

REPORTE DE INVESTIGACIÓN

PROYECTO "GEOMETRÍA EN MOVIMIENTO"

DRA. DINA ROCHMAN BEER

Período del 26 de noviembre del 2105 al 26 de noviembre del 2017.

El proyecto "Geometría en movimiento", trata de las transformaciones isométricas de rotación, traslación y reflexión o simetría de las superficies y cuerpos geométricos para desarrollar y generar a partir de las nuevas tecnologías objetos en movimiento.

Así podemos decir que en las transformaciones por reflexión o simetría la correspondencia exacta se encuentra en la disposición regular de las partes o puntos de un cuerpo o figura con relación a un punto (centro), una recta (eje) o a un plano y se denominan simetrías central y axial.

La simetría central, es una transformación en la que cada punto se le asocia a otro punto llamado imagen, y que debe de cumplir con las siguientes condiciones: (a) el punto y su imagen están a igual distancia de un punto llamado centro de simetría y (b) el punto, su imagen y el centro de simetría pertenecen a una misma recta.

Y la simetría axial, es una transformación respecto de un eje de simetría, en la cual, a cada punto de una figura se asocia a otro punto llamado imagen, y es perpendicular al eje de simetría.

En las transformaciones de rotación, las formas geométricas en el espacio cambian su orientación a través de: (a) un punto llamado centro de rotación, (b) un ángulo y (c) una dirección de rotación.

Y en las transformaciones de traslación, cada punto de la figura geométrica se mueve y cambia su posición en el espacio, tanto en su dirección: derecha, izquierda, abajo, arriba, adelante y atrás, como en su distancia, que se refiere a la unidad de medida.

Metas del proyecto "Geometría en movimiento":

- Modelación y creación de por lo menos 3 modelos virtuales y cinco modelos físicos aplicando las tecnologías de vanguardia.
- Edición de un libro digital como acervo bibliográfico que contendrá la investigación histórica de la evolución del manejo de la geometría que se va a realizar.
- Realización de material didáctico digital, cuyo propósito es de apoyar en la enseñanza-aprendizaje de la geometría descriptiva ya que tratará el tema de las transformaciones isométricas de las superficies y los cuerpos geométricos a través de los modelos que se van a realizar.

- Incorporar al proyecto de investigación a los alumnos de licenciatura para que realicen su servicio social.
- Participación en congresos nacionales e internacionales.
- Y la publicación de artículos.

Acorde a las metas registradas en el protocolo de investigación, a continuación se presentan los títulos de los trabajos que se encuentran en el CD en extenso.

1. Prototipos:
 - Mariposa Heliconius Doris Obscurus, su cuerpo mide 144mm.
 - Mariposa Heliconius Doris Obscurus, su cuerpo mide 240 mm.
 - Mariposa Heliconius Doris Obscurus como estructura de compresión flotante.
 - Rompecabezas a partir de tetraedros.
 - Rompecabezas a partir de conos.
 - Coche robot esfera.
2. Asistencia a congreso.
3. Equipo de laboratorio.
4. Libro.
5. Manuales.
6. Publicación.
7. Servicio social.

Esta investigación se centró en el proceso y creación de modelos tridimensionales de formas orgánicas y no orgánicas con movimiento por medio de las transformaciones isométricas de rotación, traslación y reflexión o simetría de las superficies y cuerpos geométricos ya que al transformarse no cambian ni en su forma ni en su tamaño sino que solamente cambian su posición en el espacio, quedando la figura original y la figura final geoméricamente similares y congruentes.

Se integraron a esta investigación seis disciplinas, la historia del arte, la geometría, la mecánica, la informática, la morfología y la biónica, ya que, a partir de la historia del arte, que es una disciplina humanística que se ocupa de clasificar, estudiar e interpretar las obras de arte en su contexto histórico, se desarrollan métodos propios para la comprensión del mundo visual.

A partir de la geometría, que es la parte de las matemáticas que estudia las propiedades y las medidas de las figuras en el espacio, se diseñan y crean modelos virtuales y físicos. A partir de la mecánica, que es la rama de la física que describe los movimientos de los objetos, se determinan los puntos generadores del desplazamiento físico de los objetos.

A partir de la informática, que es la ciencia aplicada que abarca el estudio y aplicación del tratamiento automático de la información, se definen acciones físicas y virtuales que realizará el modelo.

A partir de la morfología, que es una disciplina que se encarga del estudio de la estructura de un organismo, se describen y comparan las formas orgánicas. Y a partir de la biónica, como proceso para llegar a realizar objetos tangibles basados en la estructura de cualquier ser vivo, se resuelven sistemas mecánicos-estructurales y de transmisión para realizar diferentes actividades bajo un mismo sistema integrador.

En el caso de la mariposa *Heliconius Doris Obscurus*, se integraron cuatro disciplinas: la geometría, la mecánica, la morfología y la biónica. Además, se integró el método de morfometría geométrica para registrar las dimensiones en las coordenadas "x", "y" y "z" de las formas de las estructuras de los seres vivos.

En los modelos no orgánicos del rompecabezas a partir de tetraedros, del rompecabezas a partir de conos y, del coche robot esfera se integraron dos disciplinas la geometría y la mecánica.

La disciplina de historia del arte se integró en el estudio de Movimiento Constructivista. Y la disciplina de la informática se integró en la programación de tres programas de cómputo para encontrar los valores de las coordenadas "x", "y" y "z" de los puntos en el espacio.

Para comprender las transformaciones isométricas se estudió el movimiento Constructivista ruso de principios del siglo XX que puso los conceptos geométricos al servicio del arte.

Entre los autores que se estudiaron fueron a Alexandr Mijáilovich Ródchenko de quien se tomó como base las series de "Construcciones espaciales", y el concepto de la fotografía de la "Torre Shujov Kaya".

Junto con la alumna América Sánchez, quien estaba realizando su servicio social se reprodujo una de las series de las construcciones espaciales en un modelo tridimensional en madera MDF. Y el modelo del coche robot esfera lo trabajamos en conjunto los alumnos América Sánchez, Alfredo Almaraz y yo. El diseño, modelado e impresión 3D la realicé yo, América lo armó y Alfredo realizó el sistema mecánico para que el coche se moviera.

Otro de los autores que se estudió del Movimiento Constructivista fue Karl Ioganson quien creó sus primeras estructuras de tensegridad. Se aplicó el concepto de tensegridad en el prototipo de la del cuerpo de la mariposa *Heliconius Doris Obscurus* como una estructura flotante.

El tamaño del cuerpo del prototipo es de 960 mm. Para armar el prototipo me ayudaron dos alumnos de la licenciatura de Diseño, América Sánchez quien había terminado su servicio social y quien está interesada al igual que Alfredo Almaraz en continuar con esta investigación.

Cabe mencionar que antes de realizar el prototipo de la mariposa se realizaron dos modelos. El primer modelo que es un sólido e impreso en su totalidad sirvió para estudiar la forma de la mariposa. El segundo modelo se dividió el cuerpo de la

mariposa en 24 partes y se unieron por medio de una red tridimensional reticulada de monofilamento de nylon para tensionar y unos popotes de plástico como separadores entre cada pieza.

Esta investigación fue aceptada en el congreso CAD'17 que se realizó en Okayama, Japón y el paper "Application of the Tensegrity system to create the 3D impression of the butterfly body *Heliconius Doris obscurus* as a floating compression structure" se publicó por Taylor & Francis en la revista *Computer-Aided Design and Applications*.

El Movimiento Constructivista, el modelo tridimensional, el coche robot esfera y la mariposa *Heliconius Doris Obscurus* fueron los temas que se trataron en el libro denominado "Geometría en movimiento" Transformaciones geométricas de rotación, traslación y simetría basadas en las obras de Ródcchenko e loganson.

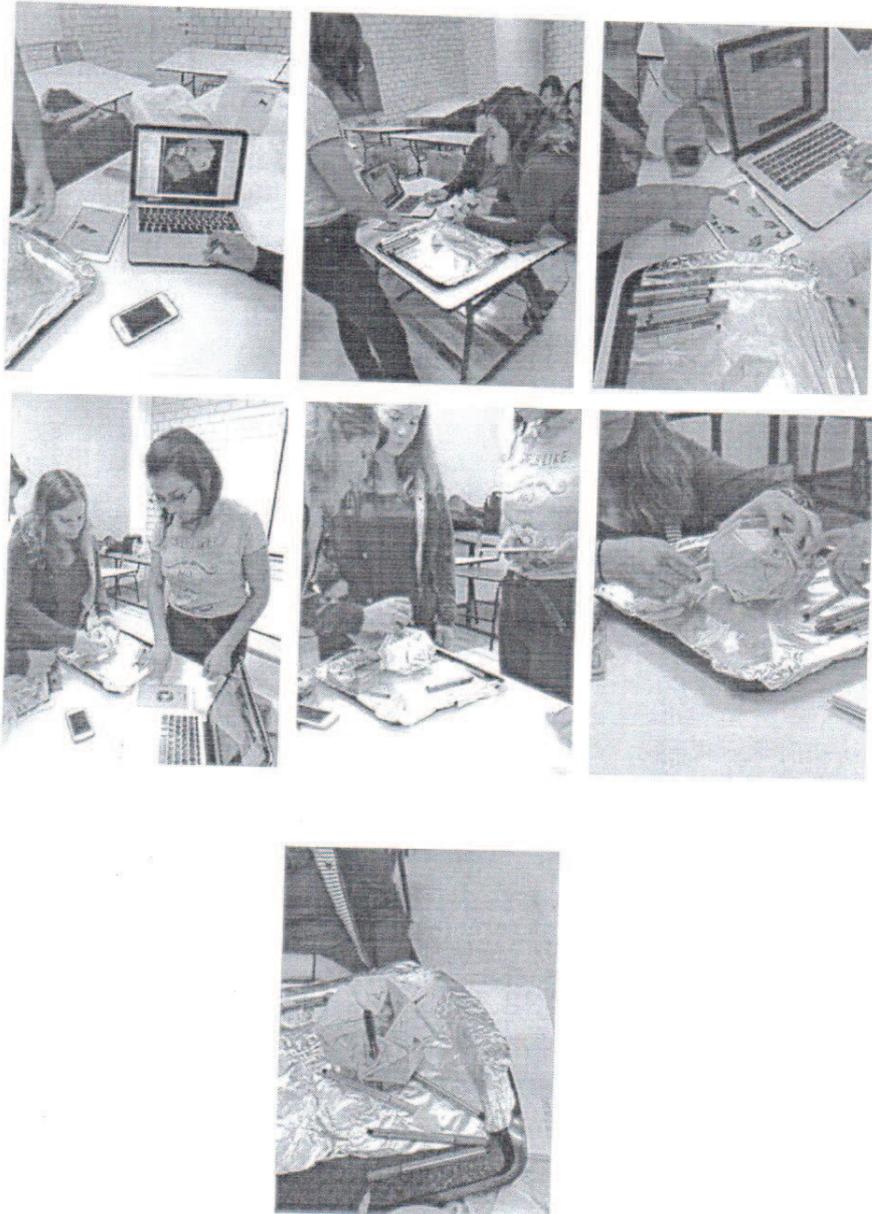
En este libro el prólogo lo escribió el Dr. Aarón J. Caballero Quiroz, la animación del modelo de la construcción espacial la realizó el Lic. Enrique García Salazar.

El proyecto "Geometría en movimiento" fue tema para las UEA Proyecto terminal I, II y III. Los alumnos trabajaron primero con el modelo tridimensional de madera. Los alumnos cuando cursaban la UEA Proyecto Terminal I y el profesor Sergio Vázquez armaron el modelo basándose en el equipo de laboratorio que se realizó. Después los alumnos trabajaron con las alas de la mariposa y finalmente trabajaron con una cochinilla en donde utilizaron el método de mi auditoría. Los alumnos utilizaron los tres los programas de cómputo y los manuales para encontrar los valores de las coordenadas "x", "y" y "z" de los puntos en el espacio.

En este proyecto, dos alumnos realizaron su servicio social en donde hicieron una comparación del modelado de la cochinilla a partir del método de mi auditoría, el cual le llamaron modelado tabular y el modelado superficial-poligonal por medio del programa Maya. Terminaron con la impresión 3D de la cochinilla y con la propuesta de un objeto basado en la estructura geométrica del caparazón de la cochinilla.

Finalmente, el rompecabezas a partir de tetraedros se utilizó en la UEA de "Problemas de diseño de información instruccional y educativas" en la Maestría en Diseño, información y Comunicación de la UAM, Cuajimalpa, en donde las alumnas diseñaron el material educativo de cómo se arma un rompecabezas tridimensional.

En las fotos que a continuación se presentan se puede observar como trabajaron las alumnas para comprender el cómo se arma el rompecabezas.



Cabe mencionar que todos los diseños, planos, manuales, equipo de laboratorio, programas de cómputo y el libro fueron creados por la autora de este reporte. Me apoyaron en esta investigación América Sánchez León y Alfredo Almaraz Figueroa alumnos que estudian la carrera de Diseño y el Lic. Enrique García Salazar que es Técnico Académico del Departamento de Teoría y Procesos del Diseño de la División de Ciencias de la Comunicación y Diseño, Universidad Autónoma Metropolitana, Cuajimalpa.