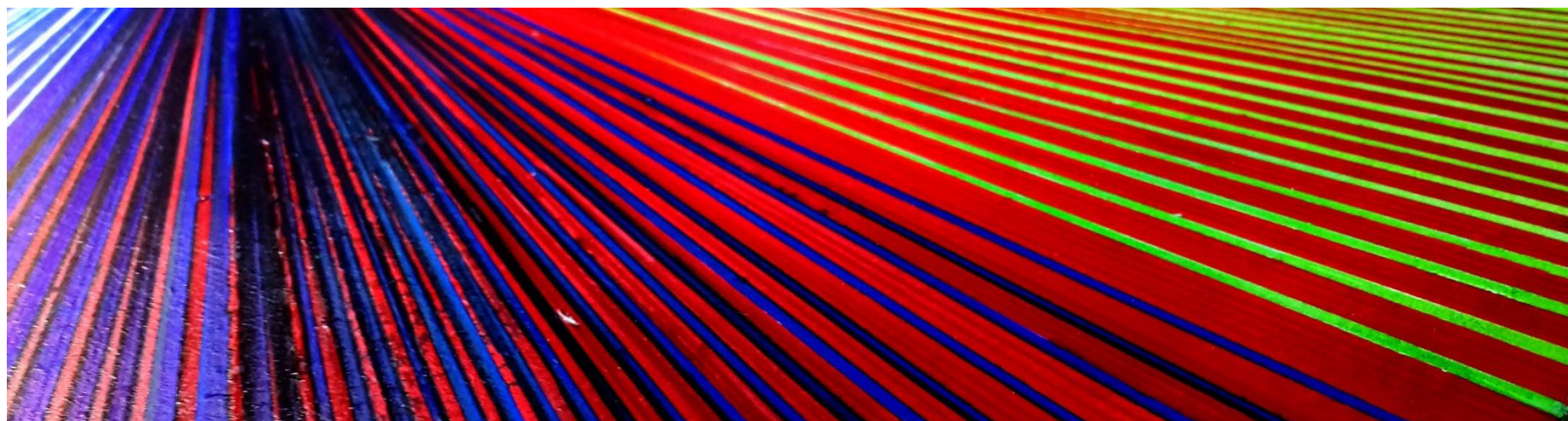
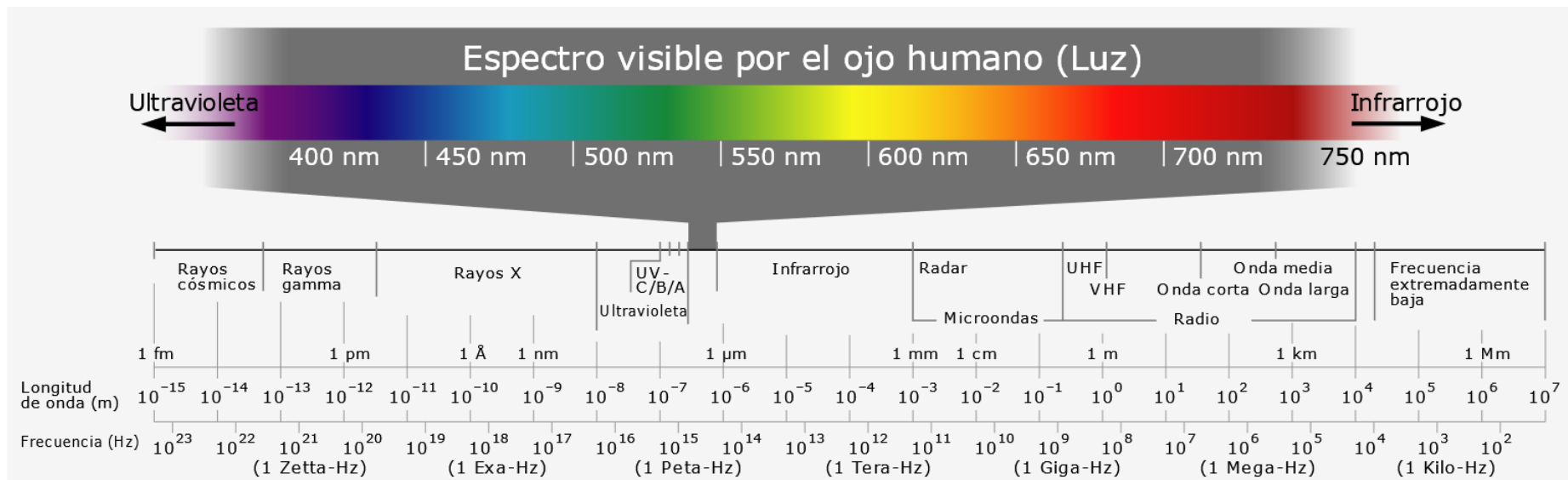


Figura 79 y 80. Comparación entre el espectro visible y el detalle de Descomposición cromática.



Catálogo de obra

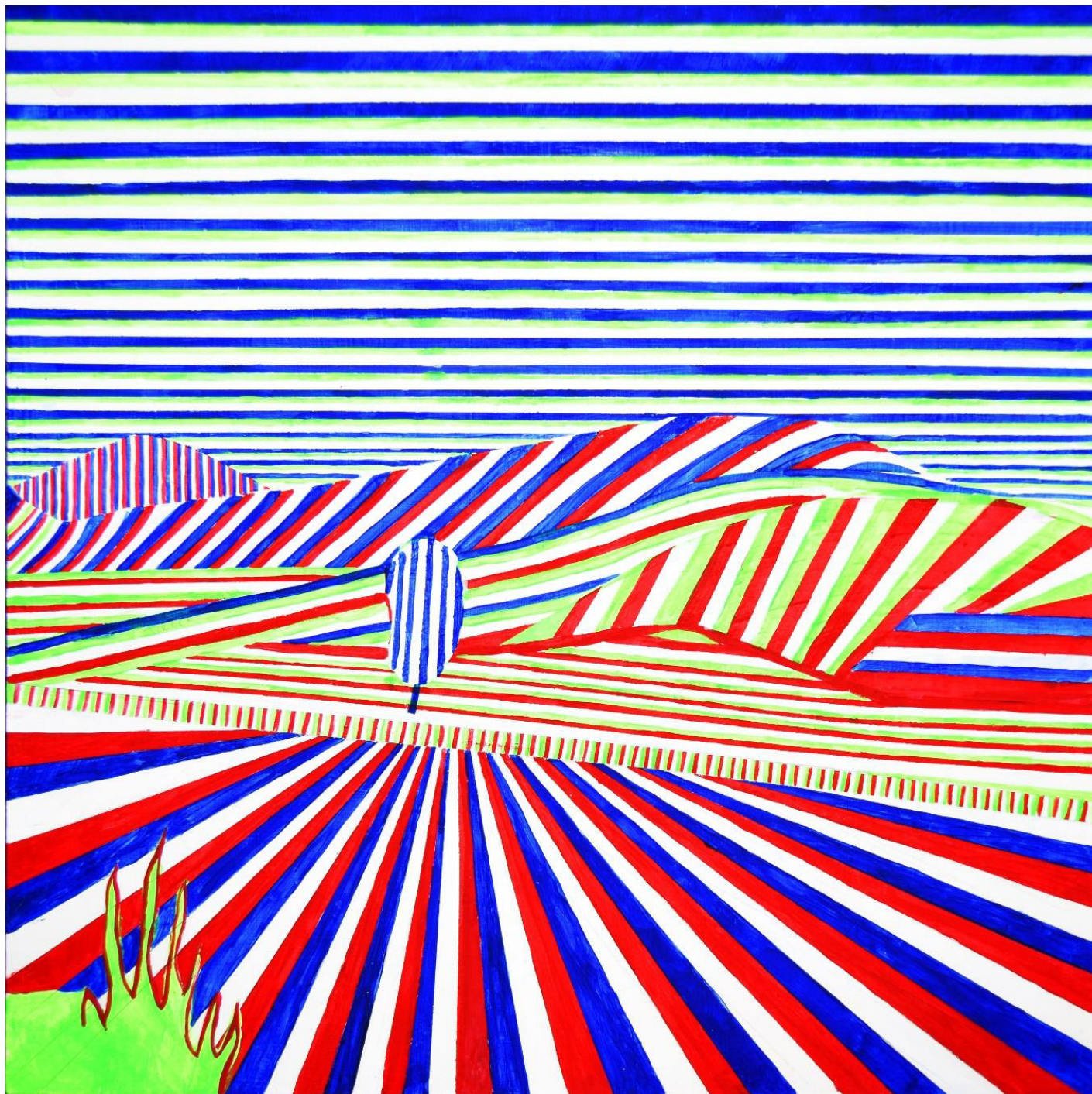
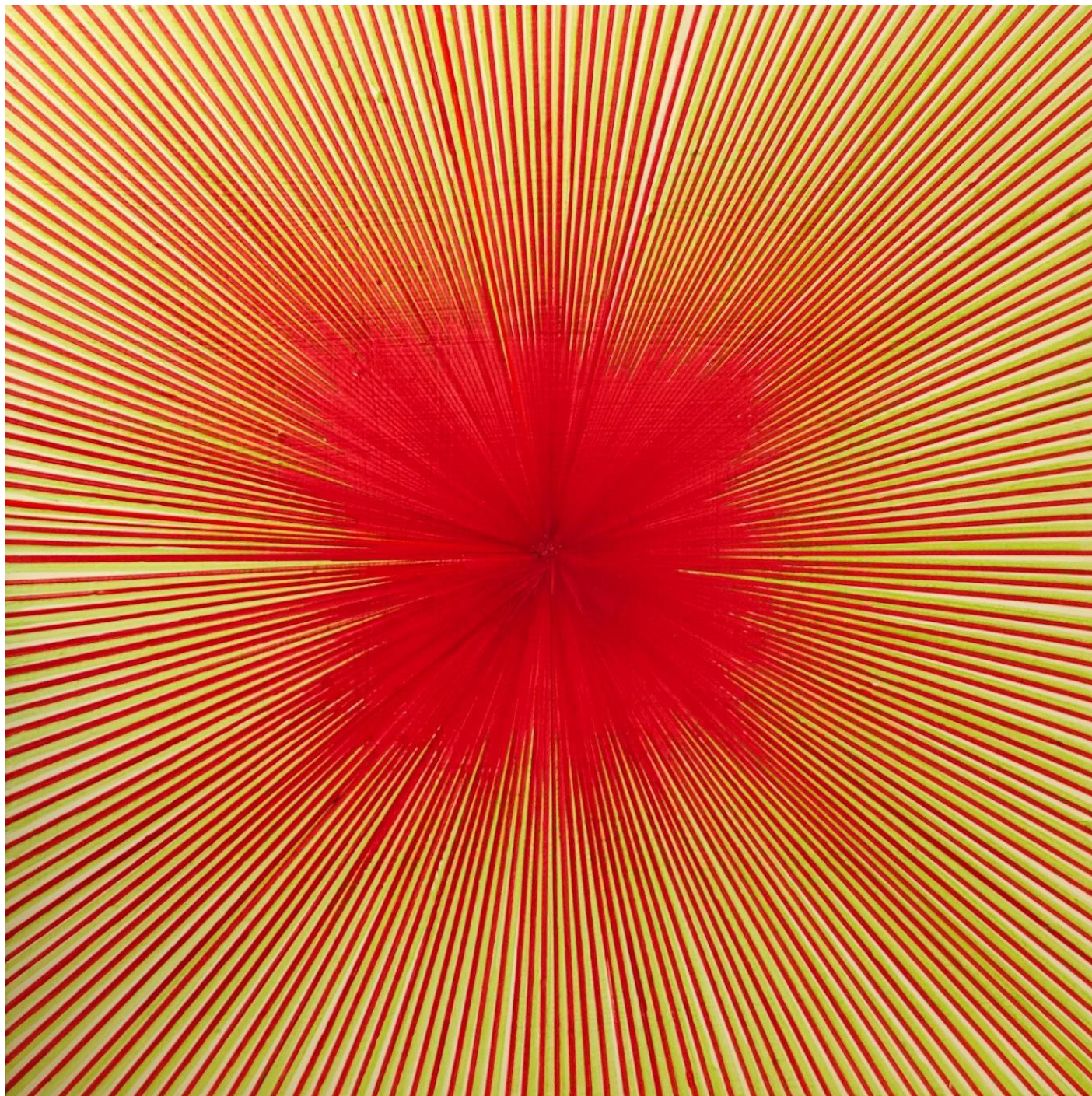


Figura 81. Paisaje Tricromático 1, acrílico sobre MDF, 60 x 60cm.



*Figura 82. Amarillo, tinta sobre MDF,
60 x 60cm.*



*Figura 83. Magenta, tinta sobre MDF,
60 x 60 cm.*

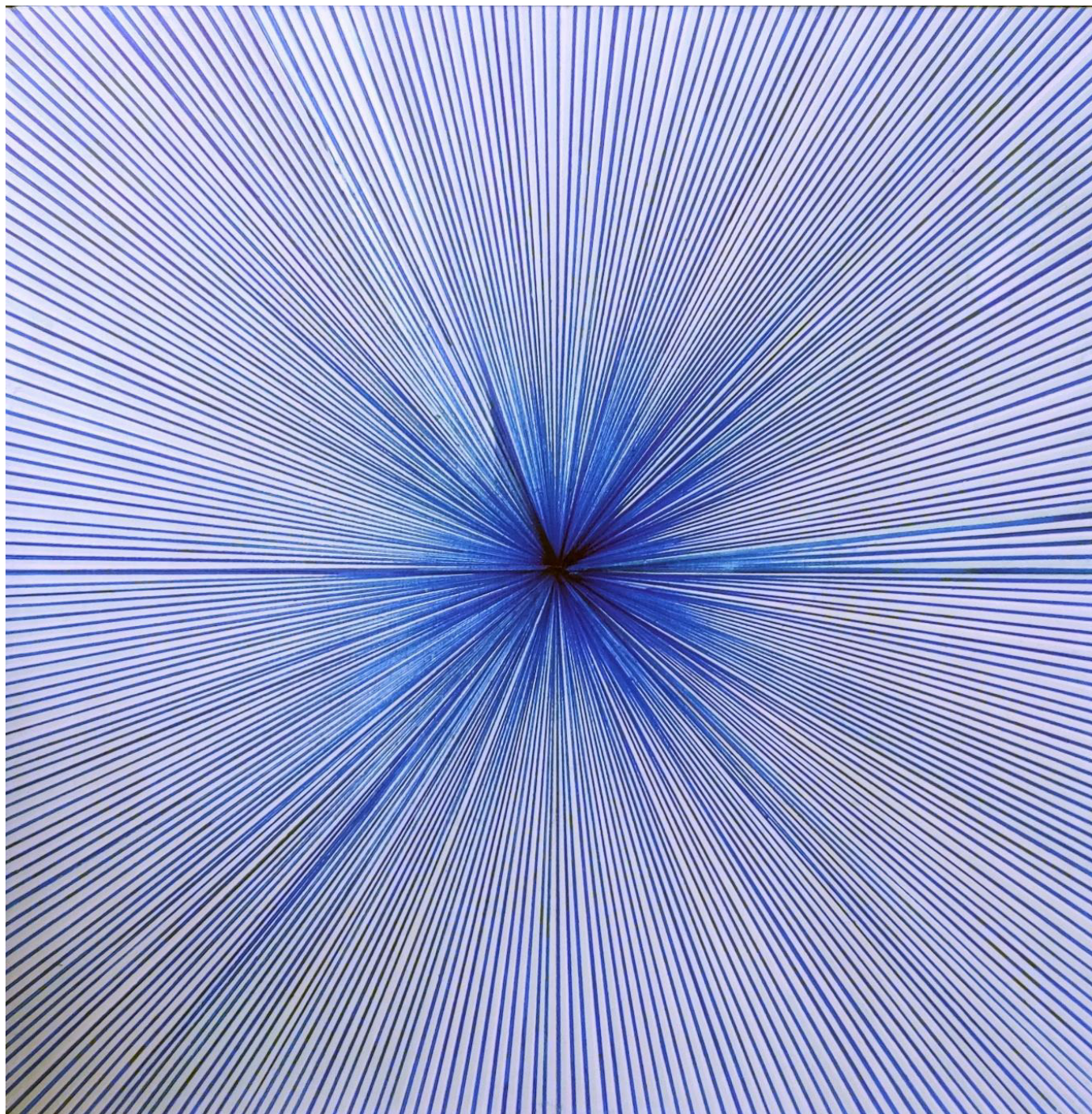
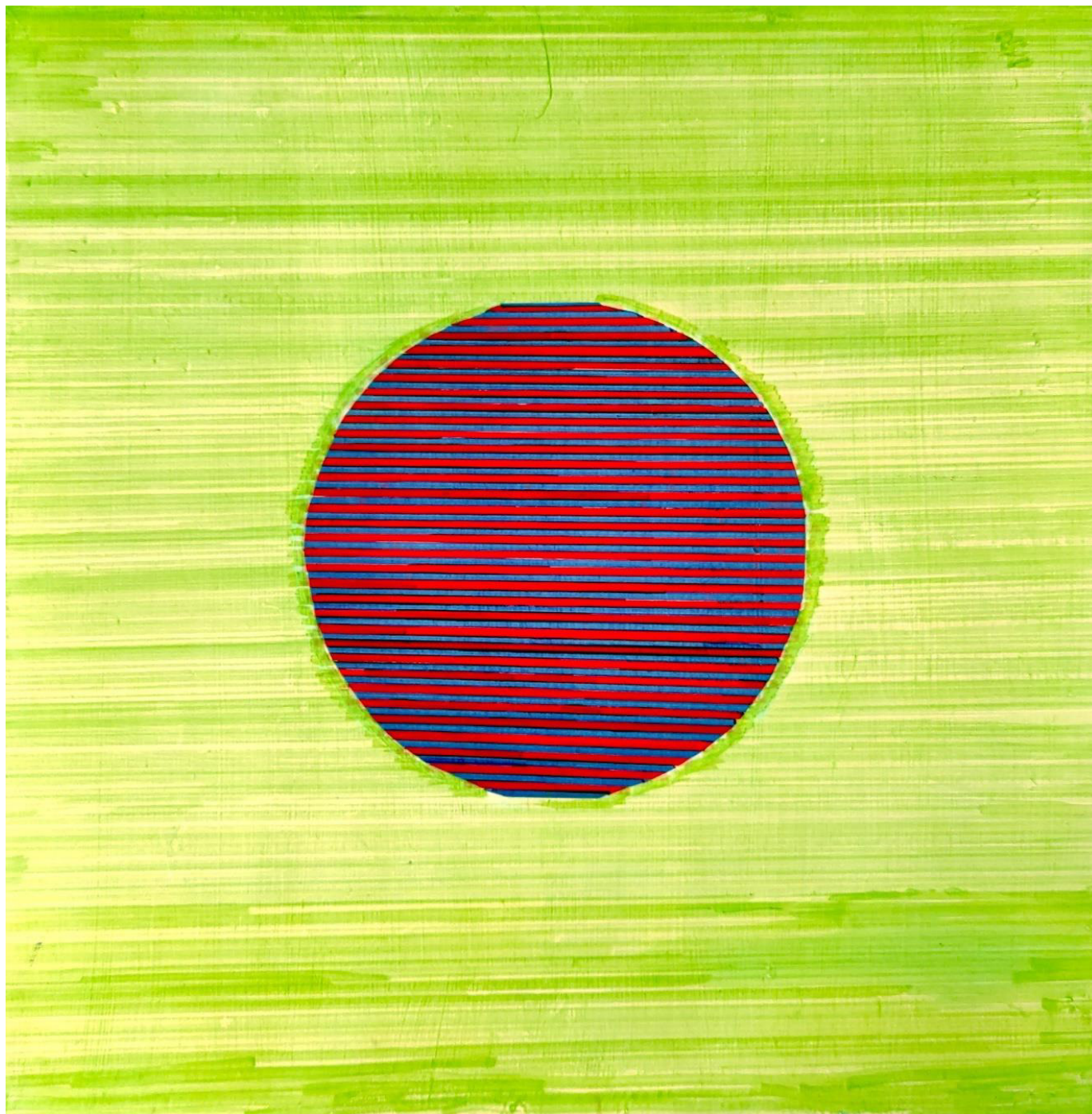
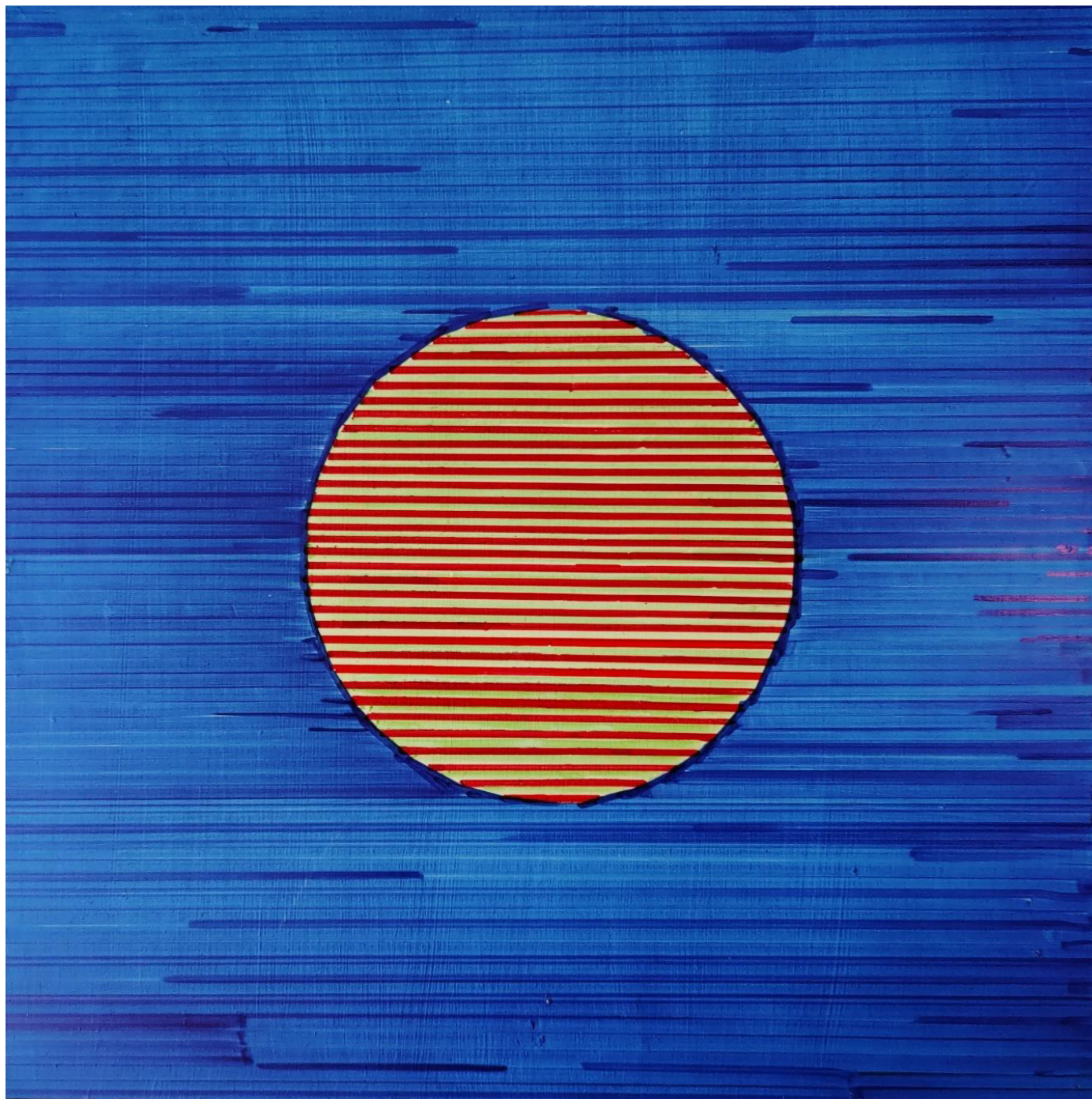


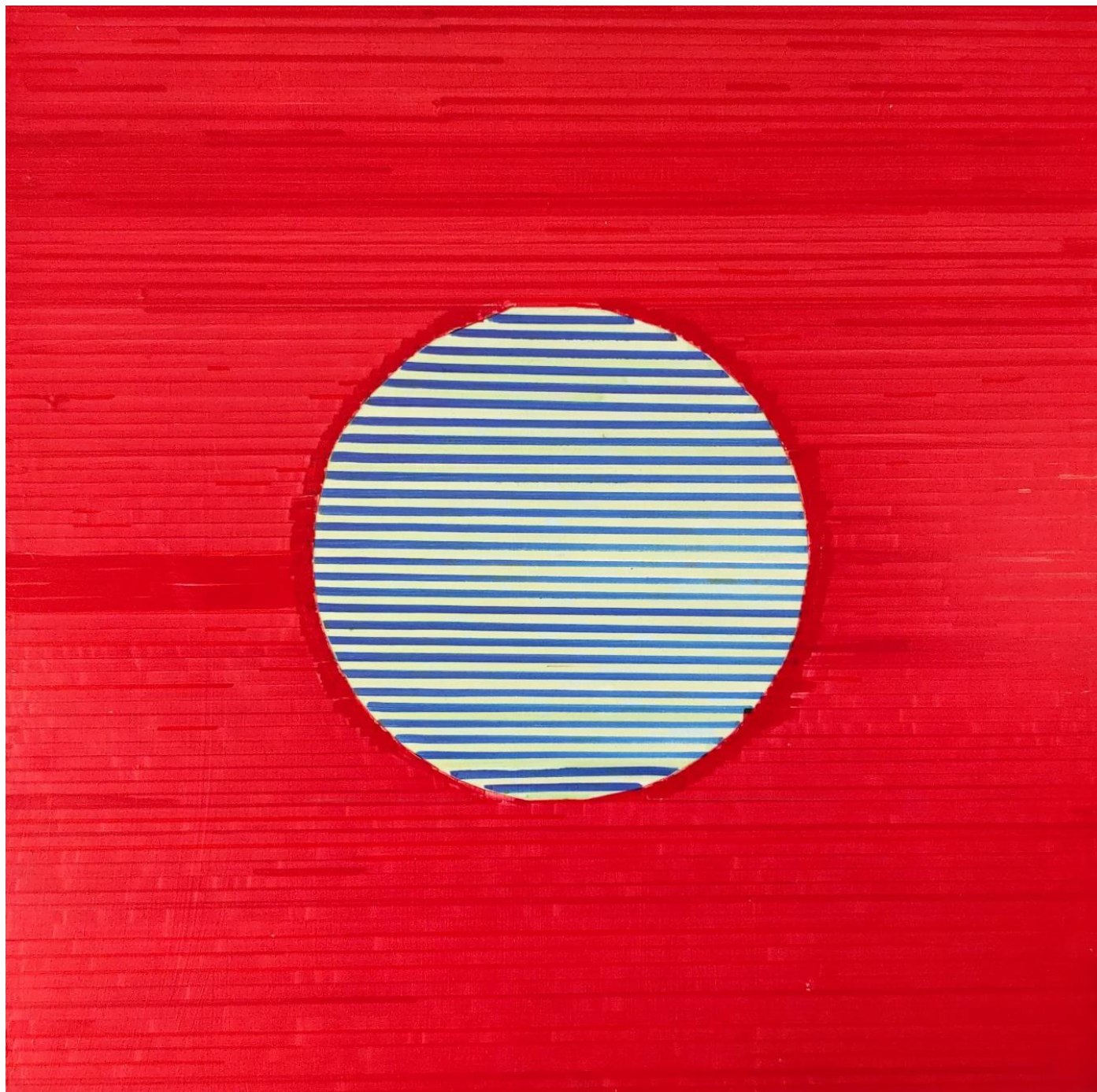
Figura 84. Cian, tinta sobre MDF, 60 x 60cm.



*Figura 85. Sin título, tinta sobre MDF,
,60 x 60 cm.*



*Figura 86. Sin título, tinta sobre MDF,
60 x 60 cm.*



*Figura 87. Sin título, tinta sobre MDF,
60 x 60 cm.*



Figura 88. Síntesis cromática aditiva, tinta sobre MDF, 60 x 60 cm.

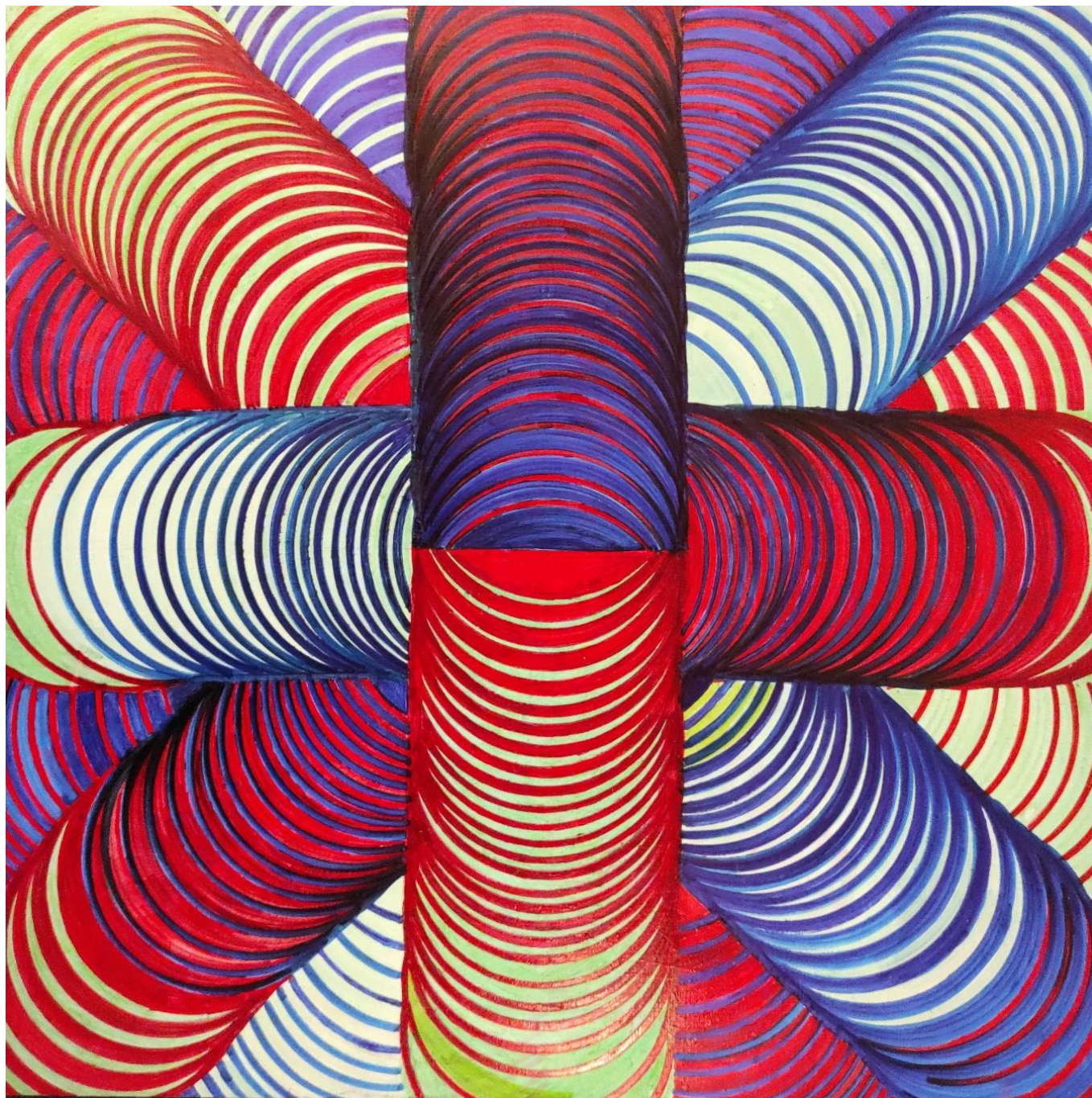


Figura 89. Sin título, tinta sobre MDF, 60 x 60 cm.

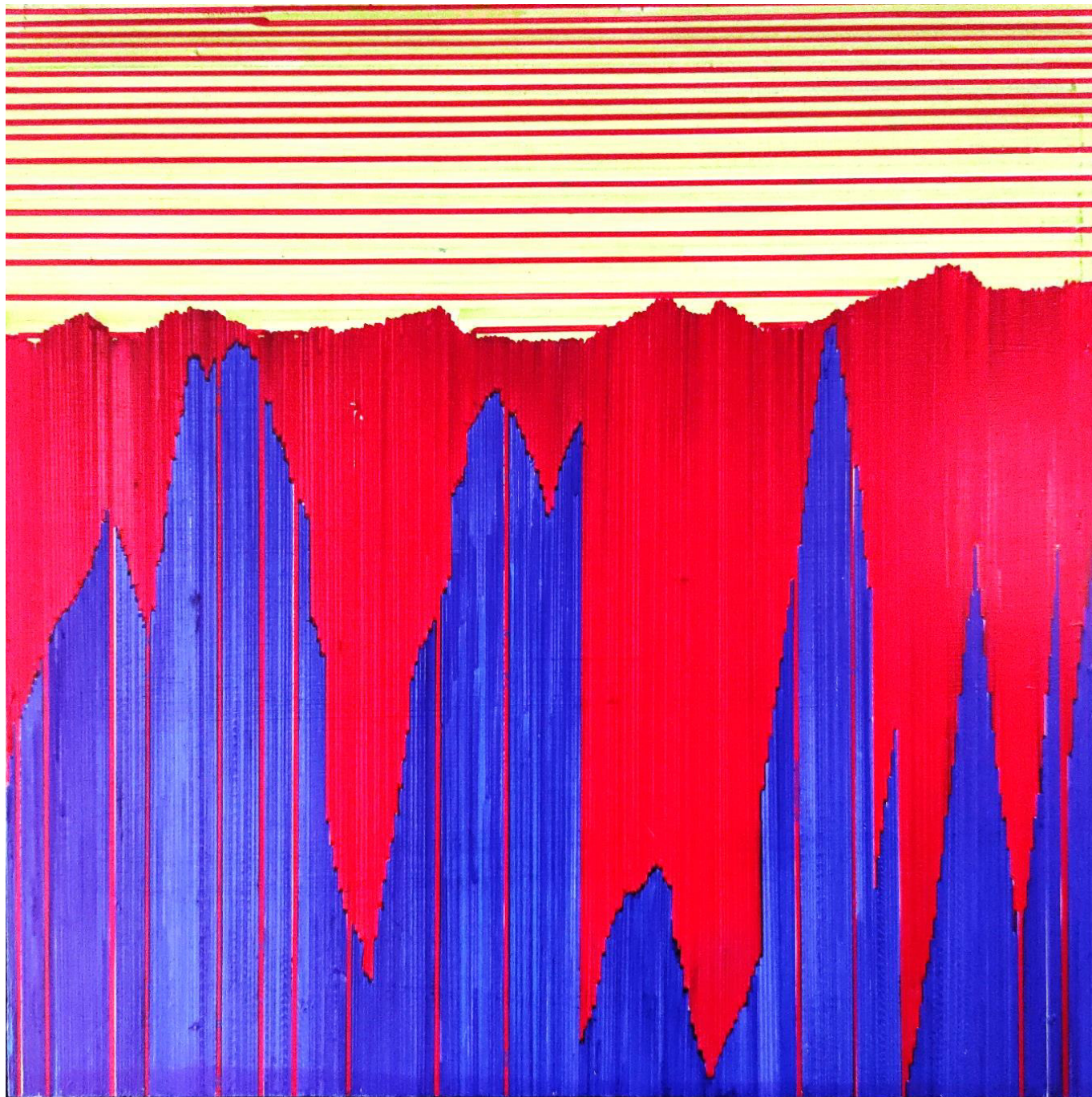
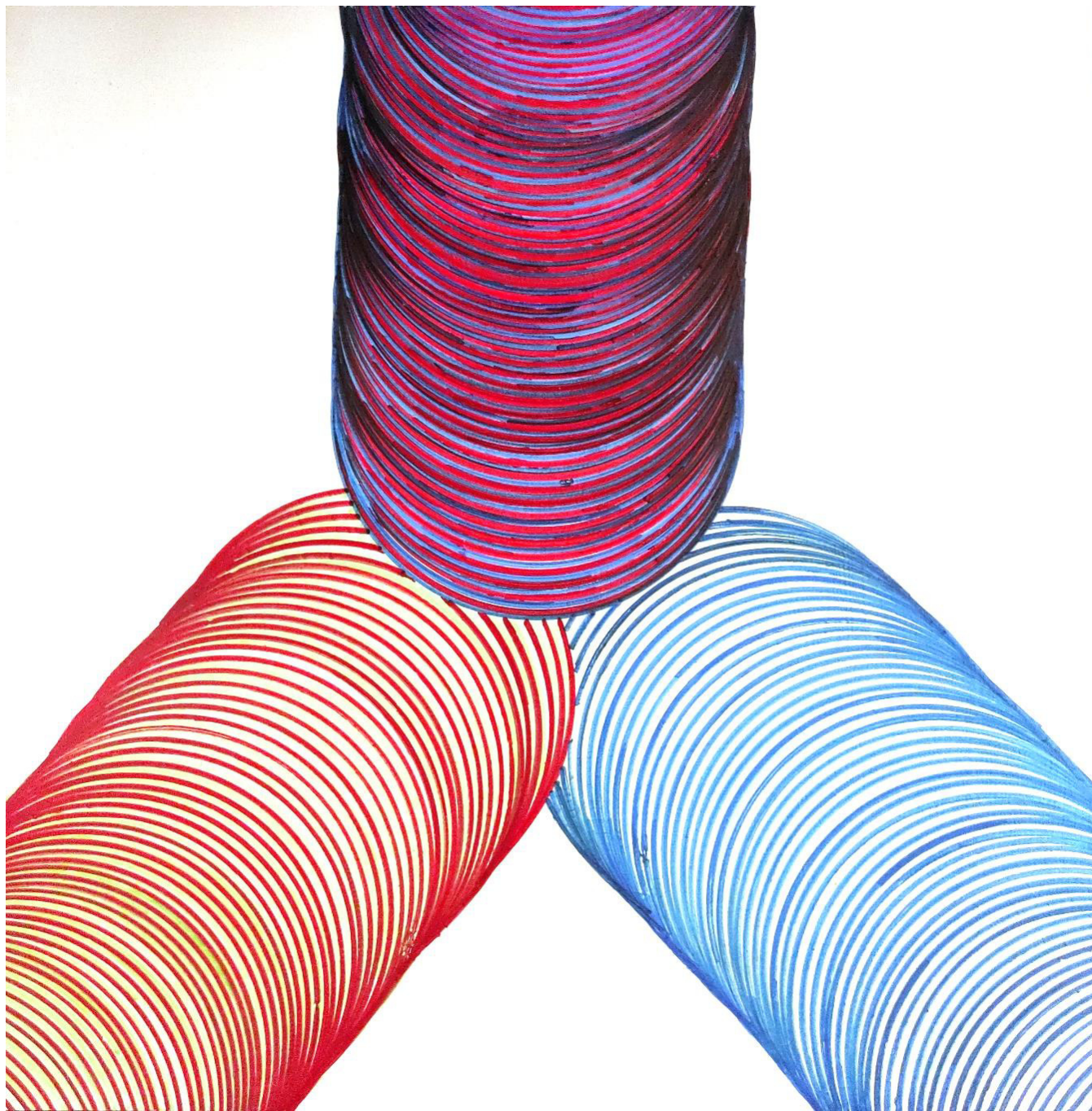
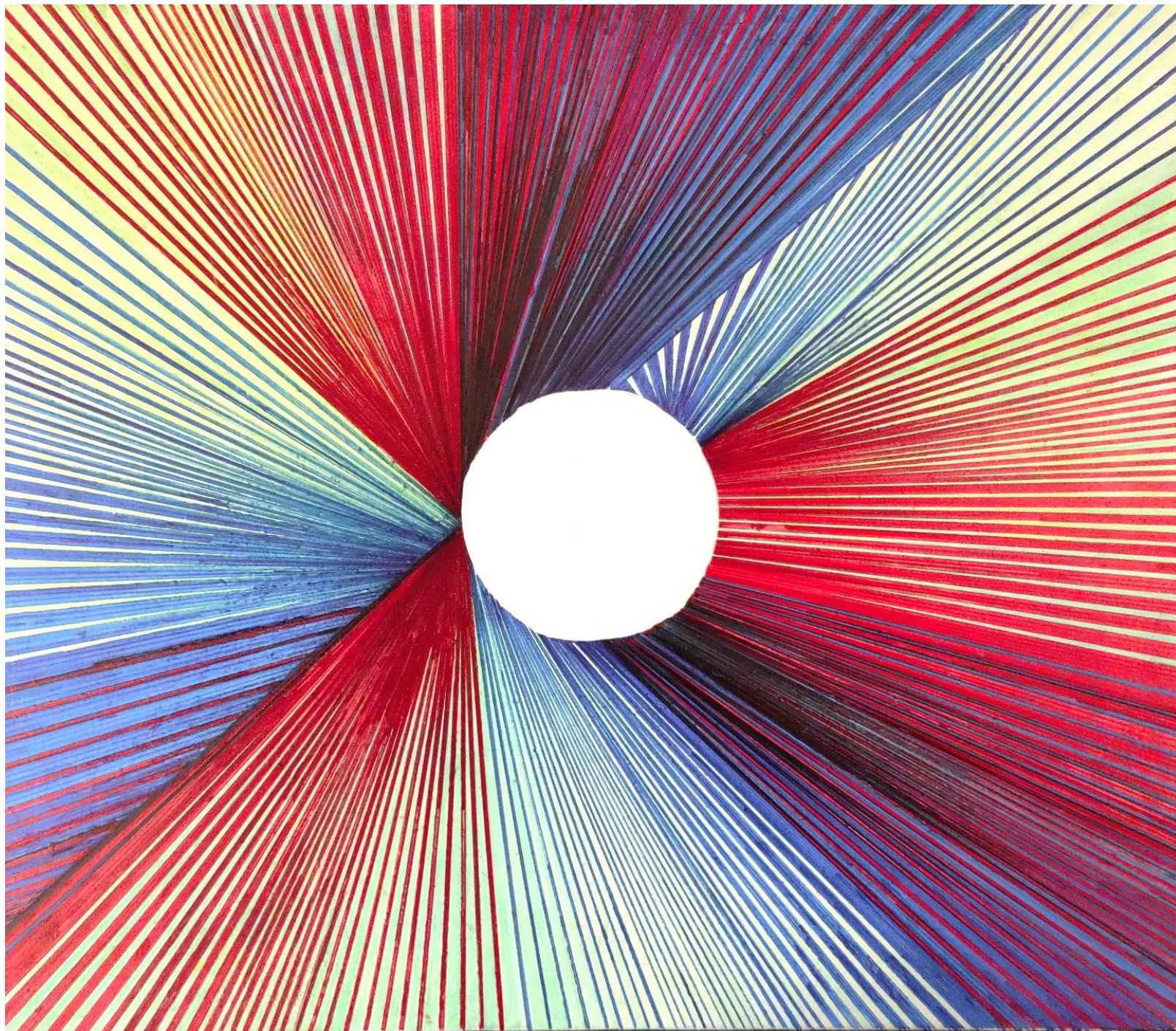


Figura 90. Paisaje tricromático 2, tinta sobre MDF, 60 x 60cm.



*Figura 91. Sin título, tinta sobre MDF,
60 x 60 cm.*



*Figura 92.
Descomposición cromática,
tinta sobre MDF,
60 x 60 cm.*



*Figura 93. Sin título, tinta sobre MDF,
60 x 60 cm.*



*Figura 94. Sin título, tinta sobre MDF,
60 x 60 cm.*

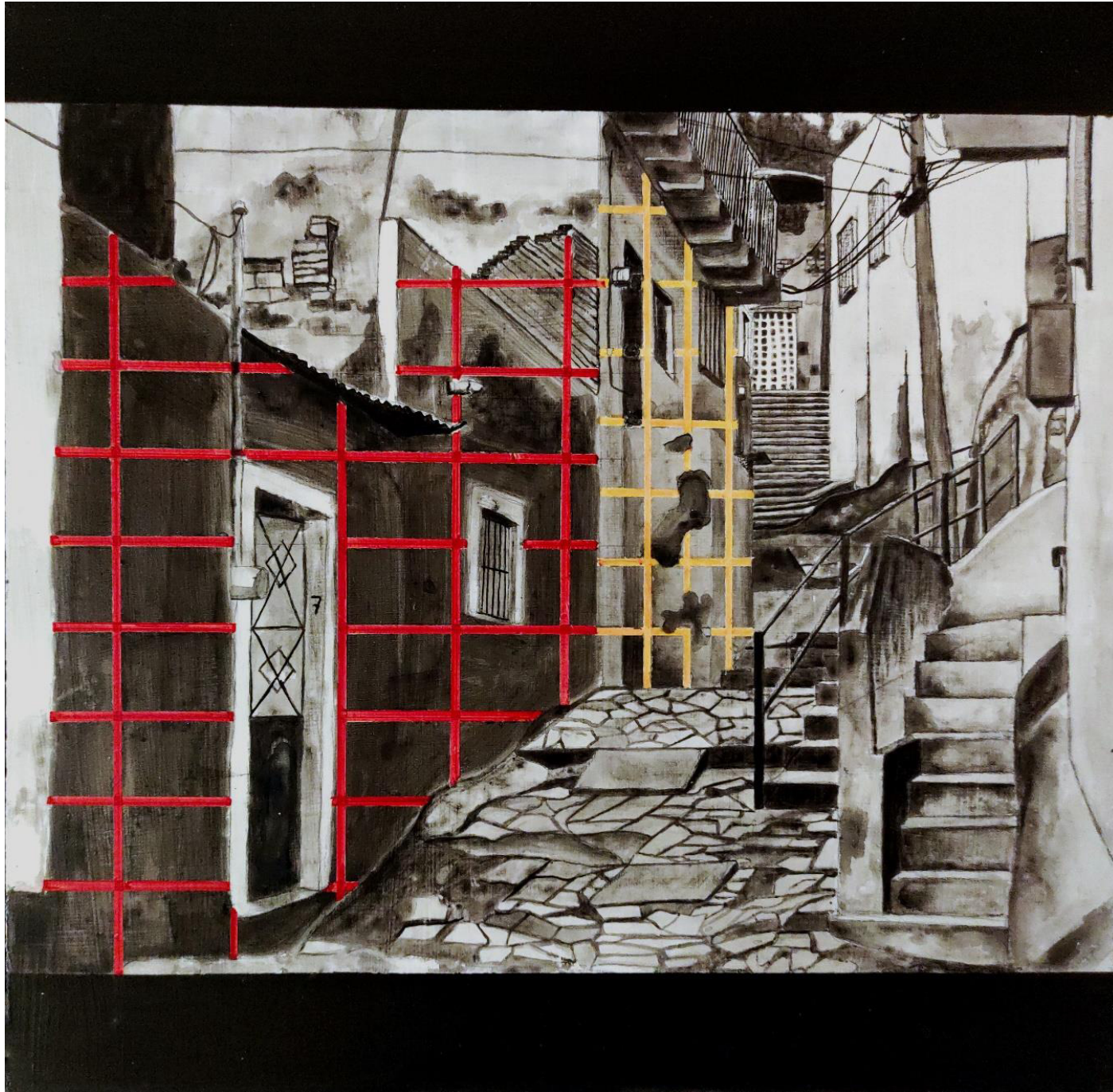


Figura 95. Sin título, tinta y acrílico sobre MDF, 60 x 60 cm.

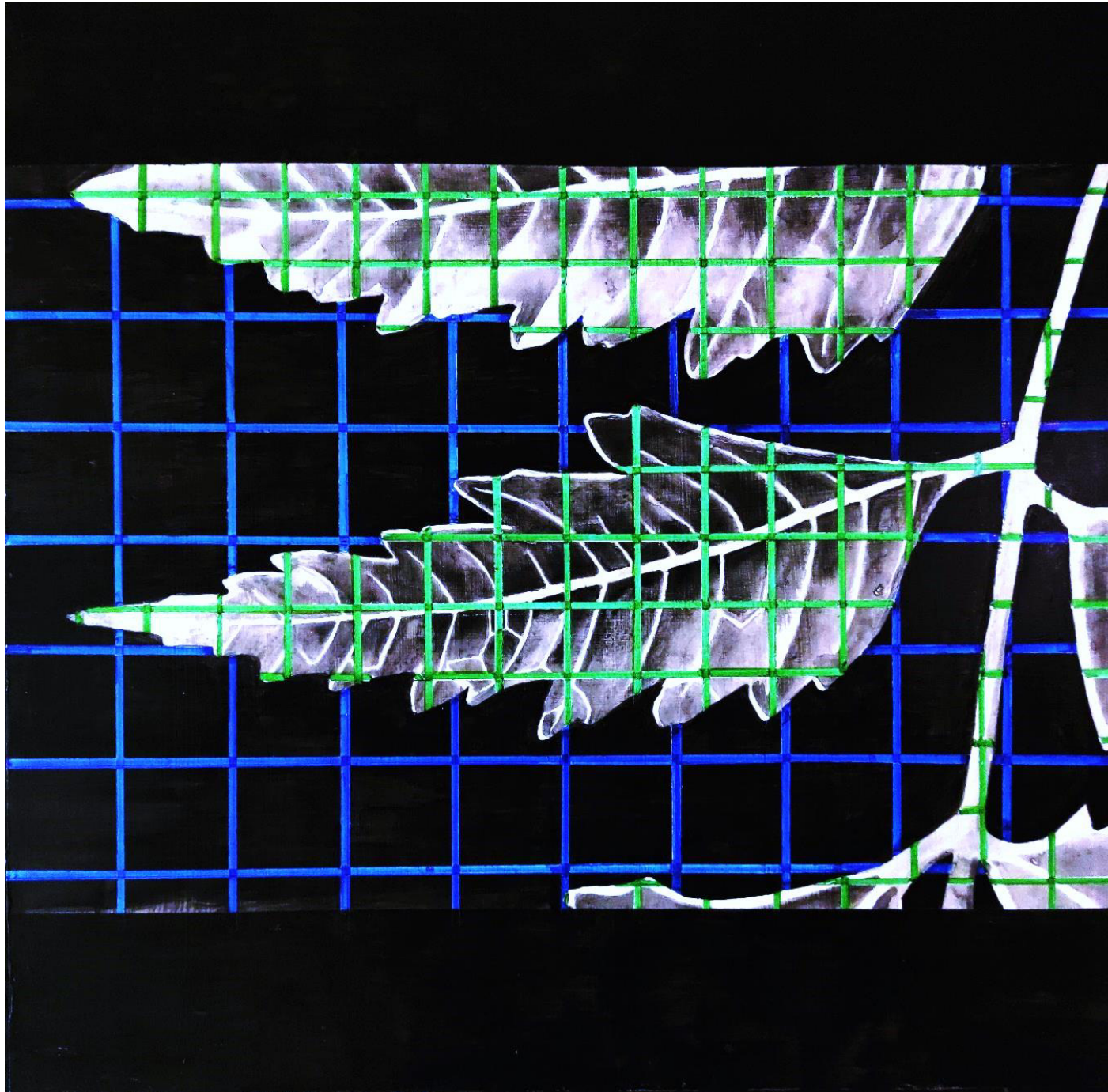


Figura 96. Sin título, tinta y acrílico sobre MDF, 60 x 60 cm.



Bibliografía

ALBERICH, Jordi; GÓMEZ FONTANILLS, David; FERRER FRANQUESA, Alba

2013 *Percepción visual*, Universidad Oberta de Catalunya.

ALBERS, Joseph

2013 *Interaction of color*, 50th anniversary edition, New Haven/London, Yale University Press.

ALMANZA JUÁREZ, Álvaro; WRIGHT-CARR, David Charles

2015 “El arte en la mente encarnada: el efecto acuarela y sus posibilidades plásticas,” en *Inducción a la ciencia, la tecnología y la innovación en la Region Centro; volumen I: Verano de la Ciencia de la Región Centro 2015*, Marco A. Sánchez Castillo y Jorge F. Toro Vázquez, editors, Aguascalientes/Coahuila/Guanajuato/Querétaro/San Luis Potosí/Zacatecas, 17 Verano de la Ciencia de la Región Centro, pp. 1649-1653 (<http://www.veranoregional.mx/docs/memoriaveranoregional2015.pdf>, fecha de acceso: 27 de noviembre de 2019).

ALVESGASPAR

2007 “File: Reflection in a soap bubble edit.jpg”, en *Wikimedia commons*

(https://es.wikipedia.org/wiki/Reflexi%C3%B3n_%28f%C3%ADsica%29#/media/Archivo:Reflection_in_a_soap_bubble_edit.jpg, fecha de actualización: 1 de enero de 2007, fecha de publicación: 21 de marzo de 2022).

ARIAS ARIAS, Diny Zulay; VELA, Hernando José

2015 “Aplicación De La Teoría Del Color Y Técnicas Responsive Web Design En El Desarrollo De Aplicaciones Front-End”, Facultad de ingenierías, Universidad Cooperativa de Colombia, Arauca, Colombia (<https://repository.ucc.edu.co/items/c773d646-a76a-4e38-8241-b9433ceae4c5>, fecha de acceso: 2 de junio de 2021).

ARNHEIM, Rudolf

1986 *El pensamiento visual*, 4ta ed., Rubén Maserá, traductor, Berkeley y Los Angeles, Universidad de California.

2006 *Arte y percepción visual*, 2da ed., 2da impresión, María Luisa Balseiro, traductora, Berkeley y Los Angeles, Universidad de California.

ARTEHISTORIA

2017 “Philipp Otto Runge”, en Artehistoria (<https://www.artehistoria.com/es/personaje/runge-philipp-otto>, fecha de publicación: 2017, fecha de acceso 14 de marzo de 2023).

BACH, Michael

Sin fecha “Colour assimilation”, en *Visual phenomena & optical illusions* (<https://michaelbach.de/ot/col-assim/index.html>, última actualización: 17 de junio 2019 fecha de acceso: 27 de noviembre 2019).

BACH, Michael, POLOSCHEK, Charlotte

2006 “Optical Illusions”, Vol. 6, N° 2, *Advances in clinical neuroscience and rehabilitation* (<http://www.acnr.co.uk/pdfs/volume6issue2/v6i2visual.pdf>, fecha de acceso: 29 de junio de 2021).

BBC

2020 “Simultaneous brightness contrast”, en *BBC news mundo* (<https://www.bbc.com/mundo/noticias-53273823>, fecha de actualización: 3 de julio de 2020, fecha de acceso: 23 de marzo de 2023).

BARSAN, Victor; MERTICARIU, Andrei

2016 “Goethe’s theory of colors between the ancient philosophy, middle ages occultism and modern science”, en *Cogent Arts & Humanities* (https://www.researchgate.net/publication/295079475_Goethe's_theory_of_colors_between_the_ancient_philosophy_middle_ages_occultism_and_modern_science, fecha de publicación: diciembre 2016, fecha de acceso: 26 de febrero de 2023).

BELLETI, Silvia; BLESIO, Germán; GODINO, María Luisa

2015 Ondas electromagnéticas, Física II, Instituto Politécnico, Universidad Nacional de Rosario (<https://rephip.unr.edu.ar/handle/2133/14171>, fecha de publicación: 12 de marzo de 2019, fecha de acceso: 5 de enero de 2021).

BERNIZET, Cirille

2009 “File:Disque newton.png”, en *Wikimedia commons* (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Disque_newton.png, fecha de publicación: 20 de junio de 2009, fecha de acceso: 10 de septiembre de 2022).

BETINO, Carla

Mayo 2012 “Carlos Cruz -Diez: el color en el espacio y el tiempo”, no. 4, en *Revista Lindes*, Estudios sociales del arte y la cultura, Buenos Aires, Argentina
(https://web.archive.org/web/20140512231821/http://www.revistalindes.org.ar/numeros_anteriores/numero_4/instantaneas/carla%20bettino.pdf, fecha de publicación: 12 de mayo de 2014, fecha de acceso: 20 de marzo de 2023).

CALVO IVANOVIC, Ingrid

2008 “Modelos de color” en *PROYECTACOLOR*, Santiago, Chile, Universidad de Chile (<https://tgd1libroelectronico.faud.unsj.edu.ar/wp-content/uploads/2021/02/5-3Modelosdecolor.pdf>, fecha de publicación: 26 de julio de 2012, fecha de acceso: 15 de febrero de 2023).

CARBALLAL, Juan Manuel

2013 “Visión esteoscópica y esterofotografía”, en *El blog de Isa y Juan* (<http://juan-e-isa.blogspot.com/2013/07/vision-esteoscopica-y-esterofotografia.html>, fecha de actualización: 11 de julio de 2013, fecha de acceso: 22 de marzo de 2023).

CETTO, Ana María

1987 *La luz en la naturaleza y en el laboratorio*, 1ra ed., 6ta impresión, en fondo de cultura económica, Ciudad de México, México
(<http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/32/html/laluz.html>, fecha de acceso: 26 de enero de 2023).

CGVIT

2014 “Las opciones de la geometría: Josef Albers”, en *Arte de ayer y hoy* (<https://arteayeryhoy.wordpress.com/2014/07/02/las-opciones-de-la-geometria-josef-albers/>, fecha de actualización: 2 de julio de 2014, fecha de acceso: 2 de diciembre de 2020).

CLICKPRINTING

Sin fecha “Los siete contrastes de Johannes Itten”, en *Clickprinting* (<https://www.clickprinting.es/blog/los-siete-contrastes-de-color-johannes-itten>, fecha de acceso: 12 de marzo de 2013).

CLÍNICA UNIVERSIDAD DE NAVARRA

Sin fecha “Definición de hiperpolarización”, en *Clínica Universidad de Navarra* (<https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/hiperpolarizacion>, fecha de acceso: 20 de agosto de 2020).

COOPER, F. G.

1929 *Munsell manual of color*, Munsell Color Company, Inc., Waverly press, Inc., Baltimore, Maryland, Estados Unidos.

CRUZ-DIEZ, Carlos

2011 “Inducción cromática a doble frecuencia Panam 12”, en *Galería RGR* (<https://www.rgrart.com/es/artistas/carlos-cruz-diez/series/psychromie#tab:slideshow>, fecha de acceso: 8 de febrero de 2023).

CUENCA NAVARRO, Nicolás

2009 “Los fotorreceptores, esas fascinantes células”, en Sociedad Española de Bioquímica y Biología (http://dx.doi.org/10.18567/sebbmdiv_RPC.2009.11.1, fecha de acceso: 27 de noviembre 2019).

DAWKINS, Richard

2012 “Richard Dawkins demonstrates the evolution of the eye”, en DebatesOnline (<https://www.youtube.com/watch?v=2X1iwLqM2t0>, fecha de acceso: 29 de junio de 2021).

DOMÍNGUEZ, Néstor

2017 “Esquema de mezclas aditiva y sustractiva”, en *Néstor Domínguez* (https://nestordominguez.com/ajustar-imagen-al-tamano-del-contenedor/mezcla_aditiva_sustractiva/, fecha de publicación: 5 de noviembre de 2017, fecha de acceso: 18 de septiembre de 2022).

DUCHAMP, Marcel

1935 “Discos ópticos”, en *Museo palacio de Bellas Artes* (<http://museopalaciodebellasartes.gob.mx/surrealismoendialogo-obra7/>, fecha de acceso: 17 de marzo de 2023).

DUTRA, Mellanie

2023 “Imagen fotográfica de una retina humana”, en *Meteored* (<https://www.meteored.mx/noticias/ciencia/amibas-voladoras-que-son-estos-objetos-flotantes-que-a-veces-vemos-biologia-humana.html>, fecha de actualización: 8 de abril de 2023, fecha de acceso: 27 de abril de 2023).

EDWARDS, Betty

2006 *El color: Un método para dominar el arte de combinar los colores*, Urano Editorial.

ENCYCLOPEDIA BRITANNICA

2018 “Munsell colour system”, en *Encyclopedia Britannica* (<https://www.britannica.com/science/Munsell-color-system>, fecha de publicación: 1 de febrero de 2018, fecha de acceso: 14 de marzo de 2023).

FERNANDEZ SANTOYO, Claudia

2016 “Terapia Gestalt: Teoría de las formas”, en *Gestaltnet* (<https://gestaltnet.net/gestaltoteca/documentos/articulos/terapia-gestalt-teoria-formas#archivos>, fecha de publicación: 19 de enero de 2016, fecha de acceso: 10 de febrero de 2022).

FIBONACCI

2007 “File:Müller-Lyer illusion.svg”, en *Wikimedia commons* (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:M%C3%BCller-Lyer_illusion.svg, fecha de actualización: 16 de marzo de 2007, fecha de acceso: 15 de marzo de 2023).

FLORES ZÚÑIGA, Juan Carlos

2019 “Mark Rothko: Oscura Lucidez”, en *Ars Kriterion E-Zine* (https://www.academia.edu/39658909/MARK_ROTHKO_Oscura_Lucidez, fecha de publicación: junio 2019, fecha de acceso: 10 de septiembre de 2020).

GODÁS, Rafael

2010 “Colorimetría”, en *Páginas personales UNAM* (http://minerva.dcaa.unam.mx/app/webroot/files/472/COLORIMETRIA_NEWTON_GRASSMANN.pdf, fecha de publicación: 7 de junio de 2010, fecha de acceso: 16 de marzo de 2023).

GOETHE, Von, Johann Wolfgang

1809 *Theory of colours*, Charles Lock Eastlake, traductor y editor, John Murray, editorial, Londres (<http://books.google.com/>, fecha de acceso: 18 de octubre de 2021).

GONZÁLEZ, Jorge

2019 “Op-art: historia, características del arte óptico”, en *Ttamayo* (<https://www.ttamayo.com/2019/08/op-art-historia/>, fecha de publicación: 28 de agosto de 2019, fecha de acceso: 10 de marzo de 2023).

GUSTAVO

2018 “Nieve visual y los recorridos de la visión”, en *Visual Snow Man* (<https://visualsnowman.com/es/recorridos-vision/>, fecha de acceso: 23 de marzo de 2023).

GUTIÉRREZ, David

2012 “El Trampantojo ‘huyendo de la crítica’ de Pere Borrel (1874): impresiones”, en *Historia del Arte: El Arte en la Historia* (<https://bloghistoriadelararte.wordpress.com/tag/trampantojo/>, fecha de publicación: 12 de julio de 2012, fecha de acceso: 12 de febrero de 2023).

HALL, J. E.

2016 *Guyton y Hall, Tratado de fisiología médica*, Ámsterdam, Elsevier (<https://archive.org/details/GuytonYHallTratadoDeFisiologaMMdicaJohnE.Hall131Ed.2016/page/n1>, fecha de acceso: 27 de noviembre 2019).

HELLER, Eva

2004 *Psicología del color*, 1ra ed., 9na impresión, Chamorro Mielke, Joaquín, traductor, Gustavo Gili editorial, Barcelona, España.

HORST, Frank, Jailbird

2007 “File:Electromagnetic spectrum-es.svg”, en *Wikimedia Commons* (https://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_visible#/media/Archivo:Electromagnetic_spectrum-es.svg, fecha de actualización: 16 de marzo de 2007, fecha de acceso: 20 de marzo de 2023).

IDECOLOR

Sin fecha “El Sistema NCS”, en *Idecolor*, Ideas y colores S.L. (<https://www.idecolor.com/academy/el-sistema-ncs/>, fecha de acceso: 16 de marzo de 2023).

IRTEL, Hans

2008 “File:GoetheFarbkreis.jpg”, en *Wikimedia commons* (<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:GoetheFarbkreis.jpg>, fecha de publicación: 12 de enero de 2008).

ISLAS, Alan

2017 “File:Rothko chapel interior.jpg”, en *Wikimedia commons* (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rothko_chapel_interior.jpg, fecha de actualización: 24 de julio de 2017, fecha de acceso: 20 de septiembre de 2022).

ITTEN, Johannes.

1970 *The elements of color*, Faber Birren, editor, Ernst Van Hagen, traductor, Van Nostrand Reinhold Company, Nueva York (https://monoskop.org/images/4/46/Itten_Johannes_The_Elements_of_Color.pdf, fecha de acceso: 20 de septiembre de 2021).

KAGAN, Igor

2012 “Active vision: fixational eye movements help seeing space in time”, in *Current Biology* (Cell Press), vol. 22, no. 6, pp. 2065-2074 ([http://www.cell.com/currentbiology/pdf/S0960-9822\(12\)00127-3.pdf](http://www.cell.com/currentbiology/pdf/S0960-9822(12)00127-3.pdf), fecha de publicación: 20 de marzo 2012, fecha de acceso: 25 de junio de 2021).

KING, Donald

1988 “Assimilation is due to one perceived whole contrast and contrast is due to two perceived wholes”, *New Ideas in Psychol.* vol. 6, no. 3, pp. 277-288 (<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0732118X88900396>, fecha de acceso: 11 de septiembre de 2020).

KITAOKA, Akiyoshi

2003 “Rotating snakes”, en *Akiyoshi's illusion pages* (<https://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/saishin-e.html>, fecha de publicación: 2 de septiembre de 2003, fecha de acceso: 23 de marzo de 2023).

2004 “Throwing cast nets”, en *Akiyoshi's illusion pages* (<https://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/saishin-e.html>, fecha de publicación: 12 de febrero de 2004, fecha de acceso: 23 de marzo de 2023).

KOLÅS, Øyvind

Sin fecha “Color assimilation grid illusion”, en Øyvind KOLÅS (<http://pippin.gimp.org/>, fecha de acceso: 27 de noviembre 2020).

LIVINGSTONE, Margaret

2008 *Vision and art: The biology of seeing*, reimpresión, Nueva York, Harry N. Abrams.

LLEDO RIQUELME, Mariola; CAMPOS MOLLO, Ezequiel; CUENCA NAVARRO, Nicolas

2010 “La transducción visual”, en *Annals d'Oftalmologia*, Num. 18 Vol.3, pp. 130-136 (https://www.researchgate.net/publication/244465514_La_transduccion_visual, fecha de acceso: 3 de agosto de 2020)

MARTÍNEZ, Haydée; VIRGILIIS, Mariana de; EBNER, Roberto (coordinadores)

2020 “Neurooftalmología”, en Colección PROECO, Buenos Aires, Argentina en Consejo argentino de oftalmología (<https://oftalmologos.org.ar/images/04publicaciones/proeco/PROECO-Neuro-Muestra.pdf>, fecha de publicación: 30 de diciembre de 2020, fecha de acceso: 5 de marzo de 2023).

MATAMALA, Fernando

2021 “Características microscópicas del tejido nervioso”, en *Neuroanatomía*, Universidad de la Frontera (<https://neuroanatomia.ufro.cl/caracteristicas-microscopicas-del-tejido-nervioso/>, fecha de acceso: 26 de enero de 2023).

MATTA, Elias

2011 “Conceptos básicos sobre anatomía, fisiología, y física del color”, en *eco ciencia & naturaleza* N° 21 (https://www.researchgate.net/publication/277311463_Conceptos_Basicos_sobre_Anatomia_Fisiologia_y_Fisica_del_Color_Primer_Parte, fecha de publicación: 28 de mayo de 2015, fecha de acceso: 12 de marzo de 2021).

MONTALVO, ARENAS, César Eduardo

2010 “OPTICA” en Facultad de medicina UNAM (http://www.facmed.unam.mx/deptos/biocetis/PDF/Portal%20de%20Recursos%20en%20Linea/Apuntes/1_optica.pdf, acceso: 17 de marzo de 2021).

MONTÁRE, Denisse

2022 “Rotorelieves: 6 obras de arte en movimiento”, en *Historia-Arte* (<https://historia-arte.com/obras/rotorelieves>, fecha de publicación: 9 de febrero de 2022, fecha de consulta 10 de marzo de 2023).

METROPOLITAN MUSEUM OF ART

2008 “Archivo:Roman fresco from Boscoreale, 43-30 BCE, Metropolitan Museum of Art.jpg” en *Wikimedia commons* (https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Roman_fresco_from_Boscoreale,_43-30_BCE,_Metropolitan_Museum_of_Art.jpg, fecha de actualización: 24 de febrero de 2008, fecha de acceso: 10 de enero de 2022).

MUSEUM OF CONTEMPORARY ART LA

2017 “File:No 61 Mark Rothko.jpg”, en *Wikimedia commons* (https://en.wikipedia.org/wiki/File:No_61_Mark_Rothko.jpg, fecha de actualización: 27 de mayo de 2017, fecha de acceso: 29 de marzo de 2023).

NOE, Alva

2002 “Is the visual world a grand illusion”, *Journal of Consciousness Studies*, 9, No. 5–6, 2002, pp. 1–12 (<https://journalpsyche.org/articles/0xc0cf.pdf>, fecha de acceso: 2 de mayo de 2023).

OXFORD LANGUAGES

Sin fecha “Definición de axón” (<https://languages.oup.com/google-dictionary-es/>, fecha de acceso: 10 de enero de 2023).

PARRAMÓN, José M.

1998 *Teoría y práctica del color*, 8va. ed., ilustrada, Parramón editorial (<https://gabrielgarbo.files.wordpress.com/2010/01/jose-parramon-teoria-y-practica-del-color2.pdf>, fecha de actualización: 12 de enero de 2015, fecha de acceso: 12 de marzo de 2023).

PACHECO, UNGUETTI, Antonia Pilar; FOCKERT, Jan de

2011 “¿Cómo de real vemos el mundo?” en *Ciencia Cognitiva*, Num. 5, Vol. 3, pp. 69-72, Dept. de Psicología Experimental, Universidad de Granada, España.; Psychology Department, Goldsmiths, University of London, Reino Unido (<https://www.cienciacognitiva.org/files/2011-25.pdf>, fecha de publicación: 30 de noviembre de 2011, fecha de acceso: 16 de marzo de 2023).

PAVELKA, Jan

2011 “File:Fluorescence in calcite.jpg, Fluorescence and birefringence of 445 nm laser in calcite crystal” en *Wikimedia commons* (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fluorescence_in_calcite.jpg, fecha de actualización: 26 de mayo de 2011, fecha de publicación: 22 de marzo de 2021).

PÉREZ PORTO, Julián; MERINO, María

2008 “Definición de visión”, en Definición.de (<https://definicion.de/vision/>, fecha de publicación: 2008, fecha de acceso: 6 de mayo de 2021).

PINNA, B., WERNER, J. S, SPILLMAN, L.

2003 “The watercolor effect: a new principle of grouping and figure-ground organization” en *Vision Research*, Núm. 1, Vol. 43, pp. 43-52 (<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0042698902001323?token=369FCBF8E2DDE5CBFE3981A665F4BB06A5F2349D22C8493BB4E43DD19A7BC07523A4D4403345D52F3763F5D82A00182E&originRegion=us-east-1&originCreation=20230503052843>, fecha de acceso: 22 de febrero de 2022).

PONGPONGCHING (usuario)

Sin fecha “Anatomía del ojo humano ilustración vectorial” en *Freepik* (https://www.freepik.es/vector-premium/anatomia-ojo-humano-ilustracion-vectorial_3525696.htm, fecha de acceso: 22 de marzo de 2022).

PROYECTACOLOR

2018 “Fisiología del Color” en *Proyectacolor* (<http://proyectacolor.cl/teoria-de-los-colores/fisiologia-del-color/>, fecha de actualización: marzo- abril 2018, fecha de acceso: 15 de febrero de 2020).

PUELL, Marín, M. C.

2006 *Óptica fisiológica: el sistema óptico del ojo y la visión binocular*, Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid (https://eprints.ucm.es/14823/1/Puell_%C3%93ptica_Fisiol%C3%B3gica.pdf, fecha de acceso: 27 de noviembre de 2019).

2019 “Procesamiento retino-cortical de la señal visual”, Madrid, España, Universidad Complutense de Madrid (<https://eprints.ucm.es/id/eprint/58426/1/Tema%2015.%20Procesamiento%20retinocortical.pdf>, fecha de publicación: diciembre 2019, fecha de acceso: 5 de marzo de 2023).

RESA, Sara

2021 “Joseph Albers, Homenaje al cuadrado” en *Difundir el arte* (<https://difundirelarte.com/josef-albers-homenaje-al-cuadrado/>, fecha de publicación: 17 de diciembre de 2021, fecha de publicación: 13 de marzo de 2023).

RETINAL MICROSCOPY

Sin fecha Department of Physiology, Genetics and Microbiology at the University of Alicante (<http://www.retinalmicroscopy.com>, fecha de acceso: 27 de noviembre de 2019).

RODRIGUEZ PADILLA, Mariela del Carmen

2019 *Fenómenos visuales representados a través de medios pictóricos*, reporte inédito elaborado para acreditar la materia Cognición Corporeizada y Experiencia Estética, Licenciatura en Artes Plásticas, División de Arquitectura, Arte y Diseño, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato.

RODRIGUEZ PADILLA, Mariela del Carmen; WRIGHT-CARR, David Charles (asesor)

2019 "Visión tricromática: estudio de la percepción visual a través de las artes", en *21º Verano de la Ciencia de la Región Centro, Educación y Humanidades*, vol. 5, no. 6, Manuel Reta Hernández, Laura Hernández Martínez y Luis Alejandro Aguilera Galaviz, coordinadores, Zacatecas, Universidad Autónoma de Zacatecas, pp.366-371 (<http://www.veranoregional.org/memorias/2019/MemoriasEducaci%C3%B3nyHumanidades.pdf>, fecha de acceso: 24 de octubre de 2019).

RUNGE, Phillip Otto

1810 “Archivo:Runge Farbenkugel.jpg” en *Wikimedia commons* (https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Runge_Farbenkugel.jpg, fecha de actualización: 29 de diciembre de 2010, fecha de acceso: 12 de septiembre de 2022).

SACI, Ana

2020 “Las Leyes de la Gestalt” en *anasaci* (https://anasaci.com/blog/disenadores/disenado_grafico/las-leyes-de-la-gestalt.html, fecha de actualización: 20 de mayo de 2020, fecha de acceso: 22 de marzo de 2022).

SÁNCHEZ, Encel

2008 “File:Obra de Cruz-Díez en La Hechicera ULA.jpg”, en *Wikimedia commons* (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Obra_de_Cruz-D%C3%A9z_en_La_Hechicera_ULA.jpg, fecha de actualización: 13 de diciembre de 2009, fecha de acceso: 8 de febrero de 2023).

SÁNCHEZ HIDALGO, Emilio

2019 “La foto del gato es la misma en la izquierda y en la derecha” en *El País lo mejor de Verne* (https://verne.elpais.com/verne/2019/06/16/articulo/1560679610_830544.html, fecha de actualización: 16 de junio de 2019, fecha de acceso: 10 de marzo de 2023).

SENEE_SRIYOTA (usuario)

Sin fecha “Foto luz de destello de lente sobre fondo negro”, en *Freepik* (https://www.freepik.es/fotos-premium/luz-destello-lente-sobre-fondo-negro_3992942.htm#query=destello%20de%20sol&position=8&from_view=keyword&track=ais, fecha de acceso: 20 de marzo de 2022).

SHARKD (usuario)

2009 “File:Munsell 1943 color solid cylindrical coordinates.png”, en *Wikimedia commons* (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Munsell_1943_color_solid_cylindrical_coordinates.png, fecha de actualización: 20 de enero de 2020, fecha de acceso: 17 de septiembre de 2022).

TOBIAS, R.

2007 “File:Penrose-dreieck.svg” en *Wikimedia commons* (<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Penrose-dreieck.svg>, fecha de actualización: 5 de agosto de 2007, fecha de acceso: 22 de marzo de 2022).

TONES, John

2015 “14 obras de Escher que nunca nos cansamos de ver” en *El País lo mejor de Verne* (https://verne.elpais.com/verne/2015/07/13/album/1436801897_490586.html, fecha de publicación: 15 de julio de 2015, fecha de acceso 10 de marzo de 2023).

TORNQUIST, Jorrit

1999 *Color y luz: teoría y práctica*, Oyarbide Izquierdo Rosa María; Ducceschi Raffaello, traductores, 2008 edición castellana, Gustavo Gili Editorial, Barcelona, España.

URTUBIA VICARIO, César

1999 *Neurobiología de la visión*, Barcelona, España, Ediciones de la Universidad Politécnica de Catalunya.

VISIÓN Y APRENDIZAJE

sin fecha “Vía parvocelular y magnocelular”, en *Visión y aprendizaje* (<http://visionyaprendizajedeoptometria.blogspot.com/p/via-parvocelular-y-magnocelular.html>, fecha de acceso: 22 de marzo de 2023).

ZULUAGA VALENCIA, Juan Bernardo

1994 “El punto de vista de Piaget: una fundamentación a nuestro que hacer pedagógico”, en *Ánfora*, Num. 4, Vol. 2 pp. 101-107, Universidad Autónoma de Manizales (<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6331892>, fecha de consulta: 15 de junio de 2023).

Índice de ilustraciones

Figura 1. Espectro electromagnético visible. HORST, 2007.	10	Figura 10. Fotografía del cono de la retina de mono tomada con técnicas de teñido fluorescente bajo el microscopio en la que se observan sus partes principales. CUENCA NAVARRO, 2009.	17
Figura 2. Destello de luz que atraviesa un lente, mientras viaja a través del vacío. SENEE_SRIYOTA (usuario), sin fecha.	11	Figura 11. Fotorreceptores en la retina humana teñidos que muestran su ubicación en la capa retinal. RETINAL MICROSCOPY, sin fecha.	18
Figura 3. Fenómeno de Absorción de luz. PROYECTACOLOR, 2018.	11	Figura 12. Celulares ganglionares humanas. RETINAL MICROSCOPY, sin fecha.	19
Figura 4. Fenómeno de refracción, el láser azul que atraviesa el cristal se refracta haciendo que el rayo se divida en dos. PAVELKA, 2011.	13	Figura 13. Vías visuales y el núcleo geniculado lateral. VISIÓN Y APRENDIZAJE, sin fecha.	22
Figura 5. Fenómeno de reflexión. ALVESGASPAR, 2007.	13	Figura 14. Visión monocular, binocular y central. CARBALLAL, 2013.	25
Figura 6. Ilustración de la anatomía del ojo humano. PONGPONGCHING (usuario), Sin fecha.	14	Figura 15. Organización de la corteza visual. GUSTAVO, 2018.	26
Figura 7. Retina, se aprecia en la sección derecha la macula y la fovea. DUTRA, 2023.	15	Figura 16. Representación de conjuntos de figuras y patrones para su asimilación. SACI, 2020.	29
Figura 8. Retina humana bajo el microscopio. RETINAL MICROSCOPY, Sin fecha.	16	Figura 17. Representación del efecto acuarela. ALMANZA, 2015.	30
Figura 9. Fotografía realizada con microscopio, donde se observan las capas y células de la retina más importantes. CUENCA NAVARRO, 2009.	17	Figura 18. Ilusión óptica de contraste de brillo simultáneo. BBC, 2020.	31

Figura 19. Ilusión óptica de movimiento. KITAOKA, 2004.	32	Figura 29. Duo-2. VASARELY, 1967. GONZÁLEZ, 2019.	38
Figura 20. Ilusión óptica que fue creada para el muro de un negocio de café. PACHECO/ FOCKERT, 2011.	32	Figura 30. Sitio web de Michael Bach. BACH, sin fecha.	39
Figura 21. Ilusión de Müller-Lyer. FIBONACCI, 2007.	33	Figura 31. Colour Assimilation. BACH, 2018.	40
Figura 22. Figura imposible. TOBIAS, 2007.	33	Figura 32. Sitio web de Øyvind Kolås. KOLÁS, 2019.	41
Figura 23. Ilusión cognitiva. PACHECO/ FOCKERT, 2011.	34	Figura 33. Ilusión óptica de color por Øyvind Kolås. KOLÁS, 2019.	42
Figura 24. Ilusión de matiz. SÁNCHEZ, 2019.	34	Figura 34. Serpientes giratorias en Aeon Ibaraki Osaka. KITAOKA, 2003.	43
Figura 25. Villa de los misterios, fresco. POMPEYA. IAC. METROPOLITAN MUSEUM OF ART, 2008.	35	Figura 35. Disco de color de Newton. BERNIZET, 2009.	46
Figura 26. Rotorrelieves. DUCHAMP, 1935.	36	Figure 36. Esquema hexagonal de Goethe. BARSAN/ MERTICARIU, 2016.	47
Figura 27. Ascending and Descending. ESCHER, 1960. TONES, 2015.	37	Figura 37. Circulo cromático de Goethe. IRTEL, 2008.	48
Figura 28. Relativity. ESCHER, 1953. TONES, 2015.	37	Figura 38. Esfera cromática de Otto Runge. RUNGE, 1810.	49
		Figura 39. Sistema de color de Munshell. ENCYCLOPEDIA BRITANNICA, 2018.	50

Figura 40. Esquema cilíndrico de Munshell representación tridimensional. SHARKD, 2009.	51	Figura 51. Contraste cualitativo ITTEN, 1961. CLICKPRINTING, Sin fecha.	61
Figura 41. Sistema NCS esquema circular. CAIVANO, 2010.	52	Figura 52. Contraste cuantitativo ITTEN, 1961. CLICKPRINTING, Sin fecha.	61
Figura 42. Sistema NCS esquema triangular. IDECOLOR, sin fecha.	53	Figura 53. Homenaje al cuadrado (serie). ALBERS 1950-1976. CCGVIT, 2014.	62
Figura 43. Mezcla aditiva y sustractiva. DOMÍNGUEZ, 2017.	55	Figura 54. No. 61 azul y óxido. MUSEUM OF CONTEMPORARY ART LA, 2017.	63
Figura 44. Inducción cromática a doble frecuencia Panam 12. CRUZ-DIEZ, 2011.	59	Figura 55. Capilla de Rothko. ISLAS, 2017.	64
Figura 45. “Plaza Cruz-Díez en el Conjunto Universitario ‘La Hechicera’ de la ULA de Mérida, Venezuela”. SÁNCHEZ, 2008.	59	Figura 56. Bocetos con marcadores, prueba 1. RODRIGUEZ PADILLA, 2019.	67
Figura 46. Contraste por luminosidad. ITTEN, 1961. CLICKPRINTING, Sin fecha.	60	Figura 57. Bocetos con marcadores, prueba 2. RODRIGUEZ PADILLA, 2019.	68
Figura 47. Contraste de Matiz. ITTEN, 1961. CLICKPRINTING, Sin fecha.	60	Figura 58. Bocetos con marcadores, Paisaje monocromático. RODRIGUEZ PADILLA, 2019.	69
Figura 48. Contraste de temperatura. ITTEN, 1961. CLICKPRINTING, Sin fecha.	60	Figura 59. Bocetos con marcadores, Paisaje Tricromático. RODRIGUEZ PADILLA, 2019.	70
Figura 49. Contraste de complementarios. ITTEN, 1961. CLICKPRINTING, Sin fecha.	61	Figura 60. Boceto con rotuladores, prueba 1. Elaboración propia, 2020.	73
Figura 50. Contraste simultaneo ITTEN, 1961. CLICKPRINTING, Sin fecha.	61	Figura 61. Boceto con rotuladores, prueba 2. Elaboración propia, 2020.	74

Figura 62. Boceto con rotuladores, prueba 3. Elaboración propia, 2020.	76	Figura 73. Obra en proceso, detalle. Elaboración propia, 2020.	88
Figura 63. Boceto con rotuladores, prueba 4. Elaboración propia, 2020.	77	Figura 74. Marcadores y rotuladores. Elaboración propia, 2020.	90
Figura 64. Boceto con rotuladores, prueba 5. Elaboración propia, 2020.	78	Figura 75. Acetona y alcohol con gotero. Elaboración propia, 2020.	90
Figura 65. Boceto con rotuladores, prueba 6. Elaboración propia, 2020.	79	Figura 76. Marcadores y rotuladores. Elaboración propia, 2020.	91
Figura 66. Boceto con rotuladores, prueba 7. Elaboración propia, 2020.	80	Figura 77,78. Herramientas de trazado. Elaboración propia, 2020.	92
Figura 67. Boceto con rotuladores, prueba 8. Elaboración propia, 2020.	81	Figura 79. Comparación entre el espectro visible y el detalle de Descomposición cromática. HORST, 2007.	96
Figura 68. Boceto con rotuladores, prueba 9. Elaboración propia, 2020.	82	Figura 80. Comparación entre el espectro visible y el detalle de Descomposición cromática. Elaboración propia, 2020.	96
Figura 69. Boceto con rotuladores, prueba 10. Elaboración propia, 2020.	83	Figura 81. Paisaje Tricromático 1, acrílico sobre MDF, 60 x 60cm. RODRIGUEZ PADILLA, 2019.	98
Figura 70. Boceto con rotuladores, prueba 11. Elaboración propia, 2020.	85	Figura 82. Amarillo, tinta sobre MDF, 60 x 60cm. Elaboración propia, 2020.	99
Figura 71. Boceto con rotuladores, prueba 12. Elaboración propia, 2020.	86	Figura 83. Magenta, tinta sobre MDF, 60 x 60 cm. Elaboración propia, 2020.	100
Figura 72. Boceto con rotuladores, prueba 13. Elaboración propia, 2020.	87		

Figura 84. Cian, tinta sobre MDF, 60 x 60cm. Elaboración propia, 2020.	101	Figura 94. Sin título, tinta sobre MDF, 60 x 60 cm. Elaboración propia, 2020.	111
Figura 85. Sin título, tinta sobre MDF, 60 x 60 cm. Elaboración propia, 2020.	102	Figura 95. Sin título, tinta sobre MDF, 60 x 60 cm. Elaboración propia, 2020.	112
Figura 86. Sin título, tinta sobre MDF, 60 x 60 cm. Elaboración propia, 2020.	103	Figura 96. Sin título, tinta y acrílico sobre MDF, 60 x 60 cm. Elaboración propia, 2020.	113
Figura 87. Sin título, tinta sobre MDF, 60 x 60 cm. Elaboración propia, 2020.	104		
Figura 88. Síntesis cromática aditiva, tinta sobre MDF, 60 x 60 cm. Elaboración propia, 2020.	105		
Figura 89. Sin título, tinta sobre MDF, 60 x 60cm. Elaboración propia,2020.	106		
Figura 90. Paisaje tricromático 2, tinta sobre MDF, 60 x 60cm. Elaboración propia, 2020.	107		
Figura 91. Sin título, tinta sobre MDF, 60 x 60 cm. Elaboración propia, 2020.	108		
Figura 92. Descomposición cromática, tinta sobre MDF, 60 x 60 cm. Elaboración propia, 2020.	109		
Figura 93. Sin título, tinta sobre MDF, 60 x 60 cm. Elaboración propia, 2020.	110		