

# Patrones en movimiento

## Resumen

Bajo el enfoque de la Biomímesis, este taller consiste en lograr que el alumno comprenda que dentro de su entorno natural existen patrones, formas, geometrías y algoritmos matemáticos que hacen sustentable lo natural; y que desde la observación y la abstracción lograr una figura estable con tales características, en este caso se utiliza como referencia estructuras formadas con diferentes geometrías, ya sea en su forma o en el crecimiento de esta misma. Este taller incluye dos actividades de 30 minutos cada una, ideal para trabajar en situaciones de rápida realización, talleres como ferias o exposiciones.

## Objetivos del taller

- Mostrar la resistencia que genera la secuencia de estas formas geométricas, patrones que vienen desde estructuras naturales animales.
- Comprender de una manera diferente la observación de la naturaleza a partir de la actividad sensorial desde el modelo didáctico.

## Impacto en el participante

- Reconocimiento de figuras geométricas, patrones y secuencias en estructuras naturales.
- Entendimiento parcial de los principios abstraídos desde la naturaleza para la formación de estructuras didácticas.

## Características del taller

El taller Patrones en movimiento se divide en dos fases dependiendo de la edad del participante, en la primera fase se prefiere trabajar con alumnos más grandes, por su mayor habilidad motora, y para la segunda fase de alumnos de menores edades.

1. **Formas estructurales resistentes a partir del patrón. [ Bola Hexagonal]**
2. **Formas estructurales a partir del movimiento. [Helicoide]**

*(Pensado para que sea un taller rápido, de no más de 35 minutos de duración.)*

**Duración:** 30 minutos cada sub - taller

**Cantidad de participantes:** 10 a 20 personas

**Rango de edad:** 7 a 16 años

**Material didáctico:** Helicoide; Bola hexagonal [Ficha material didáctico PM]

**Herramientas Físicas:** televisión, computadores, muestras prototipos, toallas húmedas.

**Herramientas Metodológicas:** Explicación verbal y audiovisual de la materia: qué es la biomímesis, patrones geométricos dentro de la naturaleza, habilidad de la naturaleza

## Cronograma

### Bola Hexagonal- 30 minutos

- 1 minuto: Presentación del Equipo
- 4 minutos: Introducción a los patrones
- 4 minutos: Ejemplos de la naturaleza
- 1 minuto: Entrega de kit
- 15 minutos: Desarrollo de la actividad
- 5 minutos: Reflexión final, recopilación de testimonios

### Helicoide- 30 minutos

- 1 minuto: Presentación del Equipo
- 4 minutos: Introducción a los patrones
- 4 minutos: Ejemplos de la naturaleza
- 1 minuto: Entrega de kit
- 15 minutos: Desarrollo de la actividad
- 5 minutos: Reflexión final, recopilación de testimonios

## Bola Hexagonal

### Materia a explicar

Las caras de una cúpula geodésica pueden ser **triángulos, hexágonos o cualquier otro polígono**. Los vértices deben coincidir todos con la superficie de una esfera o un elipsoide (*si los vértices no quedan en la superficie, la cúpula ya no es geodésica*). El número de veces que las aristas del icosaedro o dodecaedro son subdivididas dando lugar a triángulos más pequeños se llama la frecuencia de la esfera o cúpula geodésica. *Esta secuencia de triángulos es una manera perfecta de teselar una esfera, el calce entre sus lados es perfecto y puede modelar muy bien cualquier curvatura.*

Las tortugas o quelonios (Testudines) pertenecen al orden de los reptiles (Sauropsida). El testudino más antiguo que se conoce es **Odontochelys**, que vivió en Asia, **hace 220 millones de años**, lo que supone que las tortugas formen uno de los grupos de **reptiles más antiguos**, mucho más antiguos que los lagartos y serpientes. Era acuática, y poseía un plastrón\* bien definido, pero el espaldar era primitivo. Luego fue la tortuga **Proganochelys**, que vivió en *Eurasia* hace unos **210 millones de años**.

Era una tortuga primitiva, con un caparazón parecido al de las especies actuales, pero poseía aún dientes en el paladar; **la cabeza, cola y patas no podían retraerse dentro del caparazón, pero estaban protegidas por espinas.** [[11]]

**Las subunidades presenta una forma hexagonal porque son una de las formas geométricas más eficientes que pueden cubrir superficies curvas con un mínimo desperdicio de material. Una vez que se forman las capas hexagonales superiores, la cubierta se completa con formas de relleno que constituyen polígonos de diferentes tamaños.**

Las tortugas y otras criaturas sin caparazón usan caparazones como escudos para protegerse de los depredadores o animales que los cazan. **Las tortugas probablemente necesitaban un escudo en sus espaldas y estómagos porque se enfrentaban a los depredadores en el océano desde arriba y desde abajo.**

Las formas del caparazón de las tortugas difieren con cada especie y, a menudo, están relacionadas con el hábitat:

- La mayoría de las tortugas acuáticas, (turtle), son generalmente más planas, su caparazón ha evolucionado y se ha vuelto mucho más chato que el de las tortugas de tierra para facilitar su dinamismo en el nado, por esto las tortugas marinas no pueden guardar su cabeza y sus patas dentro del caparazón, mientras que las tortugas terrestres sí.
- Las tortugas terrestres, (tortoise), por otro lado, tienen caparazones con forma de cúpula.

**El caparazón puede ser liso, granuloso, rugoso o tener una combinación de todas estas características.** El caparazón puede variar mucho entre las diversas especies de tortugas. Hay incluso tortugas con un caparazón más flexible conocidas como tortugas de caparazón suave.

**A diferencia de la mayoría de los animales con caparazón, la tortuga no puede retirarse completamente del suyo. Esto es porque el caparazón es en realidad parte de su estructura ósea.** El **caparazón** es lo que las protege *donde también podemos encontrar hexágonos*. Formado por un **endoesqueleto de huesos dermales y por una epidermis córnea externa protectora**, lo que a su vez está compuesto por varios escudos rígidos que acumulan  $\beta$ -keratina. *La parte dorsal del caparazón se denomina **espaldar** y la parte ventral, **peto o plastrón**.* Ambas conchas están hechas de muchos huesos fusionados.

los volúmenes geométricos se toma un modelo geométrico, similar estructuralmente al que utiliza Fuller con triángulos para sus geodésicas, pero las caras de este se trabajan con forma de hexágonos y pentágonos. A diferencia de Fuller este objeto es de caras cerradas.

Este patrón sigue la misma regla geométrica que presentan algunos caparazones de tortugas, una serie de hexágonos superiores, rodeado por pentágonos como formas de relleno, para poder darle un borde recto a su caparazón.

Se forma a partir de la unión de dos tipos de piezas, caras y uniones, insertándose entre sí. Se entrelazan de forma similar a la anterior, pero en ésta se disminuye la longitud de la rama y se convierte al eje en una cara de forma geométrica.

## Armado

Se presenta el objeto a construir, mostrando sus piezas principales, y dando algunas reglas base para su construcción. El objeto se conforma solo de combinaciones de pentágonos y hexágonos, para esto "los hexágonos no pueden tocarse entre ellos, en cambio los pentágonos pueden tocarse entre ellos y también con hexágonos".

## Helicoide

### Materia a explicar

**Filotaxis:** En botánica, se llama filotaxis o filotaxia a la disposición de las hojas, brácteas, flores u otras estructuras vegetales repetitivas de forma regular, alrededor de un eje o centro. A menudo están dispuestas según uno o varios sistemas de espirales o hélices

- **plantas con distribución alterna:** De cada nudo sólo crece una hoja.
- **Plantas con distribución verticilada:** cada nudo brotan dos o más hojas

Dentro de estos grandes grupos también hay distinciones. Decimos que la filotaxis alterna es **dística** cuando las hojas crecen opuestas en el tallo y **helicoidal** cuando cada hoja está girada respecto a la anterior en un ángulo inferior a 180°. Será centrado en la distribución de las hojas en las plantas con **filotaxis helicoidal**.

La planta tiende a una formación ocupando dos espacios: el cielo y la tierra. Esta, como ya se mencionó anteriormente, crece a partir de células con funciones específicas, pero dichas células tienden a una distribución regida por matemática, en específico, el número áureo. La semilla al momento de germinar comienza a crecer generando un tallo y posteriormente brotes que salen de este, tal crecimiento está regido por un movimiento que viene de las espirales de manera helicoidal, y cada brote está dirigido por un ángulo específico que es  $137,5^\circ$  el cual aparece a partir de dividir  $360^\circ$  [diámetro de una circunferencia] en el número de oro [1.61803398874989], dando como resultado  $222,5^\circ$ . La sumatoria de estos factores hace que cada brote de la planta no se tope con otro, teniendo así todos la misma cantidad de nutrientes.

Tal y como se explica en una publicación aparecida en 1984 en el "Journal de Physique" fue diseñado un algoritmo matemático para modelar las semillas de un girasol, ante lo cual se observó que con un ángulo de crecimiento igual al ángulo áureo (se obtiene al dividir una circunferencia en proporción áurea y resulta ser de unos  $137,5^\circ$ ), se obtienen estructuras similares a girasoles reales. La conclusión de esta investigación fue que los propios requisitos de homogeneidad y auto similitud limitan de forma drástica las estructuras posibles siendo la espiral de ángulo de divergencia  $360/\Phi$  "la estructura ideal."

Sin embargo, hay más razones que justifican esta distribución: recientes experimentos realizados por "L.S. Levitov en 1991 y por S. Douady e Y. Couder" con campos magnéticos ofrecen una explicación física a este fenómeno. Ellos colocaron un plato lleno de aceite de silicona en un campo magnético que era más intenso alrededor del borde. Derramaron periódicamente gotas de un fluido magnético que actuaban como pequeños imanes en el centro del plato. Como era de esperar, los pequeños imanes se repelían mutuamente a causa del gradiente magnético. Al observar la forma en que quedaban los imanes, Douady y Couder encontraron patrones que eran oscilantes pero que, en general, convergían a una espiral en la cual el ángulo de divergencia era de nuevo  $360/\Phi$ . Teniendo en cuenta que los sistemas físicos usualmente encuentran el equilibrio en el estado que representa la mínima energía, del experimento de Douady y Couder se deduce que "la filotaxis basada en el número  $\Phi$  simplemente representa el estado de energía mínima." Por lo tanto, se puede afirmar que la rama debe crecer separada en hélice ascendente según un ángulo constante y teóricamente igual a [2-0].

### **Crecimiento en horizontal**

Con respecto a la velocidad de crecimiento a cada lado de la rama, el desplazamiento antigravitópico se caracteriza por ser constante: mientras que la gravedad aumenta, el crecimiento de respuesta es en magnitud proporcional a la distancia entre la rama y el tallo, generando un sistema de crecimiento que mantiene toda una gama de ángulos de ramificación, por lo tanto:

- Menor tamaño menor fuerza contrapeso.

- Mayor tamaño mayor fuerza contrapeso.

### **Son fuerzas que actúan directamente proporcional**

La velocidad de crecimiento a cada lado de la rama en una rama no vertical, considerando un desplazamiento antigraavitópico, es constante. Mientras que la gravedad aumenta el crecimiento de respuesta en una magnitud proporcional a la distancia de la rama al tallo, generando un sistema de crecimiento que mantiene toda una gama de ángulos de ramificación en las plantas no leñosas.

### **Factores externos**

- **heliotropismo:** Movimiento de una planta o un vegetal que consiste en reaccionar al estímulo producido por la luz del sol orientando las hojas, los tallos o las flores hacia él.

### **Armado**

Este Kit contiene 3 tipos de piezas, un eje, aros intermedios y brazos, estas últimas contienen 5 diferentes tamaños. Se comienza por desprender las piezas, luego se disponen al armado. Por cada brazo que se coloca va un aro intermedio, la distribución de las piezas es libre a la creatividad del participante.