



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARTES Y DISEÑO
POSGRADO EN ARTES Y DISEÑO

ANAMORFOSIS,
PROCESO CREATIVO EN LA ILUSIÓN Y EL
ARTIFICIO

T E S I S

Que para optar por el grado de Maestría en Diseño y Comunicación

P R E S E N T A

FERNANDO ROSAS PÉREZ

Tutor: **DR. JOSÉ CARLOS FRANCISCO RODRÍGUEZ LÓPEZ**

POSGRADO EN ARTES Y DISEÑO

México. Agosto, 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Tabla de contenido

Presentación	i
Objetivos	iii
Hipótesis	iv
Metodología	iv
I. Anamorfosis, antecedentes	1
1.1 Teoría de la anamorfosis	2
II. El fenómeno de la perspectiva geométrica	36
2.1 La perspectiva en el arte	37
2.2 Óptica y perspectiva	43
2.3 De la perspectiva geométrica a la anamorfosis	45
III. El proceso de la anamorfosis	49
3.1 Antecedentes de la muestra	49
3.2 El caso de estudio	51
3.3 Metodología del proyecto	58
3.4 Instalación de los proyectos	61
IV. Lo finito, el tiempo y la vida. Anamorfosis en tres dimensiones	
4.1 La escultura anamórfica	95

Análisis de los resultados	118
-----------------------------------	------------

Conclusiones	122
---------------------	------------

Referencias

Fuentes de investigación	1
--------------------------	---

Índice de imágenes	4
--------------------	---

Anexos

Glosario de términos	a
----------------------	---

Pasos para construir una anamorfosis plana	e
--	---

Pasos para construir una anamorfosis catóptica	h
--	---

Gracias a Dios por ponerme en este tiempo y espacio geométrico.

Gracias a mis padres. En su memoria dedico el resultado de la investigación, agradeciendo sus enseñanzas y enormes sacrificios para darnos lo más importante y necesario en esta vida: AMOR.

Dedico este trabajo a mi familia:

A mi esposa Leticia, mi compañera, mi consejera, confidente y más implacable correctora. Ejemplo de superación y dedicación a lo que realmente importa; a quien ha hecho de los valores humanos algo trascendental para la educación de nuestros hijos.

A mis hijos Fernando y Erick, que son mi ejemplo diario de superación, que son mi motor y energía renovada para enfrentar los retos que nos pone la vida. Son mi alimento espiritual para llegar a conseguir la meta en todas mis locuras. Representan para mí todo lo que hay en la vida, sin ellos nada tendría sentido, ni siquiera la Geometría.

Agradezco muy especialmente el constante apoyo que he recibido desde mis primeros años de vida a quien, con su enorme generosidad, gran amistad e invaluable apoyo, permitió que mi educación fuera complementada con cursos especiales. Todo esto me ha llevado al camino apasionante de la arquitectura y la docencia. Muchas gracias a Don Lalo Gascón.

Agradezco a mis profesores de la Maestría por sus brillantes conocimientos vertidos en sus clases y por su gran impulso al trabajo de investigación aquí presentado.

Al Dr. José Carlos Francisco Rodríguez mi profundo agradecimiento por su incondicional y constante apoyo a la investigación y direccionamiento de las indagaciones.

A mis Sinodales: Dr. Raymundo Ángel Fernández, Mtro. José Luis Caballero, Dra. Leilani Medina y Dr. Omar Lezama, les agradezco su interés, sus correcciones y señalamientos que le han dado el sentido y contenido a la experimentación.

A mis amigos del volibol, que me han enseñado que la sana competencia y la labor de equipo es el camino que lleva a la felicidad y al éxito al mismo tiempo. Seguimos juntos cosechando momentos de gran felicidad.

A mis compañeros de la maestría, muchas gracias por compartir sus conocimientos, vivencias y experiencias. Su presencia y aportaciones han hecho que todos estos 24 meses hayan sido para mí de gran aprendizaje y enorme felicidad. Mi eterno agradecimiento a ustedes.

A todos mis amigos. Por su constante apoyo tanto en momentos de celebración y en todos aquellos días difíciles en los que los verdaderos amigos llegan a dar solución a lo que no podría enfrentar solo.

A mis alumnos. Yo no sería nada sin ustedes.

A mis sobrinos: Yao, Lalo, Víctor. El camino solo está dado por la educación y constante superación. No hay otras veredas. No hay más que el querer llegar a ser.

Una dedicatoria personal al ausente... De cualquier forma lo extraño y le dedico mi trabajo. Está presente en cada capítulo escrito y en un lugar especial de mi corazón.

Presentación

Desde la antigüedad, la búsqueda de ilusiones ópticas como medio de expresión ha sido incesante. La búsqueda de un diálogo con el espectador, inquietándolo con paradojas espaciales, ha evolucionado hasta la actualidad a un modelo más interactivo, un método creativo y novedoso. Existe una forma de expresión artística que pretende comunicar su mensaje de una forma diferente, poco común, con una realidad distorsionada al inicio, pero que súbita y sorpresivamente toma sentido; son ilusiones ópticas llamadas *anamorfosis*, un retoño estructural de la Perspectiva Geométrica.

En el caso de las representaciones de objetos, la mente construye figuras espaciales relacionadas a volúmenes tridimensionales. Son extensiones de los tres ejes del cuerpo. Según Lorenzo Magnani (2001), al hablar de la Filosofía y su relación con la Geometría, afirma que ambos, nuestro cuerpo y el mundo, fuerzan a nuestra percepción y comportamiento a construir las bases de nuestras propias representaciones espaciales. Es decir, cuando se está observando una escena, es

imprescindiblemente en la perspectiva de un punto de vista proveniente de un espectador, el cual entra en un discurso que describe el escenario y ambiente desde su propio lugar de observación, teniendo alrededor suyo diversos factores que inciden directamente en el objeto en cuestión.

Para lo cual, los entes de referencia obedecen a una asimilación en términos de las relaciones espaciales que se construyen en la mente. Así, una ilusión óptica es un efecto sobre el sentido de la vista, caracterizado por la percepción visual de imágenes que son falsas o erróneas, repercutiendo en la apreciación que se realiza en el cerebro a través del complejo proceso de síntesis; el autor de una anamorfosis obliga y manipula, de alguna manera, la interpretación visual del observador.

El arte de la anamorfosis consiste en el proceso de distorsión de una imagen que sólo revela su forma desde un punto de vista en particular o en su reflejo en una superficie, ya sea plana, cóncava o convexa.

El origen de éste tipo de ilusión óptica es en el Renacimiento, desde entonces se tienen registrados

dibujos y pinturas con las más diversas deformaciones perspectivas, las cuales utilizan el método geométrico para generar creativamente una expresión plástica distinta, atractiva.

En la actualidad, la anamorfosis es una expresión artística de gran aceptación en todo el orbe, orientada a varias actividades profesionales; en donde la creatividad no encuentra limitaciones de diseño y ejerce su poder de atracción. El futuro de la expresión anamórfica es muy promisorio, se esperan evoluciones más aventuradas hacia una expresión fantástica cada vez más realista y definida.

Fundamentación

La también llamada *perspectiva curiosa* es producto de un camino que combina los tratados de la Geometría Descriptiva y los fundamentos de la Óptica como estudios de la teoría de la percepción. Este resultado permite desarrollar en el analista receptor mayores cualidades creativas. Así también, deja abierta la posibilidad de que, tanto en las artes plásticas como en la arquitectura, se generen nuevas propuestas de expresión innovadora, llevadas a cabo mediante el método geométrico anamórfico.

Por ello el interés de exploración hacia el fenómeno perceptivo de la anamorfosis, el procedimiento gráfico matemático y su repercusión sensorial en el espectador, tienen como finalidad en la presente investigación estimular a los futuros artistas hacia el conocimiento de la forma, analizándolos por técnicas que resulten atractivas, prácticas y didácticas, tomando como referencia los métodos tradicionales.

La actividad plástica en el siglo XXI ofrece magníficas posibilidades para la expresión artística; existen tecnologías, materiales y conocimiento de vanguardia para lograrlo. Los sistemas educativos y los materiales didácticos deben evolucionar a una plataforma que contenga prácticas innovadoras que incluyan formas de aprendizaje visual, auditivo y kinestésico; no solo teoría o práctica sin una aplicación dirigida al campo de conocimiento profesional del educando. Por ello, la inclusión de la anamorfosis como medio creativo en el campo académico será el camino para captar el interés en la Geometría Descriptiva como herramienta fundamental para el diseño y que se valore la importancia de su utilidad en la solución de problemas, alentando la concentración del artista mediante la observación y percepción física de las formas.

Delimitación del objeto de estudio

En el desarrollo de la presente tesis se acota la experimentación en espacio y tiempo, a través de elementos plásticos desarrollados con el método geométrico de anamorfosis; ejercicios realizados por un grupo muestra compuesto por alumnos de la carrera de arquitectura de la Facultad de Estudios Superiores, plantel Acatlán.

Experimentación: Se realizan dos vertientes experimentales: Ejercicios prácticos de anamorfosis plana con dos grupos piloto, conformados por estudiantes de la carrera de arquitectura; y una escultura anamórfica tridimensional. Cabe mencionar que esto último es una práctica artística poco realizada debido en gran manera a su alta dificultad técnica.

Tiempo de ejecución: De agosto 2012 a mayo 2013.

Espacio: Plazas y corredores peatonales de la FES Acatlán.

Usuario: Alumnos de la carrera de arquitectura de la FES Acatlán.

Objetivo General

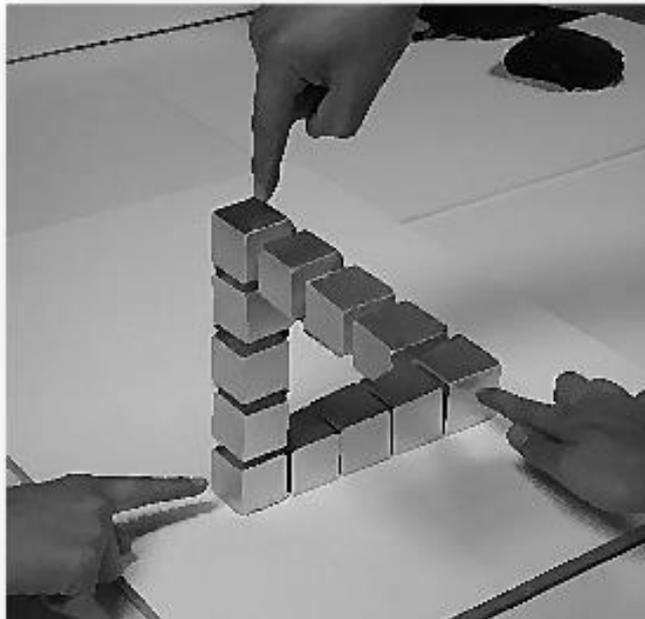
Desarrollar una serie de experimentos conceptuales dentro del campo surrealista de la anamorfosis, como un proceso creativo basado en el artificio derivado de la Geometría Descriptiva para incentivar a los futuros artistas plásticos, diseñadores y arquitectos a aventurarse al desarrollo técnico y artístico de ejercicios tridimensionales de ilusiones ópticas.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Analizar desde la Óptica y la Perspectiva Geométrica la evolución de la anamorfosis en sus diferentes tipologías y aplicaciones, bi y tridimensional.
- Aplicar la técnica y el método geométrico de perspectiva en ejercicios anamórficos de alto grado de dificultad, a fin de solucionar cualquier problema geométrico.
- Realizar ejercicios de experimentación anamórfica plana con un grupo muestra de alumnos de la carrera de arquitectura con dificultades de entendimiento espacial.
- Ejecutar una escultura anamórfica tridimensional a partir de los fundamentos geométricos, para establecer parámetros en un nuevo campo experimental.

Hipótesis

Si se aplican los fundamentos de la perspectiva geométrica que evolucionaron hacia la anamorfosis plana y catóptrica, se podrá diseñar y construir, utilizando la técnica en el arte creativo, una ilusión óptica volumétrica de alto grado de dificultad y dinamismo.



Metodología

MARCO REFERENCIAL

Etimología de la palabra *anamorfosis*: proviene del griego: del prefijo $\alpha\nu\alpha$ - arriba (movimiento de abajo a arriba), enteramente, de nuevo, contra, repetir; del sustantivo $\mu\omicron\rho\phi\eta$ - forma, figura; y del sufijo $\sigma\iota\zeta$ - acción. El significado: *regresando a la forma, transformación*.

Histórico: Estudio de la evolución de las anamorfosis gráficas, planas y catóptricas.

- o Origen de la anamorfosis gráfica.
- o Leonardo Da Vinci- registro gráfico de la primera anamorfosis.
- o Hans Holbein- Los embajadores.
- o Jean François Nicéron- *Thaumaturgus Opticus*.
- o Jean-Louis Voulezard- *Perspective Cylindrique et conique*.
- o Andrea Pozzo- Frescos en bóvedas
- o Muralismo
- o Arte urbano
- o Cinematografía
- o Anamorfosis en la arquitectura contemporánea

MARCO TEÓRICO

- Miguel de la Torre Carbó- Geometría Descriptiva; Perspectiva Geométrica.
- Jurgis Baltrusaitis- Anamorfosis, Ou Magie Des artificielle Effets Merveilleux.
- Hubert Damisch- El Origen de la Perspectiva.
- Lorenzo Magnani- Filosofía y Geometría.

MARCO CONCEPTUAL

Anamorfosis en el Diseño Gráfico

Anamorfosis en el Diseño Industrial

Perspectiva Geométrica

Anamorfosis en transmisiones televisivas

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente tesis es producto de una investigación aplicada a ejercicios prácticos de perspectiva anamórfica plana, los cuales son un preámbulo para el diseño y construcción de una escultura anamórfica.

Se requirió de una amplia concentración de información gráfica y escrita para indagar en el contexto histórico y

evolución de la perspectiva geométrica, determinando las ramas en donde se está empleando este proceso artístico y sus principales exponentes plásticos.

La investigación se divide en tres etapas fundamentales:

Primera etapa: Investigación sobre los antecedentes históricos y teóricos para determinar una clasificación de la tipología de las anamorfosis y su evolución gráfica y volumétrica, así como los fundamentos técnicos de la perspectiva desde la Óptica y la Geometría.

Existen referencias gráficas de anamorfosis planas en el ramo de la pintura artística y arte urbano; pero no hay escritos o gráficos que indiquen cómo llevar a cabo el trazo geométrico para obtener la deformación deseada y lograr la imagen prevista en el diseño de una ilusión óptica. Una vez analizados los fundamentos geométricos de la perspectiva cónica, se desarrolló en esta investigación el trazo geométrico y la técnica para obtener una anamorfosis en cualquier posición y con cualquier cantidad de planos de cuadro.

Segunda etapa: Aplicación de los datos obtenidos en los marcos teórico y referencial a ejercicios prácticos a través del grupo muestra compuesto por dos grupos piloto con alumnos de bajo rendimiento.

Se diseñaron siete ejercicios de aplicación geométrica en anamorfosis instaladas en escala 1:1 por los pasillos y

plazas públicas de la FES Acatlán, realizando el trazo geométrico en monte para obtener la verdadera forma y magnitud de los planos que intervienen en la proyección anamórfica; además de seleccionar los materiales adecuados para su ejecución.

En esta misma etapa de la tesis se presenta la secuencia de imágenes que se registraron durante la instalación del ejercicio experimental.

Tercera etapa: Diseño y construcción de una escultura anamórfica. Representa la principal producción de las aplicaciones geométricas en la presente tesis por su grado de dificultad y por el empleo técnico de ajustes formales, ópticos y físicos de alta precisión para lograr la ilusión virtual deseada en una imagen tridimensional. Se tomó como base la figura imposible llamada *Tribar Reutersvård*, imagen bidimensional de un triángulo de tres ejes rectos que se unen en el espacio [un eje vertical y dos ejes horizontales]; se realizaron variaciones y ajustes, entre ellos se añadió un hexaedro a cada eje recto para obtener una mejor vista volumétrica en el modelo final.

Las imágenes bidimensionales de una figura imposible representa un grado de dificultad en el cual interviene la solución de una perspectiva geométrica y la destreza del artista, que oculta en un plano la disposición de los

elementos y lleva a buen término un truco por el cual se logra engañar a la visión [por ejemplo: imágenes realizadas por M. C. Escher].

Para el experimento de la escultura anamórfica, se basó en la imagen bidimensional del *Tribar Reutersvård* para transformarla a un volumen imposible anamórfico. La razón principal por la cual se eligió esta imagen es que representó un desafío mayor evolucionar la imagen plana de una figura imposible a una escultura tridimensional irreal anamórfica e inverosímil.

Se optó por la imagen de Oscar Reutersvård para demostrar que, en el campo de la anamorfosis bien lograda, es completamente indistinto el espacio bidimensional y tridimensional; cuando un espectador observa una anamorfosis confunde por un instante la dimensión volumétrica o plana, para él siempre será una visualización tridimensional; sin embargo, el transformar una ilusión óptica plana en volumen es un gran reto técnico. Se tiene que conservar tanto el aspecto de perspectiva lógica de las figuras como su proporción, dimensiones y conexiones, dentro de un espacio virtual inexistente.

Específicamente, en el experimento de transformación anamórfica del triángulo plano de Reutersvård en una escultura, ya no solo interviene una solución de

perspectiva geométrica, se tienen que sortear técnicamente otros retos como son: la deformación secuencial de los hexaedros para que coincidan en tamaño desde el punto de vista pre establecido; el diseño y construcción de una estructura interna que soporte los hexaedros en *canti liber*, efectuar cortes oblicuos a las figuras geométricas, entre otros desafíos. La figura seleccionada para el experimento representa la evolución creativa de formas geométricas de un artista pionero en el arte de los objetos imposibles. Oscar Reutersvärd diseñó elementos que parecen sólidos sobre el papel, pero no pueden ser construidos en un mundo real.

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.

La tesis se expone a lo largo de cuatro capítulos.

En el primer apartado se explica al lector los antecedentes históricos y el desarrollo que ha tenido la anamorfosis en el arte y la arquitectura, se exponen ejemplos representativos de la perspectiva curiosa desde el Renacimiento hasta la época actual.

El segundo capítulo explica los fundamentos de la Geometría Proyectiva en los cuales se evolucionó de la perspectiva a la anamorfosis. Se describe el origen del

método para obtener imágenes bidimensionales con gran semejanza a lo real, apoyándose en las leyes de la óptica y la física. Se representa el proceso de conversión de una perspectiva cónica a una anamorfosis.

El capítulo tres consiste en el diseño, análisis, desarrollo e instalación de las propuestas plásticas anamórficas realizadas con el grupo muestra. Se trata de dos grupos piloto que se inscribieron a cursos remediales de Geometría Descriptiva III durante los semestres 2013-1 y 2013-2, para tratar de acreditar la asignatura.

En los cursos se analiza a profundidad la perspectiva geométrica desde los fundamentos del método geométrico elaborado por el Arq. Miguel de la Torre Carbó. La muestra experimental se realizó con alumnos rezagados de la carrera de arquitectura que han tenido históricamente dificultades para acreditar dicha materia. Se estableció un instrumento de entrada para conocer las causas que motivaron su reprobación en más de una ocasión en la materia mencionada, además de su aversión a la Geometría Descriptiva.

Es necesario mencionar que, en las materias de la academia de Geometría impartidas en nuestra institución, existe un alto índice de reprobación de los alumnos de arquitectura. Las causas principales son la falta de comprensión espacial del educando, el empleo

de una escasa imaginación y falta de atención a los conceptos explicados por el profesor; todo esto conlleva a que exista confusión que poco a poco se convierte en aversión y aborrecimiento a una de las herramientas básicas más importantes para el diseño. Uno de los objetivos del experimento es motivar el interés en la materia a través de ejercicios atractivos e innovadores.

En el capítulo final se expone el objeto principal de la tesis que demuestra la aplicación de los fundamentos teóricos y técnicos para elaborar una figura tridimensional anamórfica. Se explica el trabajo realizado para la construcción de la escultura titulada *Lo finito, el tiempo y la vida*. Aquí se profundiza en el procedimiento técnico para ejecutar las modificaciones y ajustes realizados a la imagen original *Tribar Reutersvärd*, así como el procedimiento de trazo geométrico y la solución constructiva al modelo tridimensional.

Al final de este apartado, se muestra una secuencia fotográfica de la instalación de la escultura anamórfica tridimensional.

Agradezco la asesoría y valiosa participación del Arq. Felipe Alcocer Bolaños en la construcción del modelo anamórfico tridimensional.

Mi especial reconocimiento y profunda gratitud al Arq. Oscar Rieveling Zarazua, este trabajo es consecuencia de charlas en las cuales surgió la anamorfosis como un tema de sorpresa y curiosidad; gracias a su incentivo y amistad encontré el camino y los medios para realizar esta apasionante investigación.

Con admiración y respeto agradezco la orientación y constante apoyo al Dr. José Carlos Francisco Rodríguez López director de tesis, que gracias a su amable disposición y valiosa colaboración ha dado sentido al contenido de la investigación.

Al Dr. Raymundo Ángel Fernández Contreras mi profundo agradecimiento, ya que sus correcciones y consejos fueron determinantes para dar forma al contenido de este documento y enriquecieron sustancialmente los conceptos expuestos a lo largo de la tesis.

Le agradezco al Maestro José Luis Caballero Facio, miembro del jurado, por su constante apoyo y motivación. Por sentar en mí la confianza y ánimo de llevar a buen puerto el desarrollo de la investigación.

Con profunda admiración agradezco a la Dra. Leilani Medina Valdez, miembro del jurado, por su valiosa orientación y estricta revisión a la composición metodológica de la investigación, además de su constante apoyo y amable motivación.

Al Dr. Omar Lezama Galindo, miembro del jurado, mi eterno agradecimiento por los conocimientos vertidos en sus novedosas y entretenidas clases, un ejemplo de dinamismo e innovación. Muchas gracias por hacer de la maestría un espacio de aprendizaje experimental.

A la Arq. Inés Otmara Deschamps le agradezco su intervención para poner en su sitio cada uno de los conceptos y definir el sentido de la investigación.

A todos los que contribuyeron en este trabajo, mi sincero reconocimiento; a los alumnos que con su interés y curiosidad han impulsado la constante exploración en el tema. Especialmente al futuro arquitecto y gran geómetra Juan Ángel Cruz.

Finalmente e igual de importante, muchas gracias a mis colaboradores Juanita Méndez, Abel Medina, Germán López, Gelacio Garduño, Antonio Ramirez y Víctor Fernando Rosas Ricardi, ya que han permitido con el doble de su esfuerzo en medio de la crisis, que haya logrado concentración para llevar a término esta investigación.

"Declinación de los sentidos: la vista renuncia; el tacto tiene que venir a comprobar, y a desmentir, lo que la mirada, victima de su ingenuidad, o del puntual arreglo de un artificio, da por cierto: la profundidad simulada, el espacio fingido, la perspectiva aparente, o la excesiva -y por ello sospechosa- compacidad de los objetos, la insistente nitidez de sus contornos, la arrogancia de las texturas."

Sarduy, S. (1982). *La Simulación*. Madrid: Monte Ávila Editores

Capítulo 1



Anamorfosis,
antecedentes

A lo largo de la historia, el ser humano ha probado expresar su pensamiento a través de imágenes, ya sea por mera expresión artística o por un intento de comunicar hechos sobresalientes en su espacio y quehacer cotidiano.

El proceso de evolución así lo muestra, desde los pictogramas grabados en piedra hasta los modernos cuadros digitales, desde las esculturas clásicas a los modelos monumentales, manifestando los más variados cambios en la forma de ejecución y conceptualización. La técnica, la metodología, los avances científicos, los materiales, son algunos factores que han propiciado avances en el desarrollo de la representación plástica.

Dentro de las formas de expresión y desde el siglo XV, artistas destacados han llevado a cabo estudios y experimentaciones que pretenden comunicar su mensaje de una forma diferente, poco común, con una realidad distorsionada al inicio, pero que virtualmente va tomando sentido.

Son ilusiones ópticas llamadas *anamorfosis*, un retoño estructural de la Perspectiva Geométrica. En Europa se les conoce como *perspektyfka*, *trompe-l'œil* o *trampantojo*.



Figura 1. Anamorfosis catóptica de la Gioconda

Teoría de la Anamorfosis

En una Anamorfosis, como en cualquier imagen de comunicación artística, existen elementos que la conforman, como son entre otros: color, textura, ritmo y proporción. El maestro Joaquín Rodríguez destaca en su obra el efecto que causa en el observador la integración entre los diferentes elementos de una composición; una vez que se articulan las diferencias y las transforma en un nuevo significado, "determina un estímulo que genera una respuesta concreta", (Rodríguez Díaz, J., 2009, p.20).

La obra artística se puede interpretar, en su función de comunicación visual, como el medio de transmisión de estímulos hacia el espectador. La anamorfosis bien lograda crea expectación, curiosidad e interacción. Reta al espectador para generar en sí mismo la ilusión óptica dentro de su razonamiento espacial, buscando hasta encontrar de pronto la imagen que transforma aquella muestra inverosímil en un todo que ahora toma sentido. Es en gran medida, una sorpresa para quien la observa.

El arte de la anamorfosis es el proceso de distorsión de una imagen que sólo se revela en su forma desde un

punto de vista en especial o en su reflejo en una superficie plana, cilíndrica o cónica.

La principal diferencia entre una perspectiva geométrica regular o perspectiva cónica y una anamorfosis es que, mientras la primera utiliza un plano de cuadro perpendicular a la visual principal obteniéndose una imagen deformada a la real con un proceso geométrico, la segunda utiliza la distorsión como un efecto deseado y utiliza uno o varios planos de cuadro oblicuos a cualquier visual, proyectando objetos sólo reconocibles desde un punto de vista predeterminado.

Se ha hablado de la percepción del observador en perspectivas y en ilusiones ópticas, además de la forma en que se puede engañar a la visión humana. Éste ha sido un cuestionamiento formulado desde tiempos muy remotos, sin embargo, para tratar de responder este cuestionamiento, se han realizado algunas investigaciones sistemáticas en distorsiones visuales.

De acuerdo a la teoría Gestalt, en una ilusión óptica, la mente percibe líneas de dirección similar y en grupos unificados o coherentes. Los teóricos modernos especulan que el sistema visual mentalmente selecciona conjuntos de líneas similares y realiza una composición

lógica con ellas. En el instante en que la mente llega a esta conclusión, sucumbe ante ella el efecto ilusorio. A pesar de más de un siglo de investigaciones y desarrollos, aún los científicos no tienen la certeza de las causas en los efectos artificiosos, ni qué interacciones intervienen en el sistema visual neuronal (Wertebaker, L., 1981, p. 89) Consideremos por el momento que existe una relación directa sujeto-objeto y que el objeto se convierte en una trampa para la mirada.

En la época del Renacimiento cuando se llegó a grandes avances en el perfeccionamiento de la técnica de distorsiones de imágenes, se utilizó el método matemático geométrico. En este periodo es cuando se inicia la historia de las representaciones plásticas deformadas, utilizando un método perspectivo y con alta calidad artística; es el producto y conjunción de dos disciplinas: la óptica y la pintura experimental.

Siendo la anamorfosis una variación de la perspectiva geométrica, los artistas del Renacimiento tuvieron que dominar la técnica de la representación en perspectiva antes de entrar en otro campo con mayores complicaciones.

La primera imagen de anamorfosis aparece de la mano de Leonardo Da Vinci en 1485; es un bosquejo deformado de un ojo. Aunque no existen anotaciones que expliquen la forma de apreciar la ilusión óptica, el dibujo mismo muestra el estudio de la perspectiva y el estudio geométrico que realizó el maestro.



Figura 2. Primer registro de anamorfosis. Leonardo Da Vinci
Si la imagen del ojo deformado se observa de frente, es decir, de forma perpendicular, se aprecia un conjunto de líneas curvas que no revelan algún sentido, tal vez una suerte de remolino. Cuando el boceto se presenta a nuestra mirada de forma oblicua y el punto de vista se acerca a la superficie plana del dibujo, el objeto, el ojo,



ahora se aprecia sin deformaciones.

Figura 3. Primer registro de anamorfosis. Leonardo Da Vinci desde un punto de vista rasante.

Leonardo experimentó ampliamente con la perspectiva central y la anamorfosis, estableció los métodos y mecanismos para facilitar el trazo que determinan la imagen final. Da Vinci escribió guías de trazo anamórfico como la siguiente: "Si quieres representar alguna figura en una pared, y que la figura aparezca en su forma apropiada como si no estuviera en el muro, debes proceder como sigue: toma una placa delgada de hierro, haz un hoyo en el centro, debe ser redondo, coloca una luz cerca del hoyo, en tal posición que su luminosidad pase por el centro, después coloca algún objeto que quieras, tan cerca de la pared que la toque, dibuja el perfil de la sombra en la pared; después rellénala y añade luces; posiciona a una persona para que vea a través del orificio desde el mismo lugar donde se pasó la luz en un principio y no serás capaz de persuadirlo de que la imagen está separada de la pared" (Leeman, F., 1976, p.28). La descripción del maestro al efecto especial de una anamorfosis, refiere que su percepción surge desde el fondo y encuentra su sentido enfrente de ella misma. Para ello, requiere de un punto de vista muy cercano al objeto; en cambio, para una perspectiva cónica o central, Leonardo recomienda que el punto de observación se encuentre alejado del objeto por lo menos tres veces su altura.

Hans Holbein el Joven, pintó en 1533 el cuadro *Los Embajadores*, lleno de simbolismo provocado por un elemento en anamorfosis que ocupa el centro de la obra y que se mantuvo sin una interpretación lógica durante mucho tiempo.

La pintura representa a Jean de Dinteville a la izquierda, embajador de Francia en Inglaterra en 1533; a la derecha se puede observar a Georges de Selve, obispo de Lavaur, siendo embajador ante el Emperador romano germánico, ante la república de Venecia y la Santa Sede. Ambos se sitúan a los lados de la obra, con dos estantes de madera sobre los que hay dispuestos varios objetos relacionados



Figura 4. Los Embajadores. Holbein

con la aritmética, la geometría, la música y la astronomía. En el estante superior se puede observar una esfera celeste, relojes de sol y un libro. En el mueble inferior hay un globo terráqueo, dos libros, un laúd y cuatro flautas. El suelo está pavimentado con círculos y

cuadrados, destacándose, al centro de la pintura, una figura que difícilmente se puede interpretar, pareciera que no pertenece al cuadro, salta a la vista. Se le ha llamado *el hueso de sepia*.

Se trata de la anamorfosis de un cráneo humano, que solo se puede observar en una ubicación especial del espectador, en posición oblicua al cuadro. El mensaje de la obra cambia súbitamente, ya que el objeto principal, dibujado al centro de la pintura, resultar ser

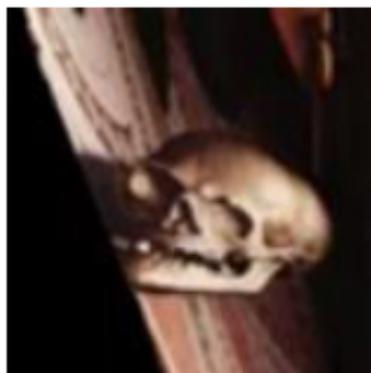


Figura 5. Detalle de la Anamorfosis

*Un testigo perenne y delatado,
depuesto ya el disfraz y la ceguera
simulada, se entrega. Lo que espera
revela su dibujo de costado.*

precisamente el cráneo. Sarduy (1993), escribió un soneto dedicado a esta pintura y a su aportación a la expresión de los mensajes ocultos en la pintura:

*De frente es garabato alambicado,
hueso de jibia, nave estrafalaria
que enseña su figura funeraria
al que se va despacio y descuidado.
El cartilago seca y resquebraja
bailando al son
de la orquestica muda
sin fanfarria que anuncie los conciertos.
Flores letales tejen su mortaja.
La granizada fue de azufre. Y ruda
la danza de los vivos y los muertos.
Un testigo perenne y delatado.*

Hay una referencia explícita al observador de la anamorfosis, a quien se relaciona con todos los elementos presentados en la pintura. La conclusión del autor cubano respecto a *Los Embajadores* es la siguiente: "Ni concha ni cráneo –meditación sin soporte–; sólo cuenta la energía de conversión y la astucia en el desciframiento del reverso –el otro de la representación–; la pulsión del simulacro que en *Los Embajadores*, se desenmascara y resuelve en la muerte" (Sarduy, 1982, p. 63).

No solo en la pintura se representaron anamorfosis para dar mensajes fuera de lo común, en la arquitectura hay ejemplos magníficos de alta complejidad en cuanto a su diseño y realización. El Teatro Olímpico de Vicenza es un foro diseñado por el arquitecto renacentista Andrea Palladio en 1580. Es el primer edificio de teatro cubierto

con tejado en la historia moderna, además de ser también el primer teatro cerrado del mundo. Fue la última obra de Palladio que murió sin verlo



Figura 6. Proscenio Teatro Olímpico de Vicenza

finalizado. La realización del teatro fue encargado a Palladio por la *Accademia Olimpica* para la puesta en escena de comedias clásicas. Su construcción se inició en 1580 y fue inaugurado el 3 de marzo de 1585.

En el proscenio se aprecia un arco triunfal en honor a Hércules, en la parte superior se puede ver el emblema de la ciudad. La parte anterior, el escenario, logra representar una plaza y detrás del proscenio se abre una espectacular perspectiva en anamorfosis de las

cinco vías de Tebas, obra de Vincenzo Scamozzi. La platea central [generalmente destinada a los nobles], ofrece una ilusión óptica con las calles que parecen perderse en la lejanía.

En el corte mostrado en la figura 7 se aprecia el diseño de las calles en anamorfosis, en donde la perspectiva se deforma para dar la sensación a los espectadores de una mayor profundidad y espacio.

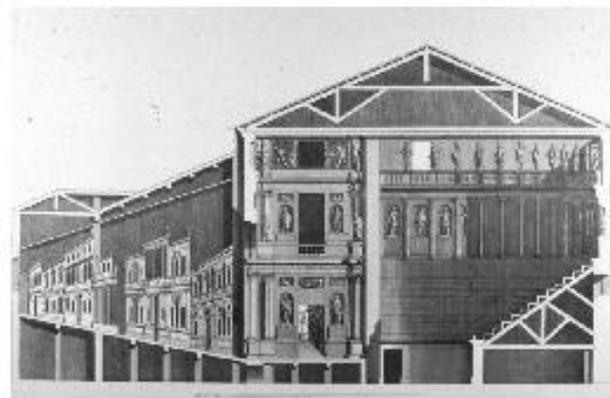


Figura 7. Corte arquitectónico Teatro Olímpico de Vicenza

En la galería Riccardi del Palacio Medici en Florencia, existe un fresco en la bóveda cilíndrica; tiene representaciones de figura humana que, en la perspectiva incorrecta, se aprecian deformaciones que claramente siguen la superficie cóncava. Ver figura 8.



Figura 8. Bóveda Galería Riccardi. Palacio Medici. Florencia, Italia.



Figura 9. Galería Riccardi. Palacio Medici.

Una vez que el espectador toma posesión del punto de vista adecuado, las imágenes se ven sin deformación alguna, aun cuando se han colocado en una superficie cóncava. Ver figura 9. Este proceso representa un gran dominio de la técnica.

El tener la capacidad de colocar imágenes sin distorsión en superficies no planas, la comprensión del ángulo de visión y la noción del vértice en la concurrencia de los rayos visuales, son los conceptos primordiales de transformación de la perspectiva a la anamorfosis, los cuales constituyeron un avance notable y preámbulo a los siguientes experimentos anamórficos.

Existen dos tipos de anamorfosis:

- o Si el punto de vista es oblicuo o perpendicular al plano de cuadro es una anamorfosis *óptica*,
- o Si se utiliza una superficie reflejante como espejo para obtener la imagen deseada, ya sea cilíndrico, cónico o piramidal, la anamorfosis es *catóptica*. Este último tipo de ilusión óptica tiene dos elementos: el dibujo plano [o un objeto tridimensional] y un *anamorfoscopio* [espejo curvo] colocado en un sitio especial y previsto por el artista para transformar la visión del objeto distorsionado en el plano a una imagen de tres dimensiones.

En Europa, durante los siglos XVI y XVII las anamorfosis *catópticas* se volvieron muy populares; fueron ampliamente reproducidas para dar significado a mensajes de tipo social, político y hasta erótico.

En este periodo los matemáticos profundizaron en métodos de construcción y realizaron prácticas experimentales, lo que originó que se ampliara la variedad de géneros de proyecciones anamórficas. Se introdujeron ilusiones ópticas a través de espejos cilíndricos, cónicos y piramidales, en una búsqueda de nuevas metáforas en nuevos medios de expresión y fuera de lo tradicional. A esto se le conoció como *la perspectiva secreta*.

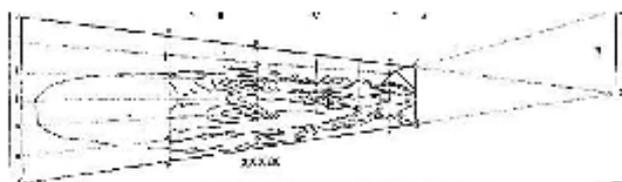


Figura 10. Segmento de la lámina 13. Jean François Nicéron,

El trabajo escrito más representativo de esa época fue elaborado por Jean François Nicéron en 1638, con el título *Thaumaturgus Opticus*. El método describe a la perspectiva anamórfica como una construcción geométrica pura. Simplificó el trazo de modulaciones en perspectiva anamórfica utilizando un cuadrado y sus diagonales, ver figura 10.

Transformó el cuadrado en un rectángulo anamórfico. El método constituyó un gran ahorro de tiempo y así se dio el inicio a la construcción de las retículas anamórficas que han sido empleadas en lo sucesivo para crear representaciones de la perspectiva secreta con mayor facilidad.



Figura 11. Dibujo de Jean DuBreuil. Leeman, Fred. (1976)

Nicerón propuso también un método para pintar retratos deformados sobre las superficies cónicas o piramidales, por el exterior e interior. Vistos desde la distancia apropiada con respecto al vértice, la imagen se apreciaba nítida y exacta. Ver figura 11.

En 1630 se publicó por primera vez una anamorfosis con reflejo en un espejo cilíndrico y cónico. Jean Tröschel y Simon Vouet presentaron en perfecta perspectiva en un anamorfoscopo, el reflejo de la imagen distorsionada de un elefante. Ver figura 12.

En el libro *Perspective cylindrique et conique*, escrito por Vaulezard, se explica cómo las imágenes pueden ser distorsionadas en una retícula, posteriormente restauradas a su forma normal cuando se reflejan en un espejo convexo, cilíndrico o cónico, ver figura 13 [Vaulezard, L., 1630, p. 42]. En Francia y Roma, la anamorfosis por reflejo de cilindros, se convirtió rápidamente en parte del repertorio artístico. El método curioso se extendió por Europa hacia Holanda, Alemania y llegó a la península escandinava, en donde tuvo una gran aceptación en el oficio.



Figura 12. Dibujo de Anamorfosis de un elefante.

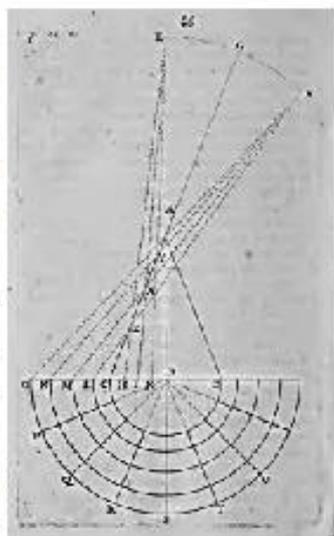


Figura 13. Dibujo de Vaulezard

También en la Escultura se realizaron anamorfosis para obtener una perspectiva mejorada en la obra final. Se realizaban deformaciones volumétricas estudiando el ángulo de visión del observador.

Tal es el caso de la escultura realizada por Michel Angelo Buonarroti: *el David*, llevado a cabo en los años de 1501 a 1504 en mármol de una sola pieza con 4.10 metros de altura, es una obra imponente, considerada una de las esculturas más emblemáticas y bellas. Representa al Rey David bíblico, en el momento previo a enfrentarse con Goliat. Miguel Ángel decide representarle con la honda sobre el hombro izquierdo [figura 14], mientras la otra mano se prepara en busca del otro extremo del arma, tensando así todo el cuerpo [figura 15], expectante ante el próximo acontecimiento. A esta pieza se le



Figura 14. Detalle de El David



Figura 15. Detalle

han atribuido desproporciones en la cabeza y mano derecha; es cierto, solo que estas deformaciones fueron pensadas a la adecuación de la visión precisa del espectador desde un punto de vista oblicuo y mucho más bajo de los elementos de la escultura, dicho de otra manera: la Anamorfosis se ha aplicado. La obra fue acogida como un símbolo de la República de Florencia ante la hegemonía de los Médici, y la amenaza de otras zonas, especialmente los Estados Pontificios.



En los siglos siguientes, la difusión y creación de anamorfosis cayó en un letargo y aunque no fue olvidada la técnica, los artistas se avocaron a realizar representaciones sin deformaciones y con profusión de elementos ornamentales. Mientras la proyección anamórfica gráfica declinaba, en otros campos el proceso de la ilusión óptica progresaba.

En el siglo XIX, la óptica como ciencia general que tiene conexiones con la astronomía, oftalmología, fotografía, entre otros, había sufrido influencias por la Anamorfosis. En 1825, el astrónomo George B. Airy utilizó una lente cóncava esférica-cilíndrica –es literalmente una lente anamórfica- para corregir su miopía y astigmatismo. Muy probablemente ésta fue la primera ocasión en que se corrigió la deformación de imágenes originada por el astigmatismo. Posteriormente, los oftalmólogos adoptaron a gran escala esta solución.

A lo largo de la historia del hombre, una rama del arte en la que se han obtenido grandes frutos utilizando de alguna manera la deformación experimentada de la perspectiva es el *Muralismo*.

En México se creó una escuela de artistas muralistas de gran trayectoria, tradición y expresión plástica,

utilizando la perspectiva anamórfica para lograr figuras en movimiento desde diferentes puntos de observación.

Durante la segunda década del siglo XX se inicia el movimiento muralista en México. Se caracteriza por cultivar y destacar nuestros valores populares y revolucionarios con imagen nacionalista; sirvió de base para formar una identidad; además de ser la continuación de una expresión tradicional que se ha venido realizando desde tiempos prehispánicos.

Existen grandes exponentes reconocidos a nivel mundial que dejaron su legado en edificios públicos en México y en las principales ciudades del mundo; por citar a algunos se encuentran: Gerardo Murillo [Dr. Atl], David Alfaro Siqueiros, José Clemente Orozco, Diego Rivera, Juan O'Gorman, Rufino Tamayo.

El uso de la perspectiva lineal y los cambios de posición en la vista del observador, crea movimiento en la obra muralista y efectos de fuerza y vigor en la expresión plástica. Tal es el caso del mural de Orozco: *El Hombre en Llamas*, figura 17, obra monumental que forma parte de un compendio de 40 frescos realizados en el Hospicio Cabañas durante los años de 1937 a 1939; alojados en las distintas secciones del conjunto [cúpula,

tambor de soporte, pechinas, bóvedas y muros]. En la obra *El hombre en llamas*, ubicada en la cúpula del edificio se observa a un personaje desnudo, flotando y envuelto en fuego visto en perspectiva desde sus pies hasta arriba, sobre un fondo ardiendo. Alrededor de él hay otros tres desnudos tendidos; todo es movimiento en la cúpula.



Figura 17. El Hombre en Llamas

Logra una expresión precisa, enérgica y dinámica; presenta a los personajes en anamorfosis, éstos se despliegan en el intradós de bóveda, colocados en una superficie de doble curvatura.

Otro ejemplo plástico que emplea la anamorfosis en su diseño y expresión, es la obra *Pesadilla de Guerra y Sueño de Paz* de Diego Rivera. En 1952 el Instituto Nacional de Bellas Artes le encarga a Rivera un cuadro de grandes dimensiones para exhibirse en la exposición itinerante Veinte Siglos de Arte Mexicano. El muralista mexicano realiza una pieza constituida por nueve

fragmentos y medidas totales de 4.5 metros de alto por 10 metros de longitud.

La obra, por su contenido político y agudo simbolismo, fue censurada por las autoridades culturales de nuestro país. El autor decide, en protesta, enviarlo a un país de la *Cortina de Acero*. El lienzo desapareció y se desconoce si aún existe. Actualmente el boceto original está en resguardo del Museo Soumaya. En él se aprecia el trazo de personajes distribuidos en una serie de perspectivas deformadas para dar un amplio panorama



Figura 18. Pesadilla de guerra y sueño de paz

a las diferentes escenas que componen la obra; Diego Rivera plantea la paz entre las potencias mundiales, representando a personajes magnificados en dimensiones y otros disminuidos en proporciones; hacia el centro del cuadro se ve a un crucificado y a dos personas ahorcadas, expresados claramente en una

perspectiva deformada para acentuar el dramatismo de la escena observada desde un cierto ángulo visual; en otro plano, al fondo, se ve el estallido de una bomba atómica y, en otras escenas, se observa a un ejército en formación de fusilamiento, a la derecha del cuadro se aprecia una perspectiva de las calles del centro de la Ciudad de México.

El artista David Alfaro Siqueiros creó grandes e impactantes obras murales; una de ellas es *El pueblo a la Universidad y la Universidad al pueblo*, ubicada en los muros exteriores del edificio de Rectoría de la Ciudad Universitaria, el maestro coloca en la escena a varios

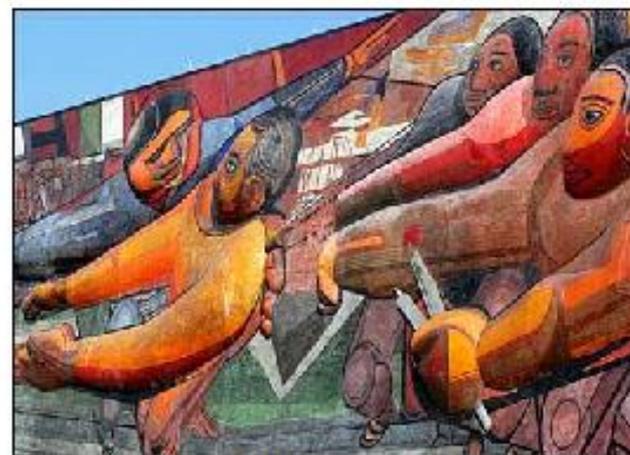


Figura 19. El Pueblo a la Universidad y la Universidad al Pueblo

personajes que en actitud unida, construyen y sostienen el avance técnico y provechoso de una sociedad progresista y en dinámico cambio constante. Es una escultopintura formada por un relieve de estructuras revestidas de concreto, cubiertas con mosaicos de vidrio coloreado.

En la figura 19, tomada desde un ángulo oblicuo a la obra, se aprecian los personajes alargados en sentido horizontal, lo cual es una deformación predicha para que, en el punto de observación adecuado, la obra se presente en toda su magnificencia [figura 20].

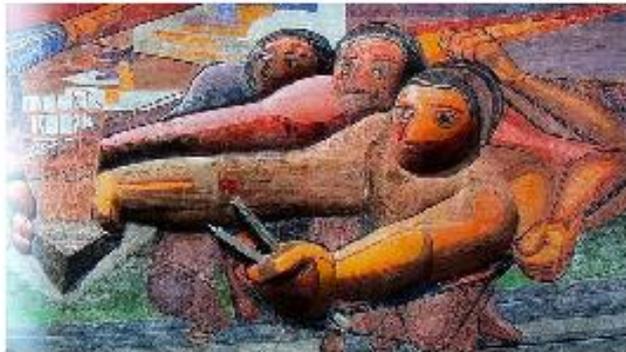


Figura 20. El Pueblo a la Universidad y la Universidad al Pueblo, desde el punto de observación adecuado.

En el ámbito de la cinematografía, en 1953, la compañía Twentieth Century Fox presentó la primera pantalla *wide screen*; la tecnología utilizada para la proyección incorporó el uso de dos lentes anamórficos, cada uno diseñado para corregir los efectos del otro. Uno de los lentes se montaba en la cámara para comprimir la escena panorámica original a una película de 35 mm. El otro lente se montaba en el proyector para descomprimir la imagen en sus proporciones originales. Muchas de las proyecciones de películas que vemos en estos tiempos son grabadas y presentadas con lentes anamórficos.



Figura 21. Escena de la película La Guerra de las Galaxias⁴

En la elaboración y rodaje cinematográfico ha proliferado el uso de anamorfosis escenográficas, en las cuales hay sobreposiciones de perspectivas que dan al espectador, de forma integral, la sensación de una realidad tridimensional en los distintos sets de grabación, ver figura 21.

En la actualidad, la anamorfosis es una expresión artística de gran aceptación en todo el orbe, orientada a diversas actividades profesionales, en donde la creatividad no encuentra limitaciones de diseño y ejerce su poder de atracción en el sujeto.

Dentro de las disciplinas que más recurren a la técnica geométrica y de la perspectiva ilusoria de la anamorfosis, se pueden citar a las siguientes: arte urbano, diseño gráfico, escenografía, arquitectura, decoración de interiores, mercadotecnia, urbanismo y diseño industrial, entre otras.

A manera de un complemento en la información de los antecedentes conceptuales de la ilusión óptica, a continuación se presentan ejemplos de algunas de las diversificaciones que ha tomado esta actividad creativa en nuestro tiempo.

Maurits Cornelis Escher realizó una modalidad de expresión de la *perspectiva curiosa*, representando estructuras imposibles.

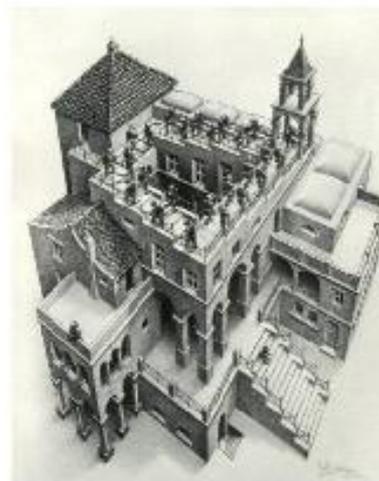


Figura 22. M. C. Escher, Ascendiendo y Descendiendo.

Este tipo de dibujos presentan mundos que sólo pueden existir en dos dimensiones, son tan sofisticados y a la vez racionales pero imposibles en una realidad de tres dimensiones. M. C. Escher⁵ maestro en el arte de la ilusión óptica y la paradoja,

crea perspectivas tan precisas que, de primera vista, la mirada las acepta racionalmente, pero una vez que la mente analiza la escena, el sujeto se da cuenta que en el cuadro el subir o bajar no tiene sentido, que el arriba y abajo representa para el autor el principal motivo de ilusión estructurada. Ver figuras 22 y 23.

El artista alemán alude que sus imágenes permanecen en su cerebro; están atrapadas ahí por la incapacidad de llevarlas al papel en forma tan vivida como aparecen en su imaginación. Y una expresión famosa de este gran geómetra define la línea de su impresionante labor: "No tengo idea de cómo enfrentar la realidad, mi trabajo no la toca" (Wertenbaker, L., 1981, p. 141).

Maurits C. Escher reproduce realidades ficticias de tres dimensiones que surgen apoyadas en la técnica de la perspectiva cónica geométrica; logran un engaño óptico-visual estudiado; transporta, de modo virtual, al espectador a un mundo irreal que solo existen bidimensionalmente dentro de los parámetros diseñados por el artista.

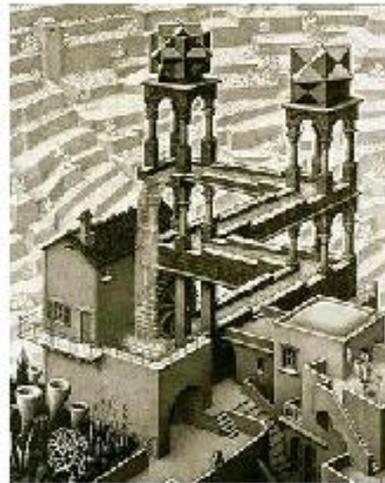


Figura 23. Escher, Caida de agua.

El diseñador gráfico Itsvan Orosz, nacido en 1951 en Hungría. Ilustrador y director de animaciones, ha hecho anamorfosis desde hace más de dos décadas con espejos cilíndricos y cónicos [figura 24].



Figura 24. Capital Jónica

Experto en las anamorfosis catóptricas, renueva el arte geométrico utilizado en el Renacimiento para expresar mensajes complejos.

"Hay cosas que puedo imaginar y puedo dibujar. Hay cosas que puedo imaginar pero no puedo dibujar. Pero ¿podré dibujar algo que no pueda imaginar? Eso me interesa enormemente" (Orosz, 2007)



Figura 25. La Isla Misteriosa

Itsvan Orosz presenta sus anamorfosis en un dibujo, en apariencia sin sentido, deforme y confuso. Algunas exhiben un paisaje un tanto deforme, pero al colocarlas un espejo, ya sea cóncavo o convexo y situándose en la posición del punto de vista preciso, aparece la imagen de algún personaje o pieza arquitectónica. Como ejemplo, en la obra titulada *La Isla Misteriosa* [figura 25]. Se muestra una ambientación de una playa con una embarcación encallada, con montañas a los lados y personas caminando hacia un valle, sin embargo, al colocar el espejo cilíndrico, surge sorpresivamente el retrato de Julio Verne.

En otra de sus obras, realizada con la misma técnica, aparece la imagen reflejada nitidamente en el anamorfoscopio, el rostro de M. C. Escher. El efecto ilusorio se aprecia en la figura 26.



Figura 26. Anamorfosis de M. C. Escher

En diseño y decoración de interiores, Felice Varini es un gran exponente del arte de la anamorfosis óptica. Nacido en 1952 en Locarno, Suiza; arquitecto de profesión, Varini experimenta con la proyección anamórfica



Figura 27. Tres Triángulos Azules

geométrica de figuras simples, desmembradas, en movimiento; triángulos, círculos, cuadrados, todos se muestran translúcidos, flotando en el aire.



Figura 28. Dos Triángulos Azules

Interviene el recinto arquitectónico con un objeto geométrico que actúa con la luz natural y aprovecha los accidentes de formas y siluetas. Ver figuras 27 a 30.

Al autor no le interesa si el observador se encuentra admirando su obra desde el punto de vista en donde la perspectiva compone las líneas que integran a la figura geométrica prediseñada. Para Varini su obra puede ser apreciada desde cualquier lugar, no importa si no ven la figura inicial, al diseñar no piensa en el observador. La obra tendrá una vida propia que no tiene nada que ver con el artista o con el espectador. Crea mundo virtuales interiorizados en su contexto geométrico especial, dinámico y creativo.



Figura 29. Interior con círculos



Figura 30. Nueve triángulos felices.

El artista sud africano Jonty Hurwitz es creador de sorprendentes esculturas anamórficas que pueden ser vistas y apreciadas con la ayuda de un espejo cilíndrico.

Si se observan sus piezas sin el reflejo, simulan formas alargadas o curvas con apariencia escurrida, abstracta, no reconocible. Se cataloga a si mismo como un artista científico que encuentra la línea entre el arte y la ciencia con la causa motivadora para su vida artística.

En su obra titulada *Yoda and the anamorph*, figura 31, compara el camino budista hacia la iluminación y búsqueda del yo basado en convencionalismos sociales, utiliza el lenguaje geométrico matemático para reflejar esa complejidad temporal del yo.



Figura 31. Yoda and the anamorph

Hurwitz utiliza métodos computacionales para escanear el volumen de la futura pieza y posteriormente la realiza con diversos materiales, entre ellos: cobre, cromo, acrílico, cera, resinas. Ver figura 33.



Figura 32. The Hurwitz Singularity

En su obra *The Hurwitz Singularity* [figura 32] exhibe su propio rostro dividido por planos paralelos y cada sección colocada separadamente. Ofrece un espacio emocional y personal que cruzó por su vida capturando con precisión su forma física. Una vez que el observador se coloca en el punto de vista apropiado las secciones logran integrarse en una sola visión donde la cabeza aparece completa.



Figura 33. Kiss of Chytrid

El Artista portugués Vhils, cuyo nombre verdadero es Alexandre Farto, se ha distinguido por los retratos realistas que origina al tallar la piedra de los muros.



Figura 34. Old

Utiliza la técnica conocida como *Reverse Graffiti*. Retira por medios mecánicos y manuales el aplanado del muro, que se puede traducir como un lienzo, y aparenta, al quitar los distintos materiales como pintura, concreto, yeso y piedra; tal como si estuviera dejando libres a los espíritus que viven en los edificios y en las paredes.



Figura 35. Aka

VHILS [Farto], participó dentro del festival organizado por Banksy Cans Festival, en Londres, 2008. Incluso en la portada del Times apareció una fotografía de él creando su trabajo. En sus retratos utiliza una perspectiva oblicua para realizar sus obras, una forma de anamorfosis. La obra de Farto lo ha llevado a dar la vuelta al mundo, a dejar su huella artística en ciudades como Moscú, Londres, Nueva York, México y Brasil. Figuras 34 a la 36.



Figura 36. All City Canvas México

El artista y maestro de la perspectiva creativa Julian Beever, nacido en Cheltenham, Inglaterra en 1952, estudió Arte y desde 1990. Pinta en el pavimento de las principales plazas del mundo. Los dibujos anamórficos que presenta el artista, están elaborados con tiza de color con el método de perspectiva cónica. Es una obra de arte urbano efímero que el observador disfruta en el sitio y en fotografías tomadas desde un punto exacto. "Mi trabajo seduce al hombre (y a la mujer) en la calle y no está confinado a las galerías o limitado por el sistema de galerías" dice el gran maestro de la Anamorfosis en su página web. Su temática es humorística, por ejemplo su Anamorfosis titulada *La Alberca en High Street*, que exhibe a una bañista con la pierna levantada y que sale del cuadro de la piscina, figura 38. Visto desde otro lugar es difícil de captar la escena, se muestran modelos amorfos sin sentido [figura 39].



Figura 37. Baby Food.

Otro ejemplo de sus Anamorfosis es la pintura titulada *Caracol*, en donde emplea el pavimento y una banca como planos de cuadro y logra una ilusión óptica en la que parece que el animal está subido al mueble y dispuesto a seguir su camino sobre cualquier obstáculo.

Julian Beever ha mostrado su arte efímero en las calles y plazas de las principales ciudades del mundo, maravillando a los espectadores con sus inquietantes ilusiones ópticas.



Figuras 38. Alberca en High Street. Anamorfosis



Figura 40. Caracol. Perspectiva errónea.



Figuras 39. Alberca en High Street.
Perspectiva posterior.



Figuras 41. Anamorfosis de Caracol.

El Profesor del Centro de Arte de Rhode Island e ilustrador científico para la NASA, Kurt Wenner desde 1984, realiza obras anamórficas en muros y pavimentos, combina su gran habilidad para el arte urbano en tres dimensiones con su preparación de pintura y arquitectura clásica, logrando expresiones plásticas innovadoras de gran formato. Wenner se inspiró en la geometría empleada por los Grandes Maestros Europeos, quienes solían representar figuras en ilusión óptica, flotando en plafones y bóvedas; ha adaptado la perspectiva oblicua a sus obras, la llama *Perspectiva Hiperbólica*. Ver figuras 42 y 43.

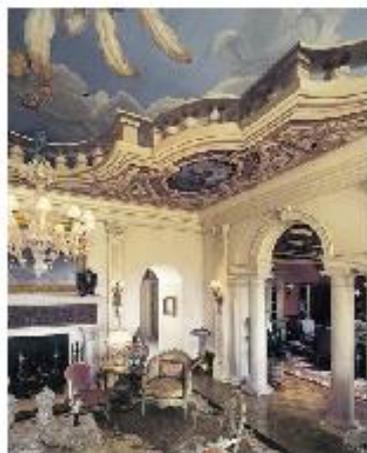


Figura 42. Anamorfosis en plafón

Sus anamorfosis temporales, tomando en cuenta su temporalidad existencial física, invitan a redescubrir las tradiciones artísticas y disfrutar de su expresión pura con temas de mitología y literatura, en la cual combina la pintura, la escultura y la arquitectura.

Kurt Wenner ha estado a la vanguardia en la transición del *Street Painting* al *Pavement Art*, es decir, de la pintura en las calles elaborada con motivos bidimensionales a la representación creativa tridimensional, también utilizando el método de perspectiva anamórfica. Ver figuras 44 y 45.



Figura 43. The Three Maqi.



Figura 44. Gluttony [Glotonería]

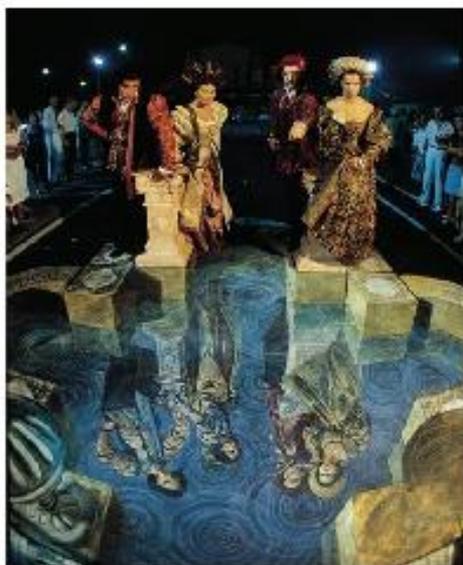


Figura 45. Reflections [Reflexiones]

En mayo del 2011, en la preparación de trabajos de anamorfosis para la materia Geometría Descriptiva III, de la carrera de Arquitectura en la FES Acatlán, se tuvo el privilegio de contar con recomendaciones técnicas enviadas por el artista. En el texto explica [figura 46]: “De las fotografías que me envió, da la impresión de que los estudiantes entienden perfectamente bien la técnica de la perspectiva, no encuentro fallas en el trabajo. Para proyectos futuros, puede colocar el punto de vista más cercano al trabajo y ampliar el ángulo de visión. Como

usted puede ver en mi sitio, muchas obras están fotografiadas con un lente gran angular. Esto es porque los trabajos de gran formato están hechos para ser vistos en un campo de 180°. Esto engrandece la ilusión cuando la obra es de tamaño real. El ángulo de visión humana es tan amplio como el lente gran angular y es lo adecuado para la composición del trabajo. Le comento que en mi experiencia, una obra anamórfica de 5 x 5 metros se aprecia mejor a una altura de 1.75 y a 50 cm de distancia de la imagen”.

Ha sido un gran honor haber contado con las recomendaciones técnicas de tan reconocido artista en el medio de la plástica anamórfica.

alestra*

Fernando Rosas ~ FernandoRosas@Gmail.com

Re: General Question

Kurt Wenner (@kurtwenner) wrote:
 to: Fernando Rosas (fernandorosas@Gmail.com)

7 January 2011 06:12

Enviado desde iPhone

From the photographs you sent me it seems that the students understood perfectly well the perspective technique. I don't find errors in the work. For future projects, you may want to put the viewpoint even closer to the work and enlarge the viewing angle. As you can see in my site, many works are photographed with a fisheye lens. This is because the large works are made to be seen with a 180 degree view. This is only valid in the location where the works are displayed. The viewing angles of the human eye are very wide as a rule (up to 180 degrees for the horizontal field of view). The eye can see an object clearly with a maximum distance of 5 meters, the best seen from a standing height of 1.75, and 50 cm to 1 meter below the bottom of the image.

All the best of luck in finishing the work!

Kurt Wenner

Figura 46. Mensaje de Kurt Wenner a Fernando Rosas

ANAMORFOSIS EN EL DISEÑO GRÁFICO

Existe un sinnúmero de profesionistas que utilizan la anamorfosis como un medio creativo. Por mencionar sólo algunos, están las obras de George Lois, y de Norman Bel Geddes. Se aprovecha el juego perspectivo para exhibir ilusiones ópticas creativas y atractivas, característica sorpresiva que sirve a la mercadotecnia para atraer la atención del espectador.

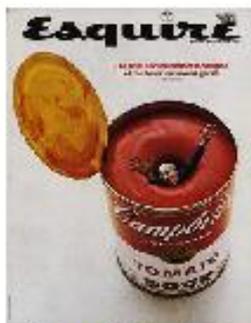


Figura 47. Diseño de George Lois.

ANAMORFOSIS EN EL DISEÑO INDUSTRIAL

Con la técnica de la *Perspectiva Curiosa* se han creado objetos diversos que juegan a la ilusión óptica con el usuario del producto, la mayoría de ellos utiliza la Anamorfosis catóptrica.



Figura 48. Ejemplo de anamorfosis en objetos cotidianos.

Dentro de la aplicación de la anamorfosis se han realizado obras excepcionales alrededor del mundo en diversas ramas o campos profesionales, algunas de relevante importancia, ya sea por su mensaje o por su divulgación, a continuación se explican algunas de ellas:

ANUNCIO CONTRA VIOLENCIA INFANTIL

La Fundación ANAR [Ayuda a Niños y Adolescentes en Riesgo] diseñó una campaña que sólo pueden ver los niños. Utilizando los principios de la anamorfosis, se llevó a cabo una estrategia para que los menores pudieran ver el anuncio sin sentir temor a ser amenazados y se motiven a denunciar el maltrato del que son objeto.

Utilizando una impresión lenticular, el anuncio tiene dos vistas: una para personas con estatura mayor a 1.35 m y la otra vista por debajo de esta medida; en la primera, sólo se ve una mención en la que



Figura 49. Anuncio visto por un adulto

aparece un niño y un mensaje: "A veces el maltrato infantil sólo es visible para el niño que lo sufre" figura 49. Desde la perspectiva del niño cambia el mensaje, los menores pueden ver el mismo anuncio pero ahora existen huellas de violencia en el rostro del infante y con el texto: "Si alguien te hace daño, llámanos y te ayudaremos". Ver figura 50.



Figura 50. Anuncio visto desde la perspectiva de un niño

Otro ejemplo de la aplicación de la anamorfosis es la escultura nombrada *Sėjikas* o el *Sembrador de Estrellas*, se trata de una pieza de bronce ubicada en Kaunas, Lituania. Obra original realizada en 1935 por el artista lituano Bernardas Bučo que representa a un campesino. Se inspiró en la obra del pintor impresionista Ivan

Grohar, quien retrató en 1907 en pleno acto de siembra a un trabajador del campo en pintura al óleo, durante una mañana nublada regando sus semillas en la tierra ya preparada, [figura 51]. Esta pintura tomó una gran importancia debido a que simboliza la estrecha relación que tiene esa nación con la naturaleza y significa una reflexión en el contexto de la transformación rural a la modernidad urbana.



Figura 51. Pintura de Ivan Grohar

Más tarde, en el año 2009, la antigua estatua fue intervenida por Morfai, un artista callejero lituano, quien a través del uso de la perspectiva geométrica realizó una anamorfosis óptica, aprovechando la sombra producida por una luminaria cercana a la estatua. Pintó unas manchas en el muro, de tal forma que adquirió un

nuevo significado, un mensaje novedoso y profundo. El homenaje realizado a todos los campesinos lituanos ahora se convierte en un mensaje colectivo de esperanza universal, integra al cosmos a la vida terrena, figuras 52 y 53.



Figura 52. Escultura de Bernardas Bučo



Figura 53. Escultura intervenida por Morfai

Recibe el nombre de *El Sembrador de Estrellas*, aludiendo incluso a la escultura titulada como tal, ubicada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia, Colombia, autoría de Alonso Ríos Vanegas.

Una obra anamórfica espectacular es *Release*, escultura dedicada a Nelson Mandela, ubicada en Robben Island a 90 km al sur de Durban, Sudafrica. El diseñador y artista Marco Cianfanelli construyó esta estructura anamórfica en honor al luchador social de raza negra, en conmemoración al quincuagésimo aniversario de su encarcelamiento, hecho que transformó al activista en un icono mundial en la lucha por la igualdad social.

El monumento es una estructura construida con 50 barras de acero de hasta diez metros de altura. Cada



Figura 54. Vista lateral de la escultura

una simboliza un año desde su captura en 1962 y en conjunto aluden a las mismas barras que lo tuvieron apartado en prisión durante 27 años. Ver figura 55.

La parte frontal presenta un retrato de Mandela utilizando las barras metálicas en posición vertical [fig. 54 y 56]. Se logra una perspectiva anamórfica con la disposición de los elementos metálicos a distintas alturas y alejamientos, el rostro de Nelson Mandela surge en el horizonte, transparente, dejando ver el paisaje de su país natal a través de su gesto apacible y duro a la vez.



Figura 55. Detalle



Figura 56. Monumento dedicado a Nelson Mandela

En la arquitectura contemporánea mexicana, Teodoro González de León y Roberto Betancourt diseñaron y construyeron un espacio anamórfico, dispuesto en una estrecha franja de terreno surgido por el cierre de una calle preexistente, en el cruce de la avenida Insurgentes y Copilco, a un lado del estadio Universitario México 68.



Figura 57. Vista del conjunto, Plaza Rufino Tamayo

Se trata de una pieza escultórico-arquitectónica con un talud de tierra recubierto de vegetación que funciona como fondo y una fuente monumental -parcialmente encajada en el talud,- diseñada con siete marcos de concreto aparente, de tamaños decrecientes, que crean un espacio perspectivo ilusorio. Ver figura 57; al fondo de estas estructuras, un mosaico de una acuarela ampliada de Rufino Tamayo. Ver figura 58.

El punto de vista pre diseñado, está ubicado en la parte horizontal de un puente peatonal fabricado con metal, desde el cual, la perspectiva de la fuente cobra mayor fuerza; ver figura 60. Sin duda, se trata de una obra de gran calidad plástica, realizada con las bases técnicas de la anamorfosis.



Figura 58. Vista hacia el interior



Figura 59. Perspectiva desde el punto de observación

En el espacio de la comunicación masiva, se ha utilizado la anamorfosis de diversas formas, especialmente en la televisión. Algunas marcas comerciales aprovechan la perspectiva deformada para insertar sus anuncios en la pantalla sin interrumpir la transmisión del evento; exponen avisos horizontales en el campo de juego que complementan información importante para el espectador. Algunos ejemplos son los siguientes:

En las transmisiones de fútbol, algunos anunciantes colocan lonas, posters o paneles horizontales al lado de las porterías, tomando en cuenta la posición de la cámara, la altura y la distancia que hay en el terreno de juego, para que el televidente aprecie la publicidad como si estuviera en posición vertical, se debe elaborar un proceso de deformación previa basada en el método



Figura 60. Anuncios en Anamorfosis

geométrico. En la figura 60 se observan los anuncios de *Bardahl* y *Sky* en posición vertical, en realidad están colocados sobre el pasto de forma horizontal. La anamorfosis funciona correctamente. En las transmisiones del fútbol americano, el observador que mira el partido en su televisor, puede tener la visión de unas líneas virtuales en perspectiva [ver figura 61], las cuales indican la posición inicial del balón [línea azul] y la yarda que tiene que alcanzar el equipo a la ofensiva para obtener una nueva primera oportunidad [línea amarilla]. Además, hay una anamorfosis de un letrero que anuncia hacia qué lado de la pantalla va la ofensiva, el número de oportunidad y las yardas por avanzar. Todos estos elementos parecería que estuvieran pintados en el terreno de juego, la ilusión óptica es realizada a la perfección siguiendo la perspectiva que tiene la cámara transmisora.



Figura 61. Líneas y letreros anamórficos virtuales

La Perspectiva no sólo racionaliza la relación que evidentemente existe entre la imagen y el objeto, sino que también establece el vínculo entre el observador y la imagen representada. Este efecto solamente se logra a través de la precisión con la que se elabora la representación anamórfica, utilizando con exactitud el método geométrico.

Desde los inicios de la anamorfosis, en la época del Renacimiento, se ha ido evolucionado en la técnica y en los materiales que se utilizan para producir el objeto anamórfico. Se fabricaban elementos rudimentarios para auxiliar al artista a dibujar con la mayor precisión posible un objeto o tema en particular; se ayudaban de redes modulares fabricadas manualmente con madera o hierro. En un grabado de Durero [figura 62] se puede leer una descripción de la técnica utilizada en esa época: "muestra, en efecto, al pintor preso en un auténtico suplicio, constreñido a dibujar los contornos del modelo que tiene enfrente, contemplándolo a

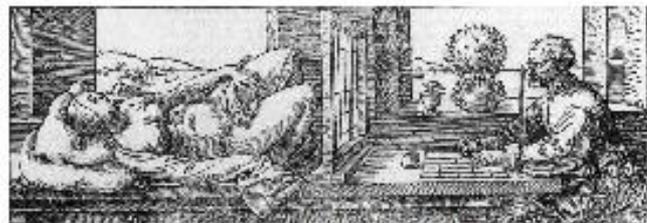


Figura 62. Grabado de Alberto Durero

través de una pantalla transparente y cuadriculada, con la mirada clavada en la punta de un estilete y el mentón sólidamente sujeto por una cuña” (Damisch, 1997, p.48).

Los artistas como Brunelleschi, Alberti y Leonardo fueron realizando sus experimentos y perfeccionaron el procedimiento de la perspectiva del *Método Legítimo*, con ello facilitaron a otros artistas la elaboración de perspectivas y anamorfosis. Utilizaban espejos para trazar sus representaciones. Según Filippo Brunelleschi los usaban para ver con mayor facilidad el contorno del objeto.

Aunque los recursos tecnológicos que se contaban en la época eran muy limitados y rudimentarios, la sensibilidad y capacidad de los artistas era notable. Realizaban investigaciones sobre materiales nuevos, formulaciones de pigmentos más estables y duraderos.

Se desarrollaron técnicas para la colocación de frescos en los muros, bóvedas y cúpulas. Para ello emplearon andamiajes de madera un tanto complejos en su armado para lograr la estabilidad deseada, ya que algunas cúpulas se ubican a más de treinta metros de altura en su superficie más alta.

Un ejemplo de instalación de una anamorfosis óptica bien lograda, es el fresco que está en el interior de la cúpula de la Biblioteca Nacional Austriaca, un edificio del siglo XVIII, en el cual se presenta una escena donde los personajes se aprecian sentados en las nubes y otros flotando en el cielo. Figura 63.



Figura 63. Cúpula Biblioteca nacional Austriaca,

Se trata de una superficie interior de forma esférica, una superficie cóncava, de doble curvatura; en donde cualquier figura se deformaría si no se tuviera en cuenta la posición del observador y su perspectiva. La técnica que se empleó para pasar de la perspectiva plana a la superficie esférica fue trasladando los rayos visuales desde el punto de vista a través de una retícula virtual cuadriculada, hacia la superficie interior de la bóveda; a

éste procedimiento de trazo geométrico se le llamó quadratura. Ver esquema en la figura 64.

Todo el proceso de transformación fue realizado mediante planos elaborados a mano, utilizando dibujos a base de lápiz de carbón o sanguina, tal vez tinta; materiales y herramientas con las que se contaba en aquella época.

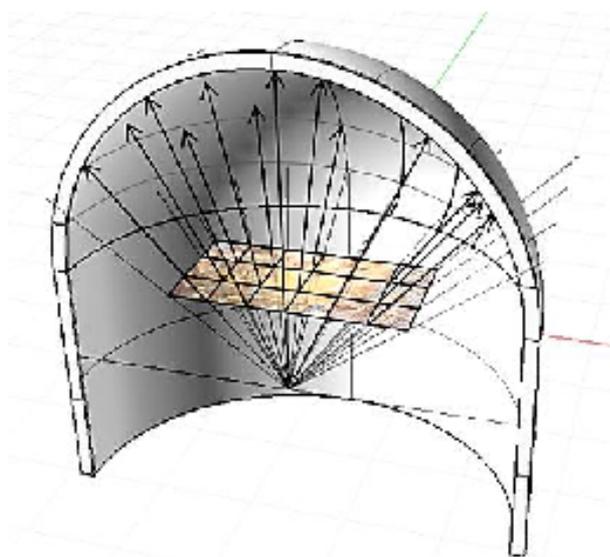


Figura 64. Dibujo de la proyección anamórfica en una bóveda

Actualmente, los artistas dedicados a emplear algún tipo de anamorfosis en cualquiera de las diferentes ramas de aplicación, cuentan con un amplio catálogo de herramientas tecnológicas que proporcionan posibilidades ilimitadas de diseño y creatividad. Entre ellas se puede mencionar a los siguientes: teodolitos laser que permiten efectuar planimetrías *in situ*, tanto verticales, oblicuas u horizontales con una gran precisión; medidores laser para la obtención de dimensiones de forma rápida y precisa; programas de cómputo que se utilizan tanto para el diseño e impresión, como para la distorsión y manipulación de imágenes, programas como: AutoCad, Rhinoceros, Adobe Illustrator, Photo Shop; proyectores de imágenes que permiten obtener la representación ya distorsionada, previamente obtenida en la computadora y que, emitida al plano anamórfico, puede dibujarse con facilidad.

Los materiales también han transformado las posibilidades de ejecución de un proyecto de anamorfosis. Ahora, no solamente se cuenta con lápices, plumones, gises, carboncillo, óleo, acuarela y tinta para aplicarse en tela, papel, cartón de diferentes calidades, sino que se puede tener acceso a los más

variados tipos de superficie y una gran diversidad de pinturas y recubrimientos. Algunos de ellos son:

- Plásticos: PET, vinil, Cloruro de polivinilo (PVC), polietileno de alta densidad, poliestireno,
- Resinas y adhesivos: PET, epòxico, poliuretano, polièster, acrílico, vinilèster, metilmetacrilato.
- Pinturas y recubrimientos: acrílico, vinil-acrílico, esmalte base agua, poliuretano, epòxico, siloxano, pastas esgrafiadas texturizadas, estuco modificado.
- Otros: Madera, cobre, tablaroca, durock, concreto, vidrio, ceràmica, alambre, piedras naturales.

Es muy extensa la lista de productos que se pueden utilizar para el proceso creativo actual. La elección depende del objetivo y uso final de la obra plàstica. Y aunque la esencia de la perspectiva anamòrfica no ha cambiado, se han mejorado notablemente los resultados artísticos. Al utilizar los recursos materiales y tecnológicos que se tienen al alcance, el presente y el futuro de la expresión anamòrfica es muy promisorio, se esperan evoluciones más aventuradas hacia una expresión fantàstica cada vez más realista y definida.

APLICACIÓN FALLIDA, ANUNCIOS VIALES

En las ciudades existe la necesidad de comunicar al transeùnte y al automovilista, advertencias, opciones y prioridades que deben de tomar en cuenta para evitar sanciones y accidentes, en los cuales podrian estar involucrados vehiculos en movimiento y personas.

Existen avisos y señalamientos pintados en el piso, han sido llamados *señales horizontales*, pero la forma en que se están realizando no es la conveniente, figura 65.



Figura 65. Aviso sin tratamiento perspectivo

En esta variedad de señalamientos viales

no se están mostrando en forma apropiada para que el mensaje llegue de manera efectiva y clara al conductor de un vehiculo en movimiento. Los anuncios pasan a veces inadvertidos por no estar completamente de frente en la visión del automovilista.

Los señalamientos viales, preventivos, escolares o de tránsito que están pintados en pisos son difíciles de leer y de obtener un adecuado mensaje, debido a que no tienen un estudio previo de su perspectiva deformada;

ni han pasado por un análisis geométrico del cual surja el signo apropiado para el punto de vista de un observador dinámico y la posición horizontal del señalamiento. Simplemente se pintan y, si acaso, se alargan en un sentido para que se perciba más grande y sea notorio desde el asiento del conductor.

Se incluyen en este subtema algunas imágenes de anuncios viales en los cuales no existe el estudio previo perspectivo, ver figuras 66 a 69. Están siendo utilizados en las zonas urbanas sin otorgar al ciudadano el nivel de seguridad requerido.



Figura 66 y 67. No hay anamorfosis



Figuras 68 y 69. No hay anamorfosis

Analizando un caso: la señal de *ALTO* en un cruce vehicular, es la advertencia a los automovilistas de que hay una vialidad próxima y se deben detener por completo. En la figura 70 se muestra un aviso que está deformado de manera inapropiada y es imposible de leer adecuadamente para el conductor que se desplaza a lo largo de una calle, lo alcanzará a advertir cuando se encuentre demasiado próximo al aviso. El resultado del letrero es tosco, deforme y sin comunicación efectiva, todo ello por la carencia de estudio perspectivo geométrico, es decir, sin haber anamorfosis.



Figura 70. Señal de ALTO sin tratamiento perspectivo

Debido a la gran importancia que tienen los anuncios viales, se debe de dar la debida relevancia a la transmisión de la comunicación efectiva y adecuada en un señalamiento vial, para que el conductor adquiriera el mensaje de manera instantánea.

Aquí existe una gran oportunidad para la aplicación de la anamorfosis con grandes beneficios para la sociedad, ya que la imagen deformada, tomando en cuenta el fenómeno de la perspectiva y la posición del observador, podría mostrarse al automovilista de una manera clara y concisa.

En la figura 71 se aprecia la imagen de un experimento realizado en el estacionamiento de la FES Acatlán. Es la propuesta de un tratamiento perspectivo, un ejemplo de aplicación de la anamorfosis, en el cual se observa la señal de ALTO sin deformaciones al observador. Si se compara con la imagen de la figura 70, se advierte un cambio en la efectividad de la transmisión del mensaje, existe mayor claridad en la forma de las letras y menor deformación visual; lo cual contribuye a obtener eficazmente y en menor tiempo el mensaje de precaución.



Figura 71. Señal de ALTO con anamorfosis

El tema de anuncios viales será motivo de una siguiente exploración en donde interviene la anamorfosis.

En resumen, en este primer apartado de la investigación, se han mostrado diferentes tipos de anamorfosis, que muestran una evolución en la expresión artística hacia campos diversos. Elementos que permiten realizar una categorización según su tipología y la posición de los elementos que la conforman. En la tabla de la figura 72 se explica la clasificación de las ilusiones ópticas llamadas anamorfosis y los artistas más importantes de cada tipo.

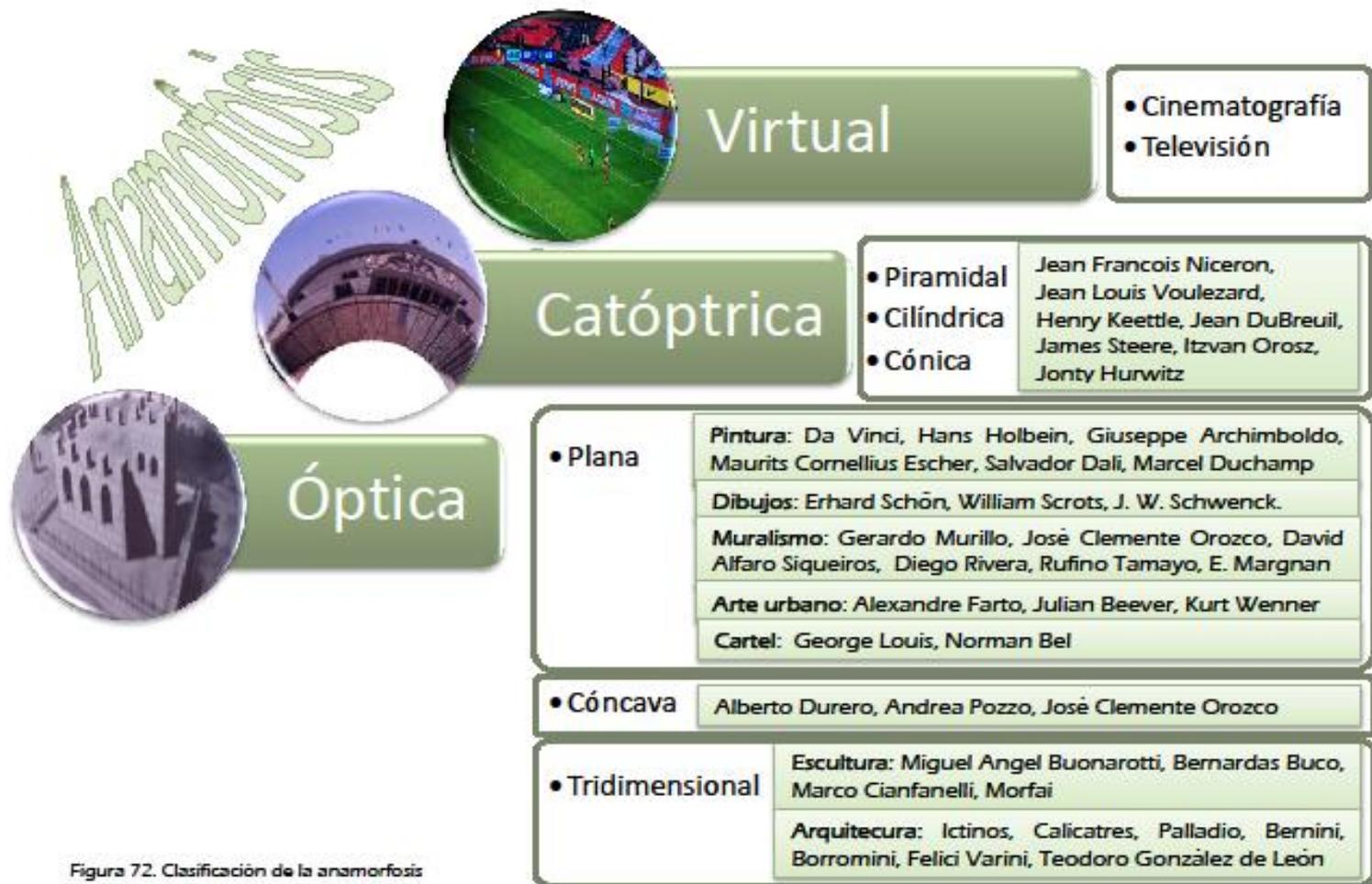


Figura 72. Clasificación de la anamorfosis

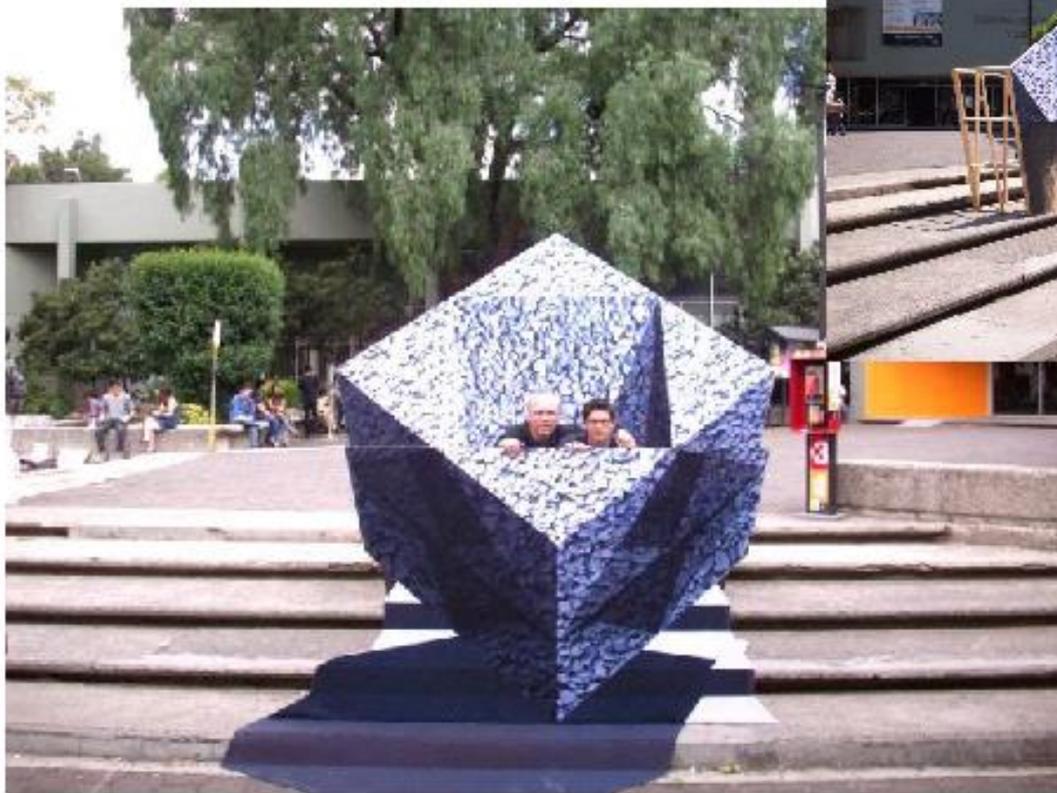


Figura 74. Cubo anamórfico. FES Acatlán (2012).



Figura 73. Paneles verticales.
Cubo anamórfico. FES Acatlán
(2012).

Capítulo 2



El fenómeno de la
perspectiva geométrica

La Geometría según Kant, en su libro *Critique of Pure Reason*, menciona: "... es un arte oculto en las profundidades del alma humana, cuyos modos reales de su actividad natural nos permiten descubrir y tener una visión abierta". (Kant. 1787. P. 45). El arte y las matemáticas están relacionados de una forma plena, el conocimiento geométrico frecuentemente se desarrolla como una serie de experimentos conceptuales que llegan a la creación de teorías para el conocimiento. Se conecta, entre otros campos, a la epistemología teniendo una utilidad de razonamiento científico. Es aquí donde la Geometría se convierte en una virtud lógica y cognitiva enlazada al espacio físico y al espacio virtual.

El arquitecto catalán Antoni Gaudí da un amplio panorama de la importancia en el entendimiento espacial como concepto imaginativo de la creación: "La inteligencia del hombre solamente puede funcionar en un plano, que está en dos dimensiones... Pero la inteligencia de los ángeles está en tres dimensiones. Ellos pueden trabajar directamente con el espacio.

El hombre no puede empezar a entender el espacio hasta que él ha visto el objeto realizado frente a sus

ojos". (Hensbergen, 2003). De aquí la importancia de la perspectiva geométrica, como una forma de lenguaje que aporta y facilita la percepción de un espacio tridimensional en un plano bidimensional.

La perspectiva "no tiene como fin permitir la producción de enunciados, de proposiciones pictóricas. Su valor es esencialmente reflexivo y regulador, lo que basta para definir un cierto régimen de la pintura y su representación" (Damisch, 1997, pp. 37-38). En el caso de las representaciones de objetos, la mente construye estructuras espaciales relacionadas a volúmenes de tres dimensiones. Éstas son extensiones de los tres ejes del cuerpo.

Según Lorenzo Magnani (2001), refiriéndose a la relación que existe entre la Filosofía y la Geometría, afirma que nuestro cuerpo y espacio físico obligan a la percepción y comportamiento a construir las bases de nuestras propias representaciones espaciales; es decir, que inmediato a la observación de una escena, que se produce forzosamente desde la perspectiva de un espectador, describe el escenario y ambiente desde su propio panorama, teniendo alrededor suyo diversos factores que inciden directamente en el objeto

observado. Por lo cual, los sujetos de referencia obedecen a una percepción en términos de las relaciones espaciales que se construyen en la mente.

Hubert Damisch [1997] menciona que la perspectiva es considerada como una de las principales formas simbólicas a través de la cual el espíritu aprehende a la realidad y la interpreta. La Perspectiva es el medio que enlaza al observador y la imagen representada a través de una dependencia metódica y razonada entre imagen y objeto. Todos estos conceptos nos llevan a adentrarnos en la definición de *Perspectiva*, una parte de la geometría que su objetivo es representar en dos dimensiones la realidad en el espacio físico o virtual, basándose en los fundamentos de la Geometría Euclidiana, también denominada *Geometría Plana*.

Posteriormente se analizará la transformación de la *perspectiva geométrica* a la *perspectiva anamórfica* con base en el mismo método geométrico, que finalmente permitió a la perspectiva dar paso a juegos divertidos y ejercicios fuera de lo común. Para ello es importante analizar a la óptica como una parte importante de la perspectiva geométrica y los efectos visuales en la captación de imágenes.

2.1 La Perspectiva en el Arte

Perspectiva, proviene del latín *perspicere*, que significa *ver a través de*.

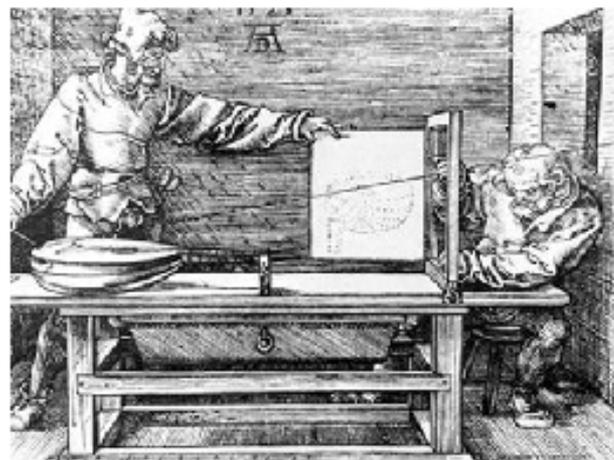


Figura 75. Alberto Durero Estudio de la Perspectiva

El término *Perspectiva* se empleó para identificar la técnica inventada en el Renacimiento por Filippo Brunelleschi para representar imágenes en dos dimensiones; quien utilizó algunos elementos que permitían enmarcar al objeto que era observado por el artista a través de un orificio. *Perspectiva* es el arte de representar en un plano los objetos del espacio, de tal

manera que su aspecto sea semejante al que presentan vistos al natural. (De la Torre Carbó, 2001, p. 11]

El descubrimiento de la perspectiva en la época del Renacimiento [*perspectiva artificialis*] permitió transformar al arte, de la ausencia de volumen en las representaciones plásticas del arte Paleocristiano, Románico y Bizantino, donde se evidencia una falta de análisis espacial, a la expresión plástica del Quattrocento, en donde se estudia a fondo el efecto óptico perspectivo y se sientan las bases para la perspectiva geométrica.

En la Edad Media las expresiones pictóricas carecían de volumen. Se representaban los objetos en un solo plano dimensional, los elementos que se encontraban sobre un plano horizontal se dibujaban de frente al observador, es decir, se modificaban al plano frontal; y los objetos que se querían representar en el plano vertical exageraban en su representación de perfil. Un ejemplo de este tipo de expresión plástica es La Última Cena del Maestro de Soriguerola, en donde se aprecian los elementos sobre la mesa expresados en un mismo plano: los platos como un círculo en posición frontal, las copas en la misma posición, al igual que el mantel de

retícula cuadrada que se supone debería presentarse en un plano horizontal. Podemos apreciar los pies de los comensales que, al revisar la proporción con el cuerpo entero de los personajes, se puede pensar que se encuentran parados y no sentados como se supone debería de representarse, ver figura 76.

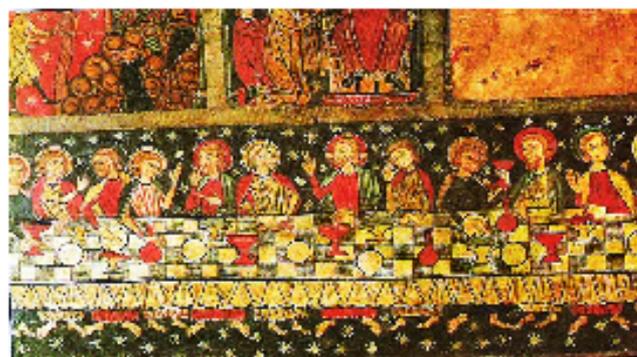


Figura 76. *La Última Cena*, Iglesia Sant Miquel de Soriguerola

En la Época Medieval se renunció a cualquier representación espacial con bases geométricas, las expresiones plásticas carecieron de perspectiva, solo se expresaron elementos en forma plana, con sobreposiciones.

Ahora, una comparación con la obra que realiza Leonardo Da Vinci en su obra *La Última Cena*, realizada de 1494 a 1498 [ver figura 77]. Se trata de una escena

en el interior de una habitación con imágenes en movimiento que se captaron en un retrato fijo de ese preciso momento; se puede apreciar a todos los elementos en perspectiva central. Una serie de elementos constructivos fugan hacia un solo punto en el horizonte, dichos elementos son paralelos entre sí



Figura 77. *La Última Cena*, Leonardo Da Vinci, Fresco. Santa Maria Delle Grazie. Milán.

además de estar en una posición horizontal [casetones, elementos en muros, líneas en el mantel y molduras]; los platos, tazas y alimentos que aparecen en la mesa se observan con gran definición perspectiva, así como los rostros y cuerpos de los personajes.

Este tipo de perspectiva revolucionó la concepción de los artistas pictóricos; que, después de trabajar con el

método de *perspectiva artificialis*, abandonan los viejos tratados teóricos de la Edad Media e inician experimentos en un nuevo campo de expresión plástica. A Filippo Brunelleschi se le considera el primero que formula las leyes de la perspectiva lineal, creó *El Método Legítimo* en donde se sientan los fundamentos técnicos de la perspectiva.

Antonio Manetti describe en su libro *Vida de Brunelleschi*, el momento en que Filippo realiza su descubrimiento en 1413. Se lleva a cabo la descripción de dos cuadros de demostración, hoy perdidos, que reproduce en el Baptisterio de San Juan y el otro en el Palazzo Signoria, ambos ubicados en Florencia. Brunelleschi hizo una demostración pública de su método, se situó en el centro de la entrada principal de la catedral en un punto que, mirando en dirección al baptisterio [situado en el mismo eje de la nave central de la catedral], su campo visual quedara exactamente enmarcado por el portal. Dividió su campo visual con una retícula de cuadrados iguales [puede que usara el marco de la puerta para realizar una retícula equidistante] y luego dibujó sobre el papel, asimismo cuadrículado, el contenido de la retícula con la mayor precisión posible.

Al cuadro realizado le agregó un cielo de metal bruñido [espejo] y le hizo un orificio por el cual la vista del observador se reflejaba en un espejo que permitía comparar el modelo natural con la imagen realizada con este método, ver figura 78.

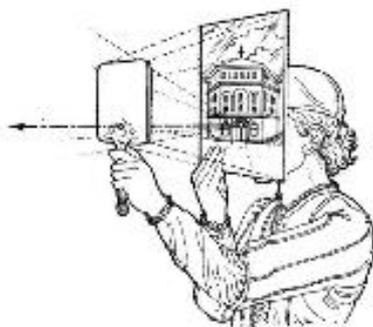


Fig. 78. Demostración perspectiva lineal

El arquitecto Florentino articuló las normas para la construcción perspectiva con la convergencia de las líneas de profundidad en un punto de fuga unificado o de dos puntos de fuga en el caso de la perspectiva bifocal, así como el cálculo científico de los intervalos de profundidad.

Massacchio realiza su obra *la Sagrada Trinidad* con la primera representación pictórica basada en el *método legitimo*, ver figura 79. En ella se aprecia un plano

frontal paralelo al del observador y las líneas perpendiculares al plano de cuadro que convergen en un punto, a este tipo de perspectiva se le llama perspectiva central.

En el siglo XV, Leon Battista Alberti aporta nuevas apreciaciones sobre el plano de cuadro en la

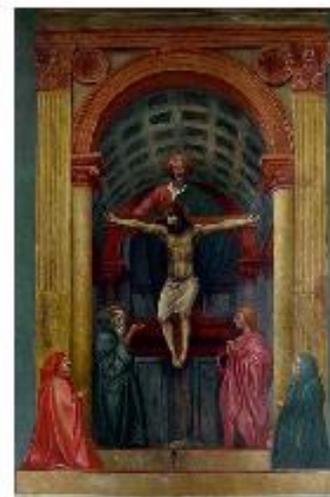


Figura 79. La Sagrada Trinidad, con la Virgen, San Juan y donantes. Santa María Novella

perspectiva cónica en su tratado *De Pictura*. "Sea posible que estos rayos como sutilísimos hilos extendidos y ligados como en un haz a una cabeza de modo directísimo son recibidos a la vez dentro del ojo allí donde se forma la visión y allí son un tronco de rayos y se dirigen a la superficie opuesta... tal como cierta superficie que ellos cubren de colores fuera de tal modo vitrea y traslúcida, que a través de ella pasase la pirámide viva entera en un cierto intervalo y constituyese, con una determinada posición del rayo céntrico y de la luz, los lugares apropiados en el aire."

(Cabezas Jiménez, 2007, p. 154). Alberti describe la perspectiva cónica que se forma con los rayos visuales, el plano de cuadro y el punto de observación, elementos básicos en la elaboración de una perspectiva geométrica.

Posteriormente, en el Barroco y Neoclásico, se explotó al máximo la capacidad de la perspectiva para crear un arte pictórico de alta calidad técnica y una representación muy semejante a escenas captadas por una cámara fotográfica. En este periodo se centró la expresión artística en el romanticismo, obteniendo la pintura un papel prioritario dentro de las diferentes manifestaciones artísticas. Virtuosos como Diego Velázquez, Caravaggio y Rembrandt, entre otros, plasmaron pinturas de alta expresión realista, basándose en los parámetros geométricos de la perspectiva.

Andrea Pozzo, pintor, arquitecto, diseñador de escenarios y teórico del arte barroco italiano, realizó frescos utilizando la técnica ilusionista de la *Quadratura*, un tipo de anamorfosis. Una de sus obras más importantes es el fresco de la bóveda de la iglesia de San Ignacio de Loyola en Roma, en donde se muestra

una ilusión óptica con la perspectiva de un nivel adicional en el interior de la edificación. Ver figura 80.



Fig. 80. Fresco de *La Gloria de San Ignacio*, 1685-1694. Iglesia de san Ignacio en Roma

Del siglo XV al XIX se puede considerar el periodo dorado de la perspectiva. Su desarrollo aportó además el invento de la cámara oscura que dio origen a la fotografía en el siglo XIX y al cinematógrafo en los inicios del siglo XX. Lo nuevo del experimento es que las imágenes se sitúan en una superficie plana, una forma de representación más cercana a lo que percibe el ojo humano. La perspectiva entra en competencia con la fotografía y existe un aparente declive en su uso.

La pintura busca otros caminos y formas de expresión y empieza una separación gradual del método perspectivo que será más evidente en el siglo XX. En este periodo, el arte realiza una revisión de los periodos anteriores y cuestiona los parámetros utilizados hasta el momento. El arte entra en un periodo experimental y da cabida a soluciones dispares que van desde las representaciones ilusionistas de los Hiperrealistas a la abstracción del Cubismo. Algunos autores afirman que en este periodo se creyó en tela de juicio el futuro de la perspectiva en el arte pictórico.

Sin embargo, en este momento las técnicas perspectivas geométricas están en auge siendo utilizadas en diversas corrientes del arte visual, incluso en las manifestaciones artísticas de más reciente aparición: el cine, la fotografía digital y la televisión.

En el ramo de la Arquitectura, Ingeniería, Topografía y profesiones afines, la aparición de programas de cómputo han permitido la creación de perspectivas realistas, *renders*, y recorridos virtuales de proyectos y edificaciones arquitectónicas con alta definición y precisión, las cuales permiten apreciar las texturas,

colores, sombras y proporciones en una apariencia muy cerca de la realidad, ver figura 81.



Fig. 81. Perspectiva *Render*. Arq. Gerardo Sánchez y González Mesa. 2011.

No obstante, a pesar de los grandes adelantos alcanzados en el campo de la computación, de la geometría y la óptica, la perspectiva no ha logrado igualar a la percepción de la visión humana directa. Mientras aquella es una representación estática, la vista viva es una interpretación de imágenes continuas en constante movimiento.

2.2 Óptica y Perspectiva

La visión humana percibe la realidad tridimensional a través del sentido de la vista. Cuando el observador aprecia un objeto, los rayos luminosos proyectan en la retina ocular una imagen del objeto visto, pero de una manera invertida y cóncava debido a la forma de la superficie interna del ojo.

Esta misma imagen es reproducida separada, pero simultáneamente, en el interior de los dos ojos y con una variación infinitesimal en su aspecto, debido al ángulo que percibe cada ojo. A este hecho se le llama *visión binocular*. Se calcula que a partir de una distancia de veinte centímetros se puede apreciar con nitidez un objeto, ya que es la distancia mínima en la que concurren las visuales sin distorsionar la imagen [en el lenguaje popular se dice: *sin hacer bizcos*].

Después de que cada ojo percibe las imágenes en la retina, la energía electromagnética que incide sobre los *conos* y *bastoncillos* es transformada en impulsos nerviosos que llegan hasta las *células ganglionares* cuyos axones se unen para formar el nervio óptico. Los haces nerviosos de cada ojo se encuentran en el *quiasma óptico* donde parte de ellos se cruzan para ir a

parar al hemisferio cerebral opuesto. Los impulsos nerviosos llegan hasta la corteza visual del cerebro, situada en el lóbulo occipital, modifican su estado fisiológico y se produce la experiencia perceptiva. (Wertenbaker, 1981, pp. 36-45)

Gracias al efecto binocular y al complejo proceso de síntesis de los impulsos nerviosos en el cerebro es que podemos percibir el volumen de los objetos y la sensación de profundidad.

El ojo humano dispone de un campo visual, cada ojo percibe en una visión periférica aproximadamente 150° en el sentido horizontal y 100° en el sentido vertical; sin embargo, los objetos solamente se ven clara y nitidamente en un ángulo central entre los 30° y 45°, a esta zona se le ha denominado *cono óptico*.

La Óptica es la rama de la Física que estudia el comportamiento de la luz y de forma general, las ondas electromagnéticas. En esta rama científica se basa el método geométrico para obtener los resultados del fenómeno perspectivo y sus efectos.

Desde la antigüedad existe el dilema si el objeto observado es *emisor* o es *receptor* al referirse a la

naturaleza de la luz. Demócrito, Aristóteles, Epicúreo y Lucrecio eran partidarios de que los rayos visuales pasan del objeto al ojo; sin embargo, Euclides, Empédocles y Ptolomeo estaban a favor de que los rayos visuales surgen del ojo hacia el objeto.

Independientemente de la fuente de la emisión de los rayos visuales, los estudios realizados en la antigua Grecia fueron útiles y avanzados para su tiempo, en ellos se sentaron las bases para elaborar una teoría de la formación de las imágenes en los espejos.

Los matemáticos griegos se ocuparon también de estudiar a la Óptica desde un aspecto geométrico. En los escritos del geómetra alejandrino Euclides [siglo IV-siglo III a. c.], "*Óptica*" y "*Catóptrica*", realiza aportaciones acerca de la propagación rectilínea de la luz, que él consideraba como un *tentáculo* lanzado desde el ojo hasta el objeto. A Euclides se le considera como el padre de la Geometría, simplemente sirva señalar que en nuestra época existen dos tipos de Geometría: la Euclidian [Geometría Plana, la cual es la base para la enseñanza de arquitectos, ingenieros, diseñadores, entre otros] y la No Euclidian.

Cabe mencionar que, actualmente la *Catóptrica* es la parte de la Óptica que estudia la reflexión de la luz y tiene una de sus aplicaciones en la Anamorfosis obtenida por reflejos en espejos cilíndricos, cónicos y piramidales.

El físico iraquí Al-Haitham, [965-1039] conocido como Alhazen, quien, debido a sus importantes hallazgos, es considerado el padre de la óptica moderna, realizó estudios y experimentos para aplicaciones en lentes y espejos, lo que lo llevó a descubrir las leyes de la refracción.

La Óptica Geométrica e Instrumental está relacionada con la historia de las lentes. El descubrimiento de las leyes de la reflexión y de la refracción, así como de la formación de las imágenes, las cuales son la base imprescindible para el desarrollo de la perspectiva geométrica y su percepción visual, fundamentada en la premisa de reproducir imágenes que se ubiquen dentro del rango del cono óptico y que sean captadas por la vista de una manera inmóvil.

2.3 De la perspectiva geométrica a la anamorfosis

La anamorfosis es un efecto perspectivo artístico en el cual, un objeto toma una forma racional y lógica al observador exclusivamente desde un punto de vista previamente definido de manera geométrica. La imagen deformada mediante el sistema perspectivo de anamorfosis, precisa de un punto ideal para ser observada, no es reconocible desde otro punto de vista.

La también llamada *Perspectiva Curiosa* es una variación de la perspectiva oblicua o cónica. La principal diferencia que existe entre una perspectiva geométrica y una anamorfosis es el *Plano de cuadro*; En la Geometría Descriptiva, se define al plano de cuadro como aquella zona en donde se registra la intersección con las visuales provenientes del punto de vista al objeto, es decir, una perspectiva es una intersección de los rayos visuales en el plano de cuadro.

En una perspectiva cónica el plano de cuadro es perpendicular a la visual principal [véase la figura 82] y en una anamorfosis el plano de cuadro es siempre oblicuo a la visual principal [véase la figura 83], incluso

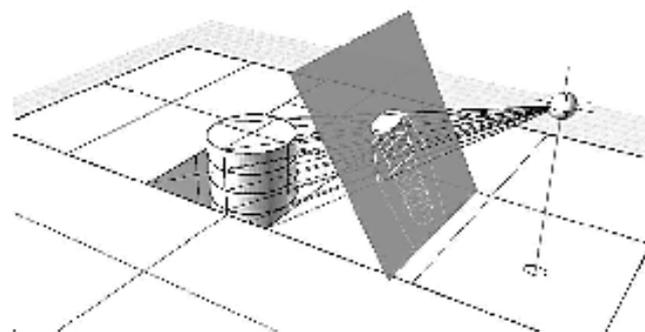


Fig. 82. Esquema de una perspectiva cónica.
El Plano de cuadro es perpendicular a la visual principal

pueden intervenir en una anamorfosis varios planos de cuadro en distintas posiciones, alejamientos e inclinaciones.

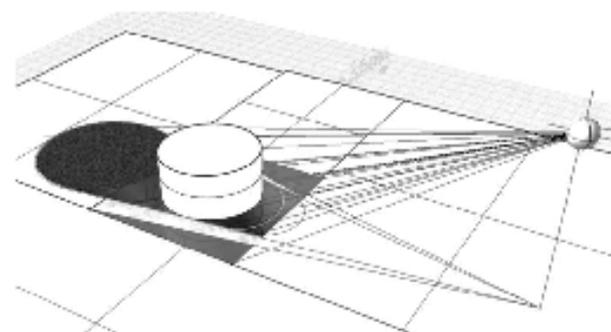


Fig. 83. Esquema del principio geométrico de una anamorfosis.
El Plano de cuadro es oblicuo a la visual principal

De esta forma, si el trazo geométrico fue el adecuado y preciso, desde la posición del punto de vista, previamente definido, durante la escena, el observador no distingue si se trata de una perspectiva geométrica o de una anamorfosis [figura 84].



Fig. 84. Fotografía de la anamorfosis de un cilindro en un hueco horizontal. Fotografía tomada durante exhibición de anamorfosis en la Academia de San Carlos [2012].

2.3.1 La anamorfosis, una simulación

La anamorfosis, basada en la visión diagonal y en un punto de observación excéntrico, fue definida por el historiador Jurgis Baltrusaitis (1969). Afirma que la anamorfosis es una proyección de formas fuera de ellas mismas, dislocadas; de manera que las figuras se corrigen cuando son vistas desde un punto de vista determinado.

El poeta y escritor cubano Severo Sarduy, en su libro *La Simulación*, plasma una descripción de anamorfosis al mismo tiempo que realiza una comparación con el término de perspectiva. "Si la perspectiva se presenta, desde Alberti, como una racionalización de la mirada, como *la Constuzione Legittima* de su jerarquización de las figuras en el espacio y la realidad objetiva de su funcionamiento, la anamorfosis, *perspectiva secreta*, funcionamiento marginal y perverso de esa legitimidad, se asocia, desde su invención, con las ciencias ocultas, con lo hermético y la magia". (Sarduy, 1982, p. 28). La anamorfosis aparece como alegoría, artificio o simulacro; es una derivación interna en el sistema de la perspectiva, involucra a la visión en una racionalización y jerarquización de las figuras del espacio, creando una

realidad objetiva. La anamorfosis se crea matemáticamente sobre la existencia de una *perspectiva secreta* que funciona con los mismos principios que establece la *Perspectiva Geométrica*.

En el acto de comunicar, la anamorfosis actúa como un metalenguaje de la Perspectiva, en donde su significado se maneja en los planos de la expresión y contenido. Tomando en cuenta que la investigación semiológica reconstruye el funcionamiento de los sistemas de significado, se puede observar que, en el devenir histórico, la anamorfosis ha evolucionado en su significado inicial. Durante el Renacimiento, transmitía mensajes ocultos sobre todo en la pintura. En nuestros días, los significantes son tan variados, desde arte urbano hasta perspectiva catóptrica, pasando por motivos interioristas en la arquitectura y cuyos mensajes pretenden transmitir sistemas estructurados de signos con valores estéticos artísticos, expresando situaciones con motivos tanto geométricos, sociales o culturales aplicados en el campo de la mercadotecnia, el arte y la arquitectura, entre otros.

Ferdinand De Saussure (1945), afirma que el tratamiento del objeto en su connotación existencial es

una apariencia, la cual existe y provoca un sentimiento. En algunas ocasiones el objeto huye hacia lo subjetivo y por ello, en el fondo de una obra, el objeto desarrolla para el hombre una especie de absurdo, o de cierta manera el sentido de un no-sentido. Es aquí donde el objeto anamórfico toma un significado semiológico, en el cual, la apariencia del objeto tiene un sentido independiente de su función, separado de su realidad.

El significado de los sistemas de objetos anamórficos se basa en el sentido del receptor, el observador del objeto. La anamorfosis es *polisémica*, se presta a muchas interpretaciones de sentido, mientras el observador se acerca al punto de vista adecuado, el mensaje no llega completo o con un significado erróneo, que de cualquier manera tiene una interpretación para el espectador aunque sea absurda, equivocada y fuera de sentido. En cuanto el observador se sitúa en el punto de vista proyectado, el significado de la anamorfosis es captado súbitamente, experimentando una *peripecia*, término que, según Aristóteles, es el cambio repentino de una situación a la opuesta, revelando el significado oculto en la perspectiva.

De esta manera la anamorfosis se establece como una *curiosidad técnica*, y por eso llega incluso a asociarse desde su invención, con las ciencias ocultas, con lo hermético y la magia.

"La anamorfosis y el *trompe-l'oeil*, no copian, no se definen y justifican a partir de las proporciones verdaderas, sino que producen, utilizando la posición del observador, incluyéndolo en la impostura, la verosimilitud del modelo, se incorporan, como en un acto de depredación, su apariencia, lo simulan." (Sarduy, 1982, p. 43)

Es entonces la anamorfosis una trampa óptica, una ilusión basada en la *Geometría Proyectiva* y ligada a la técnica artística. En su apreciación inicial se muestra ilegible, fuera de toda razón y obliga al observador a abandonar su lógica cotidiana y su visión acostumbrada, para situarse de pronto en otra realidad.

Un ejemplo es el caso de las figuras 85 y 86. Desde el punto de vista, la ilusión óptica da la apariencia de un cubo que se apoya en el suelo sobre una de sus aristas. En realidad son dos paneles verticales con separación de un metro uno de otro, cada uno tiene el trazo preciso de la perspectiva anamórfica.

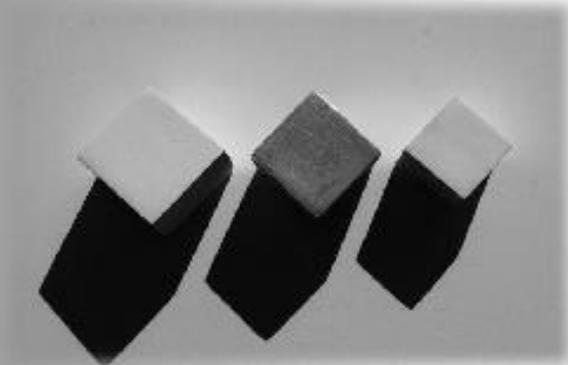


Fig. 85. Fotografía de los paneles separados. Anamorfosis de un cubo con perforaciones prismáticas. Fotografía tomada durante exhibición en la Academia de San Carlos. Fotografía Fernando Rosas. Octubre 2012.



Fig. 86. Fotografía de la anamorfosis de un cubo con perforaciones prismáticas. Fotografía tomada durante exhibición en la Academia de San Carlos. Fotografía Fernando Rosas. Octubre 2012.

Capítulo 3



El proceso de la
anamorfosis

3.1 Antecedentes de la Muestra

Para sentar los fundamentos de la perspectiva geométrica que se transformaron a las bases de la anamorfosis y teniendo como plataforma la hipótesis de la presente investigación, se llevó a cabo el caso de estudio con la elaboración de ejercicios prácticos de ilusión óptica en dos grupo piloto, trabajando en instalaciones ubicadas en pasillos y plazas públicas de la FES Acatlán.

El objetivo de integrar el tema de anamorfosis en el grupo experimental, es demostrar que la Geometría Descriptiva, cuando se tienen fundamentos fortalecidos por aplicaciones prácticas, se convierte en una herramienta importante para diseñar con mayor libertad. Los ejercicios de aplicación analizan a profundidad los diferentes temas teóricos y amalgaman un resultado final inesperado e impactante.

En la anamorfosis encontramos un *metalenguaje* de la Perspectiva Geométrica, ya que la primera es una variante y una aplicación ingeniosa de la segunda y cuya comunicación de mensajes va más allá de una simple apreciación del objeto, ambas encuentran su

fundamento en la Perspectiva Cónica, en donde la solución se lleva a la intersección de las visuales con un plano de cuadro oblicuo predefinido.

El educando tiene que emplear la creatividad imaginativa, el entendimiento espacial, pensamiento crítico, técnica y metodología, entre otras nociones y conocimientos, para poder resolver los problemas a los que se enfrenta una proyección curiosa, en donde se traslada un volumen a planos anamórficos diversos.

La solución de este tipo de perspectivas es de suma exigencia de capacidad espacial y alta precisión, cualquier variación afecta enormemente el resultado. Así, los futuros arquitectos, tendrán que aplicarse y ser dedicados durante el tiempo que dure el curso muestra y probablemente se genere en ellos una motivación para continuar creando y experimentando en el ramo ilusorio de la anamorfosis.

El grupo muestra cumple con las características necesarias, ya que se compone por jóvenes aspirantes arquitectos que han tenido problemas con la Geometría Descriptiva y la percepción del espacio geométrico.

3.2 El Caso de Estudio

El experimento de la muestra, en su primera etapa, se llevó a cabo en dos grupos piloto dentro del Curso Remedial de Geometría Descriptiva III que se imparte a alumnos de la carrera de arquitectura de la FES Acatlán; los cursos remediales se ofrecen como preparación para sustentar el examen extraordinario de la materia.

Es conveniente mencionar que en el semestre 2012-2, debido a la actualización del plan de estudios de la carrera de Arquitectura, se dejó de impartir la materia Geometría Descriptiva III, la cual representaba un curso completo de perspectiva geométrica desde los fundamentos de la perspectiva cónica y el método geométrico diseñado por el Arq. Miguel de la Torre Carbó, complementándose con el estudio de perspectiva oblicua, trazo de sombras y reflejos. Los alumnos que no acreditaron la asignatura durante la vigencia de aquel plan de estudios, se han quedado sin la oportunidad de cursarla o recursarla, ahora solo podrán acreditarla en exámenes extraordinarios.

Por la estrecha relación entre anamorfosis y perspectiva cónica, en estricto apego a los objetivos de la presente tesis, se decidió incluir en el curso remedial los ejercicios

de anamorfosis como una aplicación creativa de los fundamentos de la Geometría Descriptiva dentro de una perspectiva oblicua.

La anterior asignatura de Geometría Descriptiva III se dividió para impartirse por capítulos en dos distintos semestres del plan curricular actual. En la materia *Geometría Descriptiva*, correspondiente al primer semestre, se analizan los capítulos: *Noción General de Perspectiva*, *Trazo Geométrico de la Perspectiva Cónica* y *Perspectiva de Volúmenes Simples*; y es hasta el cuarto semestre [después de 18 meses], que se retoma el tema de la Perspectiva dentro de la materia *Geometría del Espacio Edificado II*, con los capítulos *Perspectivas de Formas Curvas*, *Trazo de Sombras y Formas Reflejadas*. En ninguno de los tópicos mencionados se imparte el tema de *Perspectiva Oblicua*, en donde se analizaban las representaciones geométricas llamadas *vista a ojo de pájaro* y *vista plafonante* siendo los temas que precisamente ligan la Perspectiva Geométrica con la anamorfosis en su solución técnica y gráfica. Se tendrá que buscar nichos o espacios como el Curso Remedial, para seguir impartiendo tan importante y provechoso tema, por demás motivante y divertido.

3.2.1 Diagnóstico de la Muestra

Para la ejecución del proyecto se eligieron a dos grupos piloto: grupo participante en el curso remedial semestre 2013-1 [piloto uno], grupo participante en el curso remedial semestre 2013-2 [piloto dos].

Con los dos grupos se compone la muestra o caso de estudio.

MUESTRA	Piloto uno	• Curso remedial semestre 2013-1
	Piloto dos	• Curso remedial semestre 2013-2

Se trata de dos grupos de alumnos, compuestos por jóvenes que han tenido diversos problemas para acreditar la materia Geometría Descriptiva III; la mayoría de ellos pertenecen a generaciones que deberían estar en los últimos semestres de la carrera. Cabe mencionar que las materias que involucran a la Geometría Descriptiva son tópicos de alta reprobación [ver anexo dos: Registro de calificaciones materias Geometría

Descriptiva, recopilación de cinco semestres]. Los estudiantes se enfrentan a una materia en la cual deben emplear de forma permanente la imaginación, la creatividad y la visión espacial en donde solo existen líneas y planos, es decir, tienen que transformar instantánea y mentalmente el plano bidimensional en un volumen. Capacidad que muchos no tienen y que se tendrá que ir adquiriendo con la práctica constante y realización de ejercicios. El llevar a cabo un tópico de aplicación geométrica con anamorfosis ayuda notablemente al estudiante a captar el espacio tridimensional y visualizar las líneas de proyecciones en diferentes planos creativos.

En la primera sesión se registró un instrumento de diagnóstico a los participantes para conocer su perfil general, el tiempo que llevan en la escuela y si les gusta la materia; datos que sirven para determinar a qué dificultades se han enfrentado con la asignatura, además de saber a qué se debe que no hayan acreditado la materia de Geometría Descriptiva III del antiguo plan de estudios de la carrera de Arquitectura.

Los resultados obtenidos en el diagnóstico previo fueron muy enriquecedores para la muestra.

Datos de los grupos

GRUPO PILOTO UNO

Se compone por 26 alumnos de diversas edades, pertenecientes a las generaciones de 2005 a 2011; según los datos obtenidos en la encuesta inicial, se tienen seis participantes de la generación 2011 y mismo número de la generación 2010; cinco estudiantes de la generación 2009 y mismo número de la generación 2008; tres de la generación 2007 y uno de la generación 2005.

Teniendo como base el diagnóstico inicial, se observa que son estudiantes con baja motivación y que, la mayoría de ellos, han reprobado la materia desde el primer semestre. El 96% se encuentra muy retrasado en sus estudios: el 38.5% ya debió haberse titulado, 11.5% está cursando el noveno semestre de la carrera, el 23% cursa el séptimo semestre, el 23% está en quinto semestre. Siendo más específicos, el 38.4% de los participantes menciona que el problema principal por el cual han reprobado la materia de Geometría Descriptiva es por falta de entrega de láminas, inasistencias y deserción. Se puede traducir a falta de interés en la

materia. Al 46% de los encuestados les pareció aburrida la clase que recibieron de sus maestros y que se deberían impartir a un ritmo menos acelerado, opinan que se debe hacer que los alumnos tengan mayor participación en ejercicios y encontrar aplicaciones prácticas de la Geometría.

El 19.2% tiene problemas de entendimiento a la solución de los problemas geométricos. El 23% mencionó que tuvo problemas con los horarios. Dos alumnos afirmaron estar en desacuerdo con la forma de impartir la clase por parte de sus profesores y un alumno externó que no le agrada la Geometría Descriptiva.

En relación a la comprensión de la materia, el 42.3% de los alumnos entiende la geometría, un 53.8% le entiende poco o no le entiende. Sin embargo, al preguntarles si les gusta o llama la atención la materia, respondieron 77% que si les gusta y al 23% restante que no les gusta.

GRUPO PILOTO DOS

En relación al segundo grupo Piloto, se logró trabajar con 13 alumnos de diversas edades, pertenecientes a las

generaciones de 2007 a 2011; se tiene un participante de la generación 2007; dos de la generación 2008; cuatro estudiantes de la generación 2009; cinco de la generación 2010 y uno de la generación 2011.

El 70% de los participantes son mujeres y el 30% son hombres.

Por lo comentado en la encuesta, Se observa que la mayoría han reprobado la materia desde el primer semestre. El 92% se encuentra muy retrasado en sus estudios: el 54% ya debió haberse titulado, 46% está cursando el octavo o noveno semestre de la carrera,

Siendo más específicos, el 42% de los participantes menciona que el problema principal por el cual han reprobado la materia de Geometría Descriptiva es por falta de entrega de láminas, inasistencias y deserción. Al 27% de los encuestados su motivo principal de reprobación fue la falta de entendimiento y comprensión y el 27% del grupo piloto dos no pudo cursar la materia por deber la asignatura Geometría II.

El 30% tiene problemas de entendimiento a la solución de los problemas geométricos; el 8% no contestó y el 62% entiende bien el concepto espacial de tres

dimensiones. Al 69% del grupo le gusta o se siente atraído por la Geometría Descriptiva.

Los participantes, al dar una opinión libre de cómo mejorar la impartición de las clases de la asignatura mencionada, coincidieron en lo siguiente: el 31% requiere de mayor apoyo visual y didáctico en la explicación de los diferentes temas; el 23% opina que se necesita tener más ejercicios de aplicación; el resto mencionó que se debe tener mayor participación del estudiante, y que se profundice más en los temas por parte del profesor.

INTERPRETACIÓN DE DATOS

En resumen, el grupo muestra (piloto uno + piloto dos), se conforma de alumnos que han reprobado la materia en diferentes ocasiones y un gran número de ellos debió haber terminado la carrera de Arquitectura, una cantidad considerable de los participantes no entiende muy bien los problemas geométricos y manifestaron que no entregaban sus trabajos como la principal causa de reprobación. Es muy importante conocer estas características del grupo porque determinaron, en su momento, las estrategias a seguir durante el estudio.

GRÁFICOS COMPOSICIÓN DEL GRUPO MUESTRA

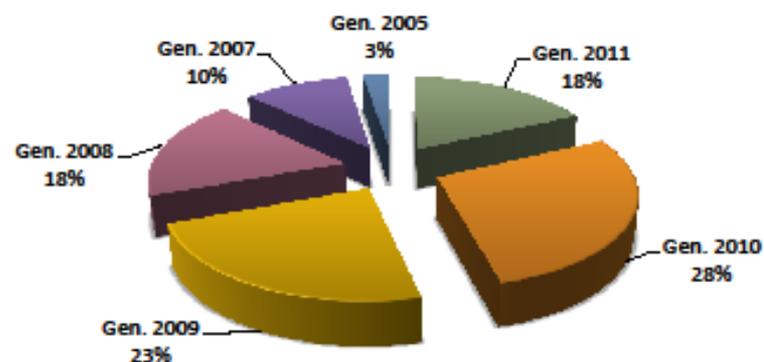


Fig. 87. Composición de la muestra por generación

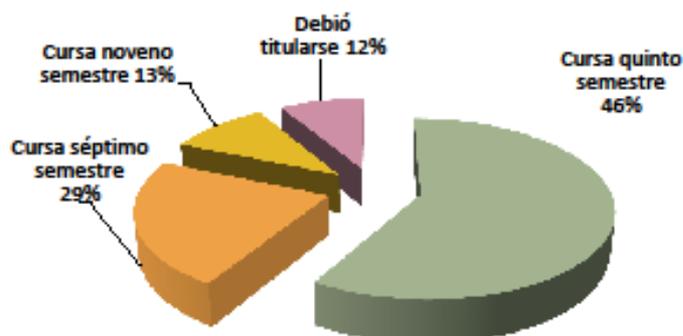


Fig. 88 Alumnos en relación con su avance en estudios

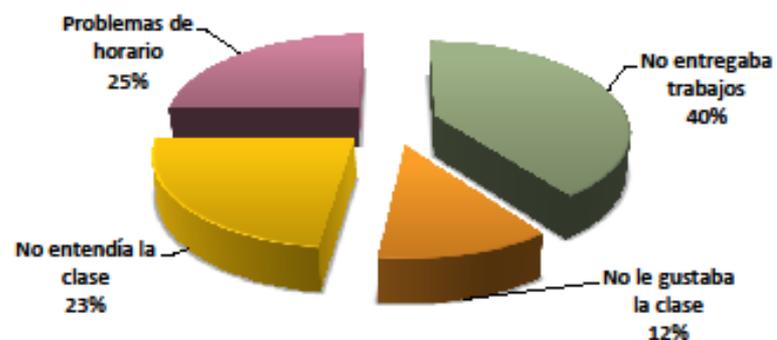


Fig. 89. Motivos de reprobación en la asignatura Geometría Descriptiva

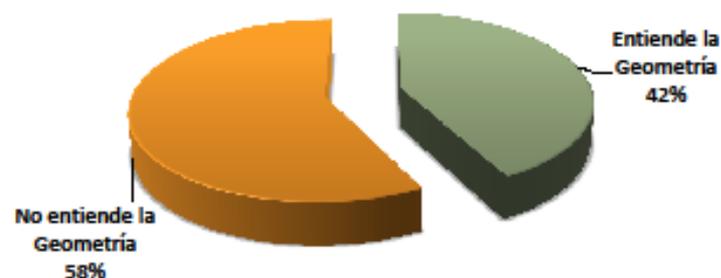


Fig. 90. Comprensión de la Geometría Descriptiva en el grupo muestra

3.2.2 Diseño del Experimento

El curso remedial de Geometría Descriptiva III se diseñó para poder abarcar los temas de perspectiva geométrica, perspectiva oblicua, sombras y reflejos, como plataforma de adaptación para el estudio, análisis y aplicación a los ejercicios de anamorfosis.

El estudio tuvo una duración de treinta horas impartidas en sesiones de tres horas durante diez días. El tema inicial se dedicó a la teoría geométrica y a la elaboración de ejercicios de perspectiva, tanto de plano de cuadro vertical como oblicuo; en la segunda parte del curso se llevó a cabo el diseño, producción e instalación de la Anamorfosis bidimensional en escala 1:1.

Durante el estudio se tuvo cuidado de dejar claras las bases geométricas, con especial atención en los fundamentos de la perspectiva oblicua, como preámbulo al tema de anamorfosis que, como se ha establecido, es una variación en la posición del plano de cuadro para obtener la buscada ilusión óptica.

La primera sesión fue una clase teórica que demostró los teoremas del punto de fuga y su utilidad en la representación de una perspectiva, se analizaron los

distintos elementos que componen la perspectiva geométrica y la conceptualización del *punto de vista* y la *visual principal*. En las subsecuentes sesiones se integraron planteamientos gráficos en donde los alumnos realizaron ejercicios con perspectivas de elementos básicos con plano de cuadro vertical, frontal y oblicuo. Una vez que se establecieron los fundamentos de la Perspectiva Geométrica, se entró al tema de Anamorfosis.

Se formaron seis equipos de trabajo asignándoles un proyecto en específico para obtener los siguientes desarrollos:

- Levantamiento arquitectónico
- Plano de ubicación, estado actual con planta arquitectónica y corte longitudinal.
- Trazo de la perspectiva cónica del objeto propuesto.
- Trazo geométrico de la Anamorfosis con el desarrollo de plantilla con la verdadera forma y magnitud de los distintos componentes de la proyección del objeto a la Anamorfosis.

Los ejercicios prácticos de Anamorfosis fueron previamente diseñados, planeados con formas sencillas que se proyectan a planos existentes [por ejemplo:

pisos, escaleras, muretes en un pasillo] y que, desde el punto de vista del observador, se obtuviera una ilusión óptica con los objetos en perspectiva de forma vertical, es decir, que la figura geométrica aparentara estar flotando en el espacio.

Después de que se mostró el proyecto de anamorfosis a los alumnos, como desconocían el tema y su solución, se percibió en el ambiente un mar de dudas y de incredulidad, incluso de temor a enfrentarse a lo desconocido y a la alta posibilidad de fracaso. Para los participantes, el tema de anamorfosis representaba un mayor grado de dificultad que cualquier otro tema de Geometría Descriptiva y tomando en cuenta todos sus antecedentes con la materia, fueron momentos de alto contenido de frustración.

Para obtener la motivación de los alumnos y renovar su sentido de confianza y responsabilidad, se llevó a cabo una sesión gráfica con los ejercicios de anamorfosis realizados en semestres anteriores por alumnos de tercer semestre; mostrando la metodología y el proceso técnico cumplido por sus compañeros. Se expusieron imágenes del proceso geométrico y creativo como muestra de la sencillez que da la solución al ejercicio.

Una vez que iniciaron sus trabajos y que comprendieron el problema espacialmente, los alumnos del grupo muestra, verificaron que realmente no representaba mayor dificultad encontrar la anamorfosis por la vía geométrica y se observó que estaban muy motivados a finalizar su trabajo.

El plan se estableció para que los alumnos resolvieran los proyectos que se especifican a continuación.

3.2.3 Los proyectos de anamorfosis

Los grupos de trabajo en cada muestra piloto, recibieron una propuesta de proyecto por medio de un fotomontaje, en el cual se aprecia el resultado esperado en la ilusión óptica posterior al proceso de geometrización y aplicación del ejercicio.

En el grupo piloto uno se establecieron cinco equipos de trabajo y en el segundo grupo piloto, por la complejidad del ejercicio, se decidió trabajar con un grupo único y un solo ejercicio de aplicación.

A continuación se muestran las propuestas entregadas a los equipos de trabajo para la realización de la anamorfosis:

Equipo Uno Grupo Piloto Uno.

Anamorfosis de un trapezoide en el andador de comunicación al primer piso edificio A4. Fig. 91.



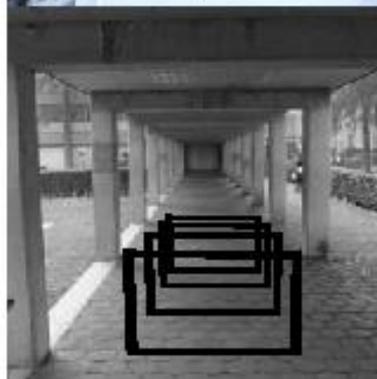
Equipo Dos: Grupo Piloto Uno.

Anamorfosis de triángulos en escalera de acceso a edificio A-4. Fig. 92.



Equipo Tres: Grupo Piloto Uno.

Anamorfosis de cuadrados colocados de forma vertical en andador a cubierto. Fig. 93.



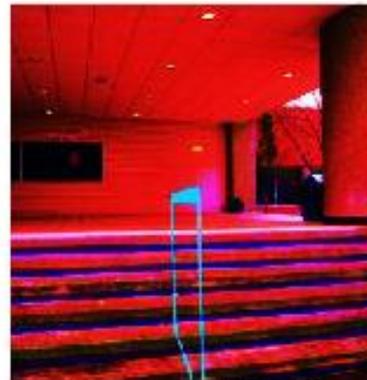
Equipo Cuatro Grupo Piloto Uno.

Anamorfosis de rectángulo en andador peatonal que comunica los edificios A4 y A5. Fig. 94.



Equipo Cinco Grupo Piloto Uno.

Rectángulo en escalinata de acceso al Centro de Desarrollo Tecnológico. Fig. 95.



Equipo único Grupo Piloto Dos.

Estructura de volumen imposible en plaza de edificio A4. Fig. 96.



Plano de ubicación de los trabajos de anamorfosis dentro del campus de la FES Acatlán.

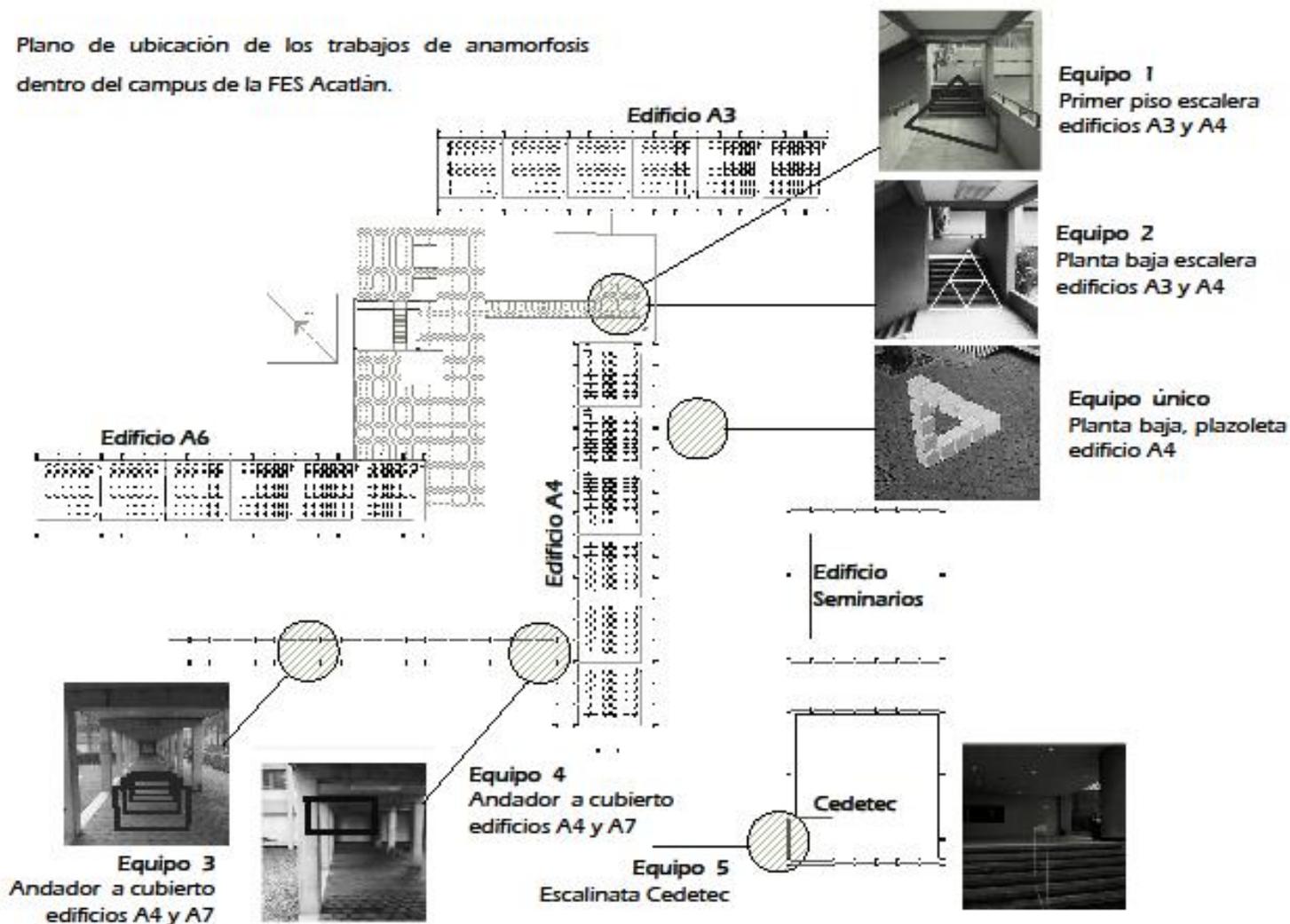


Fig. 97. Plano de ubicación de los trabajos de anamorfosis en el Campus de la FES Acatlán

3.3 Metodología del proyecto

Para poder realizar una evaluación cualitativa, cada uno de los integrantes del equipo realizó por separado el trazo de la anamorfosis del objeto geométrico que les fue asignado. Se sugirió la siguiente planeación:

1. **Levantamiento arquitectónico.** En primer lugar, para obtener un resultado óptimo en la anamorfosis, los estudiantes realizaron un levantamiento arquitectónico, ubicando el punto de vista planeado, las distancias, los niveles, las alturas de todos los elementos físicos que intervienen en la proyección.

2. **Plano arquitectónico.** Utilizando el programa de cómputo AutoCad, la información obtenida se pasó gráficamente a planos.

3. **Montea Geométrica.** De los planos arquitectónicos tomaron la planta y uno de los cortes para elaborar la Montea Geométrica biplanar, solo en uno de los casos se utilizó la *montea triplanar*. En este punto, los alumnos dibujaron a escala las vistas del sitio en estudio, ubicando el punto del observador pre diseñado a una altura de 1.60 m.



Figura 98. Participantes del proyecto elaborando los planos de levantamiento arquitectónico.

4. **Anamorfosis método geométrico.** Con la montea elaborada, se realizaron los trazos de una perspectiva cónica, llevando desde el punto de observación visuales a cada uno de los puntos del objeto geométrico en el espacio, hasta que se intersectaran en algún plano existente [muro, peralte, huella, piso] en el sitio asignado. La anamorfosis es el encuentro de la intersección de las visuales, que tocan en un punto al objeto geométrico con el plano de cuadro [cualquier plano en el camino]. Como medida técnica, y obteniendo ventajas disponibles al utilizar el programa AutoCad, se manejaron distintas capas y colores de línea para conjuntos de visuales e intersecciones, resolviendo el ejercicio, de lo general a lo particular.

Una vez elaborado el trazo de la Anamorfosis Geométrica, se procedió a comparar el resultado del ejercicio individual de los alumnos con los que se tenían en las propuestas originales, procesadas expresamente para obtener el resultado final.

5. **Desarrollo de la plantilla.** Después de verificar los trabajos y corregidos los errores, los alumnos obtuvieron los elementos que componen los planos de cuadro en verdadera magnitud y su posición exacta. Primero, en el mismo archivo de AutoCad y luego en impresión a escala, para pasarlo al papel definitivo con el que se realizaría la anamorfosis *in situ*.



Figura 99. Alumnos realizando el desarrollo de la plantilla.

Algunos alumnos dibujaron la plantilla en escala 1:1, directamente en el papel a utilizar para materializar el ejercicio final de ilusión óptica.

6. **Instalación de la anamorfosis.** Con la plantilla desarrollada y cortada en relación a las medidas adquiridas en el trazo geométrico, colocaron sus papeles y cartulinas en la posición final dentro del sitio con la mayor precisión en muros, piso, pretiles, huellas y peraltes para obtener el resultado visual planeado desde el punto de vista predeterminado.



Figura 100. Instalación de los componentes de la plantilla *in situ*. Equipo dos.

3.4 Instalación de los proyectos

3.4.1 Equipo Uno. Trapezoide

La figura 101 muestra el proyecto determinado, la imagen se tomó durante el levantamiento arquitectónico, desde el punto de vista planeado. Posteriormente, la fotografía se pasó a un archivo de PowerPoint y se sobrepuso la figura geométrica del trapezoide conforme a lo indicado en el proyecto.

Con esta imagen del propósito asignado, se realizará una comparación con la anamorfosis presentada al

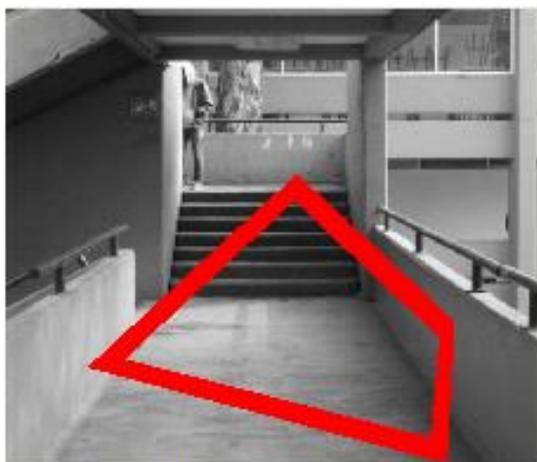


Figura 101. Propuesta inicial, fotomontaje..

finalizar el ejercicio. Los alumnos, conforme a la metodología geométrica propuesta, realizaron una perspectiva cónica del trapezoide en el espacio, para visualizar todos los elementos que componen la intervención de la anamorfosis y así ayudarse para la comprensión espacial del problema especificado.

En la figura 102 se expone la perspectiva que apreciaría el observador desde el punto de vista prediseñado y que debe coincidir con todos los puntos de la anamorfosis.



Figura 102. Vista en perspectiva cónica del objeto geométrico en plano de cuadro frontal. Breve a el trazo de la anamorfosis.

Los estudiantes realizaron la composición de la montea biplanar y dieron solución a las intersecciones de las

visuales con los distintos planos de cuadro [muros, piso, pretilas, huellas y peraltes]. Trazaron una perspectiva cónica, con las visuales desde el punto de vista pasan

por las aristas del objeto geométrico en el espacio y buscan la intersección con los diferentes planos mencionados. Es ahí en donde se encuentra la anamorfosis [figuras 103 y 104].

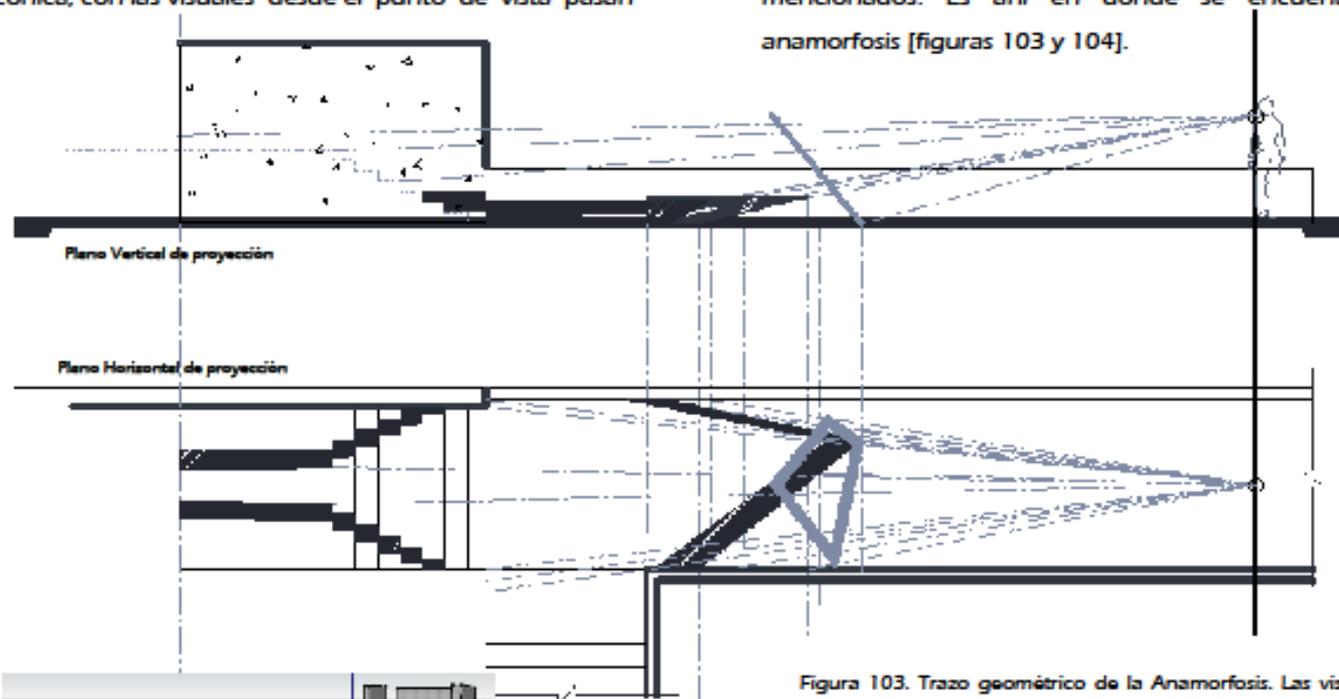


Figura 103. Trazo geométrico de la Anamorfosis. Las visuales provenientes del Punto del observador, se proyectan en el trapezoide y se prolongan hasta su intersección con los diversos planos en escalera, pretilas, muros, piso.

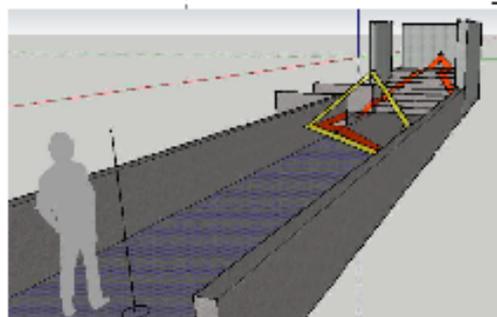


Figura 104. Vista en perspectiva del objeto geométrico en el plano de cuadro frontal [perspectiva geométrica] y la Anamorfosis proyectada a los planos de escalera, pretilas, piso, muros.

3.4.1.1 PROCESO GEOMÉTRICO EQUIPO UNO

Para obtener el trazo geométrico de la anamorfosis, a través del método de perspectiva cónica, se traza la montea biplanar con la ubicación exacta del punto de vista pv en proyección horizontal y pv' en proyección vertical, la altura del punto de observación es de 1.60 m.

Se sitúa en montea el plano del objeto PA en el espacio en ambas proyecciones, el cual contiene el trapecoide del que se obtendrá su anamorfosis. Se identifica en la montea como pa' en proyección vertical y pa en la proyección horizontal, se aprecia el objeto deformado por encontrarse en un plano de canto, figura. 105.

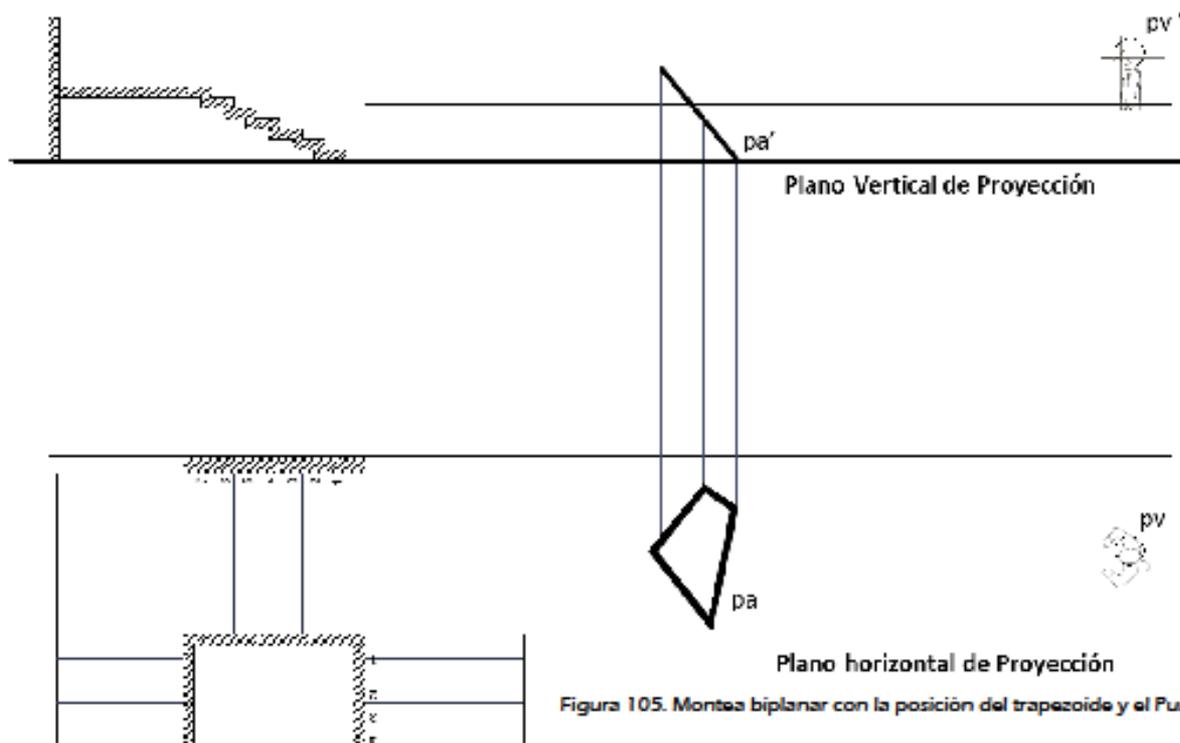


Figura 105. Montea biplanar con la posición del trapecoide y el Punto de Vista.

Iniciando el proceso de trazo geométrico, se proyectan visuales desde el punto de observación *PV* a puntos ubicados en el trapecioide y se prolongan hasta encontrar su intersección con los planos de los muretes y piso. Para el trazo se eligen puntos estratégicos, dependiendo de su posición en el espacio.

En la figura 106 se aprecia la *sombra proyectada* en los planos que conforman los muretes y piso, originada por el trazo de la perspectiva cónica. Dicho *esbatimiento* es el trazo de la anamorfosis del trapecioide en el murete y en el piso.

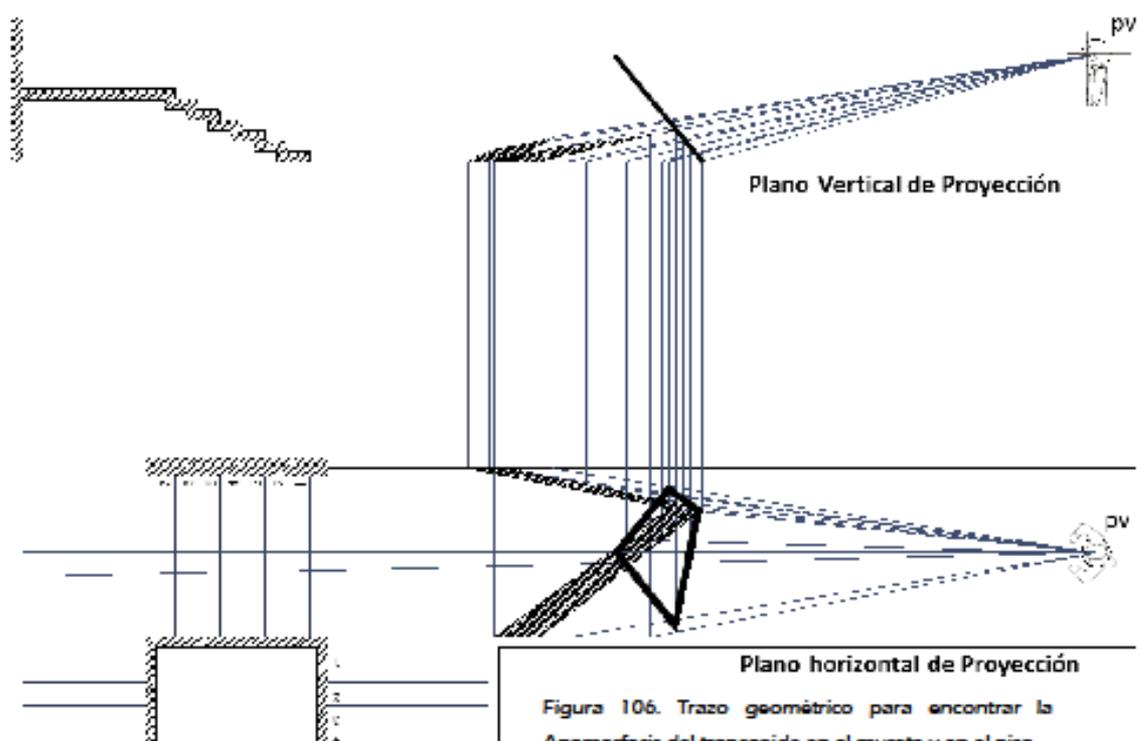


Figura 106. Trazo geométrico para encontrar la Anamorfosis del trapecioide en el murete y en el piso.

Para obtener la anamorfosis en los planos de las huellas y peraltes de los escalones, en el plano de proyección vertical [figura 107], se proyectan visuales desde cada arista de la escalinata hasta el punto de observación PV , se obtendrá la intersección en el plano del trapecoide y se llevarán proyecciones ortogonales al plano horizontal

de proyección para encontrar su ubicación en éste plano de proyección; posteriormente se trazarán visuales desde p_v hacia las huellas y peraltes de la escalera para ubicar los puntos exactos de intersección que determinarán la anamorfosis del trapecoide en la escalinata.

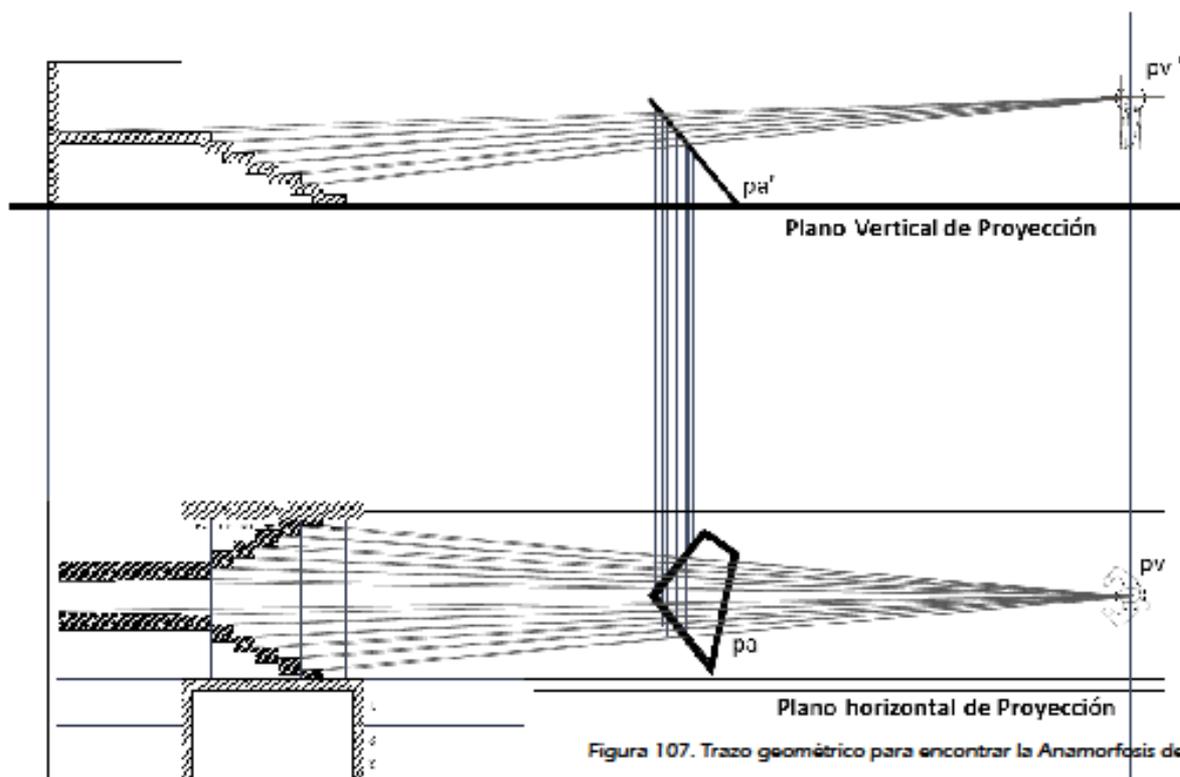


Figura 107. Trazo geométrico para encontrar la Anamorfosis del trapecoide en huellas y peraltes de la escalera.

Finalmente, la figura 108 muestra el trazo completo de la perspectiva cónica sobre el trapecoide para obtener la anamorfosis, llevada a los planos de las huellas, peraltes, muretes y piso.

Con este trazo se inicia el desarrollo de la plantilla a escala real y en el material elegido por los participantes, para colocarla en el lugar del proyecto.

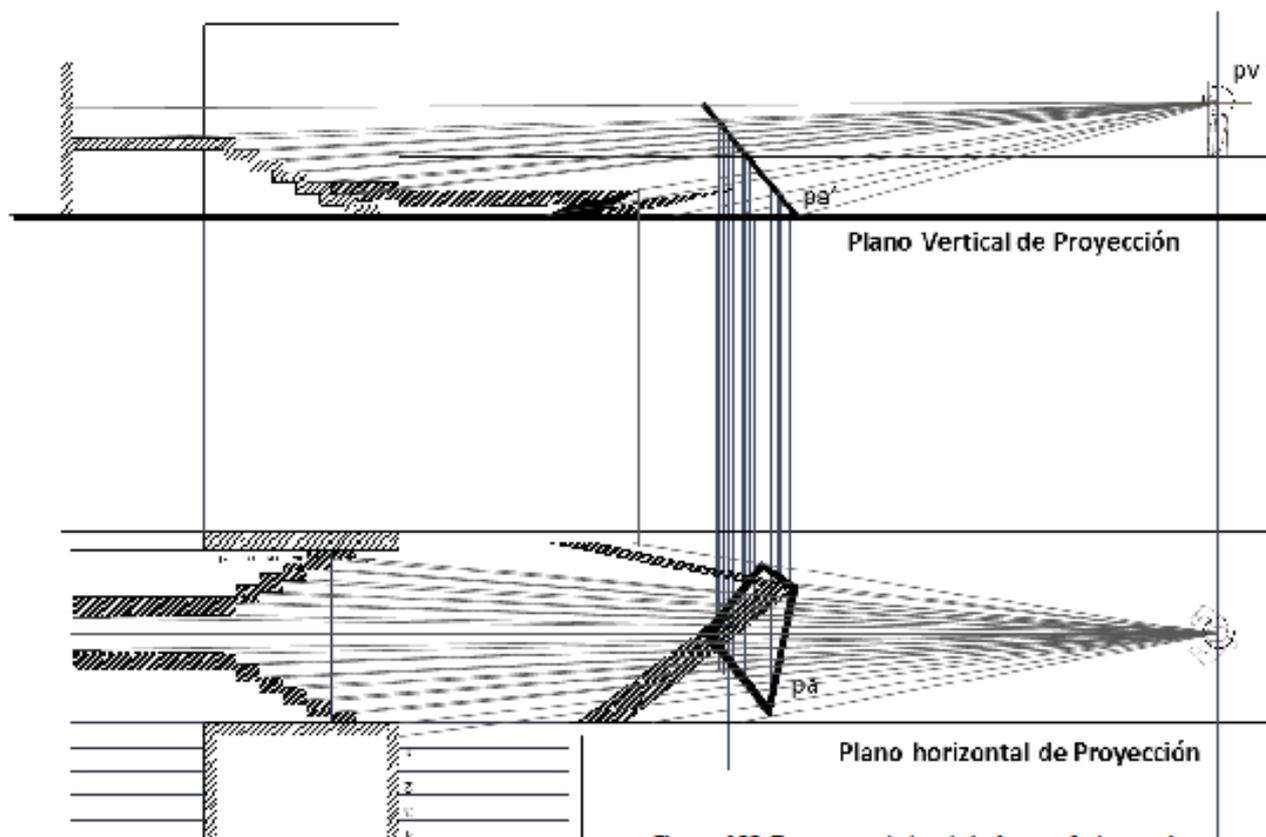


Figura 108. Trazo geométrico de la Anamorfosis completa.

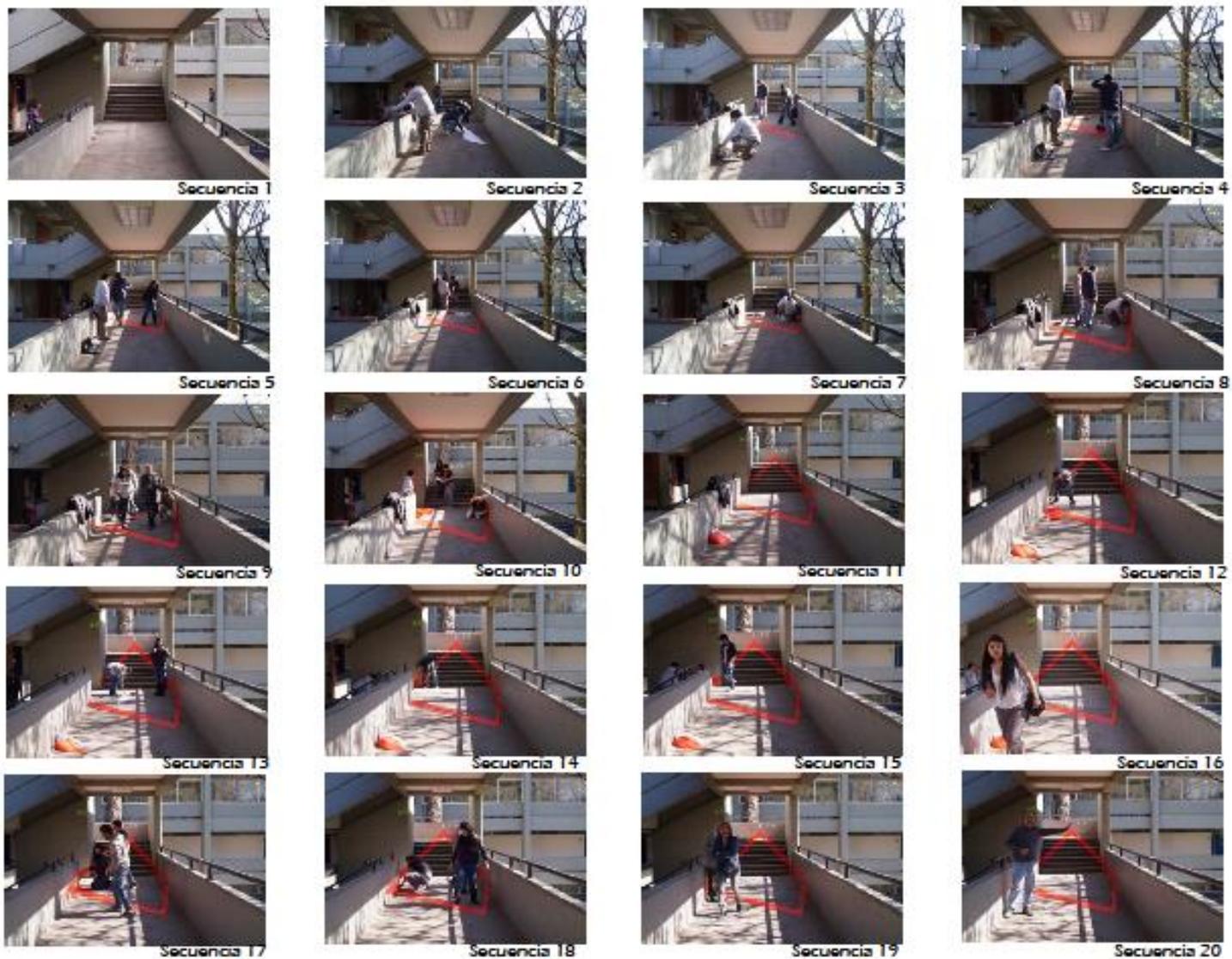


Figura 109. Secuencia de la instalación. Equipo Uno.

3.4.1.2 RESULTADO ANAMORFOSIS EQUIPO UNO

Al finalizar la instalación de la anamorfosis, desde el punto de observación, se aprecia la imagen muy parecida al proyecto inicial.

Se logró obtener la ilusión óptica de un trapecoide situado en el espacio y que las líneas que componen al objeto se vean continuas y uniformes a pesar de estar situadas en planos diversos verticales y horizontales.

Sin embargo, el trapecoide no se situó en el lugar preciso del proyecto. Existen diferencias en la ubicación de las aristas con respecto a su posición en los pretilos



Figura 110. Propuesta inicial anamorfosis equipo uno.

En la figura 110 se observa la propuesta inicial del proyecto, las aristas del objeto se sitúan en forma distinta a la que se trazó en la montea del levantamiento arquitectónico. En este caso, el error de dibujo en la montea no demerita el resultado final del ejercicio, cumpliéndose con los objetivos marcados al grupo muestra. Figura 111.



Figura 111. Anamorfosis instalada por el equipo uno.

3.4.1.3 COMENTARIOS DEL RESULTADO

El observador, al recorrer la instalación, aprecia imágenes desde puntos de vista aleatorios, distintos al único punto de observación proyectado para visualizar la anamorfosis, las puede recorrer por sus dimensiones reales, su color y su textura.

El espectador aprecia vistas donde el mensaje de la instalación adquiere diferentes connotaciones y podría opinar que no hay un sentido lógico en las formas observadas, ya que no existe un conjunto de líneas que lleven a una forma razonada, a un objeto real, claro; solo líneas que se quiebran y se unen en algunos puntos. Es aquí en donde la Anamorfosis se convierte en paradoja y la visión engaña al receptor, figuras 112 y 113.

En este escenario la anamorfosis establece una clase de dialogismo con el observador, una sinergia entre imagen y transeúnte, una interactividad dinámica; el participante, a medida que se acerca al punto de vista pre establecido, ansiosamente obtendrá el mensaje paradójico y sorprendente que guardan las formas anamórficas.



Figura 112. Anamorfosis equipo uno, vista desde escalinata.

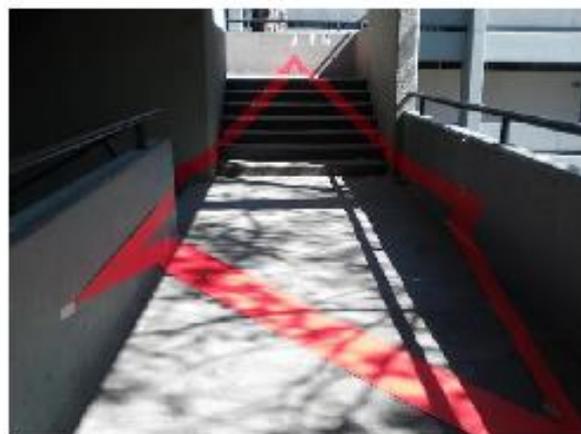


Figura 113. Anamorfosis equipo uno, vista desde el pasillo peatonal, a 1.50 m del punto de observación.

3.4.2 Equipo Dos. Triángulos

El proyecto asignado al equipo dos se muestra en la figura 114. La imagen se tomó durante el levantamiento arquitectónico desde el punto de vista planeado. Posteriormente, la fotografía se pasó a un archivo de PowerPoint y se elaboró un foto montaje, sobreponiendo la figura geométrica de los triángulos conforme a lo indicado en el proyecto.

Como estudio preliminar y para que se entienda el sentido de volumen, se realizó una perspectiva cónica del objeto en el espacio, con el fin de visualizar todos los



Figura 115. Propuesta inicial, fotomontaje de la anamorfosis en el sitio, desde el punto de observación.

elementos que componen la intervención de la anamorfosis, y así ayudarse para la comprensión espacial del problema en específico.

En la figura 115 se observa la proyección de la anamorfosis en los escalones y descanso de la escalinata, con los rayos visuales provenientes del punto de vista y pasando por las aristas del objeto en el espacio.

La anamorfosis se obtendrá con la intersección de los rayos visuales en los diferentes planos de cuadro, todos aquellos que se encuentren en el camino.

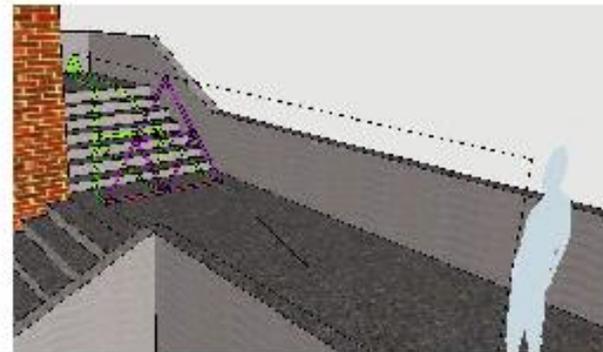
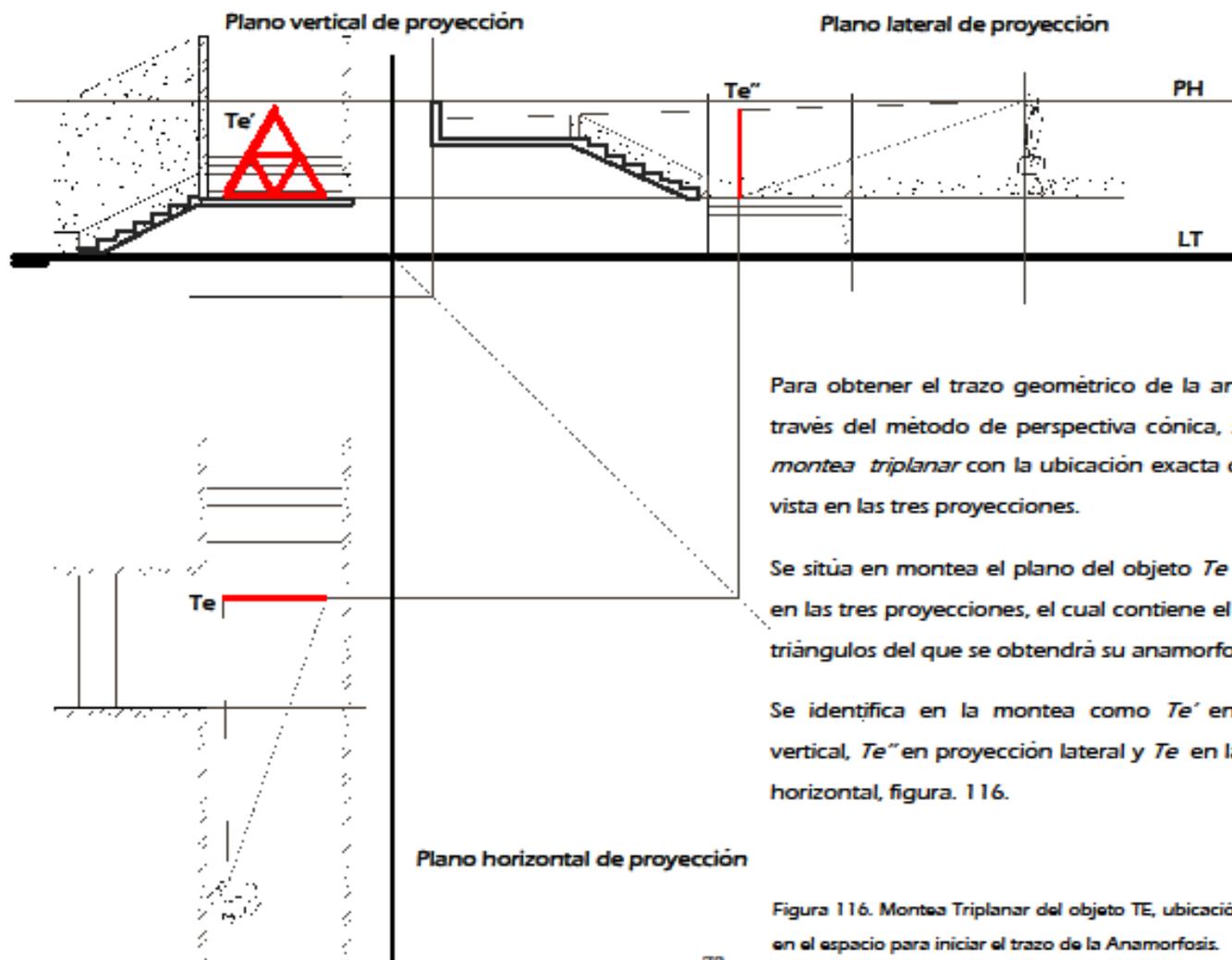


Figura 116. Vista en perspectiva del objeto en un plano de cuadro vertical [perspectiva geométrica] y trazo de la perspectiva cónica con la anamorfosis.

3.4.2.1 PROCESO GEOMÉTRICO EQUIPO DOS



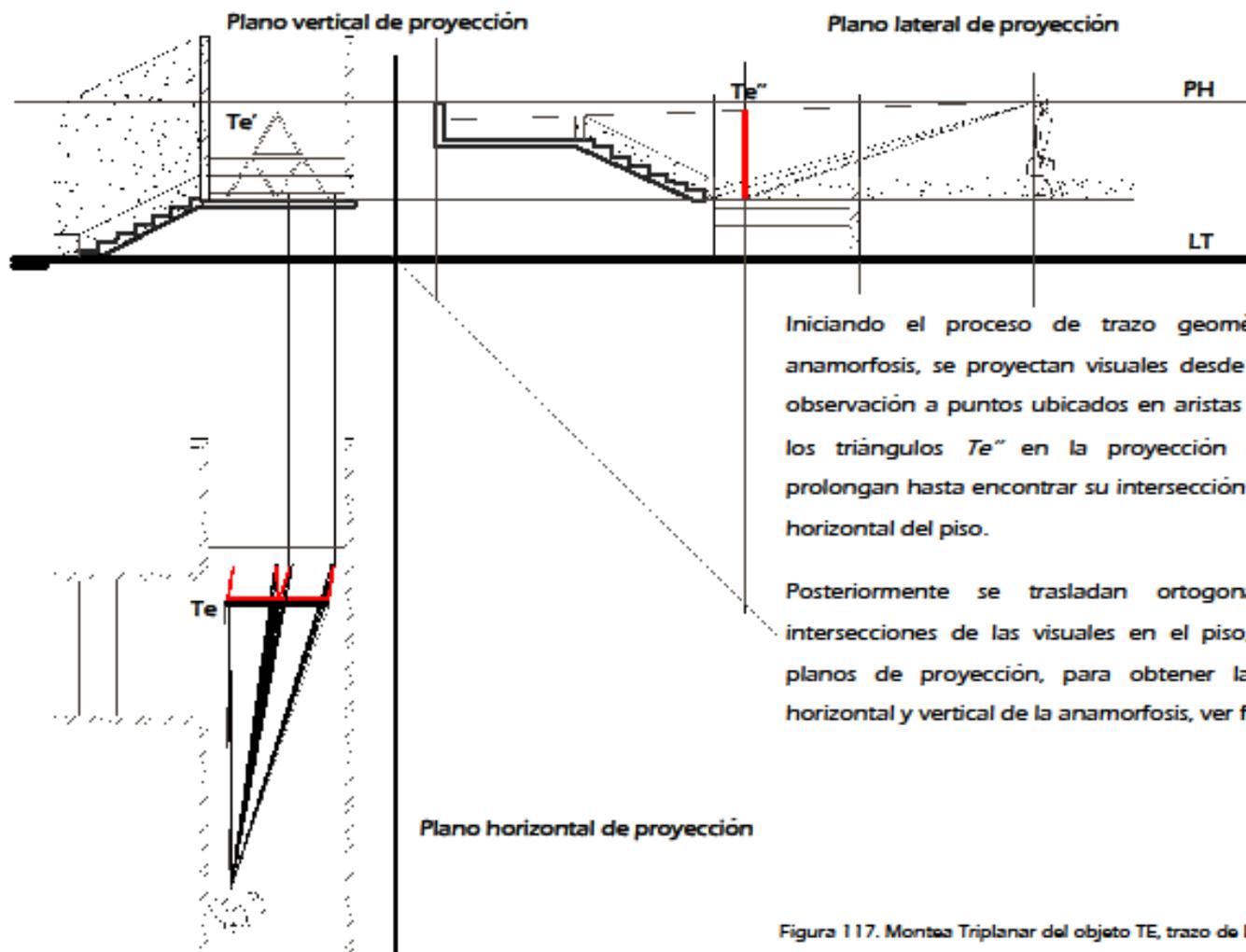
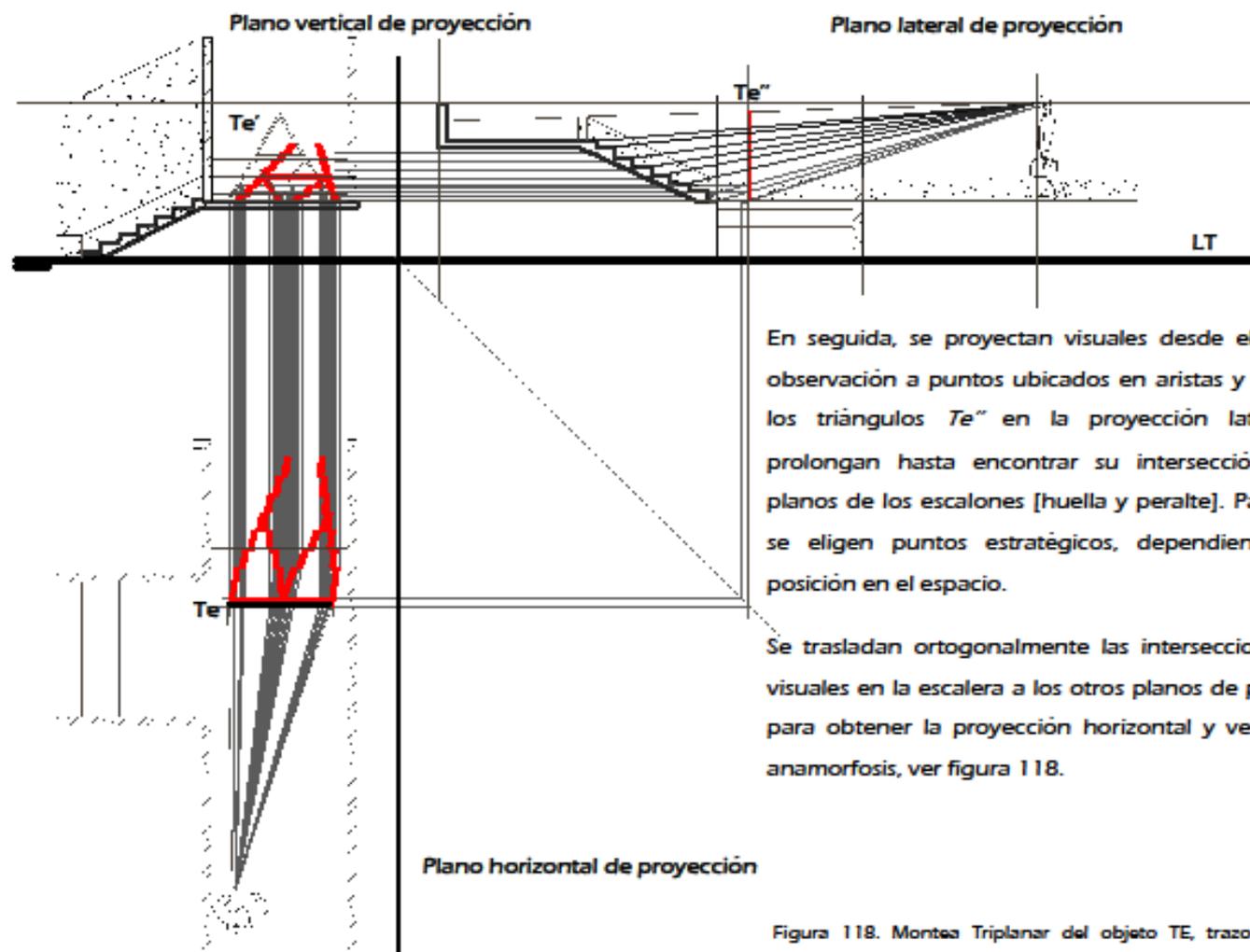


Figura 117. Montaje Triplanar del objeto TE, trazo de la anamorfosis en el plano horizontal [piso del pasillo].



En seguida, se proyectan visuales desde el punto de observación a puntos ubicados en aristas y vértices de los triángulos Te'' en la proyección lateral y se prolongan hasta encontrar su intersección con los planos de los escalones [huella y peralte]. Para el trazo se eligen puntos estratégicos, dependiendo de su posición en el espacio.

Se trasladan ortogonalmente las intersecciones de las visuales en la escalera a los otros planos de proyección, para obtener la proyección horizontal y vertical de la anamorfosis, ver figura 118.

Figura 118. Montea Triplanar del objeto TE, trazo de la anamorfosis en planos frontales y horizontales de la escalera.

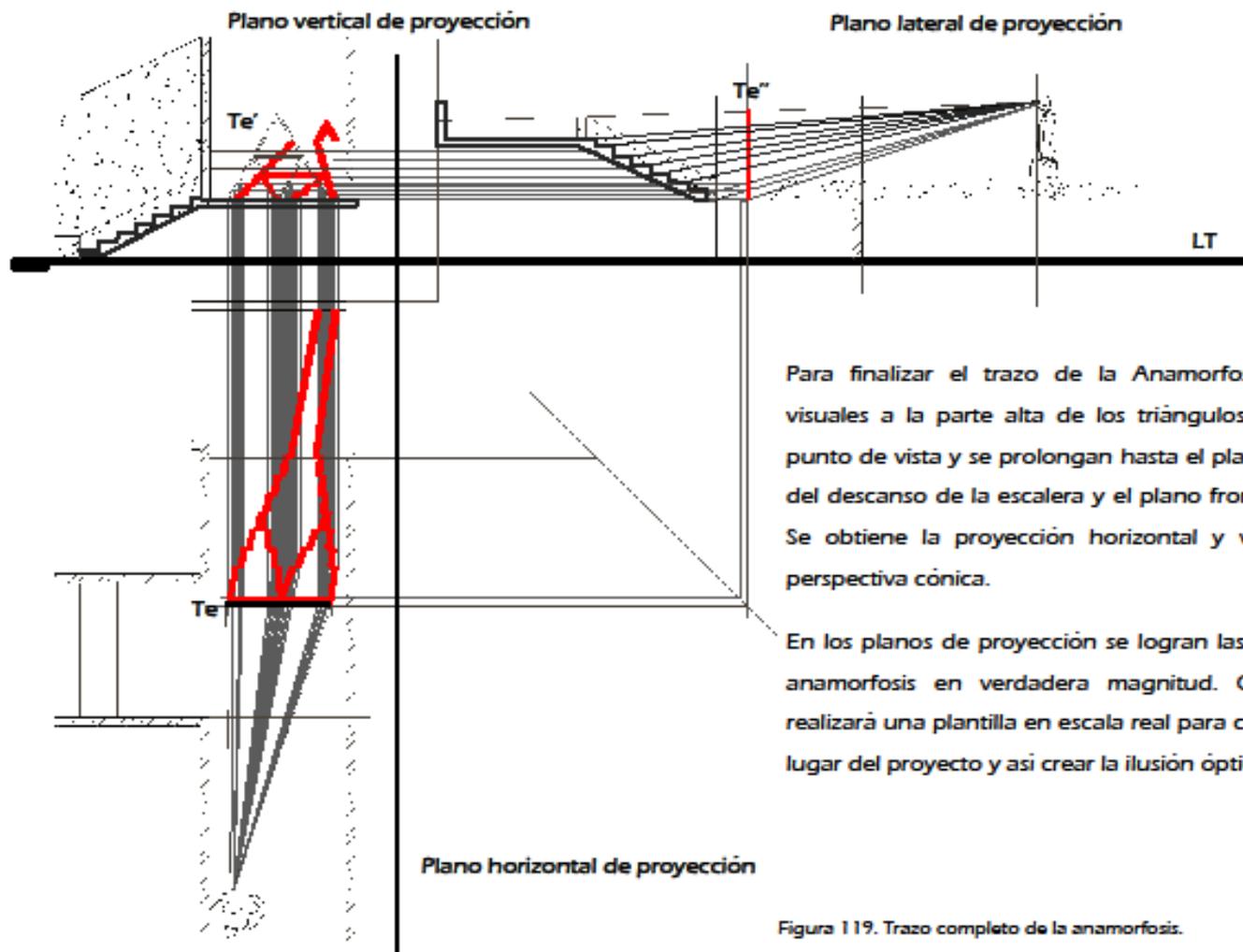


Figura 119. Trazo completo de la anamorfosis.

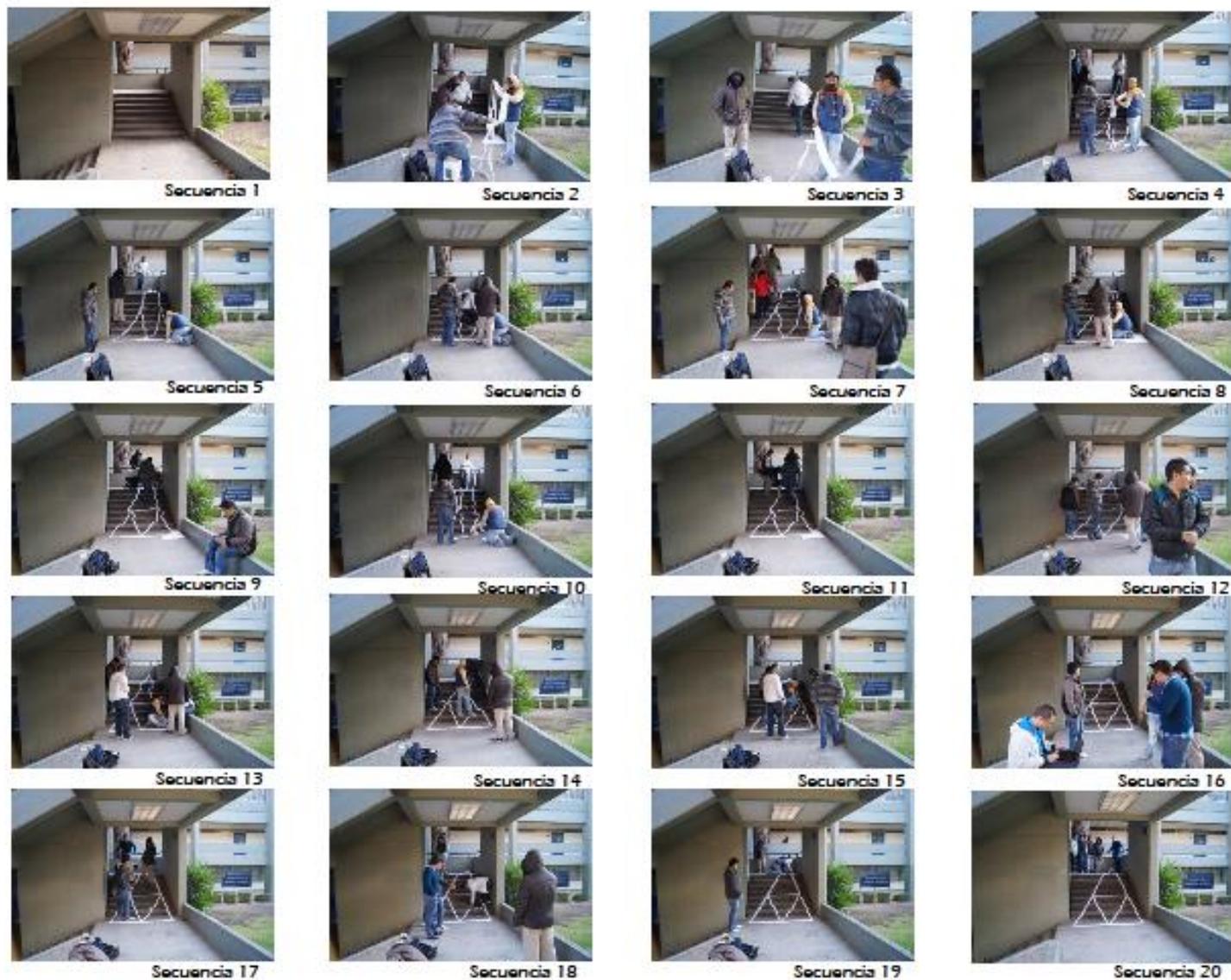


Figura 120. Instalación de anamorfosis Equipo Dos.

3.4.2.2 RESULTADO ANAMORFOSIS EQUIPO DOS

Al terminar la instalación de la anamorfosis de los triángulos, visto desde el preciso punto de observación [figura 122], se aprecia la imagen muy parecida a lo establecido en el proyecto inicial [ver el fotomontaje de la figura 121]. Una vez que se ha colocado en el sitio el material cortado, basándose en los planos de trazo de la anamorfosis, se logró obtener la ilusión óptica de los triángulos situados en el espacio. Las líneas que componen al objeto se ven continuas y uniformes aunque se encuentran instaladas en diversos planos horizontales y verticales; por ello la manufactura de este ejercicio es de muy alto grado de dificultad.



Figura 121. Propuesta inicial, fotomontaje de la anamorfosis en el sitio, desde el punto de observación.

Es necesario mencionar que, en la imagen de la figura 121, se aprecia el vértice superior del triángulo mayor con un defecto en la posición de las líneas. Es notorio que hay un cambio de dirección en la arista del lado izquierdo; esto se debe a una falla en la medición de la longitud del descanso de la escalera durante el levantamiento físico del lugar. A pesar de este error, el resultado final es satisfactorio.



Figura 122. Instalación de la Anamorfosis finalizada, fotografía desde el punto de observación.

3.4.2.3 COMENTARIOS DEL RESULTADO

En el ejercicio de la anamorfosis de los triángulos, el espectador, situado con una perspectiva diferente al ángulo de visión de la ubicación especificada en el proyecto, observará imágenes distorsionadas sin sentido lógico, de trazo confuso e impreciso. En su apreciación juzgará que las líneas se interrumpen y no tienen continuidad, suben o bajan por los escalones, escurriendo por las huellas y peraltes [ver figura 123].

Al recorrer la instalación, notará que las líneas colocadas en el descanso suben hacia el murete y se juntan repentinamente, aún sin sentido racional [figura 124]. Tendrá en este momento opiniones que llevan a varias connotaciones en la valoración del ejercicio anamórfico, tal vez renunciará a seguir mirando el trabajo y no llegará a resolver el enigma, es parte del riesgo que presentan las perspectivas curiosas o Anamorfosis, en donde la visión engaña al receptor.

En el lugar donde se ubicó este ejercicio, debido a la acción de los rayos solares, se vio afectada la ilusión óptica ya que existían sombras profundas combinadas con haces de luz solar que intervenían las líneas de la figura en el espacio.



Figura 123. Anamorfosis de los triángulos, vista superior desde el descanso de la escalera.



Figura 124. Anamorfosis de los triángulos, vista lateral desde el descanso de la escalera.

3.4.3 Equipo Tres. Cuadros Verticales.

El proyecto asignado al equipo tres es la ejecución de una anamorfosis de un conjunto de cuadros colocados verticalmente sobre el piso. Su ubicación fue en el pasillo peatonal a cubierto que comunica el edificio A4 y A6 en la FES Acatlán.

La figura 125 muestra el proyecto especificado, la imagen se tomó durante el levantamiento arquitectónico desde el punto de vista planeado. Posteriormente, la fotografía se pasó a un archivo de PowerPoint y se elaboró un foto montaje, sobreponiendo las figuras geométricas de los cuadrados conforme a lo indicado.

Con esta imagen del proyecto asignado, al finalizar el ejercicio se realizará una comparación con la anamorfosis instalada en el sitio.

Como ayuda para la comprensión espacial del problema específico, la anamorfosis se obtendrá con la intersección de los rayos visuales en los diferentes planos de cuadro, todos aquellos que se encuentren en el camino, en este caso solo interviene el pavimento adoquinado hexagonal.



Figura 125. Anamorfosis de los cuadros verticales.
Paso peatonal a cubierto entre los edificios A4 y
A6. FES Acatlán.

Los alumnos, conforme a la metodología geométrica propuesta, realizaron una perspectiva cónica de la escena, para visualizar todos los elementos que la componen.

3.4.3.1 PROCESO GEOMÉTRICO EQUIPO TRES

Para obtener el trazo geométrico de la anamorfosis, a través del método de perspectiva cónica, se traza una monea triplanar con la ubicación exacta del punto de vista en las tres proyecciones, en la planta, alzado y corte arquitectónicos, con base en los datos obtenidos del levantamiento físico del sitio.

Se sitúa en monea la ubicación espacial de los objetos 1, 2, 3, 4 y 5, tanto en proyección horizontal como en las proyecciones vertical y lateral.

En este ejercicio, los objetos geométricos [cuadrados] están en posición de perfil, ver figura 126.

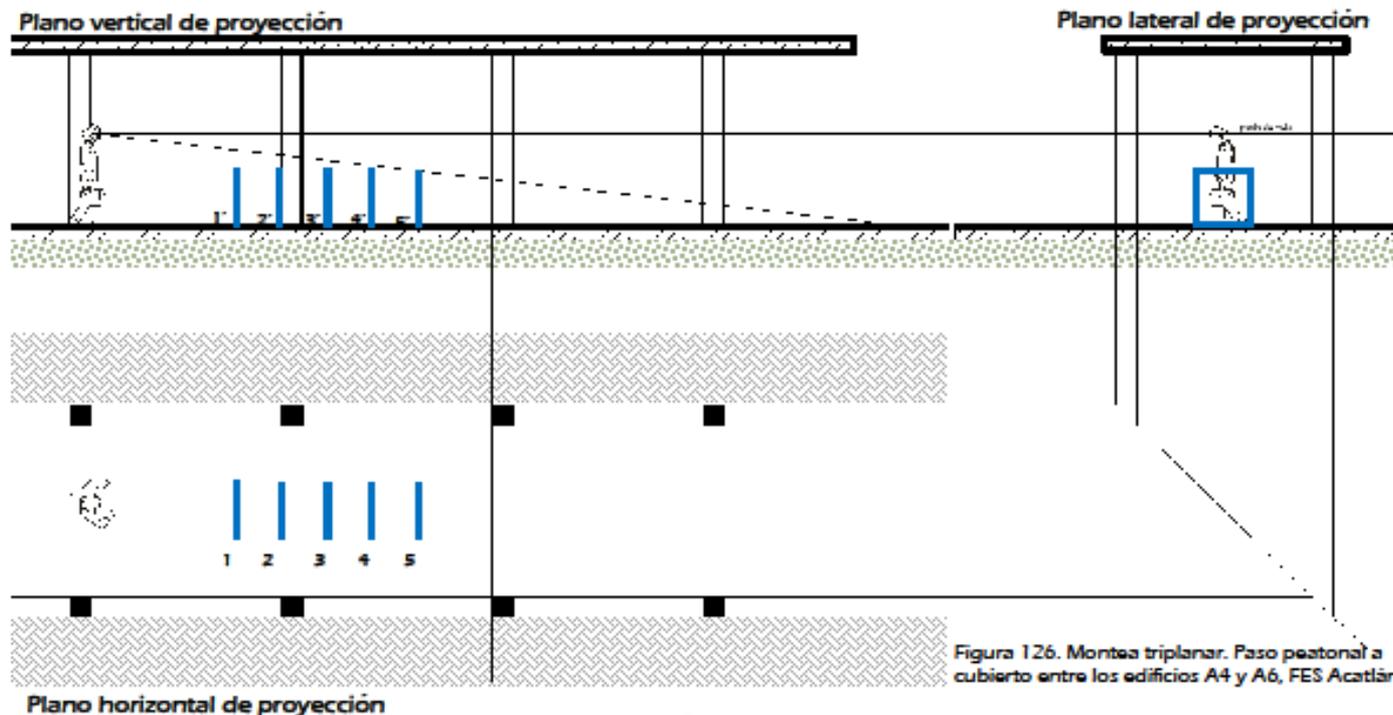


Figura 126. Monea triplanar. Paso peatonal a cubierto entre los edificios A4 y A6, FES Acatlán.

Desde el punto de vista ubicado en la proyección vertical, se trazan visuales a cada una de las aristas de los cuadrados 1', 2', 3', 4' y 5' hasta cortar al plano de terreno. Ortogonalmente, desde los puntos obtenidos, se llevan proyecciones al plano horizontal para encontrar la intersección de las visuales trazadas desde el punto de vista en este plano de proyección.

Para comprobar el trazo, en la proyección lateral, se llevan visuales del punto de vista hacia las aristas de los cuadrados [posición en verdadera magnitud], y se prolongan hasta el plano de terreno. Los puntos obtenidos se llevan ortogonalmente al plano de proyección horizontal y deben de coincidir con los que ya se habían dibujado como parte de la anamorfosis.

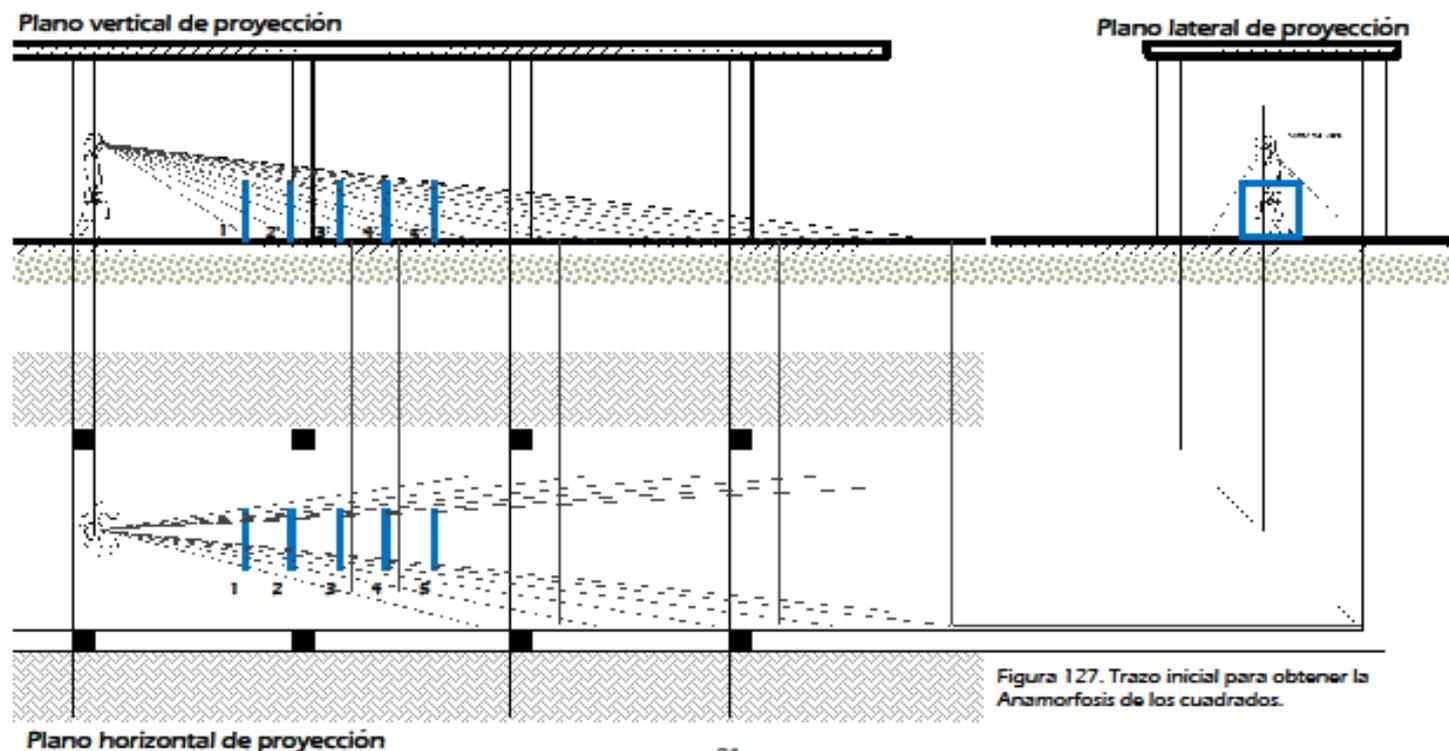


Figura 127. Trazo inicial para obtener la Anamorfosis de los cuadrados.

Con los puntos obtenidos en la proyección horizontal, generados por el trazo geométrico de visuales y sus intersecciones con el plano de terreno, se define la anamorfosis de los cuadrados 1, 2, 3, 4 y 5. En la figura 128, se puede observar el trazo final de la anamorfosis.

En la proyección horizontal se obtiene el trazo de los cuadrados en perspectiva oblicua y a la vez en verdadera magnitud, listos para la elaboración de la plantilla que se empleará para la manufactura de la instalación anamórfica.

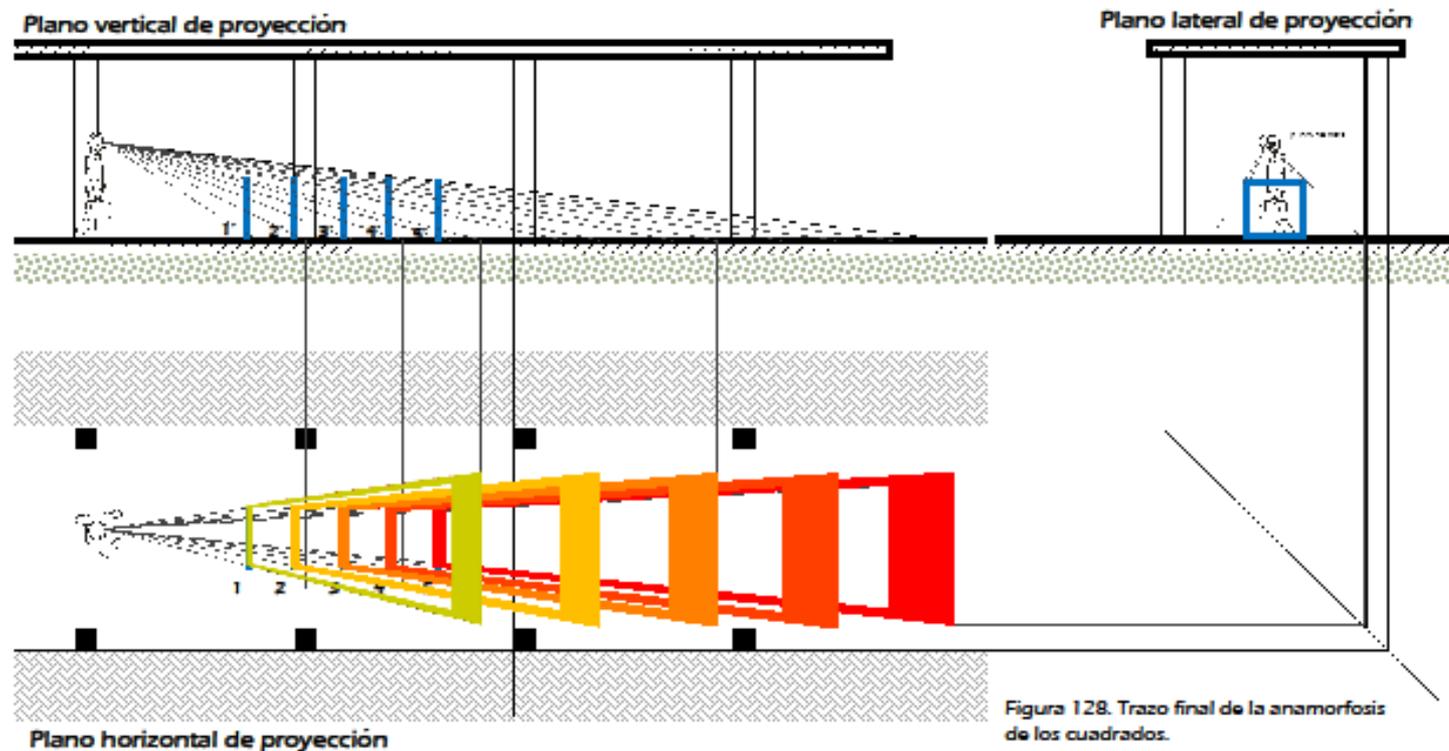


Figura 128. Trazo final de la anamorfosis de los cuadrados.

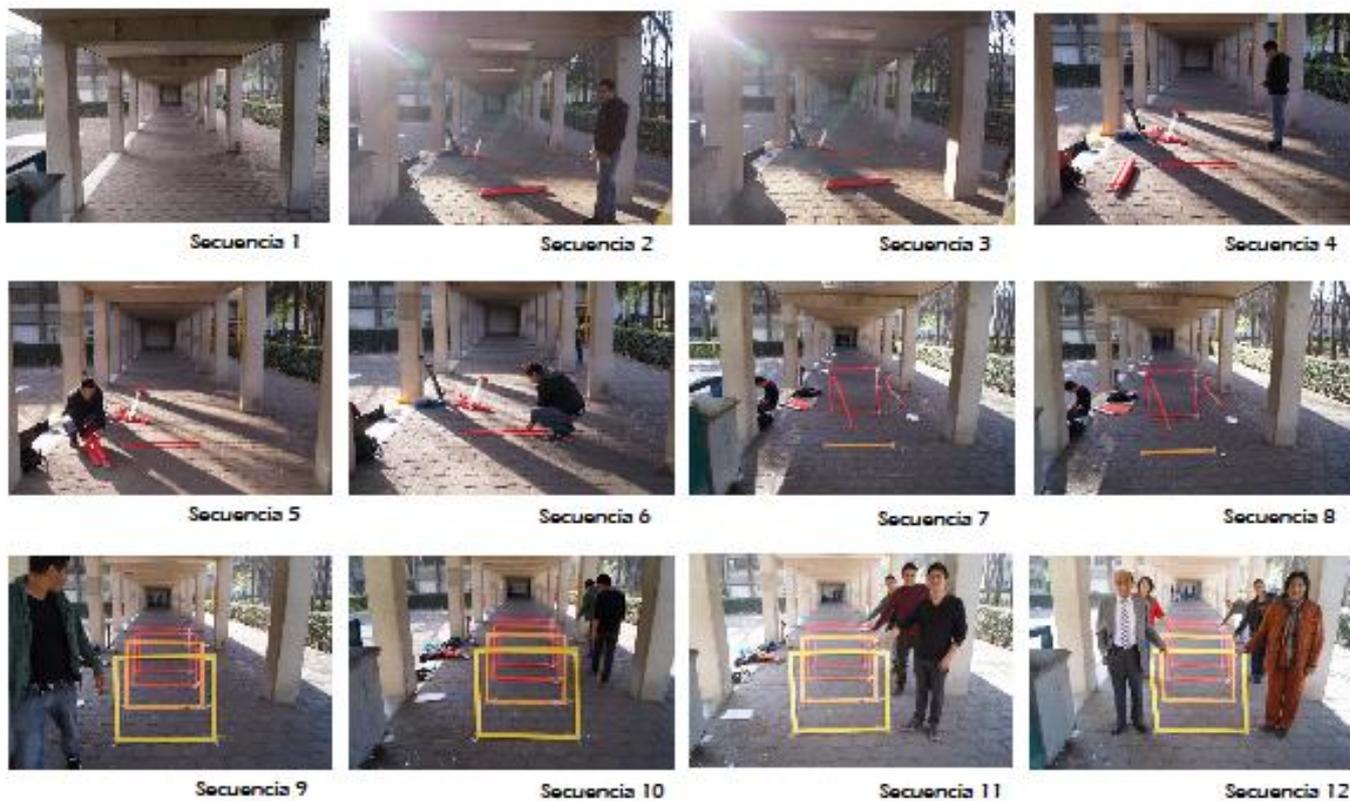


Figura 129. Proceso de instalación de la anamorfosis de los cuadrados en el paso peatonal a cubierto.

3.4.3.2 RESULTADO DE LA ANAMORFOSIS EQUIPO TRES

Al terminar la instalación de la anamorfosis de los cuadrados, con la perspectiva desde el preciso punto de observación [figura 131], se puede apreciar en la imagen que el resultado ha sido muy parecido a lo establecido en el proyecto inicial [ver el fotomontaje de la figura 130].

Durante la elaboración del proyecto se añadió un cuadro a los propuestos inicialmente, esto da mayor profundidad de realización e incrementa el efecto óptico de la Anamorfosis.

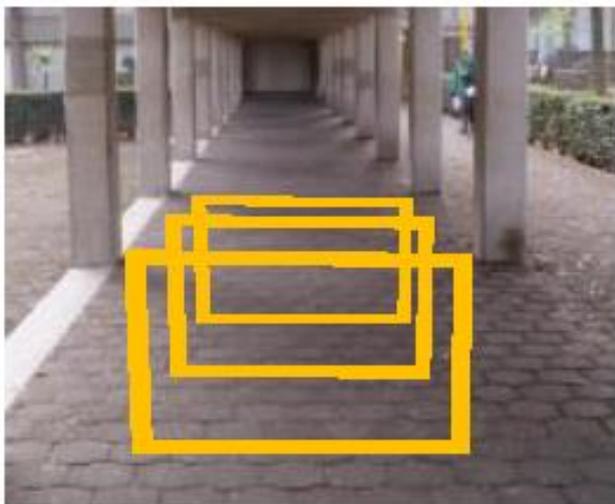


Figura 130 Anamorfosis de los cuadros verticales. Proyecto inicial. Paso peatonal a cubierto entre los edificios A4 y A6, FES Acatlán.

Se puede observar que los cuadros están ilusoriamente en forma vertical y equidistantes unos con otros; además, se infiere, por la perspectiva, que todos tienen la misma altura.

El resultado de este ejercicio fue el esperado y superó las expectativas de ejecución ya que ninguno de los cuadros instalados en el piso tienen medidas iguales y sus lados no son paralelos, las distancias se van ensanchando mientras estén más alejadas del observador.



Figura 131 Instalación de la Anamorfosis de los cuadros verticales. Paso peatonal a cubierto entre los edificios A4 y A6, FES Acatlán.

3.4.3.3 COMENTARIOS DEL RESULTADO

La disposición final de los cuadros fue muy favorable para lograr el efecto óptico deseado, la elección de colores, del más brillante al más oscuro, propició una ilusión de profundidad y movimiento.

La pieza plástica interactuó con los elementos de la edificación y con lo natural; es el caso de las sombras proyectadas de las columnas y los árboles, resaltan las líneas de color de los cuadros en el piso. Integrando matices dinámicos a la puesta plástica. Ver figura 132.

En la instalación, vista desde la parte posterior, se aprecia que hay una serie de bandas que parecen



Figura 132. Vista de la instalación



Figura 133. Vista posterior de la instalación

decrecer hacia la lejanía [ver figura 133] y las primeras franjas son definitivamente más anchas que las del final.

También se logró una interacción con los presentes. Al ver el efecto perspectivo de la ilusión óptica, los

muchachos posaron para imágenes innovadoras y graciosas. Como ejemplo la imagen de la figura 134.



Figura 134. Dentro del cuadro

3.4.4 Equipo único. Grupo Piloto Dos.

El proyecto asignado al equipo único del grupo piloto dos, es la proyección anamórfica de una figura imposible, diseñada por Oscar Reutersvärd en 1934, popularizada por Roger Penrose en 1950; fue tomada en una página interactiva de Internet, en donde se muestran diversos juegos de lógica e ingenio y matemáticas recreativas. La pieza geométrica es una figura imposible, muestra nueve cubos en tres diferentes ejes y tres diferentes perspectivas [ver figura 135]. Los también llamados hexaedros se dibujan en perspectiva isométrica y dan la apariencia de ser todos de las mismas distancias. No existe en el mundo real una figura de tres dimensiones que pueda unirse en un

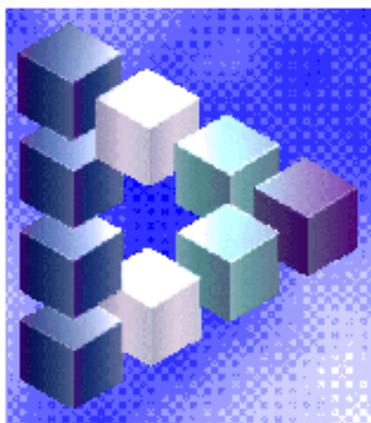


Figura 135. Tribar Oscar Reutersvärd.

vértice fuera de los planos convergentes en el espacio. Más adelante, en el capítulo cuatro, se muestra la ejecución de una maqueta anamórfica de tres dimensiones con la

figura realizada por los alumnos en dos dimensiones, como ejercicio plástico demostrativo de la técnica geométrica en la anamorfosis, dando por resultado una ilusión óptica del volumen imposible.

El lugar que se asignó al equipo para el levantamiento físico topográfico y la instalación es en la plazoleta ubicada enfrente al edificio A4 de la FES Acatlán.

La figura 136 es una variación al diseño de Reutersvärd, muestra la perspectiva modificada del proyecto determinado. En la imagen se añadieron tres cubos y se

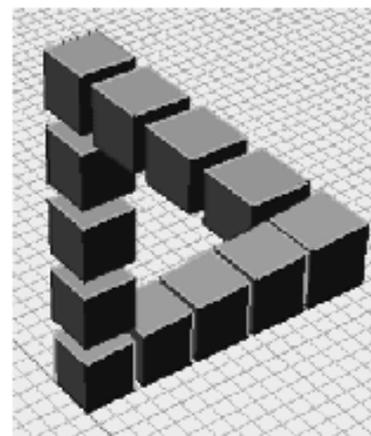


Figura 136. Proyecto de realización anamórfica para el equipo único, grupo piloto dos.

efectuaron ajustes para lograr un mejor resultado óptico. El objetivo será lograr, que, el espectador pueda envolverse en el engaño de la figura imposible y que se note el volumen tridimensional, así como la paradoja de su conexión.

3.4.4.1 PROCESO GEOMÉTRICO, FIGURA IMPOSIBLE

Tomando en cuenta el ejemplo de la figura 135, se dibujó un croquis del volumen con la disposición de los cubos tridimensionalmente, es decir, que la ubicación de los hexaedros respetara la espacialidad de tres ejes:

- o Uno horizontal sobre el plano de terreno, paralelo al eje X,
- o otro vertical, paralelo al eje Z, y
- o otro horizontal, paralelo al eje Y, pero con una altura determinada, figura 137.

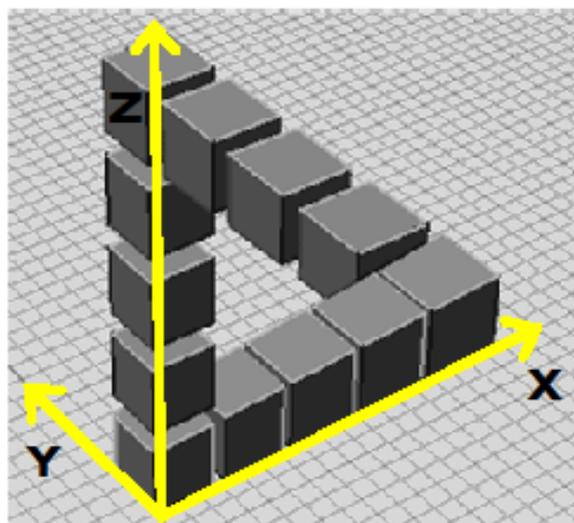


Figura 137. Determinación previa del proyecto, ubicando los ejes espaciales.

Con esta imagen se procedió a realizar el dibujo de la montea biplanar. Cabe mencionar que se realizaron modificaciones y ajustes, transformando la figura bidimensional en un volumen envolvente para obtener la ilusión óptica de conectar dos ejes espaciales en planos no concurrentes.

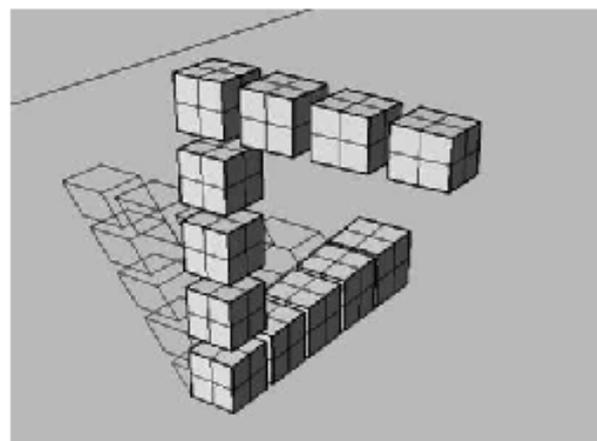
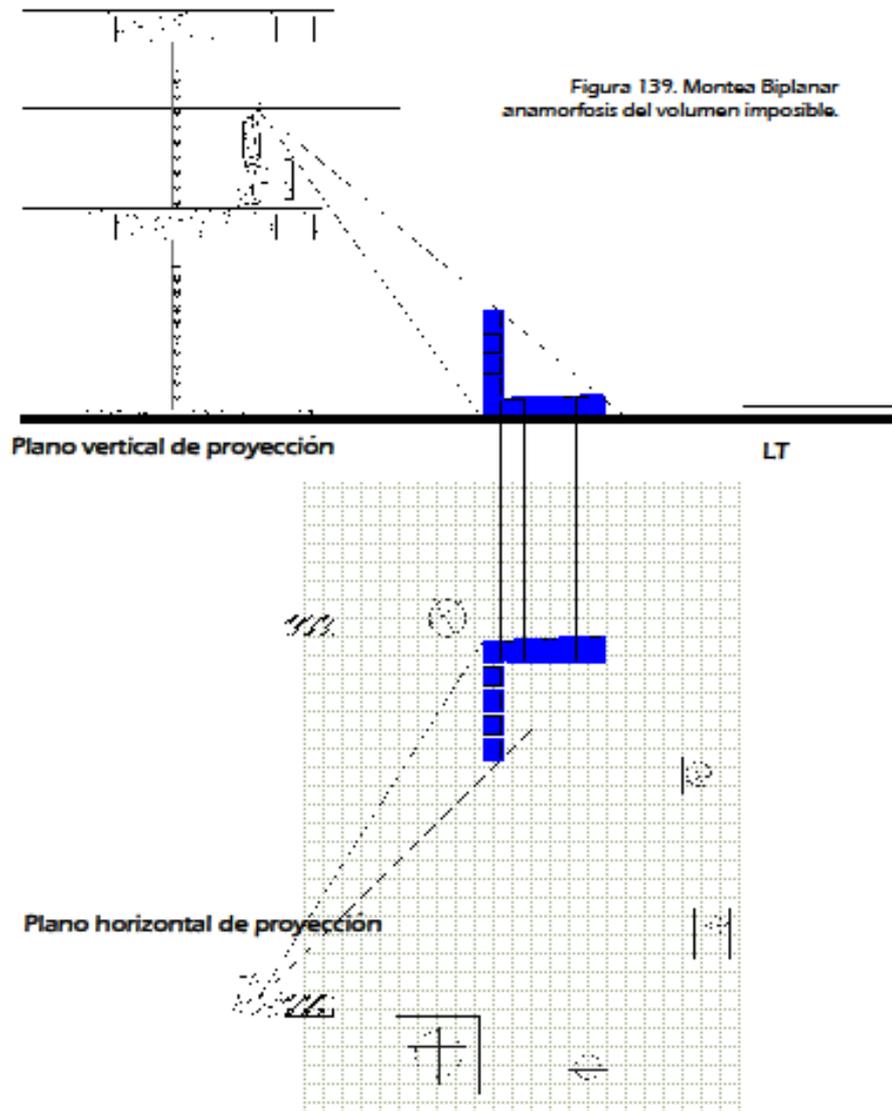


Figura 138. Perspectiva del volumen modificado.

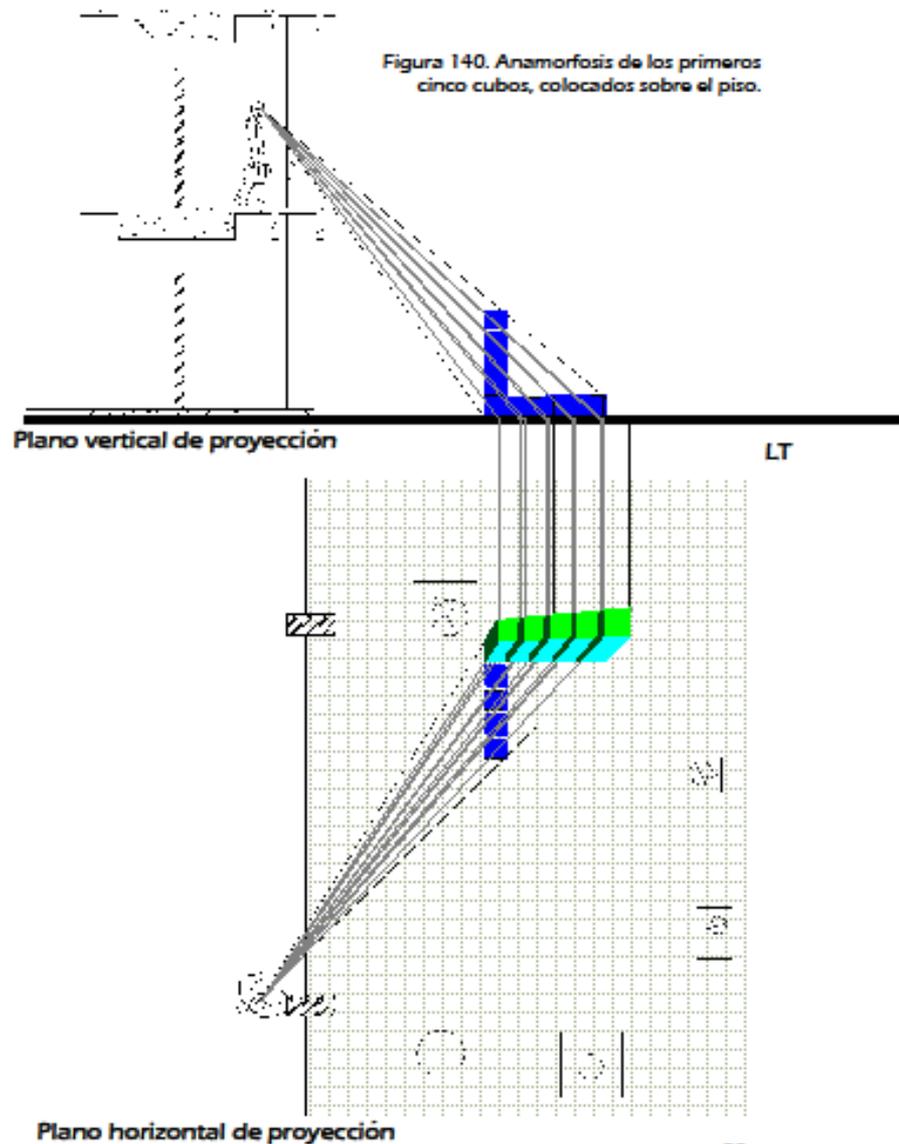
En la figura 138 se expone la perspectiva del volumen a realizar su anamorfosis y que, desde el punto de vista prediseñado [en este caso, ubicado en el pasillo de la planta del primer piso del edificio A4], debe coincidir plenamente con todos los puntos de la anamorfosis.



La montea biplanar se compone de un corte y una planta arquitectónica con las medidas obtenidas en el levantamiento físico; dispuestos de tal manera que la primera será la proyección vertical y la segunda el plano horizontal de proyección, ver figura 139.

Se coloca el punto de vista en las dos proyecciones y se ubica el volumen pre diseñado que se muestra en la figura 138, se deben respetar las medidas, modificaciones y ajustes del diseño para obtener la ilusión óptica deseada.

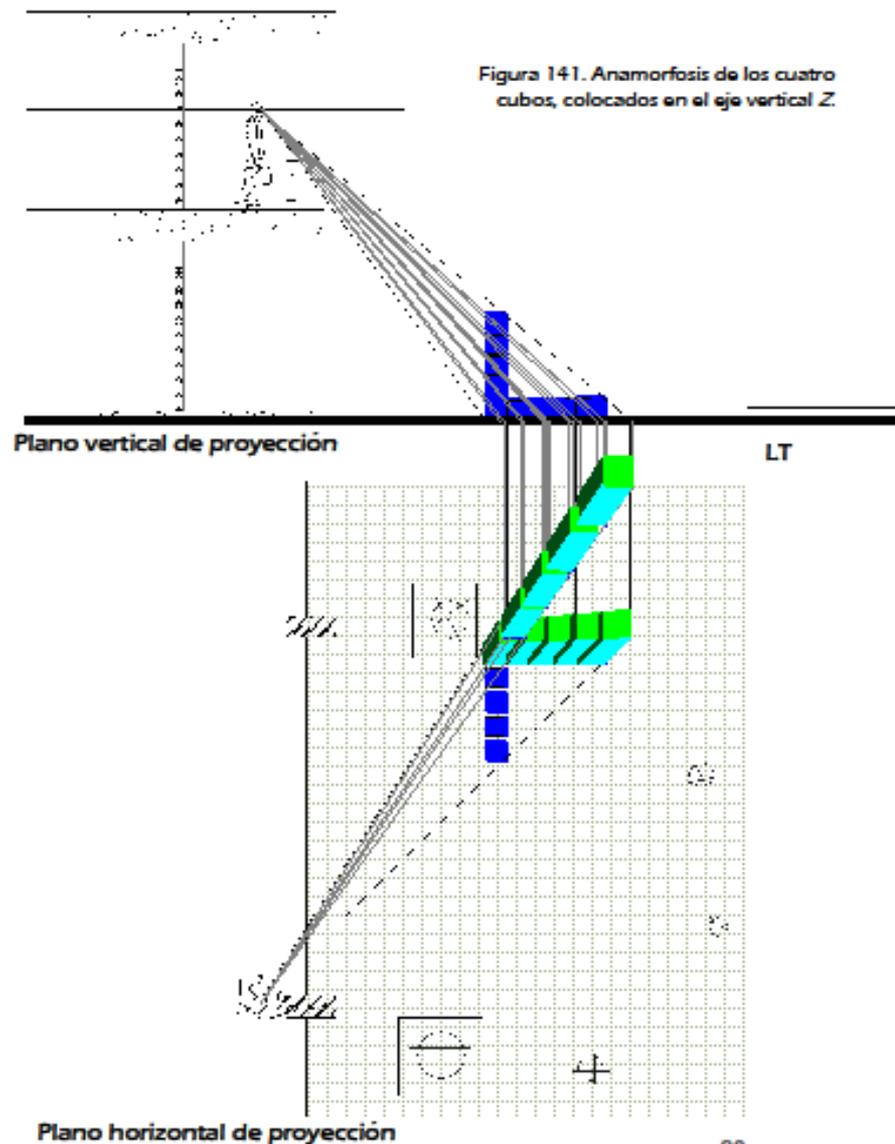
Es necesario que la proyección anamórfica de los cubos que se van a unir en planos concurrentes sea la misma. Es aquí en donde yace el efecto ilusorio: la unión de dos cubos que se ubican en diferente posición en el espacio; uno en el plano de terreno y otro a cierta altura pero diferente plano. La proyección de las visuales debe coincidir con exactitud en las aristas de los dos pseudo-cubos.



A efecto de obtener la anamorfosis, el trazo de la perspectiva cónica debe ser elaborado con estricto orden. Primero se encontrará el trazo anamórfico de los cubos ubicados en el suelo.

Se llevan visuales desde el punto de observación situado en el plano de observación situado en el plano de proyección vertical hacia las aristas de los cubos que se encuentran sobre el plano de terreno y se continúan hasta el plano horizontal del piso. Ahí se ubica la intersección de los rayos visuales en el plano anamórfico [en la línea de tierra].

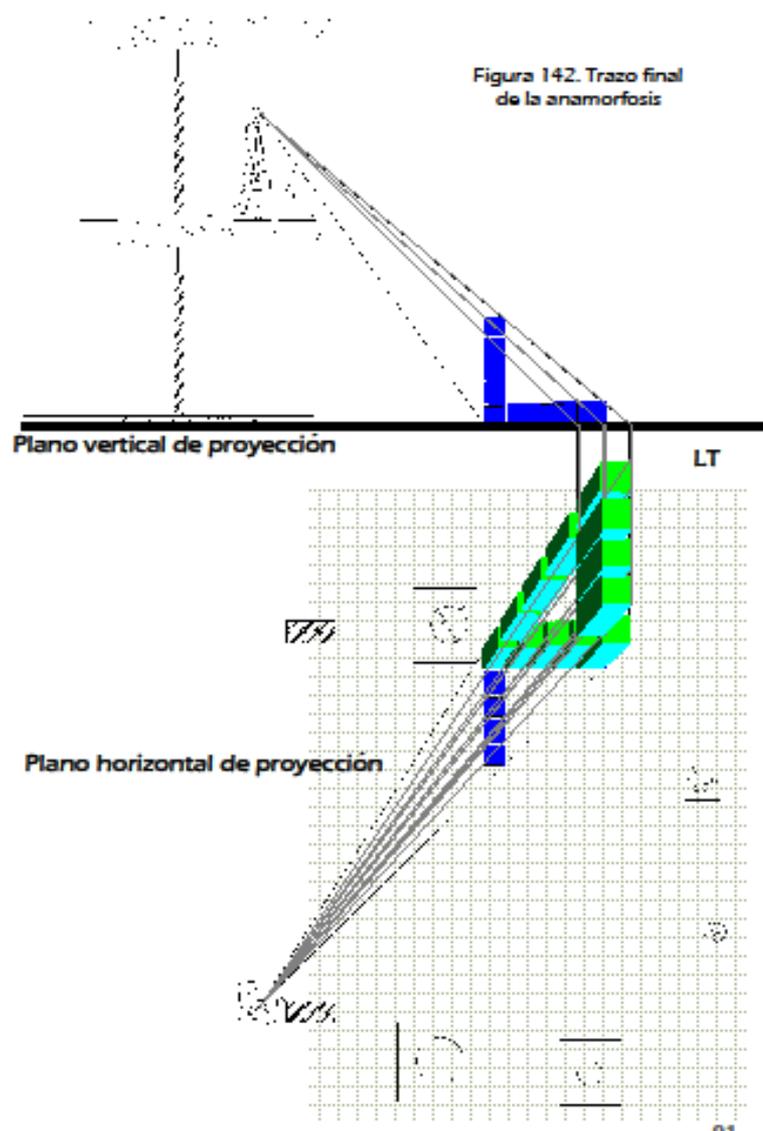
Desde esta posición se llevan proyecciones ortogonales al plano de proyección horizontal, hasta la visual correspondiente trazada desde el punto de observación en esta vista. En la imagen de la figura 140 se aprecia la anamorfosis de los primeros cinco cubos ubicados horizontalmente sobre el plano de terreno.



Continuando con el orden de trazo, se obtendrá la anamorfosis de los cubos que forman un arreglo vertical.

Se trazan visuales desde el punto de observación ubicado en el plano de proyección vertical hacia las aristas de los cubos que se encuentran acomodados en un eje vertical, se continúan hasta el plano horizontal del piso hasta el plano anamórfico.

Desde esta posición se llevan proyecciones ortogonales al plano de proyección horizontal, hasta la visual correspondiente trazada desde el punto de observación en esta vista. En la imagen de la figura 141 se aprecia la anamorfosis de los cuatro cubos ubicados en el eje vertical Z, según las especificaciones marcadas en la figura 137. En este punto del desarrollo de la anamorfosis, se puede observar la notable deformación que va adquiriendo el volumen en su proyección anamórfica.



Para finalizar con el trazo de la perspectiva cónica, en la proyección vertical se llevan rayos visuales a las aristas de los cubos situados en el espacio paralelos al eje Y [según ubicación marcada en la figura 137], y se prolongan hasta su intersección con el plano anamórfico [plano de terreno]. Posteriormente, se encuentra su proyección horizontal por medio de ortogonales hasta su visual correspondiente.

En la figura 142 se observa completo el trazo de la anamorfosis, solo que existe un detalle más por realizar. Se nota una sobreposición del último cubo en el eje Y con el primer cubo del eje X ; esto es normal desde el trazo de la perspectiva cónica, aquí se realizará el cambio de visibilidad para obtener el efecto ilusorio. La figura 143 muestra el trazo de la anamorfosis final en verdadera magnitud.

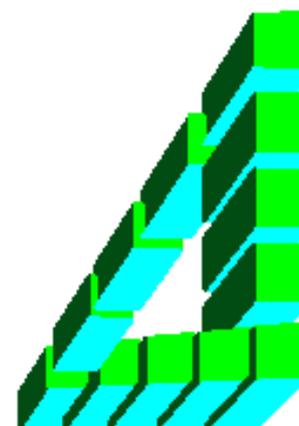


Figura 143. Anamorfosis en verdadera magnitud



Secuencia 1



Secuencia 2



Secuencia 3



Secuencia 4



Secuencia 5



Secuencia 6



Secuencia 7



Secuencia 8



Secuencia 9



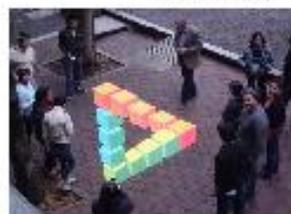
Secuencia 10



Secuencia 11



Secuencia 12



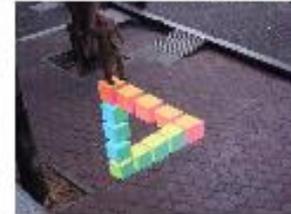
Secuencia 13



Secuencia 14



Secuencia 15



Secuencia 16

Figura 144. Proceso de instalación de la anamorfosis del volumen imposible. Equipo único, grupo piloto dos.

3.4.4.2 RESULTADO DE LA ANAMORFOSIS EQUIPO ÚNICO, GRUPO PILOTO DOS

Con la imagen obtenida de la anamorfosis en verdadera magnitud [ver figura 143], los alumnos procedieron a elaborar la plantilla de desarrollo, pasando a cada lámina de color las dimensiones correspondientes de cada cubo anamórfico plano.

Se formaron doce piezas que fueron colocadas en el lugar específico, previamente dispuesto durante el levantamiento físico.

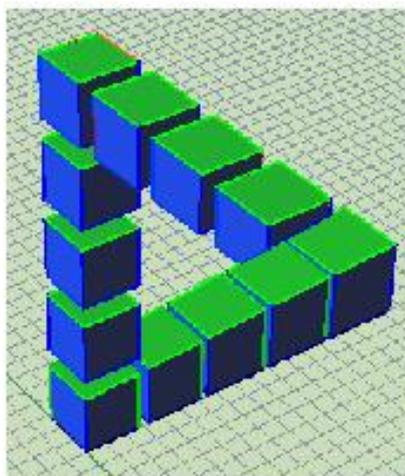


Figura 145. Proyecto inicial, volumen imposible.

Al finalizar la instalación, desde el punto de observación, [ver figura 146], se puede apreciar la imagen como una reproducción muy similar al proyecto inicial. Comparar con la imagen de la figura 145.

Se logró obtener la ilusión óptica de un volumen imposible, con la visión de las líneas que componen al objeto se vean continuas, uniformes y que, a pesar de estar situadas en planos diferentes, el cubo del extremo del eje X y del eje Y, coincidieran en el espacio.



Figura 146. Instalación. Anamorfosis del volumen imposible

El efecto visual fue acrecentado por la integración de colores en los cubos, manifestándose el volumen a través de colores oscuros o claros.

3.4.4.3 COMENTARIOS DEL RESULTADO

El trabajo de taller fue determinante para lograr la precisión necesaria de la instalación. En la figura 147 se aprecia la elaboración de las piezas en relación con la plantilla escala 1:1 y los distintos colores asignados a cada cubo. En esta

etapa de trabajo, los alumnos se expresaron muy entusiasmados por los resultados obtenidos hasta ese momento y



Figura 147. Formado de cada pieza.

mostraban gran impaciencia por ver la instalación completa de todas las piezas; manifestaban seguridad de que el resultado final sería exactamente el planeado en el proyecto.

Ya en la instalación, el observador, al recorrerla en la plazoleta, evalúa piezas deformes que no dan un significado lógico. Parecen elementos colocados al revés o equivocados en su posición.

Desde el punto de observación proyectado para visualizar la anamorfosis, la visión del conjunto es

completamente diferente; la disposición final de los elementos logró gran precisión y fue favorable para lograr el efecto óptico deseado; los diferentes colores de los elementos, propiciaron una ilusión virtual de profundidad.

La pieza plástica fue objeto de una serie de interacciones con los presentes.

Los alumnos que se encargaron de la manufactura de la anamorfosis, se volvieron parte de la escena y pronto se convirtieron en el centro de atención, manifestando poses curiosas y creativas.

Observar las figuras 148 y 149.



Figura 148. Escena en la instalación.



Figura 149. Interacción con la obra

Capítulo 4



Lo finito, el tiempo y la vida.
Anamorfosis en tres dimensiones

4.1 La Escultura Anamórfica

Como ejercicio final, comprobatorio a las teorías geométricas y en cumplimiento con los objetivos establecidos, se llevó a cabo el estudio, análisis y ejecución de un objeto tridimensional anamórfico. Tal como se ha mencionado, el diseño y construcción de una escultura anamórfica representa, por su grado de facultad y ejecución técnica, la principal producción de las aplicaciones geométricas en la presente tesis.

La aplicación representa la demostración final del efecto óptico en la anamorfosis y su relación estrecha con la perspectiva oblicua. Es la conclusión objetiva y gráfica de la muestra efectuada con los participantes de los grupos piloto del conjunto de estudio.

En específico, se tomó como base el ejercicio realizado por el grupo piloto dos: variación del *Tribar Reutersvärd* [ver figuras 136 a 149 y páginas 86 a 94]; el objetivo es crear la ilusión óptica en tres dimensiones que, desde el punto de vista establecido, se capte la misma imagen que se obtuvo en dicho ejercicio; es decir, se llevará a cabo una escultura anamórfica a partir de la perspectiva deformada bidimensionalmente.

La elaboración de una anamorfosis en un plano es un proceso técnico que conlleva cierto grado de dificultad; el realizar un volumen anamórfico incrementa substancialmente la complejidad del ejercicio. Para cumplir con el cometido, se tiene que modificar intencionalmente el modelo virtual y llevarlo al plano de cuadro de una perspectiva oblicua, simultáneamente se tiene que encontrar su proyección cónica en el plano anamórfico y conjuntar ambos hallazgos en el objeto final.

4.1.1 Consideraciones iniciales

Para lograr la ilusión óptica, es necesario posicionar el punto de vista en el vértice de todas las visuales. En esta ocasión se realizará la operación inversa a la que se ha realizado hasta el momento: el punto de observación será el resultado de la convergencia de las visuales, su posición es determinada por el efecto deseado y por el volumen anamórfico, no por la iniciativa de elección de un lugar en especial.

Se parte de una imagen en la que aparecen 13 hexaedros regulares, dispuestos en tres ejes direccionales [ejes ortogonales]. La primera fila de

cubos, del 1 al 5, está situada sobre el plano horizontal del terreno, siguiendo la trayectoria del eje X ; en el cubo 5 hay un cambio de dirección de 90° , de las figuras geométricas 5 a la 9 se sigue al eje Z , el cubo 9 conecta otro cambio a 90° con la fila de los cubos 9 al 13, que es paralela al eje Y . El objetivo es integrar visualmente dos hexaedros: el cubo 13 con el cubo 1, prácticamente fundirlos en la perspectiva en uno solo; el reto es ambicioso, ya que las formas geométricas se encuentran en distintos ejes ortogonales y sus caras no coinciden en ningún plano [ver figura 150]. Para ello, en la

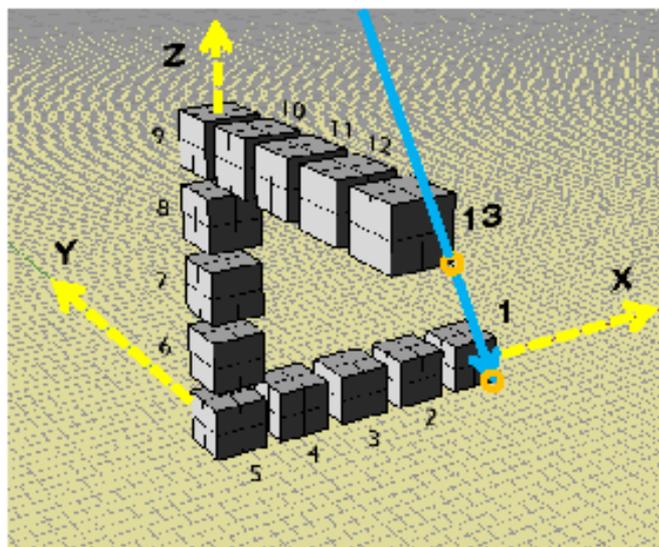


Figura 150. Figura que muestra la ubicación de los hexaedros en ejes ortogonales y la recta visual para completar la ilusión óptica.

perspectiva cónica, la recta visual principal deberá pasar por la arista inferior de estos cubos, para asegurar el cumplimiento del ejercicio.

La integración visual deberá realizar una sobreposición de los dos volúmenes geométricos, considerando los ejes y las deformaciones ópticas que produce la visión perspectiva. Los hexaedros que estén ubicados con mayor cercanía al punto del observador, se percibirán significativamente de mayor tamaño que aquellos objetos que estén más alejados. En este caso, según la percepción óptica, el cubo 13 es el de mayor tamaño y el cubo 1 es el más pequeño [en la figura 150 se aprecia este efecto]. Si el desafío es integrar a estos dos elementos geométricos en un mismo espacio, entonces se deberán realizar ajustes y deformaciones a los hexaedros, examinando la reducción de magnitudes en uno de los cubos y el incremento en otro.

Otra consideración previa importante, es que una vez que se ha colocado la sobreposición de los cubos anamórficos 1 y 13 en el espacio, y encontrado también el punto de vista, se eliminará el elemento número 13, substituyendo su proyección en el cubo 1 que, supuestamente, ocupa el mismo lugar en el espacio.

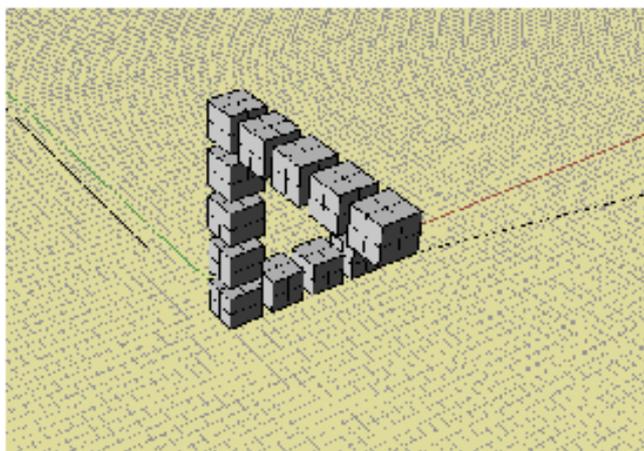


Figura 151. Figura que muestra la perspectiva cónica del volumen en el espacio. Los hexaedros más cercanos al observador se aprecian de mayor tamaño.

En la figura 151 se observa la desproporción de los cubos en caso de no realizar las modificaciones específicas. El efecto deseado es completamente anulado por la perspectiva natural del volumen.

El diseño de los ajustes y modificaciones se realizaron en el programa Rhinoceros de manera tridimensional; este Software permite el trazo volumétrico directo, lo cual facilita la solución gráfica y geométrica. Partiendo de la disposición exacta de los hexaedros regulares [figura 152], se inicia con el análisis de las dimensiones requeridas para la ilusión óptica planeada. En la figura 153 se observa la deformación realizada en los

elementos dispuestos en el eje X , el cubo 7 incrementó sus medidas afectando a todos los elementos que se encuentran en esta fila horizontal.

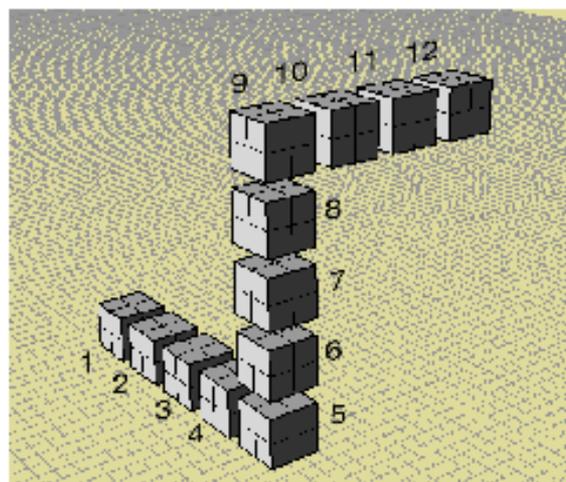


Figura 152. Magnitudes iniciales de los hexaedros.

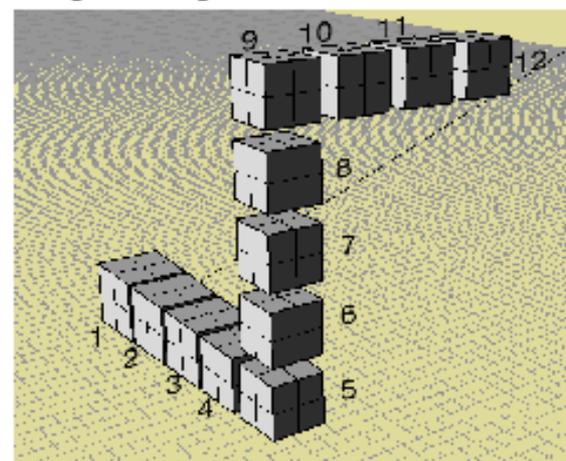


Figura 153. Deformación realizada en el eje X , afecta a los elementos 1 a 5.

En la figura 154 se manifiesta la deformación realizada en los elementos dispuestos en el eje Y . El cubo 12 decreció en sus medidas afectando a todos los elementos que se encuentran en esta fila. Los hexaedros 6, 7 y 8 no tienen cambios, se mantienen en su magnitud y posición original por estar situados en el eje vertical que conecta a los otros dos.

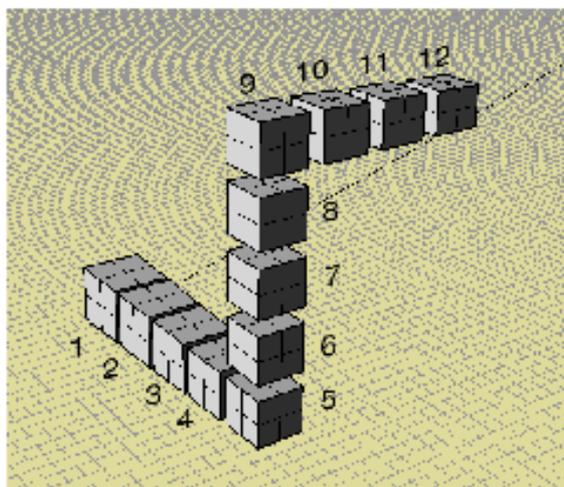


Figura 154. Deformación realizada en el eje Y , afecta a los elementos 9 a 12.

A los nuevos volúmenes geométricos, obtenidos posterior al proceso de ajuste de magnitudes, debido a la requerida deformación, se les ha denominado *cubos anamórficos*.

Una vez que se ha desarrollado el proceso de ajuste volumétrico, se consigue una figura extraña en su composición, que parecería errónea su manufactura al no tener sus elementos del mismo tamaño, con caras no paralelas y al existir una falta de sentido de conexión entre los ejes horizontales $X - Y$ [ver figura 155].

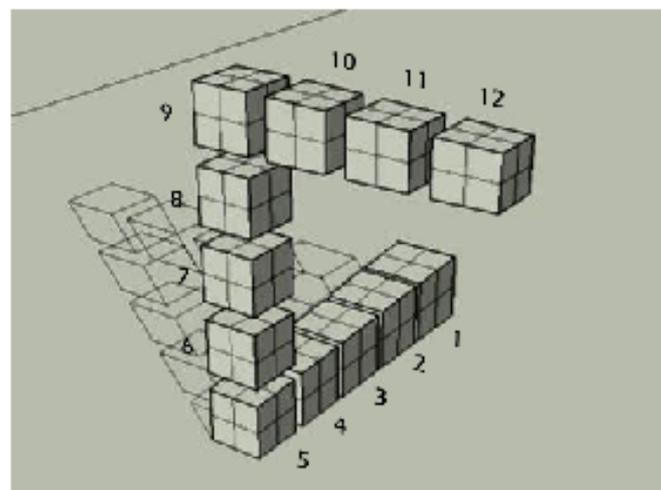


Figura 155. Resultado del volumen anamórfico, posterior a su ajuste.

En el apartado 4.1.2 se explica el proceso de elaboración gráfica para la obtención del volumen anamórfico y su desarrollo geométrico.

4.1.2 Trazo geométrico. Escultura anamórfica

Con el objeto de verificar el trazo realizado en los ajustes a los cubos anamórficos, se elaboró la anamorfosis plana en el piso. Esta debe coincidir con la vista obtenida desde el punto de observación y con el volumen en el espacio.

La anamorfosis plana se determina por el trazo de una perspectiva cónica desde el punto de vista *PV* y la intersección de los haces visuales en el plano del terreno.

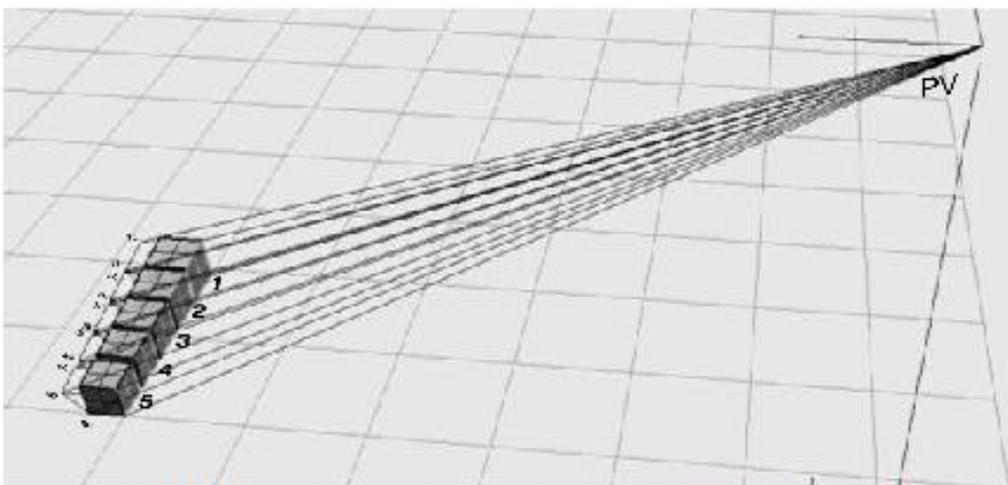


Figura 156. Trazo de visuales desde PV a las aristas de los cubos anamórficos 1 al 5

Para iniciar, con la ilustración de las intersecciones que definen la perspectiva cónica, se realiza el trazo de las visuales desde PV [ver figura 156], que pasen por cada una de las aristas de los cubos anamórficos ubicados en el eje *X* y que continúen hasta llegar al plano

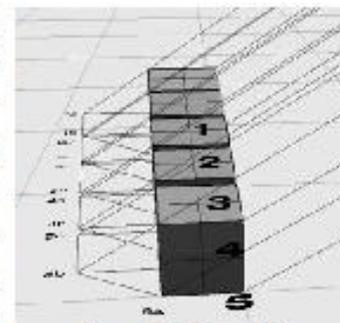


Figura 157. Trazo de la anamorfosis. Elementos 1 al 5

horizontal.

En este lugar se encuentran los puntos de las aristas en anamorfosis [ver figura 157]. Para llevar un estricto orden, se realiza primero el trazo geométrico con los cubos anamórficos del 1 al 5.

Se continúa con el dibujo de la Anamorfosis en el eje *Z*.

En el archivo electrónico de trabajo se oculta la vista de los cubos anamórficos 1 al 4 y 10 al 12, para trabajar solo con los elementos del eje Z.

Desde el punto de observación PV se trazan las visuales que pasen por todas las aristas de los cubos anamórficos 6, 7, 8 y 9, se deben prolongar hasta que crucen el plano de terreno. En esta intersección se encontrarán los puntos de la anamorfosis de los elementos geométricos mencionados.

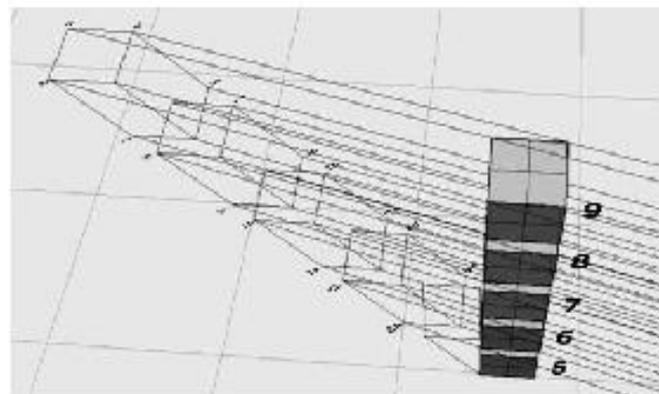


Figura 159. Trazo de la Anamorfosis elementos 6 al 9

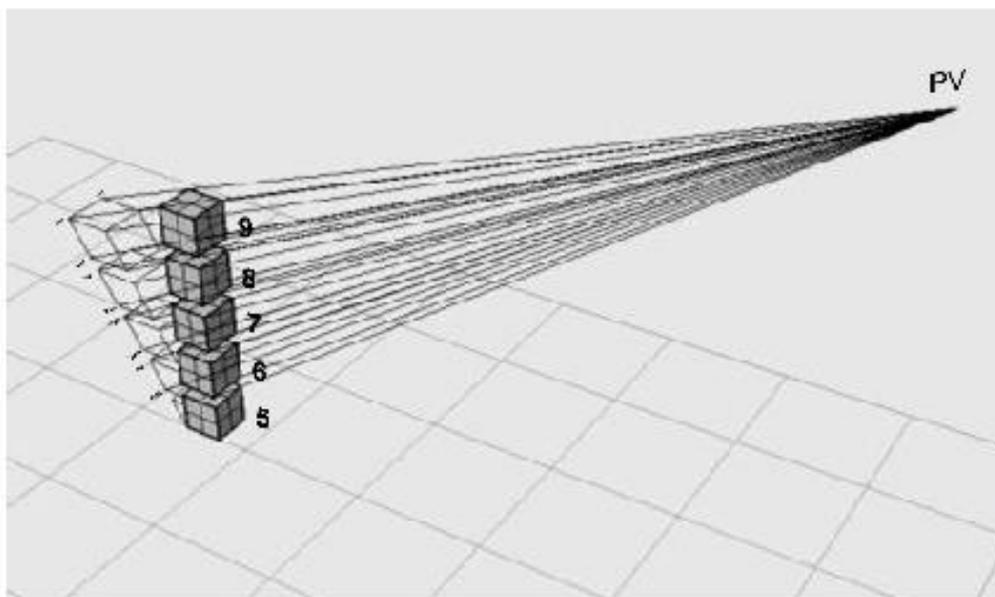


Figura 158. Trazo de visuales desde PV a las aristas de los cubos anamórficos 6 al 9

En la figura 158 se observa el trazo anamórfico encontrado en el plano horizontal, el cual sigue la dirección de la perspectiva cónica desde el punto PV.

En la figura 159 se aprecia con mayor detalle la proyección de la anamorfosis al plano horizontal; en ella, los elementos geométricos van creciendo de magnitud conforme se alejan del volumen original y del punto de vista.

Para finalizar con el trazo de la anamorfosis del volumen en el plano horizontal, dentro del archivo electrónico de trabajo se oculta la vista de los *cubos anamórficos 1 al 8,* para trabajar solo con los elementos del eje *Y.*

Desde el punto de observación *PV* se trazan las visuales que pasen por todas las aristas de los cubos anamórficos *10, 11 y 12,* se deben prolongar hasta que crucen el plano de terreno. En esta intersección se encontrarán los puntos de la anamorfosis de los elementos geométricos mencionados [ver figura 160].

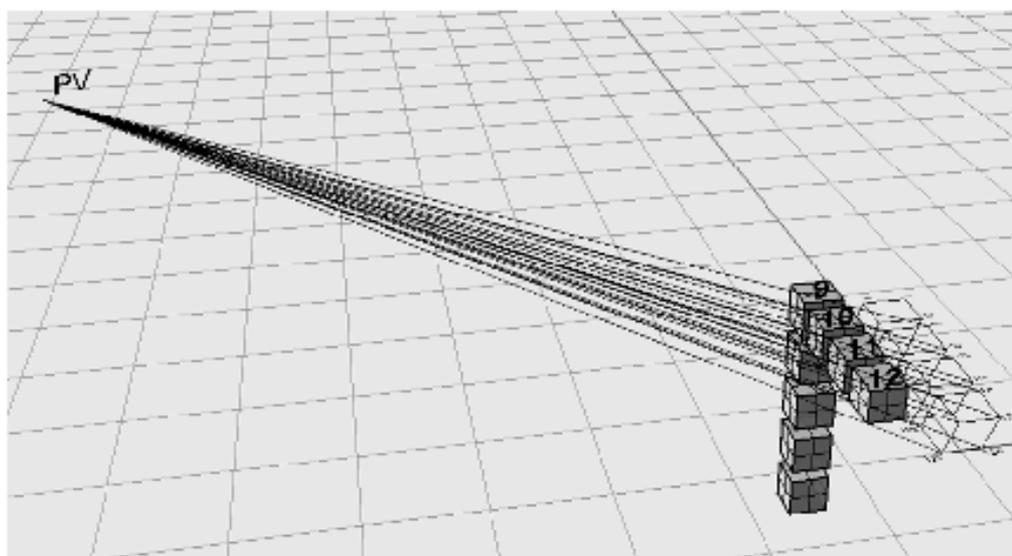


Figura 160. Trazo de visuales desde *PV* a las aristas de los cubos anamórficos *10 al 12.*

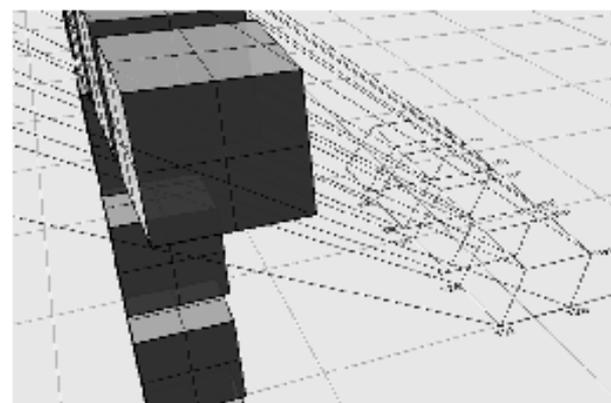


Figura 161. Trazo de la Anamorfosis, elementos *10 al 12.*

En la figura 161 se observa con detalle el trazo de la anamorfosis en el plano horizontal. Con ello se da término a la obtención de la proyección de la anamorfosis de dos dimensiones. De esta manera se comprueban las modificaciones y ajustes realizados para conseguir la ilusión óptica deseada. Comparar las imágenes 161 a 164.

En la imagen 162 se muestra el resultado final del trazo geométrico de la anamorfosis plana, originada por el análisis de la perspectiva cónica, con las proyecciones de los cubos anamórficos del 1 al 13.

Cabe mencionar, que el *cubo anamórfico 13* coincide con la proyección del cubo anamórfico 1. Hecho

determinante y clave principal para lograr el efecto óptico. De este concepto partió la modificación y ajuste de todos los elementos geométricos. Para finalizar con la comprobación, se toma una perspectiva desde el punto de vista para confirmar que el volumen coincide completamente con el trazo de la anamorfosis plana.

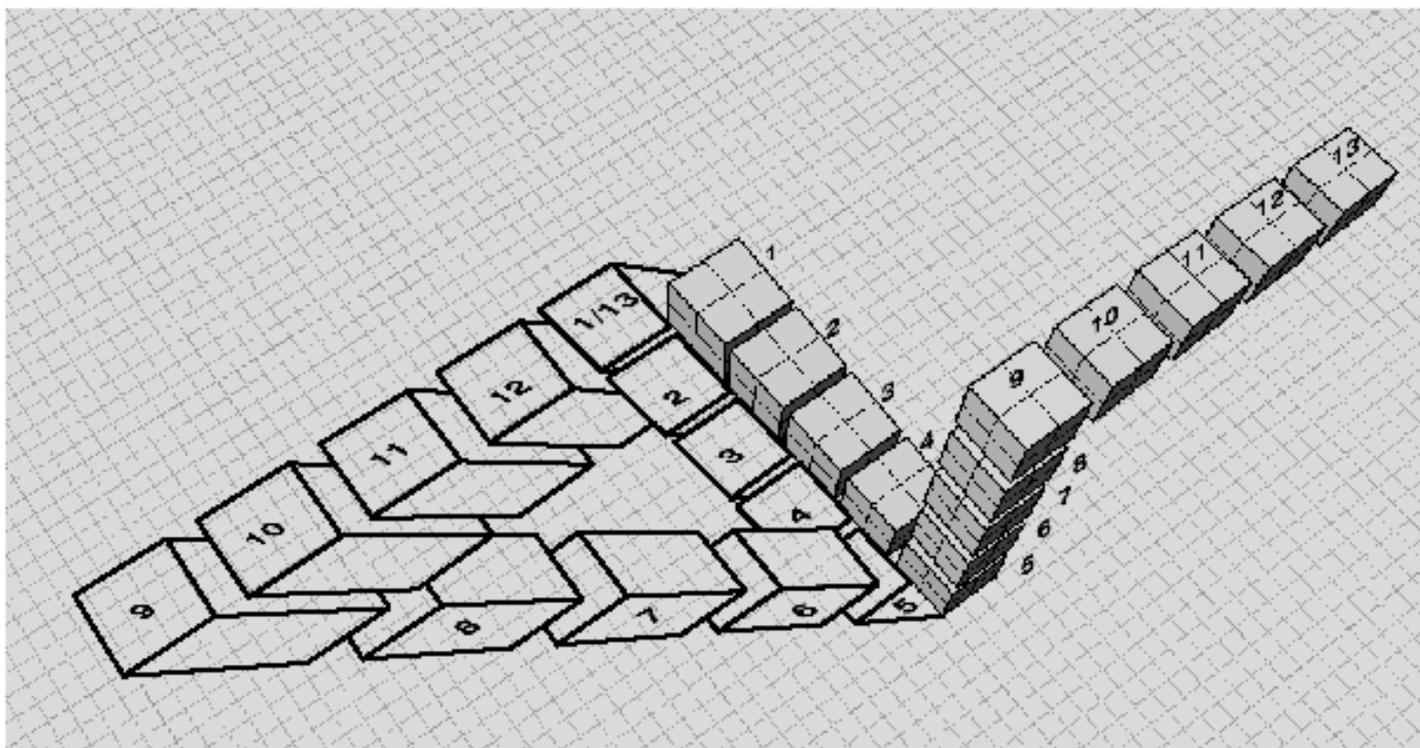


Figura 162. Anamorfosis plana completa de los cubos 1 al 13. La proyección anamórfica de los elementos 1 y 13 coinciden con exactitud.

En la figura 163 se observa una perspectiva desde el punto de observación, confirmando que el trazo de la anamorfosis plana es correcto: todos los puntos encontrados coinciden con precisión. En esta imagen también se aprecia que el *cubo anamórfico* número 13 fue eliminado de la perspectiva, ya que su proyección anamórfica coincide con el cubo 1. Por otra parte, el cubo anamórfico 12 está ocupando un lugar en el espacio con mayor altura que el cubo 1. Aquí se deben realizar nuevos ajustes para lograr la ilusión óptica de

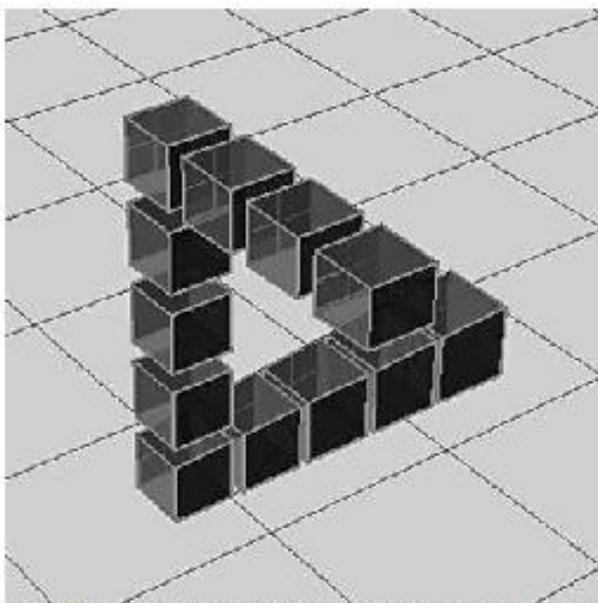


Figura 163. Vista desde el punto de observación, la anamorfosis plana es correcta, se requiere modificar la visibilidad del cubo anamórfico 12.

que los tres ejes ortogonales pueden ser conectados visualmente a pesar de encontrarse en diferentes planos. Los ajustes necesarios son los siguientes:

- o La visibilidad del *cubo anamórfico* 1 debe ser colocado en la parte anterior del cubo anamórfico 12. En la anamorfosis plana, este hecho no representa algún problema, solo es dibujarlo con las calidades de línea necesarias. Ver figura 164 en la cual se muestra la posición correcta de los elementos mencionados.

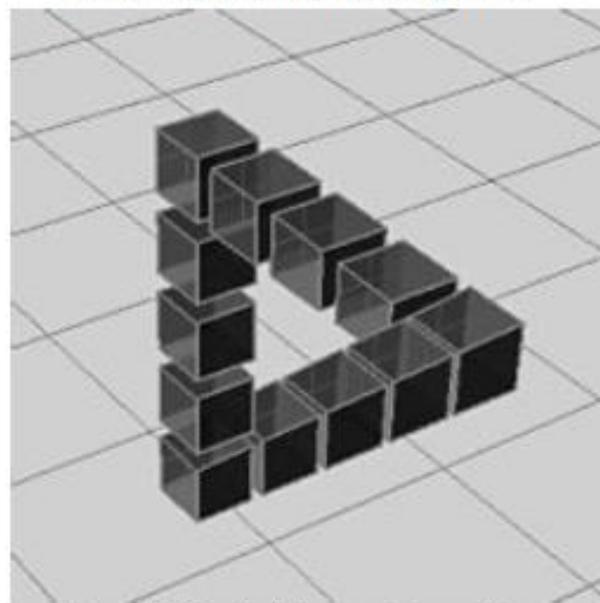


Figura 164. Vista desde el punto de observación con la visibilidad correcta del cubo anamórfico 12.

- o Para la ilusión óptica tridimensional, el cubo anamórfico 12, el que conecta con el cubo 1, se debe presentar con un corte plano oblicuo, que pase exactamente por las aristas superiores de los cubos anamórficos 1 a 5 y por el punto de vista, para que se obtenga con precisión el volumen del elemento 12. Todo ello, con el objeto que coincida espacialmente con el efecto proyectado para la ilusión óptica tridimensional. Ver figura 165.

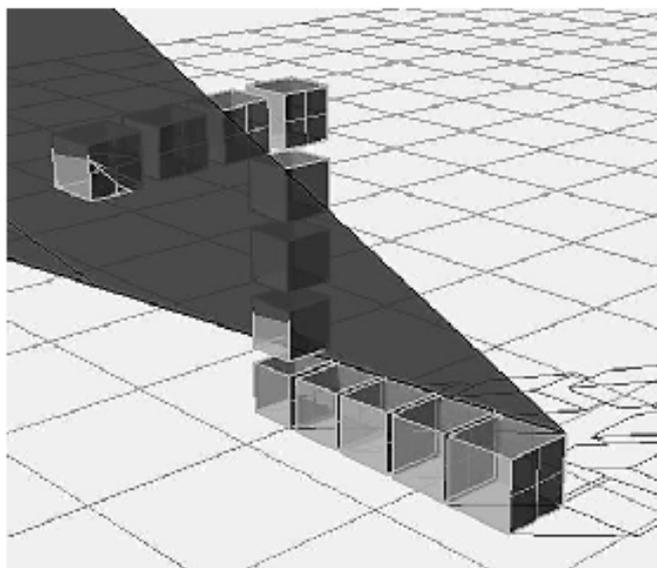


Figura 165. Plano oblicuo para realizar corte en el cubo anamórfico 12, para eliminar sección del volumen que interfiere con la vista requerida para la ilusión óptica tridimensional.

Una vez realizado el corte al cubo anamórfico 12 con un plano oblicuo, se completa el procedimiento geométrico de ajustes al volumen.

En la figura 166 se observa el detalle del corte en el elemento geométrico; las visuales que provienen del punto de vista, cuando pasen por las nuevas aristas de este módulo, coincidirán con aquellas del cubo anamórfico 1. Es necesario destacar que, en caso de no realizar este corte al volumen, la ilusión óptica en tres dimensiones no podría ser cumplida. Se estaría obstruyendo la visibilidad del cubo 1, tal como lo muestra la figura 163, previamente explicada.

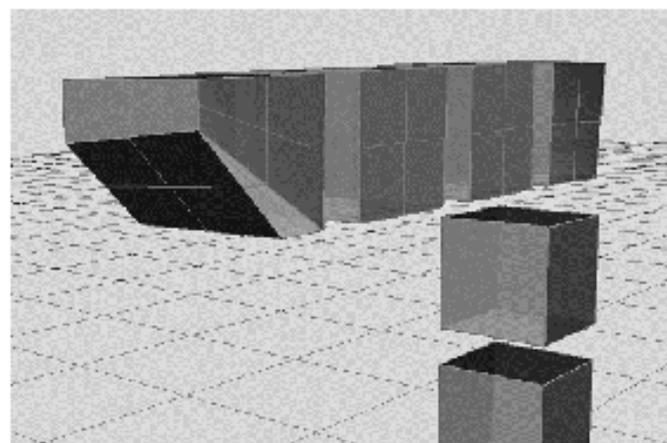


Figura 166. Vista a detalle del cubo anamórfico 12, después de haber eliminado la sección del volumen que interfiere con la vista requerida para la ilusión óptica tridimensional.

Realizados todos los trazos tridimensionalmente, se tienen listos los elementos geométricos para obtener las dimensiones finales de la escultura anamórfica. En la figura 167 se muestra una perspectiva de un ángulo distinto que permite exhibir las modificaciones llevadas a cabo hasta este momento.

Se procedió a desarrollar una plantilla por cada *cubo anamórfico* para obtener el desarrollo geométrico plano de cada una de las caras que componen los elementos de la Anamorfosis en tres dimensiones.

Para ello, por medio del programa Rhinoceros, se obtendrá la *verdadera forma y magnitud* de cada uno de los planos que integran un *cubo anamórfico*. Dichos planos, debido a los ajustes y modificaciones realizados, no son iguales en dimensiones y la mayoría no son paralelos a su contraparte volumétrica. Los hexaedros regulares originales fueron alterados deliberadamente.

En la figura 168 se muestra el resultado final de las plantillas en *verdadera forma y magnitud* de cada uno de los *cubos anamórficos*, dibujadas a escala para ser reproducidas directamente al material que edifica la escultura anamórfica de tres dimensiones.

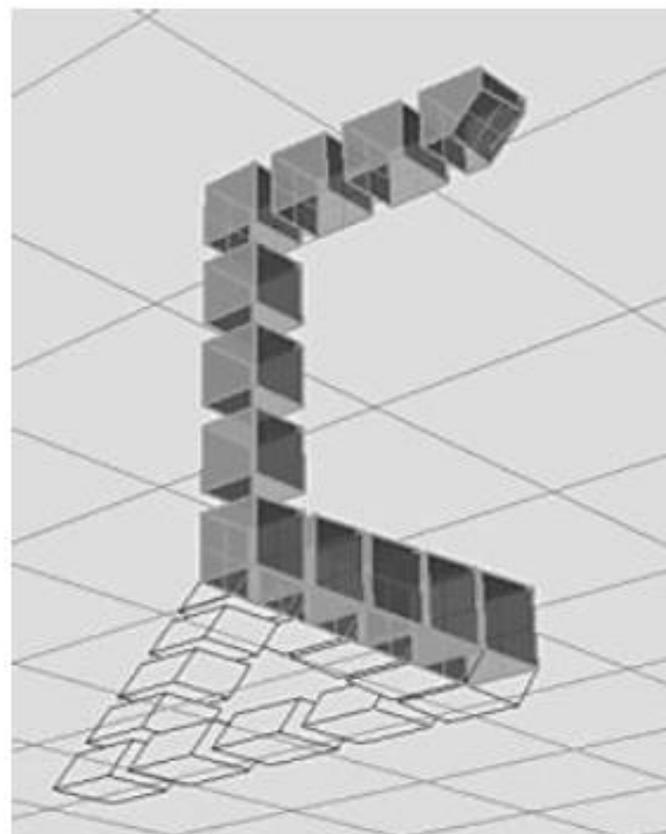


Figura 167. Vista del volumen anamórfico completo por debajo del plano horizontal del terreno. Muestra, desde otro ángulo, las modificaciones realizadas a los hexaedros regulares.

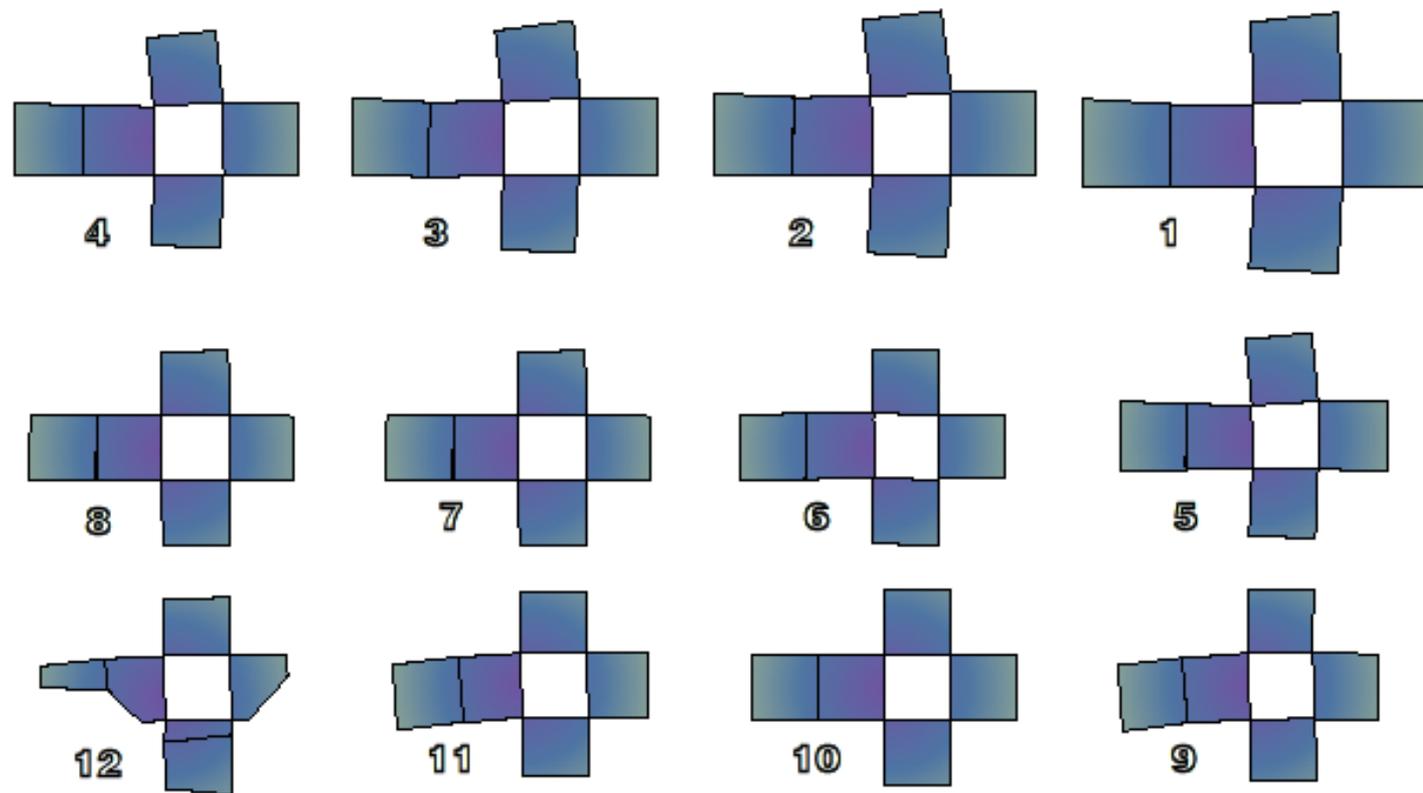


Figura 168. Resultado final del trazo de plantillas en verdadera forma y magnitud, de cada uno de los cubos anamórficos. Listos para reproducirse en el modelo de tres dimensiones.

4.1.3 Construcción del modelo tridimensional

Con la fabricación del modelo anamórfico en volumen, se tienen que afrontar nuevos retos: la ilusión óptica, aparte de concentrar a dos cubos en un mismo lugar en el espacio sin que estén en el mismo eje o plano, se debe lograr que los elementos geométricos se aprecien *flotando* en el espacio, tal y como se muestra en el dibujo del proyecto original [revisar figura 136]. En una anamorfosis plana, llevada al piso no existe ningún inconveniente en dibujarlo y obtener el efecto visual mencionado; pero en un volumen con elementos geométricos separados se tiene que desarrollar un sistema de fijación que mantenga, sin obstáculos visuales, la estabilidad del modelo tridimensional y lleve a efecto la apariencia de flotación de los módulos.

Para llegar a un fin exitoso, se debe crear una estructura interior rígida para soportar el peso de los cubos anamórficos del eje *Y*, que se encuentran en *canti liber*. Se debe evitar la flexión de tal estructura para que no exista cambio en la posición espacial de los módulos, de otra manera, el efecto óptico deseado no se producirá.

Después de analizar diferentes tipos de estructura, entre ellos: soleras y ángulos metálicos, estructuras de acrílico transparente, alambres y tensores sujetos a elementos fuera del ángulo visual; se decidió a fabricar un elemento principal de sección cuadrada de aluminio, sujeto a una base de madera MDF, y una estructura secundaria de tubo redondo de aluminio roscado en aquel a través de un machuelo y rosca.

En las imágenes 169 a 171 se observa la fabricación de la estructura principal. La barra de sección cuadrada de



Figura 169. Fabricación de estructura principal. Corte de tubo de aluminio de sección cuadrada.

aluminio se corta a la longitud tomada del plano y será parte del soporte interior de los cubos anamórficos 5 al 9. Se colocará de forma vertical y en ella se realizan dos perforaciones: la primera se elabora en su parte inferior para la fijación al panel MDF; y la segunda en la parte lateral superior para incrustar el tubo redondo de aluminio, estructura secundaria de la escultura que soportará los cubos anamórficos del 9 al 12.

Las fijaciones se diseñaron para ser ensambladas con secciones de tubo roscado, evitando conexiones con tuerca y tornillo que serían elementos que pudieran estorbar en la vista o en el interior de la pieza; el sistema de roscado interior y exterior permite que la escultura sea fácilmente desmontable.



Figura 170. Fabricación de estructura principal.



Figura 171. Fabricación de estructura principal. Elaboración de rosca interior por medio de un machuelo.

La figura 172 muestra la estructura principal terminada, con las medidas y posición exactas tomadas de la monea biplanar del modelo virtual.

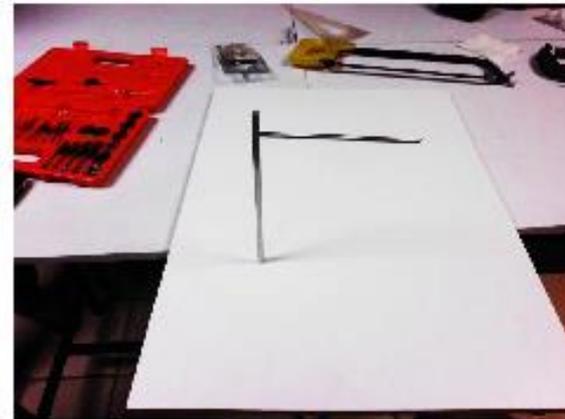


Figura 172. Estructura principal del modelo anamórfico.

Para iniciar la construcción de los modelos de los cubos anamórficos, se imprime la plantilla de verdadera forma y magnitud en papel bond [ver figura 173]; los trazos se transmiten al material elegido para la construcción de los módulos definitivos, en este caso se eligió una cartulina plastificada con acabado metalizado.

Con las líneas transportadas a la cartulina se realizan los cortes de cada plantilla, ver figuras 174 y 175; se dejan estratégicamente cejas para ensamblar con facilidad las aristas de cada pieza. Estas serán pegadas con cinta adhesiva de *doble cara*.

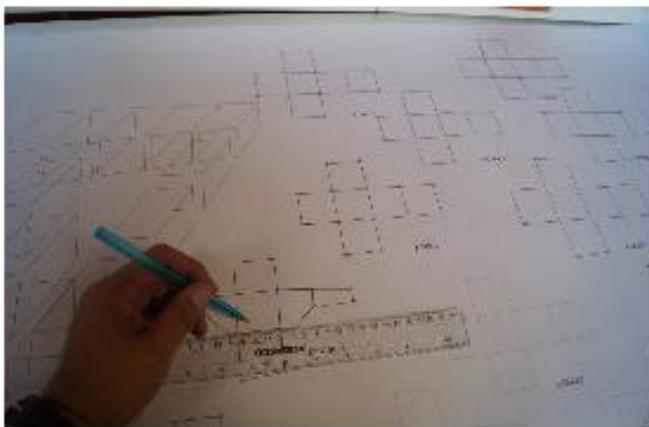


Figura 173. Impresión de la plantilla en papel bond y traslado a la cartulina plastificada.

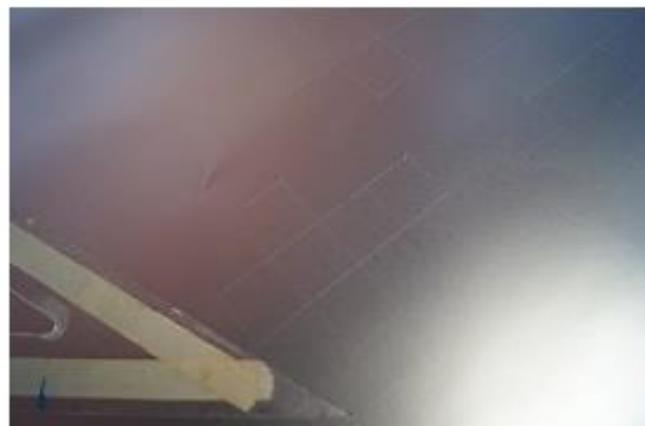


Figura 174. Corte de plantilla.



Figura 175. Corte de plantilla.

Los módulos cortados se ensamblan y se les asigna un número que corresponde a los establecidos en el proyecto. Cada pieza, en su interior, contiene polietileno expandido [unicel], para que se ejerza presión a la barra o tubo de aluminio y no se mueva de su posición.

Conforme se van construyendo los elementos volumétricos se realiza una verificación visual, para comprobar que los trazos de la anamorfosis plana y el contorno coincidan desde el punto de observación. Ver figuras 176 y 177.

A los cubos anamórficos del 5 al 12 se les realiza un orificio con taladro y broca para que puedan colocarse en su posición correcta en el espacio a través de la estructura de aluminio desde su interior [figura 178].

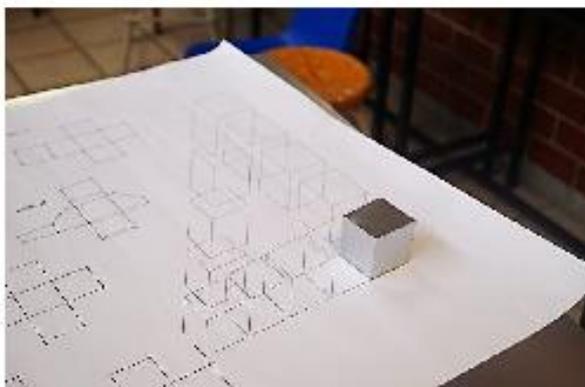


Figura 176. Comparación del volumen anamórfico con los trazos previos.

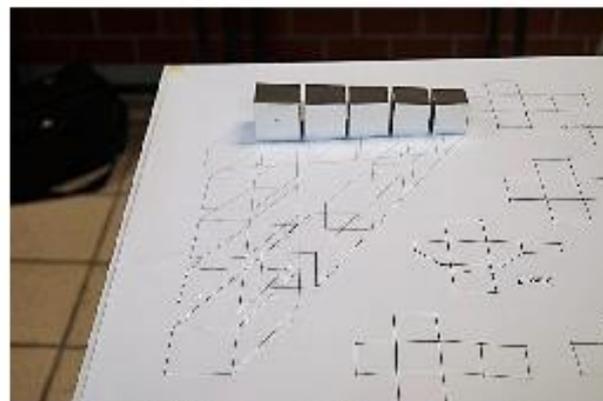


Figura 177. Comparación del volumen anamórfico con los trazos previos.



Figura 178. Perforaciones en los módulos para colocarlos en la estructura.

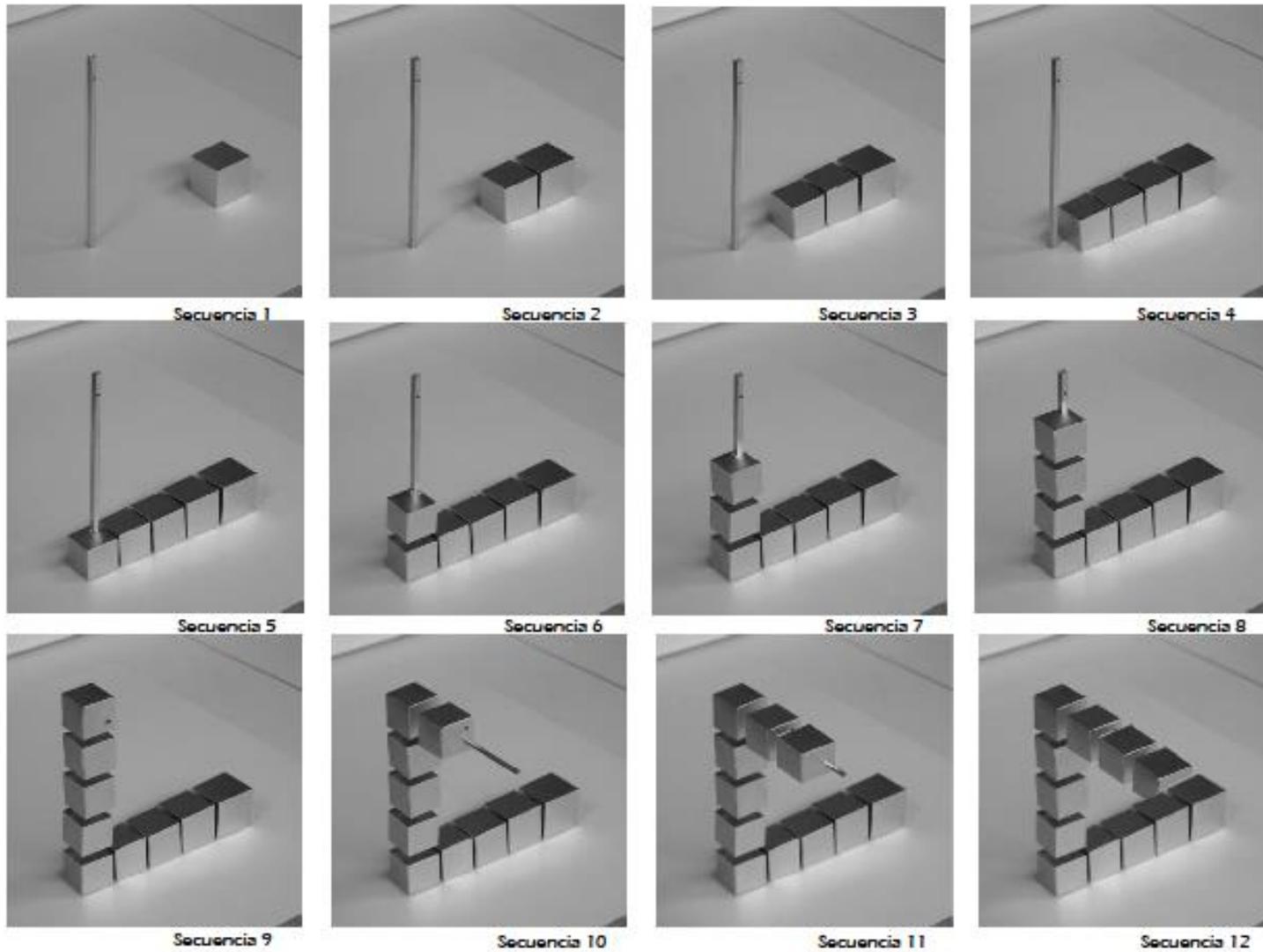


Figura 179. Instalación de los módulos en la estructura.

En la figura 179 se muestra la secuencia de la instalación de la escultura anamórfica. Colocando cada módulo en su posición proyectada se origina la composición geométrica del cuerpo imposible; uno a uno se ubican los cubos anamórficos. En la secuencia 1 a 5 se aprecia una tira de cubos colocados en formación horizontal; de la 6 a la 9 se integra a la composición una columna vertical de cubos; en la secuencia 10 y 11 se agregan dos cubos de forma horizontal pero con diferente dirección. Es en esta imagen, donde el observador pudiera pensar que el modelo está inconcluso, hay un espacio que no ha cerrado; sorpresivamente, en la secuencia 12 aparece un cubo anamórfico que cierra y concluye, liga un eje a otro y toma sentido esta parte de la escultura, se percibe la continuidad de las piezas. Sin embargo, al subir la vista al ángulo izquierdo, se descubre que es otro eje con el que se hace conexión, se mira hacia la base de la columna y se confirma que no hay razón geométrica posible para su existencia. Empero se ve continua, no se aprecia en dónde está el engaño. Comparando la imagen del proyecto [figura 180 elaborada en el software Rhinoceros] con la fotografía del experimento finalizado [figura 181], se destaca su gran similitud, precisión de formas y volumen complejo y paradójico.

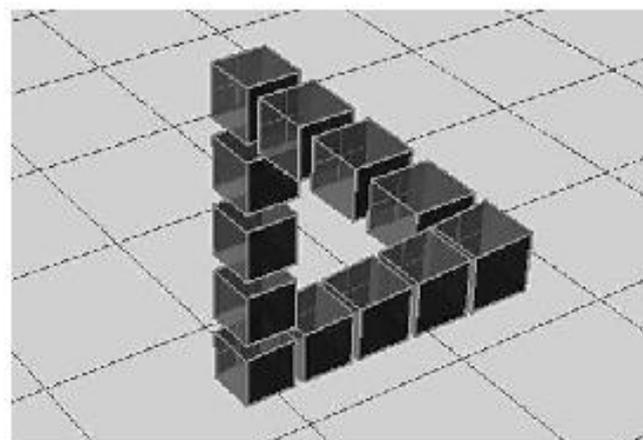


Figura 180. Perspectiva de la anamorfosis tridimensional. Proyecto.

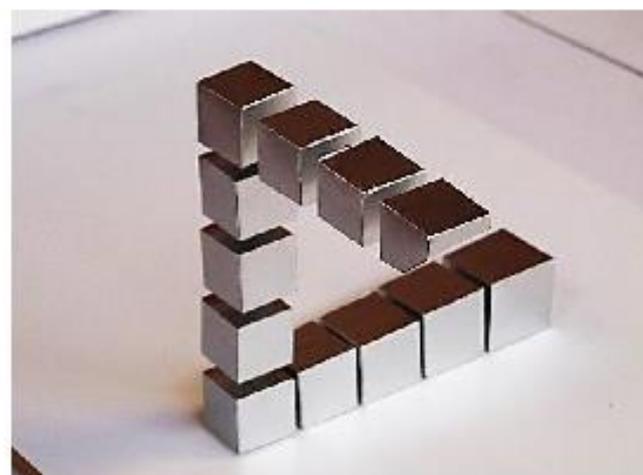


Figura 181. Escultura anamórfica tridimensional. Instalación final.

La escultura anamórfica, vista desde el punto de observación, logra cumplir con la ilusión óptica planeada: los cubos anamórficos 1 y 12 se conectan en el espacio completando la figura imposible; los elementos geométricos, se aprecian flotando en el aire; la silueta del volumen coincide con el trazo de la anamorfosis plana; se logra engañar a la visión con un volumen inexistente en el espacio geométrico.

4.1.4 Aportación: Lo Finito, el tiempo y la vida

La obra escultórica anamórfica tiene como título Lo Finito, el Tiempo y la Vida. Representa una figura irreal, casi intangible en su concepto de conexión geométrica tridimensional, al igual que el tiempo y la vida. Se conoce que existen, porque se percibe de alguna forma su paso, su recorrido inerte, pero no se pueden tocar, guardar o detener.

La escultura anamórfica aquí presentada, es etérea en su ordenamiento espacial razonado, es irreal en un mundo tridimensional, sin embargo se percibe visualmente en medio de la paradoja lineal geométrica.

La forma del modelo se relaciona con el tiempo como un reloj o un calendario. Se compone con doce piezas,

misma cantidad de meses en un año o las divisiones de horas en un reloj que mide el espacio y sigue un ciclo continuo, aparentemente interminable, infinito. De igual manera, los cubos tienen movimiento continuo visual y en su extensión; como la banda de Möebius, ofrece superficies imperecederas por las que se puede recorrer sin parar nunca, siempre existirá un camino que recorrer y opciones para seguir en movimiento hacia una dirección. Así como en la vida se eligen opciones y se toman oportunidades, así la escultura ofrece senderos ingravidos con pasos virtuales por cualquiera de sus seis superficies hexaédricas.

El tiempo relaciona periodos de vida, no obstante en lo relativo, el tiempo es infinito... paradójicamente el tiempo tuvo que tener un inicio, un principio, un primer paso... y, desde el punto de vista filosófico, no tendrá un término, un final. Al igual que la numeración, siempre habrá una cifra consecutiva, el tiempo siempre tendrá un segundo adicional. Al menos es lo que dictamina la capacidad espacial. Pero, si se cambia la perspectiva, existe una ruptura, un desengaño, se termina la ilusión... una analogía con la vida, se puede terminar lo existido, se acaba lo planeado o se llega a lo final... el tiempo termina relativamente.

Pero todo esto es una ilusión, tal concepción no existe,
es una paradoja... al igual que el tiempo y la vida.

Las imágenes siguientes muestran figuras comparativas
entre la escultura y la digitalización del proyecto.

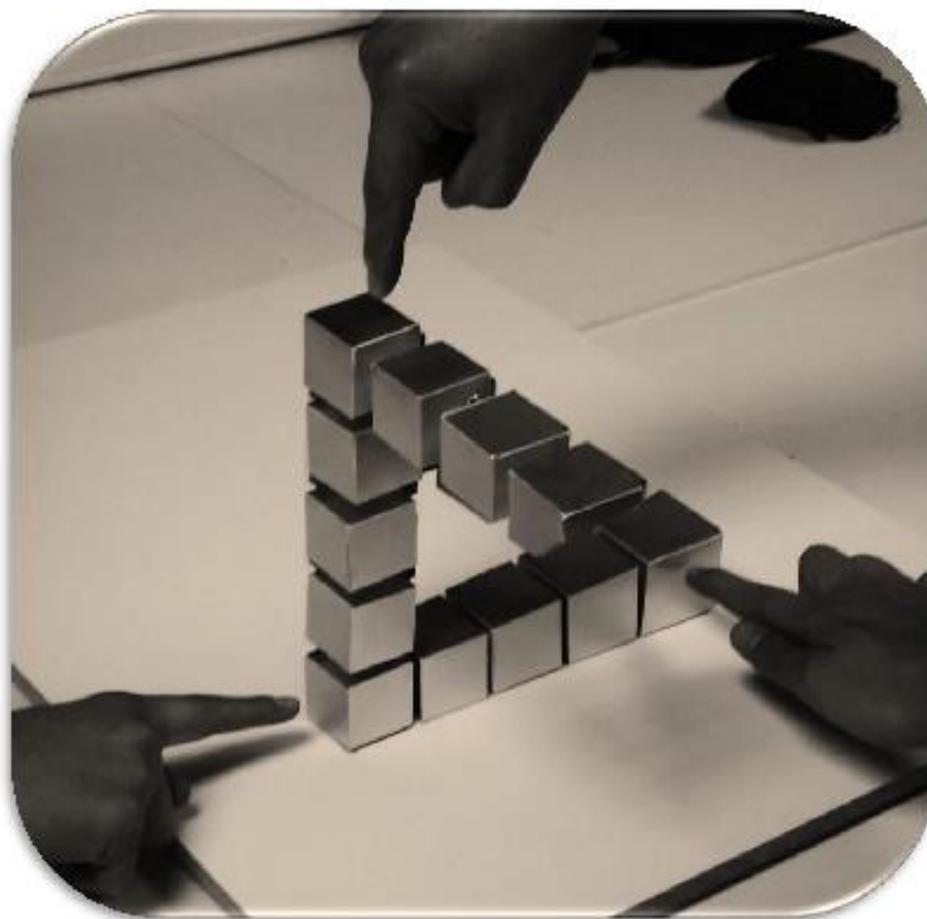


Figura 182. Escultura anamórfica Lo Finito, el Tiempo y la Vida.

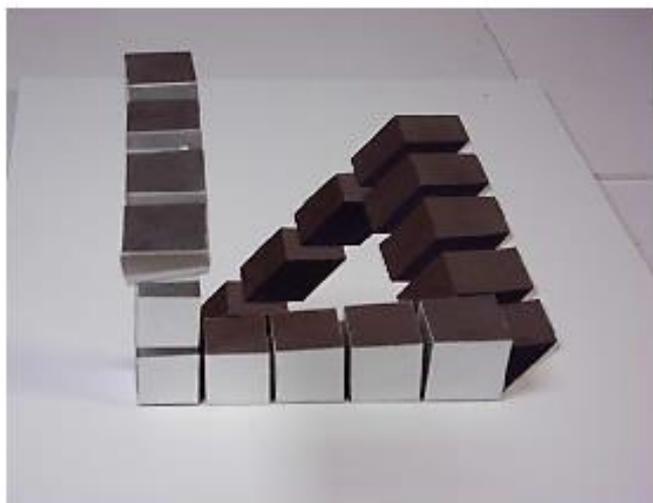


Figura 183. Imagen de la escultura anamórfica desde un punto de observación cualquiera

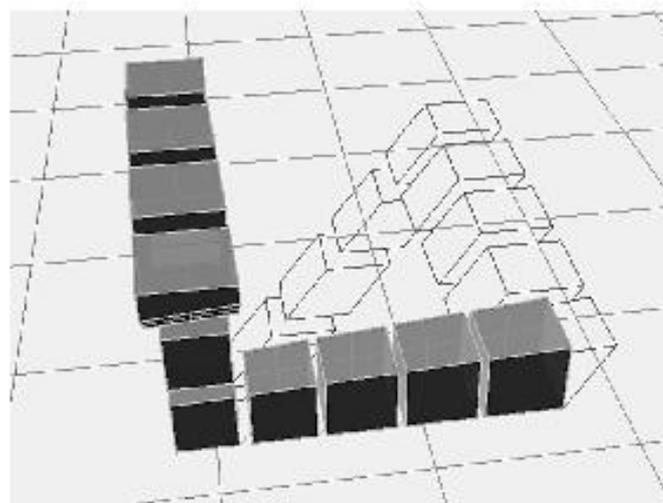


Figura 184. Imagen del proyecto digital, mismo punto de vista que la figura 183.



Figura 185. Imagen de la escultura anamórfica desde un punto de observación cualquiera

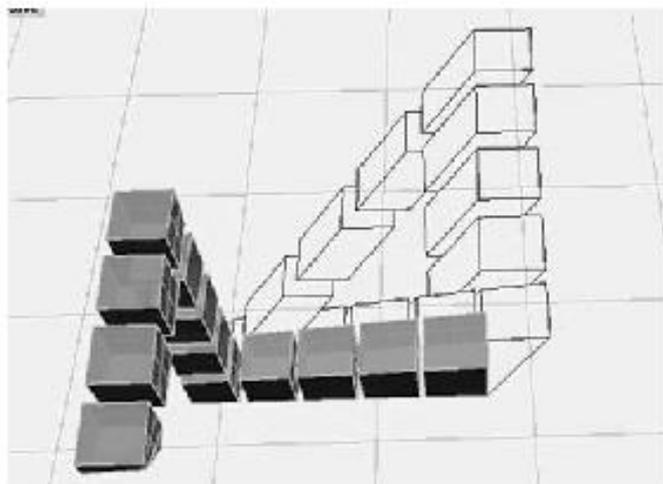


Figura 186. Imagen del proyecto digital, mismo punto de vista que la figura 185.



Figura 187. Imagen de la escultura anamórfica desde un punto de observación cualquiera

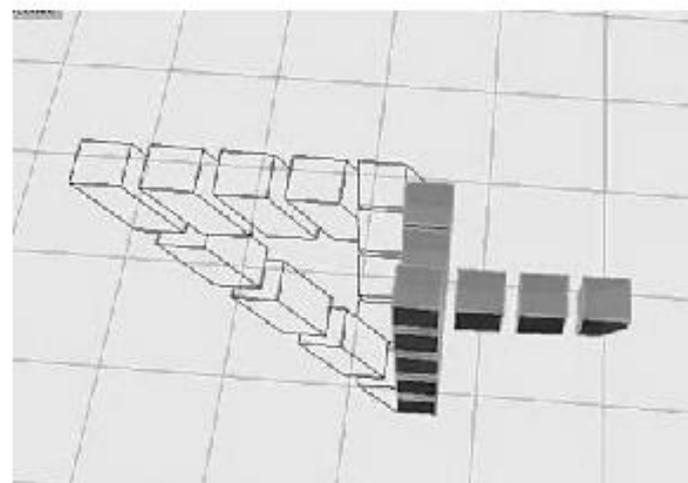


Figura 188. Imagen del proyecto digital, mismo punto de vista que la figura 187.



Figura 189. Imagen de la escultura anamórfica desde un punto de observación cualquiera

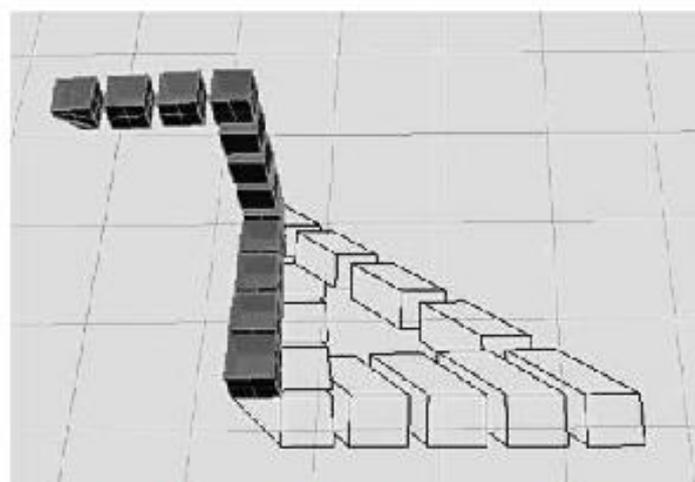


Figura 190. Imagen del proyecto digital, mismo punto de vista que la figura 189.

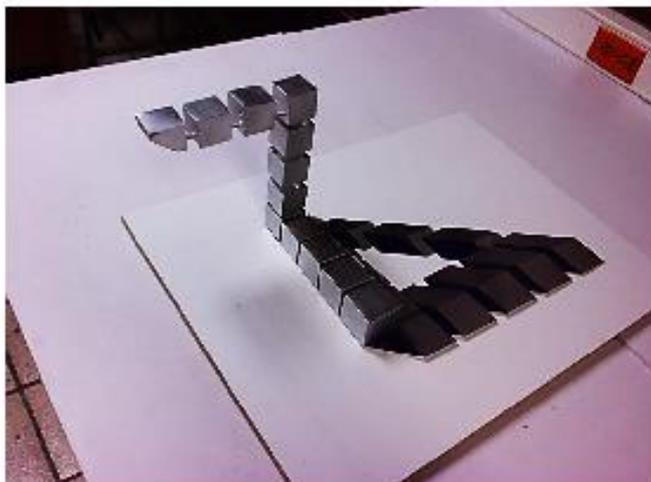


Figura 191. Imagen de la escultura anamórfica desde un punto de observación cualquiera

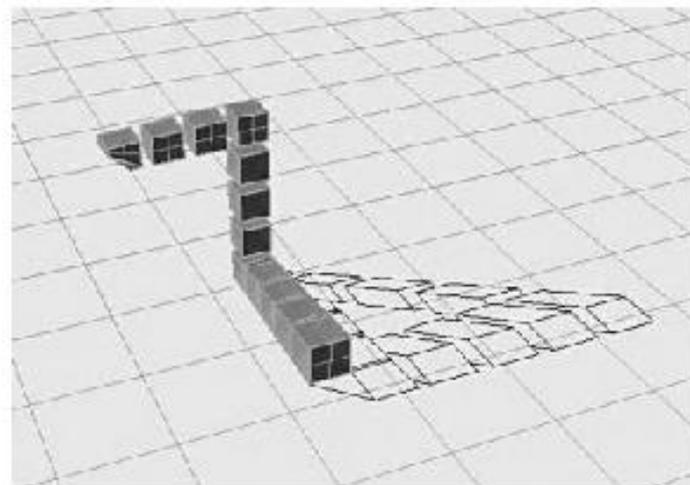


Figura 192. Imagen del proyecto digital, mismo punto de vista que la figura 191.

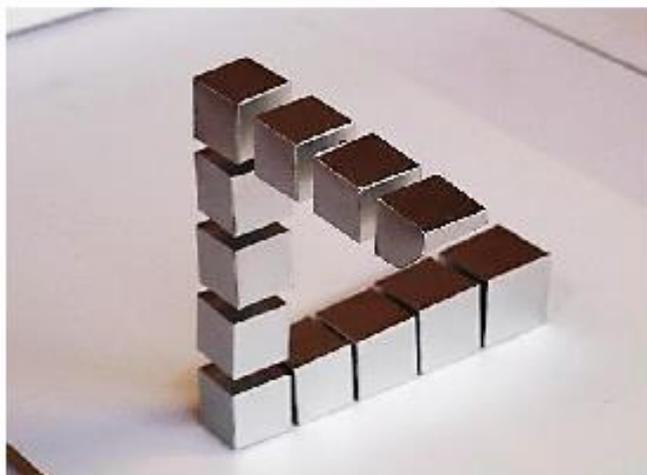


Figura 193. Escultura anamórfica tridimensional.
Lo Finito, el Tiempo y la Vida

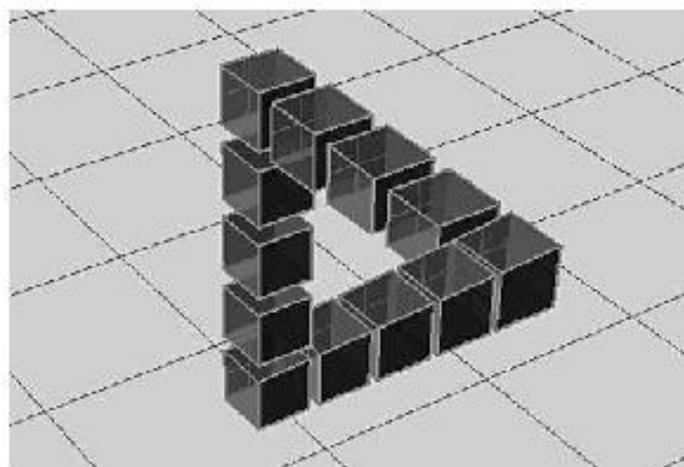
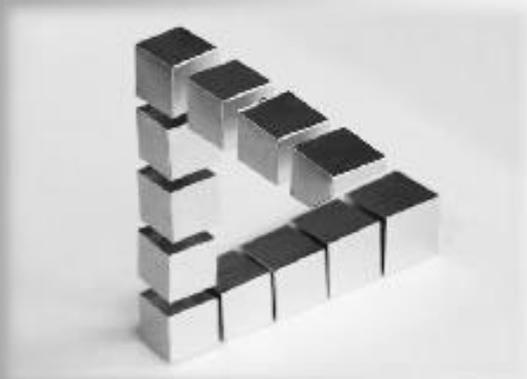


Figura 194. Imagen del proyecto digital. Perspectiva desde el punto de vista adecuado.



Análisis de resultados

Análisis de los resultados

A lo largo de esta investigación se exploró el tema de la anamorfosis como un medio de expresión plástica para producir mensajes ilusorios y creativos; así como la técnica de ejecución del trazo deformado y su estrecha relación que existe con la perspectiva geométrica. Se construyeron exitosamente diversos ejercicios con la participación, tanto del alumnado, como de visitantes que interactuaron con los elementos geométricos durante su exposición.

Al final del experimento, los alumnos del grupo muestra, obtuvieron el conocimiento del proceso de transformación que concurre en una anamorfosis, ejecutada desde la variación de una perspectiva cónica convirtiéndose en una imagen virtual tridimensional; adquirieron la técnica para ejecutar perspectivas e ilusiones ópticas de alto grado de dificultad.

En el proceso de investigación, se realizaron y compararon dos procesos de estudio, teniendo como caso muestra al grupo piloto uno y al grupo piloto dos. Como ya se explicó, la muestra se formó por alumnos de

arquitectura con problemas con la acreditación de la materia Geometría Descriptiva III.

La muestra permitió percibir el grado de comprensión que llevaban los participantes al inicio del curso, su interés y agrado por la Geometría Descriptiva; posteriormente, al finalizar las labores con el ejercicio práctico de Anamorfosis, a través del desempeño y dedicación mostrada por los estudiantes y conformado por un instrumento de salida, se pudo observar el gran cambio en los alumnos en relación con su motivación, comprensión y gusto por la materia.

Como consecuencia de los cambios manifestados por los participantes en la muestra, en relación con su percepción y desenvolvimiento en el curso, se muestran las comparaciones efectuadas entre las encuestas de entrada y de salida; con respuestas de los colaboradores a cuestionamientos plasmados en la indagación, se obtuvieron los siguientes resultados:

- o En cuanto a la percepción de los alumnos en relación con el resultado obtenido en el ejercicio

- de aplicación [figura 197], lo consideran: 52.7% bueno y muy bueno; 11.1% excelente; a un 33.4% le pareció sorprendente, exitoso, interesante, mejor de lo que esperaba; a un solo participante le pareció malo por el nivel de aportación que él mismo obtuvo.
- o Al 100% de los participantes le agradó el ejercicio de estudio y le pareció adecuado tener un modelo de aplicación en donde se expliquen y construyan los conceptos adquiridos en el curso. Estos resultados contrastan notablemente con los datos obtenidos en el instrumento de entrada, en donde se plasmó que al 36.12% de los participantes le desagradaba la materia y a un 31.4% confesaron tener un nulo entendimiento espacial geométrico, [figura 195].
 - o Al preguntarle a los dos grupos si hubo algún cambio en su apreciación por la Geometría Descriptiva, posterior al curso [figura 196], el 97.2% mencionó haber tenido un cambio positivo, la mayoría externó tener un mejor entendimiento de los conceptos, y solamente un alumno mencionó que no había tenido ningún cambio su apreciación [se trata de un sujeto de estudio que externó tener gusto por la materia desde antes de integrarse a la muestra]. Estos resultados demuestran el gran cambio ejercido en el grupo, al iniciar los cursos remediales los alumnos externaron no tener un buen entendimiento de la materia y a los conceptos geométricos.
 - o En relación al grado de aprendizaje adquirido durante el curso, el 100% de los participantes mencionaron según su percepción, haber tenido un buen aprendizaje [figura 198].
 - o En respuesta a la pregunta si el alumno utilizaría de aquí en adelante a la Geometría Descriptiva como una herramienta de trabajo, el 86.1% afirmó utilizarla y el 13.9% contestó que posiblemente la emplearía; ningún participante respondió negativamente.
 - o Al cuestionarles si se consideraban con la capacidad y conocimientos para resolver por sí mismos un ejercicio de Anamorfosis, respondieron: 80.5% afirmativamente; un 19.5% mencionó que podría resolverlo con algún grado de ayuda; ningún alumno expresó que no pudiera resolverlo [figura 199].

A manera de resultado perceptivo por parte de los participantes en la muestra, a continuación se exponen comentarios libres [textuales], escritos en la encuesta de salida por algunos de los colaboradores; es importante observar el grado de motivación obtenido y el cambio en su apreciación en correspondencia con la aparente complejidad de la materia, todo ello originado por el ejercicio de aplicación y su mejoramiento práctico en el entendimiento espacial del alumno:

"...me permitió obtener otro punto de vista sobre la geometría descriptiva y su utilidad en nuestra vida."

"La anamorfosis me gusta mucho y me gustaría trabajar más con esto."

"Me parece perfecta la idea de mezclar la tecnología con el método tradicional de enseñanza y en verdad me agradó la anamorfosis y he pensado en ocuparlo aplicado en la arquitectura con relieves y bajo relieves."

"Gracias por enseñarme una manera más fácil de comprender la geometría."

"En lo personal la geometría no se me facilita mucho pero la forma en que se explicó y se enfocó al final, lo

aprendido hizo que me interesara más en la geometría y la entendiera mejor."

"Enriquecedor."

"Excelente oportunidad para acreditar la materia... curso dinámico, nada aburrido con el cual por fin pude entender la geometría mejor."

"Es la primera vez que en verdad entiendo una perspectiva geométrica."

"... es la primera vez que puedo decir que aprendí, me divertí y aprendí a trabajar en equipo."

"... nos hizo ver que la geometría no es fea, ni aburrida, siempre que la entiendas."

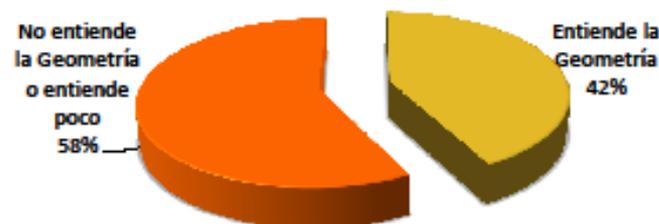


Figura 195. Gráfica del porcentaje de participantes según su entendimiento a la materia Geometría Descriptiva. Encuesta de Entrada.

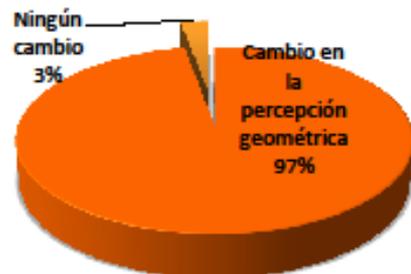


Figura 196. Gráfica que muestra el porcentaje de alumnos que cambiaron su apreciación por la Geometría Descriptiva.

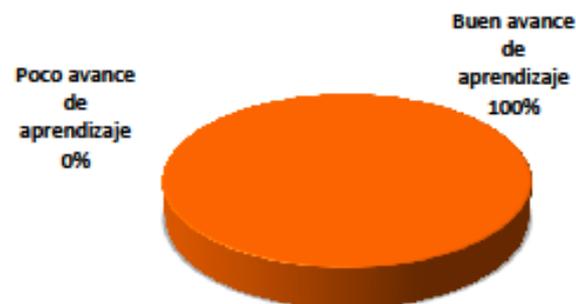


Figura 198. Gráfica del porcentaje de alumnos en relación a su percepción del grado de avance del aprendizaje y comprensión.

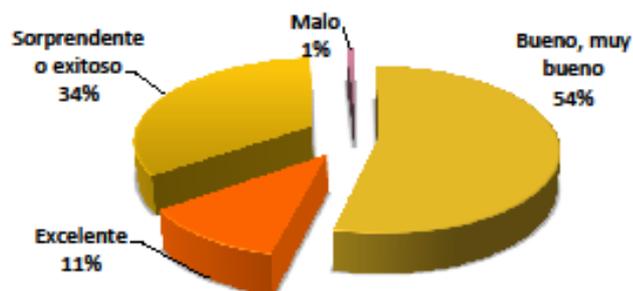


Figura 197. Porcentaje de alumnos en relación a su percepción del resultado del ejercicio de aplicación geométrica. Encuesta de Salida.

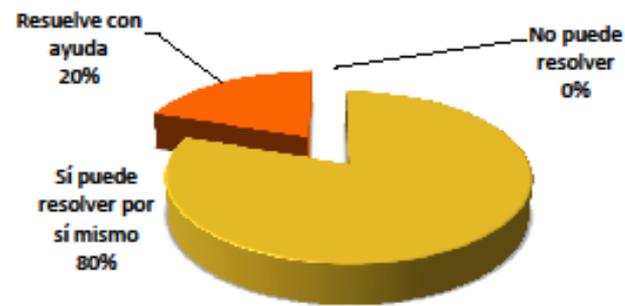
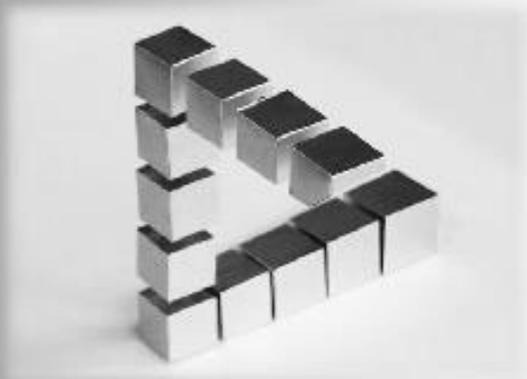


Figura 199. Gráfica del porcentaje de alumnos en relación a la percepción de su capacidad por resolver por sí mismos un ejercicio de anamorfosis. Encuesta de Salida.



Conclusiones

Conclusiones

Después de presentar los resultados a los ejercicios realizados durante el experimento y posterior al análisis de la ejecución técnica, se puede concluir de manera general, que la anamorfosis es un proceso geométrico de distorsión planeada, aplicada a un objeto para obtener una imagen que únicamente revela su forma desde un solo punto de vista con el efecto deseado. La anamorfosis, históricamente ha sido un proceso de transformación que ha evolucionado a diversos campos profesionales con divergencias expresivas hacia la captación del interés masivo; siendo aprovechado por los medios de comunicación, ya sea en la mercadotecnia, en el arte o en el entretenimiento.

Clarificando la interpretación de los trabajos presentados en la investigación, a manera de conclusión del capítulo 1, se elaboró una clasificación de la expresión plástica derivada a una ilusión óptica, según su tipología y elementos geométricos empleados en su ejecución e implementación, en tres grandes grupos:

- **Anamorfosis óptica:** emplea planos de cuadro oblicuos a la visual principal; se divide por el tipo de interpretación en: plana, cóncava y tridimensional.
- **Anamorfosis catóptrica:** utiliza elementos de reflejo para su interpretación; se divide en piramidal, cilíndrica y cónica.
- **Anamorfosis virtual:** emplea elementos de proyección a través de cámaras de video para sobreponer perspectivas realizadas por separado; son editadas para mostrarse al espectador por medio de transmisiones televisivas o cinematográficas.

Esta clasificación tipológica de los trabajos de anamorfosis es una de las contribuciones que lleva consigo la presente investigación, ya que en lo escrito y documentado hasta el momento, no existe una categorización general de las diversas clases de expresiones realizadas bajo los preceptos de la anamorfosis. La presente tesis servirá de plataforma para el inicio de otros estudios relacionados con el tema de las ilusiones ópticas basadas en la perspectiva.

Es necesario mencionar que los ejercicios de aplicación llevados a cabo en el grupo muestra, se clasifican dentro de la anamorfosis óptica plana; la escultura anamórfica titulada *Lo finito, el tiempo y la vida* se clasifica como anamorfosis óptica tridimensional.

Por lo expuesto hasta el momento, queda claro que en el siglo XXI se cuenta con todo tipo de herramientas tecnológicas para realizar anamorfosis atractivas y de un alto grado de dificultad. Entre ellas se mencionan las siguientes:

- o Programas de cómputo, software para modelado y manipulación de imágenes,
- o teodolitos de alta precisión,
- o comunicación vía satélite,
- o medidores láser,
- o redes de comunicación interconectadas [Internet],
- o nueva tecnología en materiales sustentables, sintéticos, plásticos o de acero inoxidable que permiten llevar a cabo los trabajos artísticos con alta calidad, estética y gran durabilidad.

Se concluye en este punto que las limitantes para la creación de anamorfosis, en sus distintos tipos y aplicaciones, se han disminuido notablemente y se

vislumbra un perfeccionamiento expresivo, realista, definido, creativo, con sorpresas novedosas y sustentables.

Sin embargo, no todo lo que se está haciendo en el ramo de la comunicación visual es correcto. En las páginas 31 a 33 se explicó la aplicación fallida en anuncios viales; los cuales carecen de estudios de perspectiva anamórfica. Se expresan de manera inadecuada y poco clara. Se concluye que es aquí en donde se requiere de una acción de estudio anamórfico inmediato, se deben realizar propuestas para obtener el mensaje precautorio de forma adecuada y explícita, tema de vital importancia para la seguridad urbana. Se anexa al escrito el tema de recomendaciones prospectivas con el estudio de algunos ejemplos de mejoramiento a los avisos viales que actualmente se están realizando en todo el orbe.

En relación al trabajo experimental llevado a cabo por los alumnos de los cursos remediales, cumpliendo con la segunda etapa de la investigación, se obtienen las siguientes conclusiones:

- o La aplicación de las estrategias de estimulación establecidas en los objetivos de la tesis, para ser

integradas dentro del objeto de estudio, han sido cumplidas; se logró motivar la creatividad y desempeño de los estudiantes en el proceso de análisis y de ejecución de los ejercicios propuestos.

- o Se dio cumplimiento a preceptos marcados dentro del constructivismo didáctico, que indica desarrollar hábitos, habilidades, destrezas, actitudes y valores a través de la adquisición significativa de conocimientos. Los ejercicios propuestos se siguieron con una estricta metodología que permitió la creatividad y solución a problemas específicos de alto grado de dificultad, permitiendo al alumno la adquisición del conocimiento que propició la capacidad creativa y originalidad en el trabajo realizado.

- o Se concluye que los participantes en el grupo muestra tuvieron un cambio en su apreciación por la Geometría Descriptiva, adquirieron la capacidad de comprender los conceptos geométricos y espaciales formulados durante el experimento; todo esto se debe al empleo de diversos recursos didácticos: presentación audiovisual, explicación personalizada, experimentación con modelos tridimensionales, modelos virtuales,

programas de cómputo de vanguardia, foro de discusiones, constante retroalimentación.

- o Para que exista una mejor comprensión del alumno y estimular su creatividad, se debe establecer la implementación de ejercicios que integren el desarrollo del educando en las tres áreas del conocimiento: área de habilidad intelectual, área de habilidad social [emocional] y área de habilidad física. Los ejercicios realizados con los grupos piloto cubren el desarrollo en las áreas mencionadas y propiciaron el entusiasmo y motivación de los participantes para superar las limitaciones que expresaron en el instrumento de entrada.

- o El factor más importante para el desarrollo de la muestra fue la creatividad. Principio que es determinante para el diseño, favorece la adquisición de motivación y confianza, elimina la apatía y la irresponsabilidad. En la experimentación anamórfica se llegó tener éxito en la conceptualización geométrica y en la visualización espacial, estimulando constantemente la creatividad dentro de un ambiente de interés, con fundamentos técnicos, artísticos y lógicos.

- El excelente resultado de la evaluación cualitativa se basa en el efecto de los trabajos instalados y en los comentarios expresados por los participantes; destacando los logros alcanzados durante el experimento y las observaciones expresadas por los estudiantes en relación a su percepción de los conocimientos adquiridos.

- Se dio cumplimiento al segundo objetivo propuesto en la tesis con la implementación de técnicas basadas en la teoría geométrica de la perspectiva y la óptica. Fueron determinantes para establecer la correcta ejecución de los trabajos y llevar con precisión la terminación física de las ilusiones ópticas.

- Los ejercicios de experimentación anamórfica plana se llevaron a cabo con éxito, no obstante las limitaciones de entendimiento geométrico y comprensión espacial con las que los participantes iniciaron los cursos. Así se constata en los registros fotográficos de las instalaciones de los ejercicios plásticos. Los resultados obtenidos fueron precisos; se obtiene la ilusión óptica establecida en el proyecto experimental. De esta forma, se cumple con lo establecido por el tercer objetivo de la tesis.

- De este estudio se puede concluir que todos los alumnos pudieron experimentar con el ejercicio de aplicación geométrica y concibieron espacialmente la forma y el volumen; sirviendo en gran medida a modificar su aversión o temor por la materia, pudieron vencer un reto que les parecía poco posible de realizar. Lograron adaptación espacial y comprensión del método geométrico.

- El escrito deja en claro que el aspirante a diseñador o arquitecto necesita transformar un dibujo en planos proyectivos directamente en un volumen, los ejercicios de aplicación geométrica como la anamorfosis ayudan a la comprensión del fenómeno y a su ejecución física tridimensional.

- Fue gratificante apreciar el entusiasmo y motivación con los cuales los alumnos realizaron sus labores, especialmente verlos vencer sus temores con la materia geométrica y sus conceptos espaciales.

- Como conclusión a la experiencia de la impartición de la clase a alumnos con problemas de comprensión espacial, se determina que se debe implementar el uso de la computadora para que el profesor integre material didáctico a base de presentaciones dinámicas, que

permitan una clara explicación de los diversos temas; además, que existan ejercicios de aplicación tridimensional con los cuales obtienen un mejor entendimiento espacial.

- o Haciendo referencia a la hipótesis de esta investigación, en la que se expone la fundamentación geométrica de la anamorfosis para construir una escultura tridimensional utilizando la técnica de la perspectiva cónica y medios artísticos, se puede concluir que se ha cumplido el cometido principal de este trabajo; ya que ha sido demostrado cabalmente el dominio de la técnica de trazo y ejecución de la escultura anamórfica, transformando la figura de un elemento geométrico bidimensional a una figura estructurada y deformada con precisión, para obtener la imagen volumétrica prediseñada llamada *Lo finito, el tiempo y la vida*.

- o Se logró aplicar la técnica geométrica a un ejercicio de alto grado de dificultad. La transformación de un elemento anamórfico de dos dimensiones a una escultura; es decir, de un plano al espacio real. Para llegar al buen término del ejercicio, se obtuvo el conocimiento necesario para adecuar cada una de las

superficies que componen el volumen de una manera precisa para obtener la ilusión óptica deseada. Cabe recordar que la escultura se conforma de 13 hexaedros virtuales y que ninguno tiene realmente el mismo tamaño y ninguna de sus caras son iguales.

- o Los hallazgos logrados permiten nuevas rutas en un campo de conocimiento de orden interdisciplinar en el cual confluyen la Geometría Descriptiva, la Óptica, la Psicología, la Arquitectura, la Ingeniería, el Diseño Gráfico y el Urbanismo, con enfoques y posturas teóricas que contemplan explicaciones valiosas. Es un acercamiento importante a los fundamentos geométricos hacia una evolución creativa, innovadora y sorprendente de la anamorfosis.

Con lo anterior expuesto se cumplen totalmente los objetivos marcados como directrices de la presente investigación encaminadas al desarrollo de ejercicios anamórficos.

Como resultado al proceso de investigación, el desarrollo de la muestra y la ejecución de los trabajos de anamorfosis, se presentan los conceptos alcanzados que funcionan como aportaciones de tipo académico, creativo, técnico, teórico y profesional.

o Una de las principales aportaciones de la investigación es la realización de la escultura anamórfica. Marca un camino casi inexplorado: la proyección tridimensional volumétrica de la anamorfosis. La mayoría de los trabajos plásticos están inmersos en la ilusión óptica tridimensional plasmada en un plano, en el experimento realizado durante la tercera etapa de la investigación, se muestra un volumen tangible, con una ilusión óptica proveniente de un dibujo bidimensional de una figura imposible.

o La presente investigación es un material didáctico para la enseñanza de la anamorfosis. A lo largo de sus capítulos se muestra la variación de la perspectiva geométrica con trazos, análisis y explicaciones. Un tema que, hasta hoy, se describe frecuentemente en imágenes, pero muy poco analizado desde el punto de vista de su ejecución técnica. Por lo tanto, el presente trabajo de investigación es un producto pedagógico de gran valía en el ramo artístico y arquitectónico.

o El documento titulado *"Anamorfosis, proceso creativo en la ilusión y el artificio"*, es un manual técnico. Es el único escrito que registra la forma de solución de una perspectiva anamórfica, tomando como base la

perspectiva cónica oblicua. Aquí se muestran los trazos necesarios para obtener el resultado final de una ilusión óptica deseada. El documento aquí presentado es una guía clara y detallada del trazo anamórfico.

o La tesis es un resumen descriptivo en el cual se analizó a profundidad el origen de la anamorfosis y su variación con respecto al trazo de una perspectiva cónica. Se profundizó en la investigación de la técnica y se aplicó a diferentes ejercicios de alto grado de dificultad. Se realizó una clasificación de los trabajos importantes de anamorfosis en todas sus tipologías, llevados a cabo por los principales exponentes de la disciplina en todo el orbe.

o Con esta investigación se ha iniciado la difusión del tema de anamorfosis a nivel académico, como principio de su práctica en México, que hasta el momento ha sido muy poco utilizada, está sub apreciada en sus alcances dentro de los diversos ramos profesionales ya mencionados.

o La tesis establece la inquietud y la necesidad de establecer los ejercicios de aplicación geométrica para mejorar el entendimiento espacial de alumnos y profesionistas, con el cual obtendrán un amplio

panorama en el que podrán innovar desde los diferentes campos de conocimiento.

- El trabajo desarrollado servirá a los artistas plásticos para tomar en cuenta la geometrización de la forma como un motivo creativo, complementando sus conocimientos que abrirán oportunidades hacia un desarrollo artístico innovador.

- A los alumnos de arquitectura les complementará la visualización para entender la perspectiva geométrica con una distinta aplicación a la que se utiliza en la academia, además de tener la posibilidad de desarrollar ambientes espaciales dinámicos e ingeniosos.

- A los alumnos de diseño gráfico les abrirá una visión diferente, oportunidad que puede ser aprovechada para aportar un desarrollo creativo, atractivo e inquietante dentro del ramo de la comunicación visual.

- A los alumnos de la Maestría en Artes Plásticas les invita a profundizar en los distintos caminos y ramas de exploración en las que está inmersa la perspectiva anamórfica; servirá como inicio de análisis formal en especialidades como el muralismo, la pintura, escultura, el cartel y cualquier expresión artística plástica.

- Para los profesores del área de arquitectura, el presente escrito representa una invitación abierta y directa a la práctica de ejercicios de aplicación creativa y novedosa, como complemento a los conceptos impartidos en el aula; oficios que motivarán la participación entusiasta y determinante de los alumnos, con lo cual obtendrán mejores resultados y se cumplirán objetivos trascendentales.

Los ejercicios de aplicación como la anamorfosis toman una vital relevancia, ya que fuerzan a la mente a transformar un volumen tridimensional a dos dimensiones y revertir el efecto instantáneamente. El estudiante se obliga a estudiar la figura en el espacio, a visualizar virtualmente su aspecto volumétrico, a realizar su perspectiva cónica, dibujarla en un plano [transformación a dos dimensiones] e integrarla súbitamente a una ilusión de tres dimensiones.

El desarrollo de las habilidades espaciales obtenidas durante el curso remedial, permitió a los participantes de la muestra generar una mejor comprensión de las materias que involucran el diseño volumétrico y formal, tales como Proyectos Arquitectónicos y Diseño Urbano, que son imprescindibles para la formación de un

arquitecto en el campo de conocimiento de la conceptualización espacial. Con ello obtienen significaciones que aplicarán frecuentemente en su quehacer profesional.

El trabajo realizado con los dos grupos piloto, conformados por jóvenes rezagados en sus estudios y con limitados planes de superación, no obstante deja una gran satisfacción por los frutos obtenidos, no solo con el resultado de los ejercicios anamórficos, sino por la transformación positiva personal y grupal de los contribuyentes en la presente investigación.

El plan de estudios de la carrera de Arquitectura en la Facultad de Estudios Superiores, plantel Acatlán, debe implementar en sus materias la enseñanza o práctica del desarrollo de ciertas habilidades y conocimientos fundamentales para el adecuado desenvolvimiento competitivo de los futuros profesionistas. Destrezas como: visión empresarial, toma de decisiones, liderazgo, comunicación emprendedora, aprendizaje basado en competencias, son tópicos de vital importancia para el desarrollo profesional del educando.

Al autor de esta tesis, el resultado general le deja una gran lección: la gente que encuentra una motivación, es

capaz de realizar logros altamente benéficos, sin importar, en gran medida, los antecedentes que le marcan con una etiqueta de *sobresaliente* o de *reprobado*. Lo que interesa es encontrar el medio para que el equipo lleve a cabo la encomienda con orden, sumando esfuerzos, capacidades y habilidades.

Para que esto se lleve a cabo, la motivación es trascendental y significativa, sin ella difícilmente se llegará a la meta trazada, aun contando con los colaboradores más capaces y de reconocida trayectoria.

Es aquí en donde el ejercicio de aplicación cautivó a los participantes y se estimularon al ver lo sorprendente de una escena de una perspectiva distorsionada y sus efectos en los espectadores.

La experiencia que vivió el autor de este escrito en los dos grupos piloto, le deja un sentimiento de satisfacción y alegría por haber podido colaborar a facilitar la comprensión de los conceptos geométricos a través de un ejercicio aplicado que los estudiantes lo han considerado práctico, sorprendente y divertido.

A los futuros arquitectos que participaron en este proyecto se les extiende el agradecimiento y

admiración, por haberse decidido a tomar el reto abiertamente, por afrontar el temor a lo desconocido y por haber transformado sus obstáculos en victoria.

Esto último es el mayor valor y una de las aportaciones más importantes que deja la presente investigación.

Por otra parte, con la información vertida en el presente trabajo, se puede profundizar en campos poco analizados hasta este momento para enriquecer, entre otras cosas, los medios de comunicación visual masiva. Se recomienda, a partir de este análisis, diseñar aplicaciones en el campo de la mercadotecnia y publicidad, que presenten una nueva forma de expresión dinámica y atractiva, de mayor impacto al transeúnte en movimiento.

Debido a la vital importancia que tienen los avisos viales, para la prevención de accidentes y serias complicaciones a la vida humana, se propone mejorar la forma de exhibirlos. Hasta el momento se presentan de una manera inadecuada, poco clara y que implican un riesgo al peatón, o al mismo conductor y a toda aquella persona que esté por el lugar en el momento en que pudiera presentarse un percance por la citada falta de claridad gráfica en los avisos.

Actualmente, los señalamientos de precaución que se colocan de manera horizontal en los cruces vehiculares, se instalan con una deformación sin estudio perspectivo previo. De tal manera que, al visualizarlos, el aspecto se fuga hacia el fondo y la imagen se distorsiona ilógicamente, el objeto se alarga y se hace más angosto. Dicho de otra manera: es preciso que el conductor de un vehículo obtenga la imagen del aviso vial en una forma frontal a su vista, como si el anuncio aparentara estar en un plano perpendicular al horizontal para que lea de forma clara, en tan solo un instante y en movimiento dicho mensaje. Para expresar gráficamente las inquietudes de una nueva investigación, se presentan las figuras 200 y 202 que exponen la forma en que se perciben los avisos viales actualmente y, a manera comparativa, las figuras 201 y 203 que es la propuesta anamórfica para mejorar los avisos viales, modificación para analizarse en una nueva exploración.

La única solución que existe para lograr que el objeto se presente de forma adecuada es la anamorfosis, en donde la imagen no se deforma de manera lineal, hacia el fondo, sino que hay un proceso geométrico perspectivo, para que se pueda divisar sin deformaciones por el conductor.



Figura 200. Muestra gráfica de la percepción de un anuncio vial. Se aprecia distorsionado, el mensaje llega de forma inadecuada..



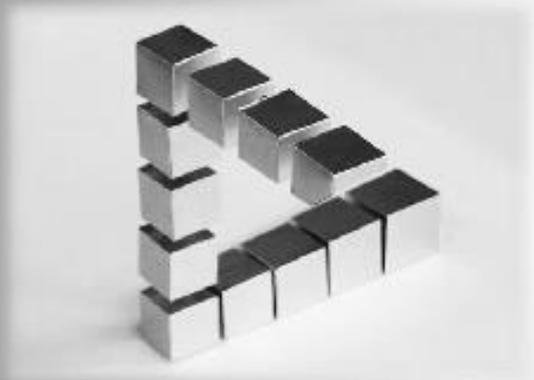
Figura 201. Ejemplo anamórfico. Desde el punto de vista del conductor el aviso se percibe sin deformaciones. Fotografías tomadas en el estacionamiento de la FES Aratán



Figura 202. Anuncio vial sin estudio perspectivo.



Figura 203. Anuncio vial con la propuesta anamórfica.



Referencias

Fuentes de investigación

American Psychological Association. (2001). *Manual de Estilo de Publicaciones de la American Psychological Association, fifth edition*. Tr. Maricela Chávez M ...[et al.]; adaptación gramatical Mayra Izunza S., 2ª ed. México: Editorial El Manual Moderno

Argan, G. C. (1996). *Renacimiento y Barroco, de Giotto a Leonardo Da Vinci*. Madrid: Ediciones Akal.

Baltrusaitis, J. (1969). *Anamorphoses ou magie artificielle des effets merveilleux*. Paris: Flammarion.

Cabezas Jiménez, M. M. (2007). Tesis Doctoral *Imaginario Urbano: Expresión gráfico plástica en el espacio público*. Granada: Universidad de Granada. Facultad de Bellas Artes.

Cardona, C. (2006). *Geometría de Alberto Durero, estudio y modelación de sus construcciones*. Madrid: U. Jorge Tadeo Lozano.

Cruz González Franco, L., Díaz Hernández, I., Paniagua Sánchez Aldana, D., Ávila Méndez, J., Rosas Pérez, F., Cabeza Pérez, A., . . . Márquez Orozco, R. (2011). *El Estadio Olímpico Universitario, Lecturas Entrecruzadas*. México: Martha León.

Da Vinci, L. (1993). *Cuaderno de notas*. Madrid: M. E. Editores.

Damisch, H. (1997). *El origen de la perspectiva*. Madrid: Alianza Editorial.

De la Torre Carbó, M. (1989). *Dibujo Axonométrico*. México D.F.: Escuela Nacional de Estudios Profesionales Acatlán.

De la Torre Carbó, M. (2001). *Perspectiva Geométrica*. México: Escuela Nacional de Estudios Profesionales Acatlán.

De la Torre Carbó, M. (2011). *Geometría Descriptiva*. México: Facultad de Estudios Superiores Acatlán.

Gibilisco, S. (1991). *Ilusiones ópticas*. México D.F.: Mc Graw hill.

- Heller, S., & Ilic, M. (2001). *Genius Moves: 100 icons of graphic design*. Cincinnati, OH: Lynn Haller and Linda H. Hwang.
- Kant, I. (1987). *Crítica de la razón pura*. tr. Norman Kemp S.; México: Editorial Porrúa.
- Leeman, F. (1976). *Hidden Images: Games of Perception, anamorphic art, illusion*. New York: Harry N. Abrahams, Inc. Publishers.
- Magnani, L. (2001). *Philosophy and Geometry, Theoretical and Historical Issues*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Miyazako Kobashi, E. C. (2009). *El Diseño de la Forma en México: Época Prehispánica*. México: Trillas.
- MMV Editorial Fonolibros de Colombia, S.A. (2005). *Leonardo Da Vinci*. Bogotá, Colombia: Editorial Fonolibros de Colombia, S.A.
- Ochoa Vega, A. (2006). *Investigación y Diseño*. México: Universidad Autónoma Metropolitana .
- Ramirez-Galarza, A. I., & Seade, J. (2002). *Introducción a la Geometría Avanzada*. México: Coordinación de Servicios Editoriales, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Ramirez-Galarza, A. I., & Sierra-Loera, G. (2003). *Invitación a las Geometrías No Euclidianas*. México: Facultad de Ciencias, UNAM.
- Rodriguez Díaz, J. (2009). *La Palabra Como Signo Creativo*. México: Coedi Mex, SA de CV.
- Ruskin, J. (1994). *Las Siete Lámparas de la Arquitectura*. México: Ediciones Coyoacán, SA de CV.
- Sarduy, S. (1982). *La simulación*. Madrid: Monte Avila Editores.
- Sarduy, S. (1993). *Un testigo perenne y delatado; precedido por un testigo fugaz y destacado*. Madrid: Hiperión.
- Saussure, F. (1945). *Curso de Lingüística General*. Buenos Aires: Losada.
- SCALA Group S.P.A. (2011). *Unforgettable Florence*. Foligno: Grafiche Flaminia.
- Wertenbaker, L. (1981). *The Eye, Window to the World*. Washington, D.C.: U.S. New Books.

Páginas de Internet

http://www.julianbeever.net/index.php?option=com_pocagallery&view=category&id=2&Itemid=8.

Julian Beever's Official website. Septiembre 2012.

<http://kurtwenner.com/galleries/portfolio/portfolio2.html>. Kurt Wenner. Pavement Art. Septiembre 2012.

<http://luisaugustopascual.files.wordpress.com/2011/02/la-c3baltima-cena-convento-de-santa-maria-delle-gracie-milc3a1n-resaturado.jpg?w=450&h=229>. Laboratorio de arte de Altair. Luis Augusto Pacual. Septiembre 2012.

<http://www.aski.org/portal2/cms-askiev-kultur-lebendig/aski-ev-kultur-lebendig-105/askiev-neuerwerbung-der-kunsthalle-bremen-eine-niederlaendische-spiegelanamorphose-aus-der-zeit-um-1640.html>. Arbeitskreis selbständiger

Kultur Institut. Entstehung und Geschichte des Anamorphose. Octubre 2012.

<http://www.juegosdelogica.com/neuronas/imposibles.htm>. Figuras imposibles. Zumo de neuronas. Septiembre 2012

<http://cursos.cuaad.udg.mx>. Cursos CUAAD MOODLE. Gúitron Romero, Salvador. Geometria Descriptiva UNAM-UDG. Octubre 2012.

<http://cursos.cuaad.udg.mx>. Cursos CUAAD MOODLE. Gúitron Romero, Salvador. Geometria Descriptiva UNAM-UDG. Octubre 2012.

<http://sobreitalia.com/wp-content/uploads/boveda-iglesia-de-san-ignacio-de-loyola>. Septiembre 2012.

<http://flickrriver.com/photos/fdecomite/tags/anamorphosis>. Flickrriver. Anamorphosis. Septiembre 2012.

Índice de imágenes

Figura 1 en página 1. Anamorfosis catóptrica de la Gioconda. Recuperada en noviembre de 2012 de <http://flickrriver.com/photos/fdecomite/tags/anamorphosis>

Figura 2 en página 3. Primer registro de anamorfosis. Leonardo Da Vinci. Recuperada en octubre de 2012 de Leeman, Fred. (1976). Hidden Images. Harry N. Abrams, Inc. New York. Página 10.

Figura 3 en página 3. Primer registro de anamorfosis. Leonardo Da Vinci desde un punto de vista rasante. Recuperada en octubre de 2012 de Leeman, Fred. (1976). Hidden Images. Harry N. Abrams, Inc. New York, Página 10.

Figura 4 en página 4. Los Embajadores. Hans Holbein. Recuperada en noviembre de 2012 de <http://www.epdlp.com/cuadro.php?id=503>

Figura 5 en página 5. Detalle de Los Embajadores. Hans Holbein. Recuperada en noviembre de 2012 <http://www.mat.ucm.es/~jesusr/expogp/gifs/expogp/skull.jpg>

Figura 6 en página 6. Proscenio Teatro Olímpico de Vicenza. Recuperada en diciembre de 2012 de http://facingthetides.files.wordpress.com/2010/10/100_0450.jpg?w=500&h=281

Figura 7 página 6. Corte esquemático Teatro Olímpico de Vicenza. Recuperada en diciembre de 2012 de http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e3/Teatro_olimpico.jpg

Figura 8 en página 7. Galería Riccardi. Palacio Medici. Florencia, Italia. Recuperada en octubre de 2012 de <http://www.panoramio.com/photo/5367336>

Figura 9 en página 7. Galería Riccardi. Palacio Medici. Florencia, Italia. Recuperada en octubre de 2012 de <http://www.logitravel.com/hoteles/palacio-medici-riccardi-7328151.html>

Figura 10 en página 8. Segmento de la lámina 13. Jean François Nicéron, *La Perspective Curieuse*. Paris, 1638. Recuperada en septiembre de 2012 de <http://art.tartu.ee/~illi/kunstigeomeetria/perspekt/kuriven>

Figura 11 en página 8. Dibujo de Jean DuBreui. Recuperada en octubre de 2012 de Leeman, Fred. (1976). *Hidden Images*. Harry N. Abrams, Inc. New York. Página 110

Figura 12 en página 9. Dibujo de Anamorfosis de un elefante. Recuperada en Noviembre de 2012 de <http://www.aski.org/portal2/cms-askiev-kultur-lebendig/aski-ev-kultur-lebendig-105/askiev-neuerwerbung-der-kunsthalle-bremen-eine-niederlaendische-spiegelanamorphose-aus-der-zeit-um-1640.html>

Figura 13 en página 9. Dibujo de Vaulezard (1630). Recuperada en Septiembre de 2012 de <http://archive.org/stream/perspectivecilin00vaul#page/42/mode/2up>

Figura 14 en página 9. *El Rey David*. Miguel Angel Buonarotti. (1504). Recuperada en enero de 2013 de http://4.bp.blogspot.com/-or_poxR6f8/Tm4bv7kof3I

[/AAAAAAAAABmo/qU9m7JeXKRI/s320/david-de-miguel-angel.jpg](#)

Figura 15 en página 9. *Detalle Mano*. Miguel Angel Buonarotti. (1504). Recuperada en enero de 2013 de http://contenidos.educarex.es/mci/2004/44/@rt.com/Arte_Renacentista/images/Cinquecento_inicios_MiguelAngel_David_4_jpg.jpg

Figura 16 en página 10. *El David*. Miguel Angel Buonarotti. (1504). Recuperada en enero de 2013 de <http://www.portaleureka.com/accesible/images/stories/articulos/arte/david1.jpg>

Figura 17 en página 11. *El Hombre en Llamas*. José Clemente Orozco. (1937-1939). Recuperada en marzo de 2013 de <http://photos.jszolliker.com/wp-content/uploads/2010/12/51-990x660.jpg>

Figura 18 en página 12. *Pesadilla de Guerra y Sueño de Paz*. Diego Rivera. (1952). Recuperada en diciembre de 2013 de <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQl0dfQSVOa8Q7zHt3-N0RObeb1UJ6ZH yUZttg0nNeBF-8woUkD>

Figura 19 en página 12 La Universidad al Pueblo y el Pueblo a la Universidad. David Alfaro Siqueiros. (1952-1956). Recuperada en febrero de 2013 de http://2.bp.blogspot.com/_Y-LX5Gn4naE/TJrVJ7rKbDI/AAAAAAAAACI/oZiVG1tzQwQ/s400/_42444150_una_m_murales.jpg

Figura 20 en página 13. La Universidad al Pueblo y el Pueblo a la Universidad. David Alfaro Siqueiros. (1952-1956). Recuperada en febrero de 2013 de <http://lahistoriadeldia.files.wordpress.com/2010/02/david-alfaro-siqueiros.jpg?w=450&h=255>

Figura 21 en página 13. Escena de la película La Guerra de las Galaxias. Recuperada en febrero de 2013 de <http://palermonline.com.ar/wordpress/?p=11504>

Figura 22 en página 14. Muarits Cornelis Escher, Ascendiendo y Descendiendo. Recuperada en septiembre de 2012 de <http://irati.pnte.cfnavarra.es/multiblog/jballabr/escher>

Figura 23 en página 15. Maurits Cornelis Escher, Caída de agua. Recuperada en octubre de 2012 de <http://www.mcescher.com/gallery/impossible-construction/s/waterfall/>

Figura 24 en página 15. Itzvan Orosz. Capitel Jónico. Recuperada en septiembre de 2012 de http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/thumb/f/f2/Anamorph_with_column0.jpg/606px-Anamorph_with_column0.jpg

Figura 25 en página 15. Itsvan Orosz. La Isla Misteriosa. Recuperada en septiembre de 2012 de <https://es-es.facebook.com/photo.php?fbid=174791311710&set=a.169215351710.130651.67895041710&type=1&theater>

Figura 26 en página 16. Dedicado a Escher. Itsvan Orosz. Recuperada en noviembre de 2012 de http://data.whicdn.com/images/14357418/itsvan-orosz-anamorphic-drawing-4_large.jpg

Figura 27 en página 16. Felice Varini. Trois triangles bleus. (2007). Recuperada en febrero de 2012 de <http://archipreneur.blogspot.mx/2009/10/felice-varini-anamorphosis.html>

Figura 28 en página 16. Felice Varini. Two Blue Triangles. Recuperada en febrero de 2012 de <http://abuenentendedorpcaspalabras.wordpress.com/2012/03/14/felice-varini-i-el-pintor-cuyo-lienzo-es-el-espacio/#jp-carousel-669>

Figura 29 en página 17. Interior con círculos. Felice Varini. Recuperada en febrero de 2013 de <http://juaser11.blogs.upv.es/juanserralluch/como/color-para-interferir-en-las-propiedades-visuales-de-la-forma/geometria/distorsion-de-la-geometria/>

Figura 30 en página 17. Nueve triángulos felices. Felice Varini. Recuperada en febrero de 2013 de http://api.ning.com/files/ECapel07GTp2-6k0jTsbytWXZzSaZaGQQEvC2TUWze*j4TEla8yFVDWVsbj0Imor9rO8Z9XrFfdQjX-jsO2MVnshfy7T6yl0/felicevarinianamorphiciIllusions4.jpeg

Figura 31 en página 17. Yoda and the Anamorph. Jonty Hurwitz. (2008-2013). Recuperada en febrero de 2013 de <http://www.youtube.com/watch?v=IM2RppP-Mqs&feature=share&list=UUuJTahxl36FE4dKjOdZdpQ>

Figura 32 en página 18. The Hurwitz Singularity. Jonty Hurwitz. (2008-2012). Recuperada en marzo de 2012 <http://a3.4ormat.com/vfs/34814/thumbs/1783355/0x550.jpeg>

Figura 33 en página 18. Kiss of Chytrid. Jonty Hurwitz. (2009-2010). Recuperada en marzo de 2012 de <http://a3.4ormat.com/vfs/34814/thumbs/1782254/0x550.jpeg>

Figura 34 en página 18. Old. Alexandre Farto. (2010). Recuperada en julio de 2012 de http://www.linea-curve.com/wp-content/uploads/old/vhils_02.jpg

Figura 35 en página 18. Aka. Alexandre Farto. (2010). Recuperada en julio de 2012 de http://1.bp.blogspot.com/-xH5kOpG6_tc/UEdOP0BBNQL/AAAAAAAAA0c/7bX3jAMXRyk/s1600/Alexandre-Farto-aka-Whils-16.jpeg

Figura 36 en página 19. All City Canvas México. Alexandre Farto. (2012). Fotografía inédita de Fernando Rosas (2013).

Figura 37 en página 19. Baby food. Julian Beever. Recuperada en febrero de 2012 de http://www.julianbeever.net/index.php?option=com_phocagallery&view=category&id=2&Itemid=8.

Figura 38 en pàgina 20. Alberca en High Street. Anamorfosis. Julian Beever. Recuperada en marzo de 2012 de http://www.julianbeever.net/index.php?option=com_phocagallery&view=category&id=2&Itemid=8

Figura 39 en pàgina 20. Alberca en High Street. Perspectiva posterior. Julian Beever. Recuperada en marzo de 2012 de http://www.julianbeever.net/index.php?option=com_phocagallery&view=category&id=2&Itemid=8

Figura 40 en pàgina 20. Caracol. Perspectiva errònea. Julian Beever. Recuperada en marzo de 2012 de http://www.julianbeever.net/index.php?option=com_phocagallery&view=category&id=2&Itemid=8

Figura 41 en pàgina 20. Anamorfosis de Caracol. Julian Beever. Recuperada en marzo de 2012 de http://www.julianbeever.net/index.php?option=com_phocagallery&view=category&id=2&Itemid=8

Figura 42 en pàgina 21. Kurt Wenner. Anamorfosis en plafón. Recuperada en abril de 2012 de <http://kurtwenner.com/galleries/portfolio/portfolio2.html>

Figura 43 en pàgina 21. Kurt Wenner. The Three Magi. Recuperada en abril de 2012 de http://kurtwenner.com/galleries/pavement/pavement_1/pages/StreetPaintingGallery1.017.htm

Figura 44 en pàgina 21. Kurt Wenner. Gluttony. Recuperada en abril de 2012 de http://kurtwenner.com/galleries/pavement/pavement_1/pages/StreetPaintingGallery1.008.htm

Figura 45 en pàgina 22. Kurt Wenner. Reflections. Recuperada en abril de 2012 de http://kurtwenner.com/galleries/pavement/pavement_1/pages/StreetPaintingGallery1.011.htm

Figura 46 en pàgina 22. Mensaje de Kurt Wenner a Fernando Rosas. Recuperado en abril de 2012 de <https://mail.google.com/mail/u/0/?shva=1#search/info%40kurtwenner.com/12fb932d22000871>

Figura 47 en pàgina 23. Ejemplo de anamorfosis en el diseño gráfico. Recuperado en julio de 2012 de www.jkrglobal.com/design-gazette/george-louis-designers

Figura 48 en página 23. Ejemplo de anamorfosis en objetos cotidianos. Recuperada en junio de 2012 de <http://image.slidesharecdn.com/anamorfosiselenamartinezgonzalez2011-110322135925-phpapp02/95/slide-39-728.jpg?1300820638>

Figura 49 en página 23. Anuncio contra violencia infantil. ABC.es. (2013). Recuperadas en octubre de 2013. <http://resizer.abc.es/resizer/resizer.php?imagen=http://www.abc.es/Media/201305/07/campana-maltrato-infantil-mensaje-oculto-44x362.jpg&nuevoancho=644&nuevoalto=362©right=conCopyright&encrypt=false>

Figura 50 en página 24. Anuncio contra violencia infantil. ABC.es. (2013). Recuperadas en octubre de 2013. <http://resizer.abc.es/resizer/resizer.php?imagen=http://www.abc.es/Media/201305/07/campana-maltrato-infantil-mensaje-oculto-44x362.jpg&nuevoancho=644&nuevoalto=362©right=conCopyright&encrypt=false>

Figura 51 en página 24. Pintura de Ivan Grohar. (1907). Recuperado en septiembre de 2012 de <http://www.rtvsllo.si/odprtikop/pogled-na/ivan-grohar-sejalec>

Figura 52 en página 25. Escultura de Bernardas Buco. 1935. Recuperado en septiembre de 2012 de <http://historiasinsolitas.com/imagenes/postales/1368888454.png>

Figura 53 en página 25. Escultura intervenida por Morfai. (2009). Recuperada en septiembre de 2012 de <http://historiasinsolitas.com/imagenes/postales/1368888454.png>

Figura 54 en página 26. Vista lateral de la escultura. Release. Marco Cianfanelli. (2012). Recuperada en febrero de 2013 de https://fbcdn-sphotos-a.akamaihd.net/hphotos-ak-ash4/317508_502267173170909_1216486228_n.jpg

Figura 55 en página 26. Vista de detalle. Release. Marco Cianfanelli. (2012). Recuperada en febrero de 2013 de https://fbcdn-sphotos-g-a.akamaihd.net/hphotos-ak-ash2/531477_502267179837575_1273399343_n.jpg

Figura 56 en página 26. Monumento a Mandela. Release. Marco Cianfanelli. (2012). Recuperada en febrero de <http://1.bp.blogspot.com/-RZqfUgosSwY/UHqWzW7zYI/AAAAAAAAAh8s/MZ00jEPkU5Y/s1600/7.jpg>

Figura 57 en página 26. Plaza Rufino Tamayo. Fotografías de Alejandro Guzmán. (2012). Recuperadas en abril de 2013 de <http://www.panoramio.com/photo/18526094?tag=San%20Angel>

Figuras 58 y 59 en página 27. Plaza Rufino Tamayo. Fotografías de Alejandro Guzmán. (2012). Recuperadas en abril de 2013 de <http://www.panoramio.com/photo/18526094?tag=San%20Angel>

Figura 60 en página 27. Anuncios en Anamorfosis. Publicidad estática. Fotografía inédita de Fernando Rosas durante transmisión realizada por el canal 2 de Televisa. Diciembre 2013.

Figura 61 en página 28. Líneas y letreros anamórficos virtuales. Fotografía inédita de Fernando Rosas durante transmisión realizada por la cadena Fox Sports. Diciembre 2013.

Figura 62 en página 28. Dibujo de Alberto Durero. Recuperada de Leeman, Fred. (1976). Hidden Images. Harry N. Abrams, Inc. New York. Página 111.

Figura 63 en página 29. Cúpula Biblioteca nacional Austriaca, Fotografía inédita de Erick Rosas López (2012).

Figura 64 en página 30 Dibujo de la proyección anamórfica en una bóveda. Dibujo de Fernando Rosas, Realizado en programa de cómputo Rhinoceros. (2013).

Figura 65 en página 31. Aviso sin tratamiento perspectivo. Foto El Mercurio. (2011). Recuperada en julio 2013 de http://img.emol.com/2012/12/08/est_161123-L0x0.jpg

Figura 66 en página 32. No hay Anamorfosis. Foto de El Porvenir. (2013). Recuperada en julio de 2013 de http://www.elporvenir.com.mx/notas.asp?nota_id=606321

Figura 67 en página 32. No hay Anamorfosis. Recuperada en agosto de 2013 de <http://us.123rf.com/400wm/400/400/sauletas/sauletas1112/sauletas111200087/11567275-carril-bici-cruza-el-tramo-de-carretera-de-la-calzada-registrarse-para-atencion-de-los-conductores-y.jpg>

Figura 68 en página 32. No hay anamorfosis. Foto inédita de Fernando Rosas. Av. Gabriel Mancera cruce con Av. Álvaro Obregón. Ciudad de México. (2013).

Figura 69 en página 32. No hay anamorfosis. Foto recuperada en agosto de 2013 de <http://www.sinembargo.mx/wp-content/uploads/2012/11/large-1-300x300.jpeg>

Figura 70 en página 32. Señal de ALTO sin tratamiento perspectivo. Foto recuperada de Noticias de Chiapas. (2011). Recuperada en abril de 2013 de <http://informaciondechiapas.blogspot.mx/2011/03/instalan-senalamientos-viales-en-las.html>

Figura 71 en página 33. Señal de ALTO con anamorfosis. Foto inédita de Fernando Rosas. (2013).

Figura 72 en página 34. Clasificación de la anamorfosis.

Figuras 73 y 74 en página 35. Cubo anamórfico. FES Acatlán (2012). Fotografía inédita de Fernando Rosas.

Figura 75 en página 37. Alberto Durero Estudio de la Perspectiva. Recuperada en enero 2013 de <http://www.mat.ucm.es/~jesusr/expogp/gifs/expogp/duer3.jpg>

Fig. 76 en página 38. La Última Cena, Maestro de Soriguerola. Siglo XIII. Recuperada en marzo de 2013 de <http://4.bp.blogspot.com/-ovHilzusSBY/TY9hQK9qoJl/AAAAAAAAAOE/sThhhoi0VJM/s320/%25C3%259Alti+ma+Cena+frontal+de+SoriguerolaFin+S.+XIII.jpg>

Fig. 77 en página 39. La Última Cena, Leonardo Da Vinci, Fresco 1494-1498. 9 x 4.60 m. Santa Maria Delle Grazie. Milán. Recuperado en marzo de 2013 de <http://luisaugustopascual.files.wordpress.com/2011/02/la-c3baltima-cena-convento-de-santa-maria-delle-gracie-milc3a1n-resaturado.jpg?w=450&h=229>

Figura 78 en página 40. Demostración de la perspectiva lineal. Recuperada en mayo de 2013 de http://1.bp.blogspot.com/-a6nvXekhB18/TzLInvbaL_I/AAAAAAAAADdl/F2CQjgUm_rQ/s1600/Reconstrucci%25C3%25B3n%25B2Baptisterio%25Bde%25BFlorenzia%25Bseg%25C3%25BA%25BBrunelleschi.jpg

Figura 79 en página 40. La Sagrada Trinidad, con la Virgen, San Juan y donantes. Santa Maria Novella. Massacchio. Recuperada en febrero de 2013 de http://catholicteenapologetics.files.wordpress.com/2012/05/masaccio_trinity.jpg?w=172&h=341

Figura 80 en página 41. Fresco de La Gloria de San Ignacio, 1685-1694. Iglesia de san Ignacio en Roma. AndraPozzo. Recuperada en febrero de 2013 de <http://sobreitalia.com/wp-content/uploads/boveda-iglesia-de-san-ignacio-de-loyola.jpg>

Figura 81 en página 42. Perspectiva Render. Software AutoCad, Atlantis. (2012). Cortesía Arq. Gerardo Sánchez y González Mesa.

Figura 82 en página 45. Esquema de una Perspectiva Cónica. El Plano de Cuadro es perpendicular a la Visual Principal. Fernando Rosas. Dibujo elaborado en software Rhinoceros. 2013.

Figura 83 en página 45. Esquema del principio geométrico de una anamorfosis. El Plano de Cuadro es oblicuo a la visual principal, Fernando Rosas. Dibujo elaborado en software Rhinoceros. 2013.

Figura 84 en página 46. Fotografía de la anamorfosis de un cilindro en un hueco horizontal. Fotografía tomada durante exhibición de anamorfosis en la Academia de San Carlos. Fotografía inédita de Fernando Rosas. Octubre 2012.

Figura 85 en página 48. Fotografía de los paneles separados. Anamorfosis de un cubo con perforaciones prismáticas. Fotografía tomada durante exhibición en la Academia de San Carlos. Fotografía inédita Fernando Rosas. Octubre 2012.

Figura 86 en página 48. Fotografía de la anamorfosis de un cubo con perforaciones prismáticas. Fotografía tomada durante exhibición en la Academia de San Carlos. Fotografía inédita de Fernando Rosas. Octubre 2012.

Figura 87 en página 54. Composición de la muestra por generación. Gráfico elaborado en Software Power Point. Fernando Rosas. 2013.

Figura 88 en página 5. Alumnos en relación con su avance en estudios. Gráfico elaborado en Software Power Point. Fernando Rosas. 2013.

Figura 89 en página 54. Motivos de reprobación en la asignatura Geometría Descriptiva. Gráfico elaborado en Software Power Point. Fernando Rosas. 2013.

Figura 90 en página 54. Comprensión de la Geometría Descriptiva en el grupo muestra. Gráfico elaborado en Software Power Point. Fernando Rosas. 2013.

Figura 91 en página 57. Anamorfosis de un trapezoide en el andador de comunicación al primer piso edificio A4. Fotografía inédita de Fernando Rosas. Fotomontaje en software Power Point. 2012.

Figura 92 en página 57. Anamorfosis de triángulos en escalera de acceso a edificio A-4. Fotografía inédita de Fernando Rosas. Fotomontaje en software Power Point. 2012.

Figura 93 en página 57. Anamorfosis de cuadrados colocados de forma vertical en andador peatonal cubierto. Fotografía inédita de Fernando Rosas. Fotomontaje en software Power Point. 2012.

Figura 94 en página 58. Anamorfosis de rectángulo en andador peatonal que comunica los edificios A4 y A5. Fotografía inédita de Fernando Rosas. Fotomontaje en software Power Point. 2012.

Figura 95 en página 58. Rectángulo en escalinata de acceso al Centro de Desarrollo Tecnológico. Fotografía

inédita de Fernando Rosas. Fotomontaje en software Power Point. 2012.

Figura 96 en página 58. Estructura de volumen imposible en plaza del edificio A4. Fotografía inédita de Fernando Rosas. Fotomont. software PowerPoint. 2013.

Figura 97 en página 59. Plano de ubicación de los trabajos de anamorfosis en el campus de la FES Acatlán. Fotomontaje en software Power Point. 2013.

Figura 98 en página 60. Participantes del proyecto elaborando los planos de levantamiento arquitectónico. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2012.

Figura 99 en página 61. Alumnos realizando el desarrollo de plantilla. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2012.

Figuras 100 en página 61. Instalación de los componentes de la plantilla in situ. Equipo uno. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2012.

Figura 101 en página 62. Propuesta inicial, fotomontaje de la anamorfosis en el sitio, desde el punto de observación. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2012

Figura 102 en página 62. Vista en perspectiva cónica del objeto geométrico en plano de cuadro frontal, previo a el trazo de la anamorfosis. Realizado en software Rhinoceros. 2012

Figura 103 en página 63. Trazo geométrico de la anamorfosis. Fernando Rosas. Dibujo elaborado en software Autocad. 2012.

Figura 104 en página 63. Vista en perspectiva del objeto geométrico en el plano de cuadro frontal [perspectiva geométrica] y la anamorfosis proyectada a los planos de escalera, pretilas, piso, muros. Fernando Rosas. Dibujo elaborado en software Rhinoceros.

Figura 105 en página 64. Montea biplanar con la posición del trapecioide y el Punto de Vista. Fernando Rosas. Dibujo elaborado en software Autocad. 2012.

Figura 106 en página 65. Trazo geométrico para encontrar la anamorfosis del trapecioide en el murete y en el piso. Fernando Rosas. Dibujo elaborado en software Autocad. 2012.

Figura 107 en página 66. Trazo geométrico para encontrar la anamorfosis del trapecioide en huellas y

peraltes de la escalera. Fernando Rosas. Dibujo elaborado en software Autocad. 2012.

Figura 108 en página 67. Trazo geométrico de la anamorfosis completa. Fernando Rosas. Dibujo elaborado en software Autocad. 2012.

Figura 109 en página 68. Secuencia de la instalación de la anamorfosis. Equipo Uno. Fotografía Fernando Rosas.

Figura 110 en página 69. Propuesta inicial Anamorfosis equipo uno. Fotomontaje de la anamorfosis en el sitio, desde el punto de observación. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2012.

Figura 111 en página 69. Anamorfosis instalada por el equipo uno. Fotografía inédita Fernando Rosas. 2012.

Figura 112 en página 70. Anamorfosis equipo uno, vista desde escalinata. Fotografía inédita Fernando Rosas. 2012.

Figura 113 en página 70. Anamorfosis equipo uno, vista desde el pasillo peatonal, a 1.50 m del punto de observación. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2012.

Figura 114 en página 71. Propuesta inicial, fotomontaje de la anamorfosis en el sitio, desde el punto de observación. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2012.

Figura 115 en página 71. Vista en perspectiva del objeto en un plano de cuadro vertical [perspectiva geométrica] y trazo de la perspectiva cónica con la anamorfosis. Realizado en software Google SketchUp 8.

Figura 116 en página 72. Montea triplanar del objeto TE, ubicación en el espacio para iniciar el trazo de la anamorfosis. Fernando Rosas. Dibujo elaborado en software Autocad. 2012.

Figura 117 en página 73. Montea triplanar del objeto TE, trazo de la Anamorfosis en el plano horizontal. Fernando Rosas. Dibujo elaborado en software Autocad. 2012.

Figura 118 en página 74. Montea triplanar del objeto TE, trazo de la Anamorfosis en planos frontales y horizontales. Fernando Rosas. Dibujo elaborado en software Autocad. 2012.

Figura 119 en página 75. Trazo completo de la anamorfosis. Fernando Rosas. Dibujo elaborado en software Autocad. 2012.

Figura 120 en página 76. Instalación de anamorfosis Equipo dos. Fotografía inédita de Fernando Rosas.

Figura 121 en página 77. Propuesta inicial fotomontaje de la Anamorfosis en el sitio, desde el punto de observación. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2012.

Figura 122 en página 77. Instalación de la Anamorfosis finalizada. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2012.

Figura 123 en página 78. Anamorfosis de los triángulos, vista superior desde el descanso de la escalera. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2012.

Figura 124 en página 78. Anamorfosis de los triángulos, vista lateral desde el descanso de la escalera. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2012.

Figura 125 en página 79. Anamorfosis de los cuadros verticales. Paso peatonal a cubierto entre los edificios A4 y A6, FES Acatlán. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2012.

Figura 126 en página 80. Montea triplanar. Paso peatonal a cubierto entre los edificios A4 y A6, Fes Acatlán. Fernando Rosas. Dibujo elaborado en software Autocad. 2012.

Figura 127 en página 81. Trazo inicial para obtener la anamorfosis de los cuadros. Fernando Rosas. Dibujo elaborado en software Autocad. 2012.

Figura 128 en página 82. Trazo final de la Anamorfosis de los cuadros. Fernando Rosas. Dibujo elaborado en software Autocad. 2012.

Figura 129 en página 83. Proceso de instalación de la anamorfosis de los cuadrados en el paso peatonal a cubierto. Fotografía inédita de Fernando Rosas.2012.

Figura 130 en página 84. Anamorfosis de los cuadros verticales. Proyecto inicial. Paso a cubierto entre los edificios A4 y A6, FES Acatlán. Fotografía inédita de Fernando Rosas.2012.

Figura 131 en página 84. Instalación de la anamorfosis de los cuadros verticales, Paso a cubierto entre los edificios A4 y A6, FES Acatlán. Fotografía inédita de Fernando Rosas.2012.

Figura 132 en página 85. Vista de la instalación. Fotografía inédita de Fernando Rosas.2012.

Figura 133 en página 85. Vista posterior de la instalación. Fotografía inédita de Fernando Rosas.2012.

Figura 134 en página 85. Dentro del cuadro. Fotografía inédita de Fernando Rosas.2012.

Figura 135 en página 86. Imagen ejemplo para el proyecto del equipo único, grupo piloto dos. Figura imposible de Oscar Rutersvärd [1934]. Recuperada de <http://www.juegosdelogica.com/neuronas/imposibles.htm>

Figura 136 en página 86. Proyecto de realización anamórfica para el equipo único, grupo piloto dos. Fernando Rosas. Imagen realizada en software Rhinoceros. 2013.

Figura 137 en página 87. Determinación previa del proyecto, ubicando los ejes espaciales. Fernando Rosas. Imagen realizada en software Rhinoceros y fotomontaje en Power Point. 2013.

Figura 138 en página 87. Perspectiva del volumen modificado. Fernando Rosas. Imagen realizada en software Rhinoceros. 2013.

Figura 139 en página 88. Montea biplanar Anamorfosis del volumen imposible. Fernando Rosas. Imagen realizada en software AutoCad. 2013.

Figura 140 en página 89. Anamorfosis de los primeros cinco cubos, colocados sobre el piso. Fernando Rosas. Imagen realizada en software AutoCad. 2013.

Figura 141 en página 90. Anamorfosis de los cuatro cubos, colocados en el eje vertical Z. Fernando Rosas. Imagen realizada en software AutoCad. 2013.

Figura 142 en página 91. Trazo final de la Anamorfosis. Fernando Rosas. Imagen realizada en software AutoCad. 2013.

Figura 143 en página 91. Anamorfosis en verdadera magnitud. Fernando Rosas. Imagen realizada en software AutoCad. 2013.

Figura 144 en página 92. Proceso de instalación de la anamorfosis del volumen imposible. Equipo único, grupo piloto dos. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2013.

Figura 145 en página 93. Proyecto inicial, volumen imposible. Fernando Rosas. Imagen realizada en software Rhinoceros. 2013.

Figura 146 en página 93. Instalación. Anamorfosis del volumen imposible. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2013.

Figura 147 en página 94. Formado de cada pieza. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2013.

Figura 148 en página 94. Escena de la instalación. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2013.

Figura 149 en página 94. Interacción con la obra. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2013.

Figura 150 en página 96. Figura que muestra la ubicación de los hexaedros en ejes ortogonales y la recta visual principal que debe conectar la arista inferior de los cubos 1 y 13 para completar la ilusión óptica. Fernando Rosas. Imagen realizada en software Rhinoceros y fotomontaje en Power Point. 2013.

Figura 151 en página 97. Figura que muestra la perspectiva cónica del volumen en el espacio. Los hexaedros más cercanos al observador se aprecian de mayor tamaño. Fernando Rosas. Imagen realizada en software Rhinoceros. 2013.

Figura 152 en página 97. Magnitudes iniciales de los hexaedros, se requiere modificar los elementos de los ejes X-Y. Fernando Rosas. Imagen realizada en software Rhinoceros. 2013.

Figura 153 en página 97. Deformación realizada en el eje X, afecta a los elementos 1 a 5. Fernando Rosas. Imagen realizada en software Rhinoceros. 2013.

Figura 154 en página 98. Deformación realizada en el eje Y, afecta a los elementos 9 a 12. Fernando Rosas. Imagen realizada en software Rhinoceros. 2013.

Figura 155 en página 98. Resultado del volumen anamórfico, posterior a su ajuste. Fernando Rosas. Imagen realizada en software Rhinoceros. 2013.

Figura 156 en página 99. Trazo de visuales desde PV a las aristas de los cubos anamórficos 1 a 5. Fernando Rosas. Imagen realizada en software Rhinoceros. 2013.

Figura 157 en página 99. Trazo de la Anamorfosis de los elementos 1 a 5. Fernando Rosas. Imagen realizada en software Rhinoceros. 2013.

Figura 158 en página 100. Trazo de visuales desde PV a las aristas de los cubos anamórficos 6 a 9. Fernando Rosas. Imagen realizada en software Rhinoceros. 2013.

Figura 159 en página 100. Trazo de la Anamorfosis de los elementos 6 a 9. Fernando Rosas. Imagen realizada en software Rhinoceros. 2013.

Figura 160 en página 101. Trazo de visuales desde PV a las aristas de los cubos anamórficos 10 a 12. Fernando Rosas. Imagen realizada en software Rhinoceros. 2013.

Figura 161 en página 101. Trazo de la Anamorfosis de los elementos 10 al 12. Fernando Rosas. Imagen realizada en software Rhinoceros. 2013.

Figura 162 en página 102. Anamorfosis plana completa de los cubos 1 al 13. La proyección anamórfica de los elementos 1 y 13 coinciden con exactitud. Fernando Rosas. Imagen realizada en software Rhinoceros. 2013.

Figura 163 en página 103. Vista desde el punto de observación, la anamorfosis plana es correcta, se requiere modificar la visibilidad del cubo anamórfico 12. Fernando Rosas. Imagen realizada en software Rhinoceros. 2013.

Figura 164 en página 103. Vista desde el punto de observación con la visibilidad correcta del cubo anamórfico 12. Fernando Rosas. Imagen realizada en software Rhinoceros. 2013.

Figura 165 en página 104. Plano oblicuo para realizar corte en el cubo anamórfico 12, para eliminar sección del volumen que interfiere con la vista requerida para la ilusión óptica tridimensional. Fernando Rosas. Imagen realizada en software Rhinoceros. 2013.

Figura 166 en página 104. Vista a detalle del cubo anamórfico 12, después de haber eliminado la sección del volumen que interfiere con la vista requerida para la

ilusión óptica tridimensional. Fernando Rosas. Imagen realizada en software Rhinoceros. 2013.

Figura 167 en página 105. Vista del volumen anamórfico completo por debajo del plano horizontal del terreno. Muestra, desde otro ángulo las modificaciones realizadas a los hexaedros regulares. Fernando Rosas. Imagen realizada en software Rhinoceros. 2013.

Figura 168 en página 106. Resultado final del trazo de plantillas en verdadera forma y magnitud, de cada uno de los cubos anamórficos. Listos para reproducirse en el modelo de tres dimensiones. Fernando Rosas. Imagen realizada en software Rhinoceros. 2013.

Figura 169 en página 107. Fabricación de estructura principal. Corte de tubo de aluminio de sección cuadrada. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2013.

Figura 170 en página 108. Fabricación de estructura principal. Perforación con taladro y broca a la barra de aluminio. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2013.

Figura 171 en página 108. Fabricación de estructura principal. Elaboración de rosca interior por medio de un machuelo. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2013.

Figura 172 en página 108. Fabricación de estructura principal del modelo anamórfico, manufacturado con ensambles de aluminio. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2013.

Figura 173 en página 109. Impresión de la plantilla en papel bond y trasladado a la cartulina plastificada. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2013.

Figura 174 y 175 en página 109. Corte de plantilla. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2013.

Figura 176 y 177 en página 110. Comparación del volumen anamórfico con los trazos previos. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2013.

Figura 178 en página 110. Perforaciones en los módulos para colocarlos en la estructura. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2013.

Figura 179 en página 111. Instalación de los módulos en la estructura. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2013.

Figura 180 en página 112. Perspectiva de la Anamorfosis tridimensional. Proyecto. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2013.

Figura 181 en página 112. Escultura anamórfica tridimensional. Instalación final. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2013.

Figura 182 en página 114. Escultura anamórfica Lo Finito, el Tiempo y la Vida. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2013.

Figuras 183, 185, 187, 189 y 191 en páginas 117-119. Imagen de la escultura anamórfica desde un punto de observación cualquiera. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2013.

Figuras 184, 186, 188, 190 y 192 en páginas 117-119. Imagen del proyecto digital. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2013.

Figura 193 en página 119. Escultura anamórfica tridimensional. Instalación final. Lo Finito, el Tiempo y la Vida. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2013.

Figura 194 en página 119. Imagen del proyecto digital. Perspectiva desde el punto de vista adecuado. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2013.

Figura 195 en página 122. Gráfica del porcentaje de participantes según su entendimiento a la materia Geometría Descriptiva, encuesta de entrada. Gráfico realizado en software Word.

Figura 196 en página 123. Gráfica que muestra el porcentaje de alumnos que cambió su apreciación por la Geometría Descriptiva, encuesta de salida. Gráfico realizado en software Word.

Figura 197 en página 123. Porcentaje de alumnos en relación a su percepción del resultado del ejercicio de aplicación geométrica, encuesta de salida. Gráfico realizado en software Word.

Figura 198 en página 123. Gráfica del porcentaje de alumnos en relación a su percepción del grado de avance del aprendizaje y comprensión, encuesta de salida. Gráfico realizado en software Word.

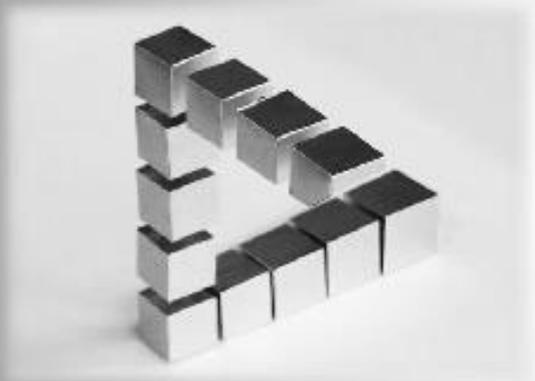
Figura 199 en página 123. Gráfica del porcentaje de alumnos en relación a su percepción de su capacidad por resolver por sí mismos un ejercicio de Anamorfosis, encuesta de salida. Gráfico realizado en software Word.

Figura 200 en página 133. Muestra gráfica de la percepción de un anuncio vial. Recuperada en noviembre de 2013 de <http://www.sinembargo.mx/wp-content/uploads/2012/11/large-1-300x300.jpeg>

Figura 201 en página 133. Muestra gráfica de la propuesta anamórfica de un anuncio vial. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2013. Estacionamiento FES Acatlán.

Figura 202 en página 133. Muestra gráfica de la percepción de un anuncio vial. Fotografía inédita de Fernando Rosas. 2013. Av. Gabriel Mancera, México DF.

Figura 203 en página 133. Muestra gráfica de la propuesta anamórfica de un anuncio vial. fotomontaje de Fernando Rosas. 2013.



Anexos

Glosario de términos

Anamorfosis. Del griego ἀναμόρφωσις: transformación.

Pintura o dibujo que ofrece a la vista una imagen deformada y confusa, o regular y acabada, según desde donde se la mire.

Anamorfoscopia. Espejo de superficie cóncava o convexa que se utiliza para la interpretación de anamorfosis catóptricas; puede ser de forma cilíndrica o cónica.

Bastoncillos. Prolongación cilíndrica fotosensible de ciertas células de la retina de los vertebrados, que recibe las impresiones luminosas incoloras.

Catóptrica. Parte de la óptica que trata de las propiedades de la luz refleja.

Células ganglionares. Conjunto de organismos vivos que conforman el centro nervioso constituido por una masa de neuronas intercalada en el trayecto de los nervios.

Cono óptico. Ángulo visual en el que se perciben los objetos de forma nítida y sin deformaciones.

Conos. Prolongación conoidea, de forma semejante a la de una botella, de cada una de ciertas células de la retina de los vertebrados, que está situada en la llamada capa de los conos y bastoncillos y recibe las

impresiones luminosas de color.

Costruzione legittima. Método atribuido al arquitecto y orfebre florentino Filippo Brunelleschi, que permite la manufactura de representaciones pictóricas en perspectiva utilizando dos planos proyectivos.

Esbatimiento. Sombra que hace un cuerpo sobre otro porque le intercepta la luz.

Geometría descriptiva. Parte de las matemáticas que tiene por objeto resolver los problemas de la geometría del espacio por medio de operaciones gráficas efectuadas en un plano y representar en él las figuras de los sólidos.

Geometría euclidiana: También llamada Geometría Parabólica, estudia las propiedades geométricas del plano afín euclideo real y el espacio euclideo tridimensional real, que se considera con curvatura cero.

Geometría elíptica: Considera el espacio con curvatura positiva constante.

Geometría hiperbólica: Considera el espacio con curvatura negativa constante.

Geometría no euclidiana. Cualquier forma de geometría

Glosario de términos

cuyos postulados o propiedades difieren en algún punto de los establecidos por Euclides. Se considera un espacio de curvatura múltiple.

Geometría plana. Parte de la geometría que considera las figuras cuyos puntos están todos en un plano.

Geometría proyectiva. Rama de la geometría que trata de las proyecciones de las figuras sobre un plano.

In situ. Expresión latina que significa <en el sitio> o <en el lugar>. Generalmente utilizada para designar un fenómeno observado en el lugar o una manipulación realizada en el lugar.

Magnitud. Tamaño de un cuerpo o sólido.

Metalinguaje. Lenguaje que se usa para hablar acerca de otro lenguaje. Puede ser el lenguaje objeto de otro metalenguaje de orden superior, y así sucesivamente. Distintos metalenguajes pueden hablar acerca de diferentes aspectos de un mismo lenguaje objeto.

Montea. Dibujo de tamaño natural que en el suelo o en una pared se hace del todo o parte de una obra para hacer el despiece, sacar las plantillas y señalar los cortes.

Montea triplanar. Representación gráfica por medio de proyecciones ortogonales, para identificar con

precisión un volumen o superficie en los tres planos proyectivos.

Peripecia. En el drama o en cualquier otra composición análoga, mudanza repentina de situación debida a un accidente imprevisto que cambia el estado de las cosas.

Perspectiva. Arte que enseña el modo de representar en una superficie los objetos, en la forma y disposición con que aparecen a la vista.

Perspectiva anamórfica. Trazo geométrico de una pintura o dibujo que ofrece al espectador una imagen deformada y confusa, o regular y acabada, según desde donde se la mire.

Perspectiva artificialis. Técnica que presupone un mecanismo de la visión con un punto de vista único e inmóvil. Método descubierto por Filippo Brunelleschi.

Perspectiva cónica. Sistema de representación gráfico basado en la proyección de un cuerpo tridimensional sobre un plano auxiliándose en rectas proyectantes que pasan por un punto. El resultado se aproxima a la visión obtenida si el ojo estuviera situado en dicho punto.

Perspectiva curiosa. Forma coloquial de referirse a una

Glosario de términos

perspectiva anamórfica.

Perspectiva lineal. Aquella en que sólo se representan los objetos por las líneas de sus contornos.

Perspectiva naturalis. Método de representación, nace en la Antigüedad Clásica como un modo para formular matemáticamente las leyes de la visión natural. El conocimiento de la perspectiva que existía en ésta época era totalmente diferente al que más tarde se desarrolló en el Renacimiento, más interesado en desarrollar un sistema aplicable a la representación artística.

Perspectiva oblicua. Sistema de proyección cónica por el que un objeto tridimensional se representa mediante un dibujo en perspectiva en el que las líneas perpendiculares al plano del cuadro tienen una inclinación cualquiera distinta de 90°. Ejemplos de éste tipo de perspectiva son las llamadas: *vista a ojo de pájaro* y *vista plafonante*.

Perspectiva secreta. Expresión utilizada coloquialmente para las perspectivas anamórficas.

Perspektyfkas. Término utilizado en Alemania, con el cual se le conoce a las perspectivas anamórficas.

Plano de cuadro. Plano sobre el que se proyecta un sistema de líneas procedentes de un objeto para formar una imagen o dibujo.

Polisémica. Pluralidad de significados de una palabra o de cualquier signo lingüístico en un mensaje, con independencia de la naturaleza de los signos que lo constituyen.

Punto principal. En la perspectiva cónica, punto que representa la intersección del eje central de visión y el plano del cuadro.

Quadratura. Método derivado de la anamorfosis con la colocación de una cuadrícula que los artistas realizaban sobre la superficie a pintar; son denominaciones de un género pictórico decorativo derivado del trampantojo surgido en la Italia de los siglos XVII y XVIII, difundiéndose por toda Europa. Se desarrolló a partir de la exigencia de decorar al fresco grandes superficies cóncavas en el interior de iglesias, palacios o villas.

Quiasma óptico. Entrecruzamiento de estructuras orgánicas formado por los nervios ópticos.

Trampantojo. Trampa o ilusión con que se engaña a alguien

Glosario de términos

haciéndole ver lo que no es. Término utilizado en España, con el cual se le conoce a las perspectivas anamórficas.

Tribar Reutersvärd. Figura bidimensional realizada por Oscar Reutersvärd en 1934.

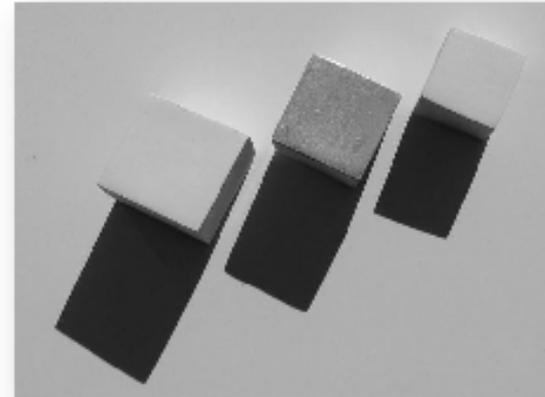
Trompe-l'oeil. Término utilizado en Francia, con el cual se le conoce a las perspectivas anamórficas.

Verdadera forma y magnitud. Término utilizado en Geometría Descriptiva para identificar la proyección de superficies que se presentan en forma idéntica a su posición final en el espacio.

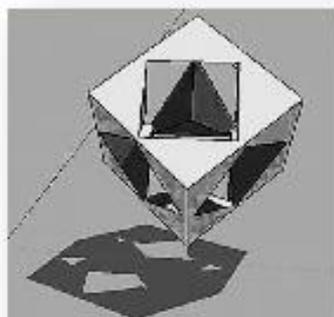
Vista a ojo de pájaro. Denominación que recibe la técnica que consiste en representar [de arriba hacia abajo], la profundidad o la distancia por medio de la perspectiva, gradaciones en el color, la nitidez y los tonos de los objetos a medida que se alejan en el plano; también llamada perspectiva aérea.

Vista plafonante. Perspectiva oblicua que permite visualizar [de abajo hacia arriba], los objetos de gran altura.

Wide screen. Pantalla panorámica o pantalla ancha, es cualquier formato de imagen con relación de aspecto mayor que 4:3.



Pasos para ejecutar una Anamorfosis plana



Paso 1. Identificar el objeto o volumen del cual se realizará la anamorfosis. Estudiando previamente las ventajas que puede aportar su forma geométrica para una mejor apariencia ilusoria.



Paso 2. Elección del punto de observación de donde se ubicará al espectador de la perspectiva curiosa.

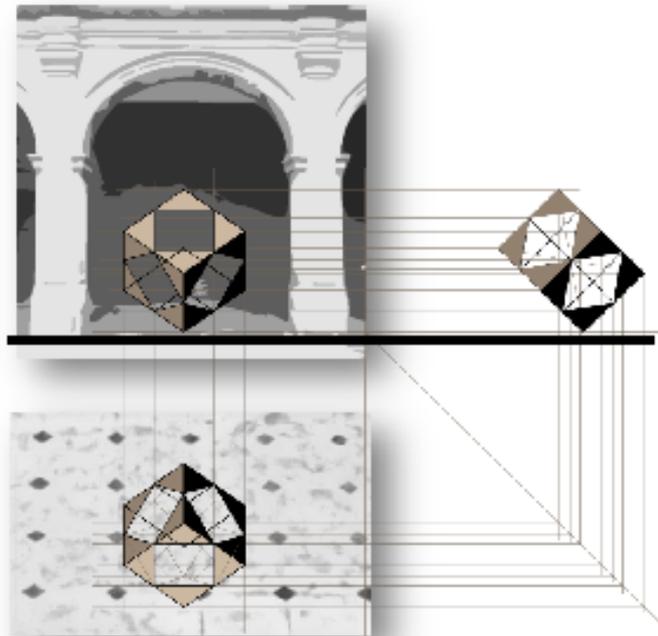


Paso 3. Seleccionar el plano anamórfico sobre el que se realizará la expresión gráfica de la perspectiva deformada.

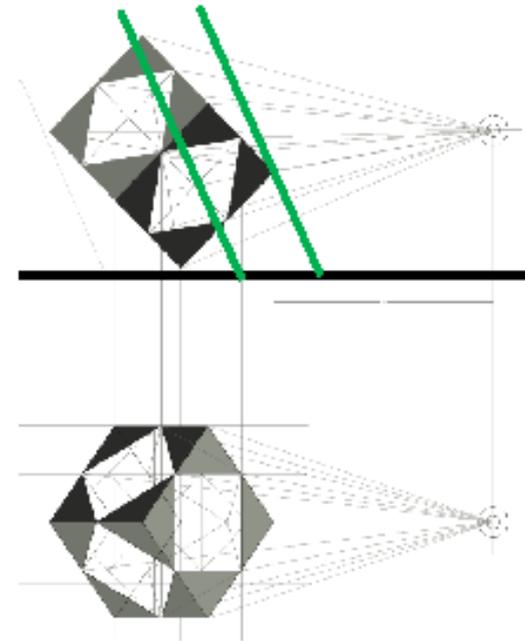


Paso 4. Realizar un levantamiento físico del lugar, tomando las dimensiones del entorno y niveles; ubicando el objeto virtual del cual se realizará la anamorfosis, el punto de observación y el plano de cuadro anamórfico.

Pasos para ejecutar una Anamorfosis plana

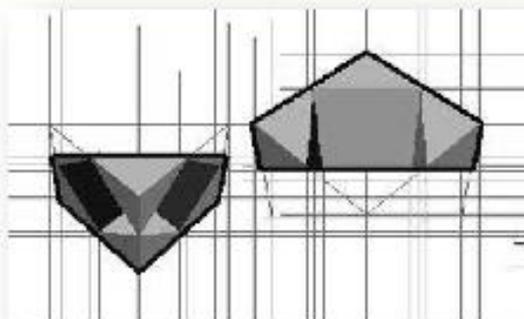


Paso 5. Con los datos obtenidos del levantamiento físico, trazar una monea biplanar o triplanar, según se requiera; estableciendo con precisión la ubicación espacial de cada elemento. Es importante mencionar que, el objeto sobre el que se representará la anamorfosis, se debe dibujar como si fuera un volumen real, existente en el espacio geométrico.



Paso 6. En la monea: Trazar una proyección cónica por medio de las visuales desde el punto de observación a cada punto del objeto, las visuales se continuarán hasta el plano anamórfico.

Pasos para ejecutar una Anamorfosis plana



Paso 7. Identificar los puntos de intersección de las visuales con el plano anamórfico.



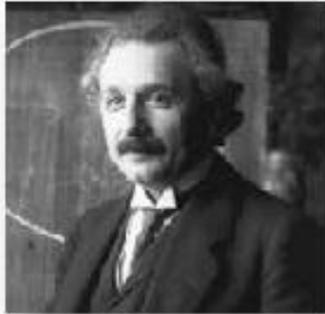
Paso 8. Trazar la figura resultante en el plano anamórfico.
Trazar su visibilidad en el modelo de escala final.

Paso 9. Tratamiento de los acabados en el plano anamórfico, para representar al objeto con sombras y propiciar la sensación de volumen mediante la aplicación de color y texturas.



Paso 10. Divertirse con el objeto anamórfico.

Pasos para ejecutar una Anamorfosis catóptrica

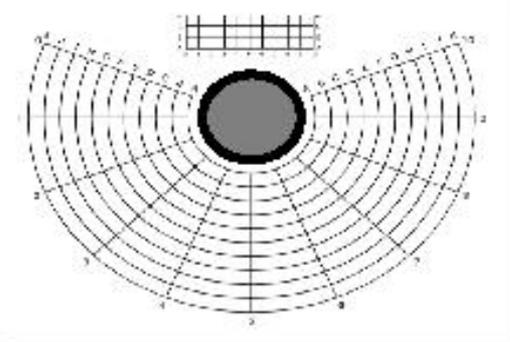


Paso 1. Identificar el motivo o escena de la cual se realizará la anamorfosis. Estudiando previamente las ventajas que puede aportar su forma geométrica para una mejor apariencia ilusoria.

Paso 3. Reticular modularmente la imagen seleccionada para realizar su anamorfosis catóptrica.

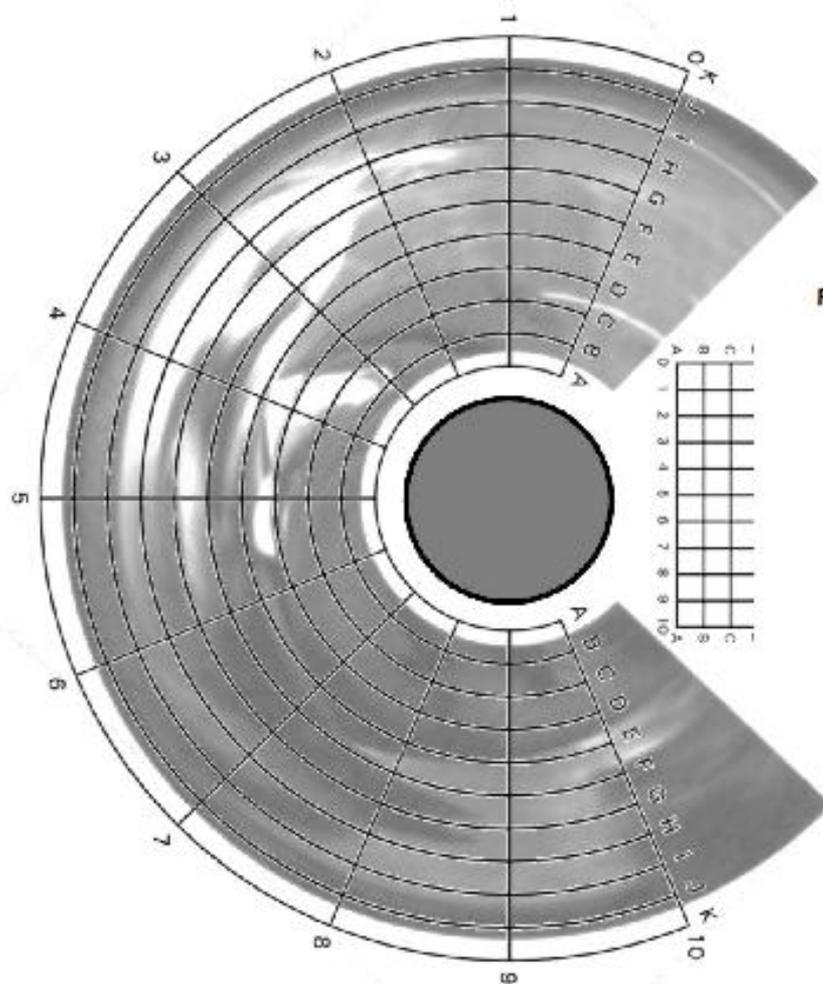


Paso 2. Elección del anamorfoscopio (cilíndrico, cónico o piramidal).



Paso 4. Utilizar la retícula cilíndrica anamórfica.

Pasos para ejecutar una Anamorfosis catóptrica



Paso 5. Reproducción de la imagen utilizando puntos de la retícula ortogonal en la retícula cilíndrica anamórfica.

Pasos para ejecutar una Anamorfosis catóptrica



Paso 6. Colocar el anamorfoscopio en su posición y mirar el reflejo desde el punto de observación.

