

Visualización y experimentación de las formas vivas

Exposición didáctica de la geometría en la naturaleza

Proyecto de título diseño industrial Profesor

Guía: Juan Carlos Jeldes Pontio

Alumno: Federico García Baeza

Septiembre 2013



PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATOLICA
DE VALPARAISO

85 años
1928-2013

e[ad]

ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Gracias a todos los que me
apañaron estos cinco años,
familia, amigos, compañeros.

Contenidos

Prologo	1
---------	---

Introducción

La forma como un posibilitador de experiencias	
El desarrollo de un pensamiento reflexivo mediante expeimentos	2

Modelos de educación	4
----------------------	---

Modelo Froebeliano	6
--------------------	---

Modelo Montessori	8
-------------------	---

Modelo Decroly	10
----------------	----

Modelo Freinet	12
----------------	----

Pensamiento reflexivo	15
-----------------------	----

Desarrollo formal de la investigación	23
---------------------------------------	----

Exposición explora El conocimiento a través de experimentos	33
---	----

Ante proyecto El cuestionamiento de nuestro entorno	37
---	----

¿Como crecen las plantas y los arboles?	38
---	----

¿Por qué son semejantes los elementos de ciertas formas en la naturaleza?	52
---	----

¿ Por que si las gotas y las burbujas son esféricas cambian de forma al agruparse?	64
--	----

¿ Como se componen las espirales de la naturaleza?	72
--	----

¿Como evolucionan las especie?	92
--------------------------------	----

Ante proyecto Formas en la naturaleza	95
---------------------------------------	----

Esfera	96
--------	----

Hexágono	98
----------	----

Pentágono	100
-----------	-----

Cono	102
------	-----

Onda	104
------	-----

Espiral	106
---------	-----

Hélice	108
--------	-----

Catenaria	110
-----------	-----

Fractal	112
---------	-----

Proyecto Visualización de las formas vivas	115
---	-----

Onda Movimiento ondulatorio	116
--	-----

Hexágono Tesselación de arena	122
---	-----

Fractales Construcción de árboles	126
---	-----

Pentagrama Hombre de vitruvio	132
---	-----

Espiral Construcción de un volumen	138
--	-----

Catenaria Construcción de una curva natural	142
--	-----

Simetría Caleidoscopio	146
----------------------------------	-----

Bibliografía	153
--------------	-----

Prólogo

Es destacable a esta generación de diseñadores que hoy egresan. Son un grupo de alumnos que conformaron un taller que comprendió en su paso por esta escuela la relevancia del trabajo colaborativo por sobre lo competitivo.

Mirando la diversidad de proyectos en que trabajaron, uno puede leer que las oportunidades de diseño se encuentran en cualquier situación, lo importantes es saber verlas. Muchas veces estas oportunidades de diseño están en situaciones cotidianas, y se hacen latentes en el momento en que se les mira y se les da forma que las distingue y las dignifica, por lo tanto el diseño no es sólo un producto al que pueden acceder quienes tengan cierta condición económica, sino quienes tengan recursos culturales y es de ahí que el diseñador debe saber leer también los recursos culturales de una comunidad para poder llevar adelante el diseño.

Ahora en particular me referiré a los siguientes proyectos.
Hexaedro, espacio lúdico modular. De Mónica Piña.
Instalación recreativa de cuerpo vertiginoso, diseño de bajo costo para escala de barrio. De Francisca Concha y Pablo Revco. Y,
Visualización y experimentación de las formas vivas, exposición didáctica de la geometría en la naturaleza. De Federico García.

Estos proyectos se perfilaron dentro del taller de título que dirigimos junto a Daniela Salgado. En esta ocasión trabajamos en torno a lo lúdico como una condición inherente a las personas y que es que se expresa con mayor intensidad en la niñez, de ahí que para descubrir cómo esto se convierte en objetos de diseño, ordenamos la investigación del taller desde los destinatarios en tres rangos etarios, niños preescolares, primer y segundo ciclo básico, y enseñanza media.

El primer proyecto es el diseño de un mueble que conforma un lugar de aula, opera en un espacio intermedio al punto de armarse abriendo el espacio. Mónica propone dar un espesor delante de las paredes de las salas de clases de los párvulos, a una escala en que los niños se encuentren con una unidad compuesta de celdas exagonales, al modo de un cuerpo cavernoso, es decir una fragmentación del espacio de la sala. De este modo se busca que el niño interactúe en un borde de múltiples aproximaciones y no con un cierre. Acá lo lúdico tiene cabida cuando el niño juega y el mueble se vuelve parte de una historia que se completa en su imaginación y afirma su personaje.

El segundo es un espacio de juego para comunidades en proceso de consolidación, se trata de diseños de lo que en la industria del equipamiento urbano denominan playground. Esta vez el propósito es colaborar con la conformación de los espacios públicos de poblaciones en desarrollo. Los alumnos avanzan con experiencias en distintos lugares y finalmente fabrican dos juegos en una comunidad del sector de quebrada verde de Valparaíso. Aquí los recursos culturales están dados por el entendimiento de los habitantes del lugar y los alumnos son capaces de ver las capacidades transformadoras de los miembros de la comunidad. En este proyecto se logra Trabajo comunitario, entendimiento del entorno y lectura de los anhelos para dar con la forma.

En ambos proyectos mencionados se enfatizan el diseño con conciencia social y ambiental, considerando los ideales y la factibilidad de poner en práctica lo que se quiere, mediante un diseño inclusivo y respetuoso, es el espacio compartido, el espacio de goce y alegría en un presente.

Por otra parte Federico García propone una exposición interactiva en donde el joven relaciona formas en la naturaleza, sus patrones geométrica y la escritura matemática. Estudia cómo las formas en la naturaleza se sintetizan en elementos geométricos básicos o son la combinatoria de estos. Luego es posible descubrir el algoritmo matemático detrás de toda forma! aún en aquellas que parecieran ser irregulares. Este ha sido un exhaustivo trabajo donde el desafío a sido encontrar el modo de transmitir al usuario a través de la experiencia la relación entre la naturaleza y los números. Federico ha realizado una serie de nueve objetos que intentan expresar formas artificiales semejantes a las naturales pero que al presentarse de manera separada se puede ver el algoritmo que las compone. Hasta ahora los recursos materiales son para la construcción de prototipos. Este trabajo será parte de una segunda exposición itinerante del programa explora conicyt que diseñaremos en la escuela.

En el caso de Mónica los párvulos interactúan adquiriendo una noción del espacio.

En el proyecto de Francisca y Pablo el destinatario interactúa construyendo una noción de lo social. Y en Federico se entrega una visión de abstracción matemática. Noción del espacio, noción social y conocimiento.

Juan Carlos Jeldes P.

Introducción

La forma como un posibilitador de experiencias
El desarrollo de un pensamiento reflexivo mediante experimentos

El estudio se enfoca en la manera de transmitir un conocimiento, el como este es recibido y aprendido conscientemente.

Para ello la manera de enseñar se debe enfocar hacia las capacidades del individuo (en este caso un alumno de enseñanza media) y su propia forma de aprender, de este modo el estudio sera tratado desde las conductas innatas de este, tales como: la curiosidad, la inquietud, el explorar, el juego y la experimentación, las cuales constituyen las bases del aprendizaje desde la acción

La curiosidad y la inquietud son parte de todo aprendizaje debido a que son el medio a través el cual se adquiere material para poder desarrollar un pensamiento reflexivo, entendiend este como la capacidad humana de, mediante la observación y experimentación lograr ciertos aprendizajes que posteriormente se relacionaran y generaran esquemas que le otorgaran orden y coherencia lógica al razonamiento humano.

El joven podrá así desarrollar hábitos que posteriormente le otorgaran la posibilidad de responder creativamente frente a los problemas que se le presenten, comprendiendo como adaptar el conocimiento adquirido mediante la acción a través de la reflexión de sus actos y pensamientos.

El juego es la base para la adquisición de conocimientos, ya que le permite generar a los individuos por medio de la acción y la práctica, consciencia de si mismos, conocimientos sobre los otros, su aceptación y colaboración con los demás, ademas de otorgarle conocimiento sobre los objetos, el espacio que lo rodea y sus diferentes relaciones.

Así la forma (Experimentos) es una manera de hacer tangible el conocimiento adquirido. Con lo anterior surge otro modo de aprendizaje, en el cual por medio de la forma se busca generar una nueva curiosidad, un mirar del entorno en el cual se vive, incorporando una coordenada distinta que se integra al modo de ver lo que lo rodea.

Por ello se aborda la interacción con la forma como un proceso de aprendizaje, en el cual el joven experimentara mediante la acción y desarrollara la capacidad de generar diferentes maneras de concebir su entorno, siendo una expresión de lo ya mencionado la construcción de la naturaleza por medio de la geometría.

Esta forma busca mediante la matemática y la geometría dar cierta explicación a nuestro entorno, construyendo abstracciones de la naturaleza por medio de las formas y los patrones geométricos que ella nos presenta, generando así estructuras naturales de una forma artificial con el fin de comprender la conformación de esta.

Modelos de Educación

Los métodos educativos proponen una forma de concepción del hombre y la sociedad, comprendiendo al ser humano de una forma integral, enfocándose generalmente sólo en algunos aspectos de este, así se originan diferentes formas de plantear la educación con un punto de vista psicológico, social y antropológico, orientándola a través de las conductas de la persona.

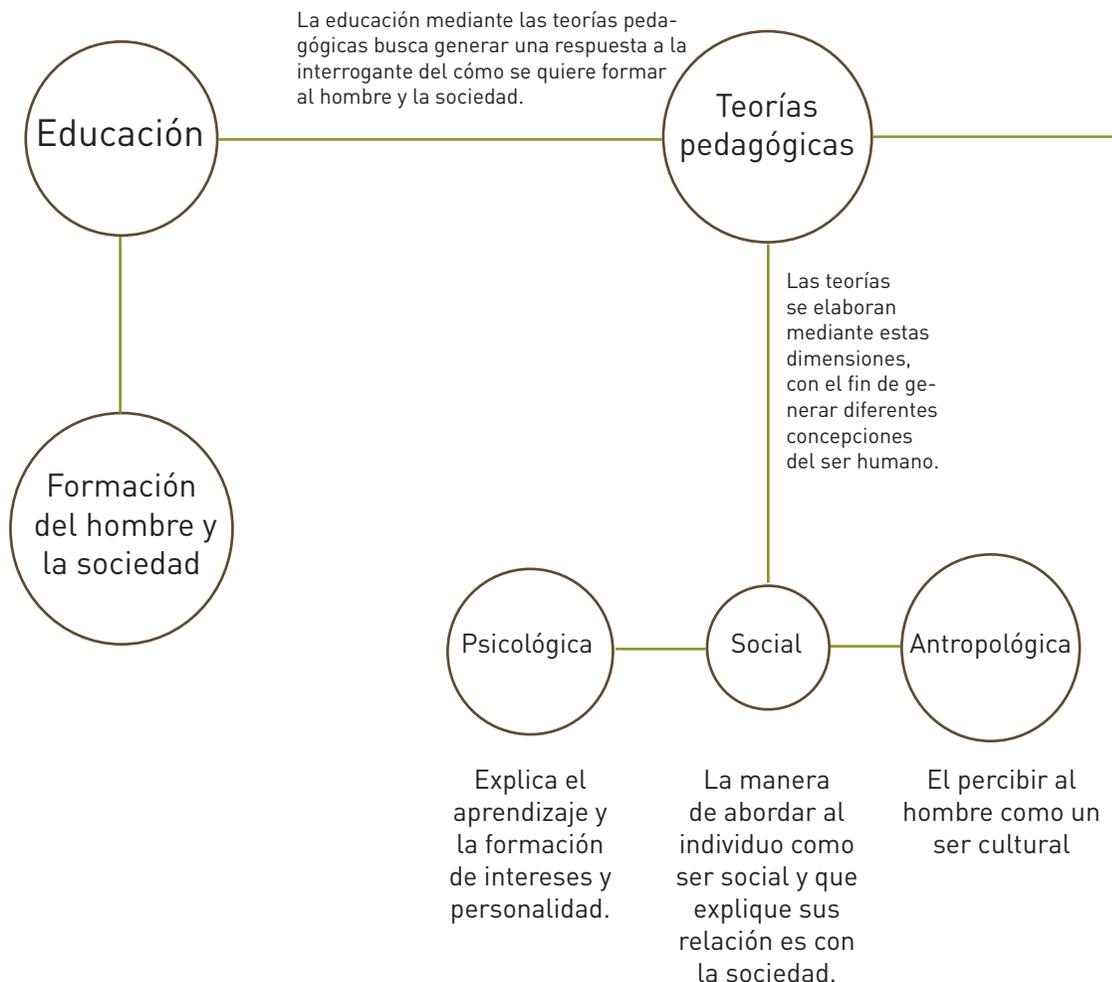
La conformación de un modelo se centra en los fines, propósitos, los contenidos y sus secuencias.

De esto se desprende según J. De Zubiría tres modelos pedagógicos de acuerdo a sus propósitos:

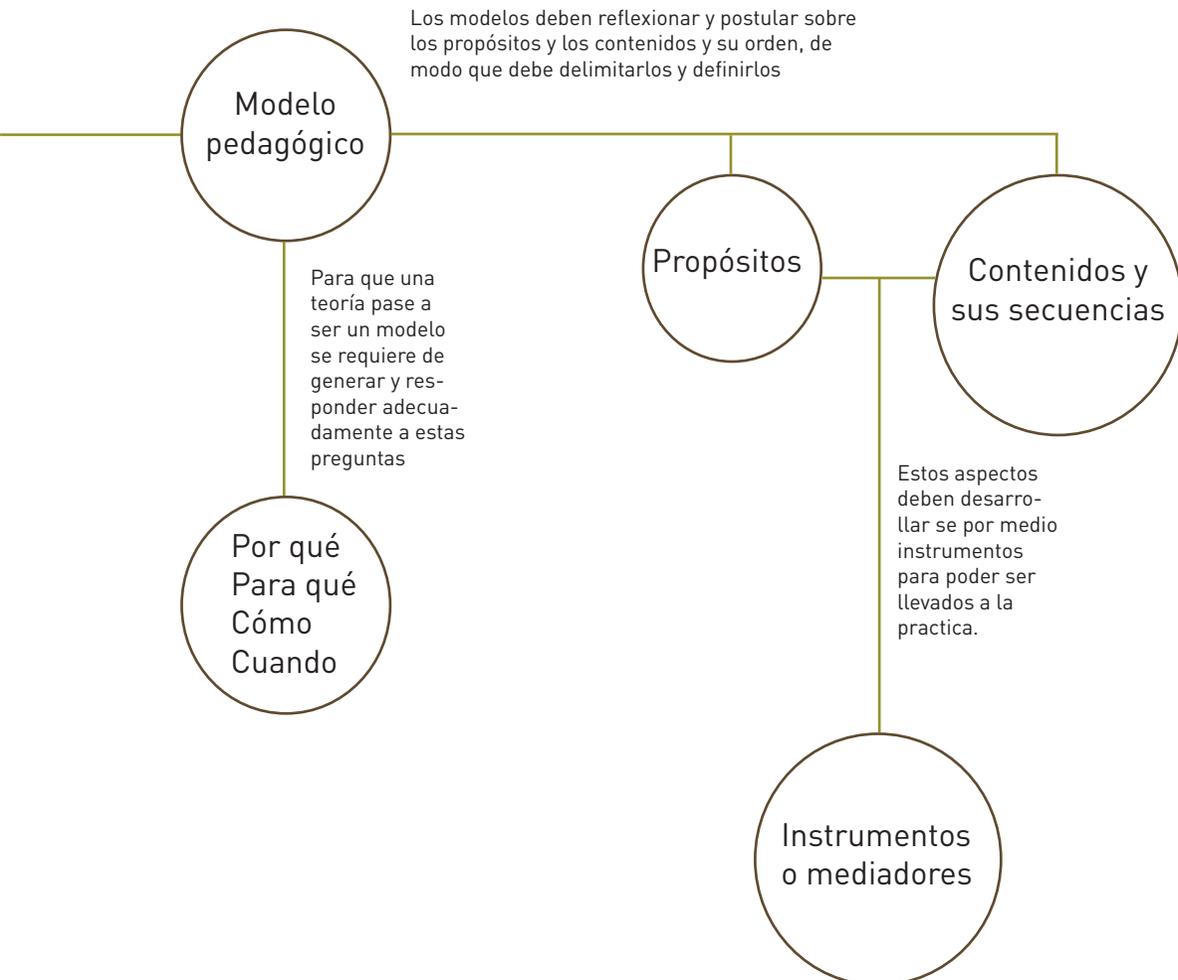
Los modelos tradicionales, que se proponen lograr el aprendizaje mediante la transmisión de información.

Los modelos activos o de la escuela nueva, que ponen el énfasis del aprendizaje en la acción, la manipulación y el contacto directo con los objetos.

Los modelos actuales que proponen el desarrollo del pensamiento y la creatividad como finalidad de la educación, transformando con ello los contenidos y la secuencia.

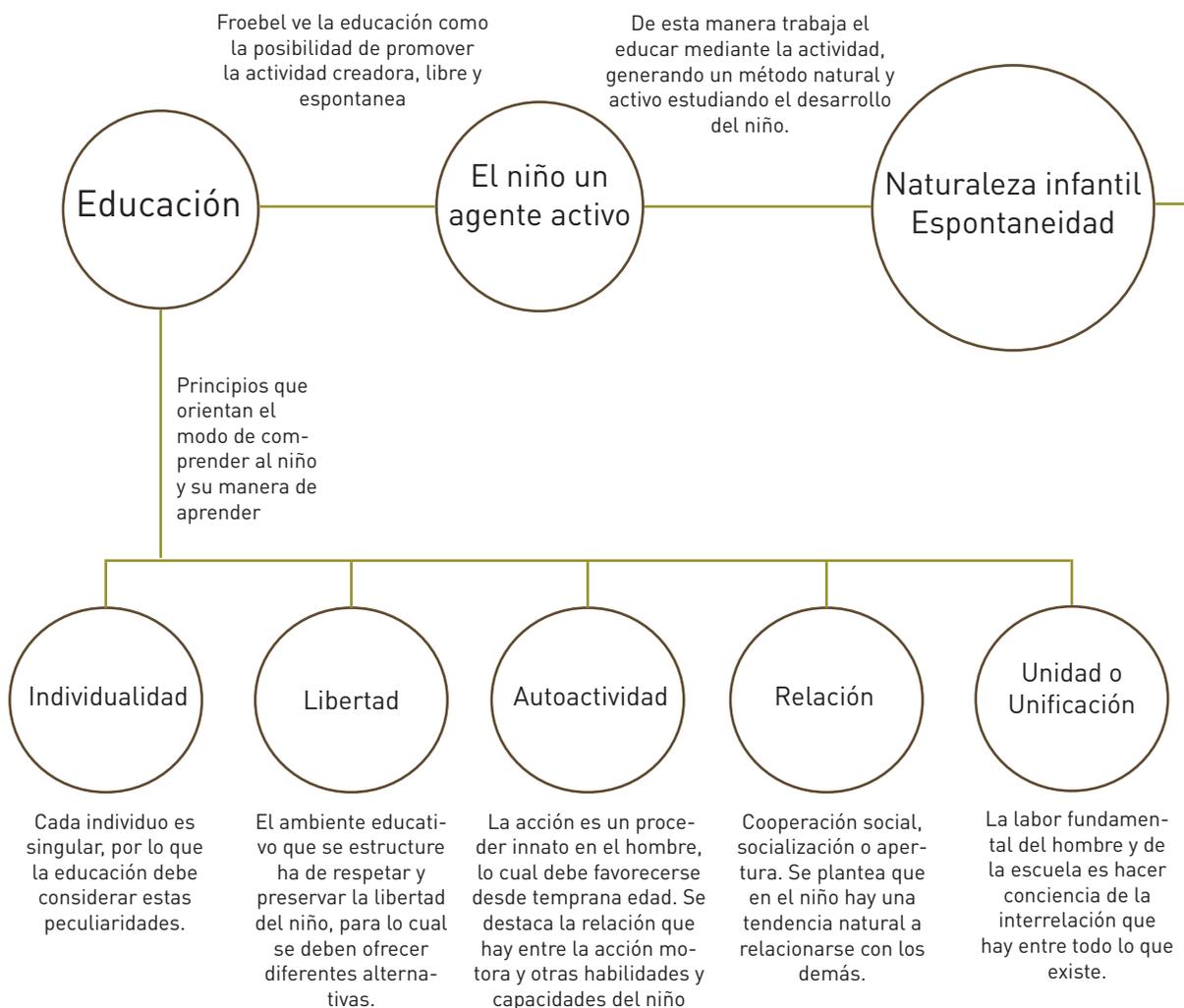


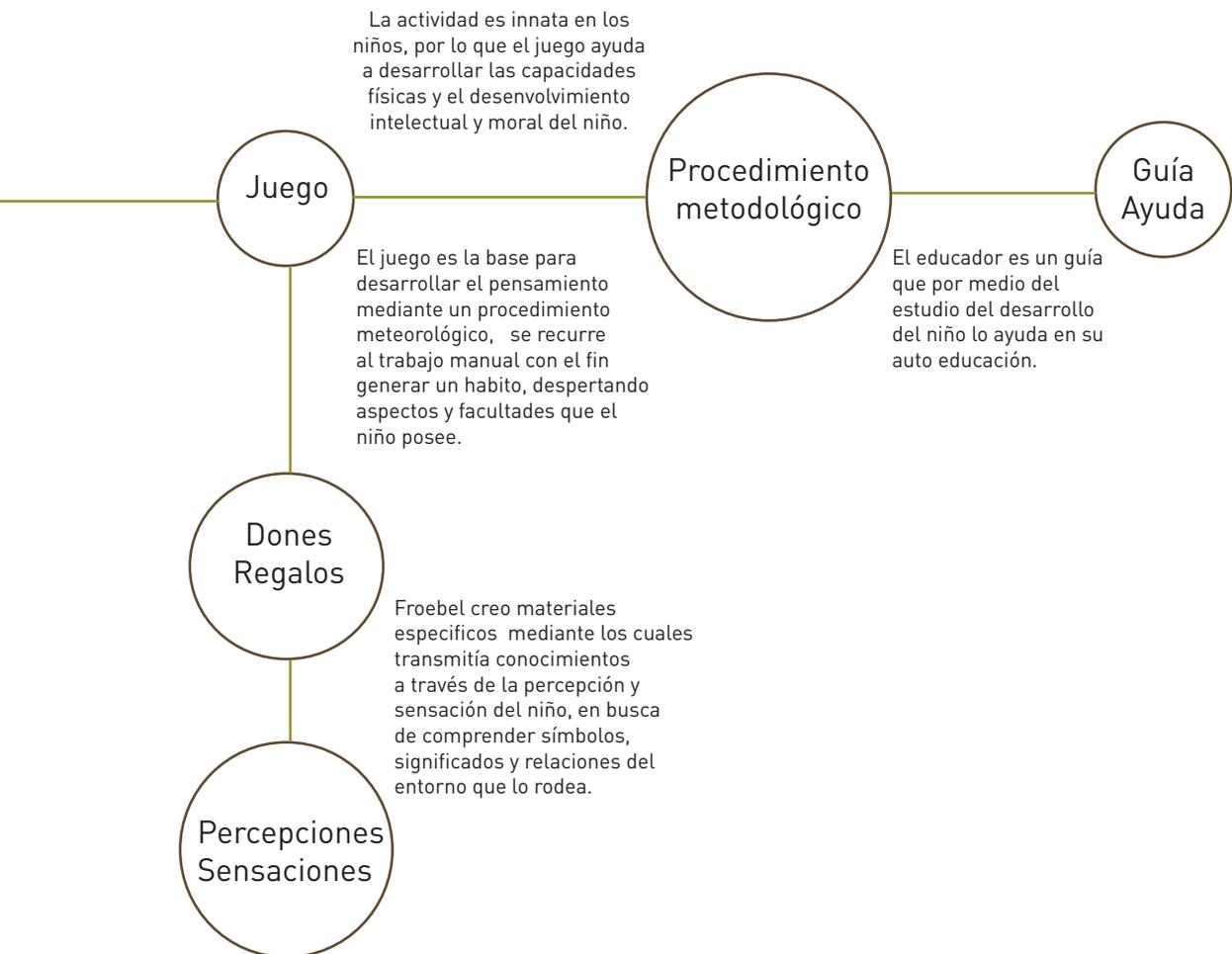
Debido a lo anteriormente planteado el estudio se centra en los métodos que se generan en la escuela nueva, en donde al infante se le guía desde su naturalidad, la acción, por medio de la cual va aprendiendo y adquiriendo facultades a través de la experiencia. Contraponiéndose al modo de realizar el aprendizaje desde un proceso de comprensión que, desde el exterior, se incrusta en los infantes. De esta manera se deja a un lado el autoritarismo, el mecanicismo y la falta de actividad que son pilares para un modelo tradicional.



Modelo Froebeliano

Friedrich Froebel (1782-1852) pedagogo que inició la educación preescolar sistemática que poseía un enfoque teórico práctico, la cual debe estar basada en la auto educación del niño, considerando su propia naturaleza y espontaneidad, desde la cual el desarrollo del niño se genera mediante la ayuda y la guía de este por medio de su propia experiencia.

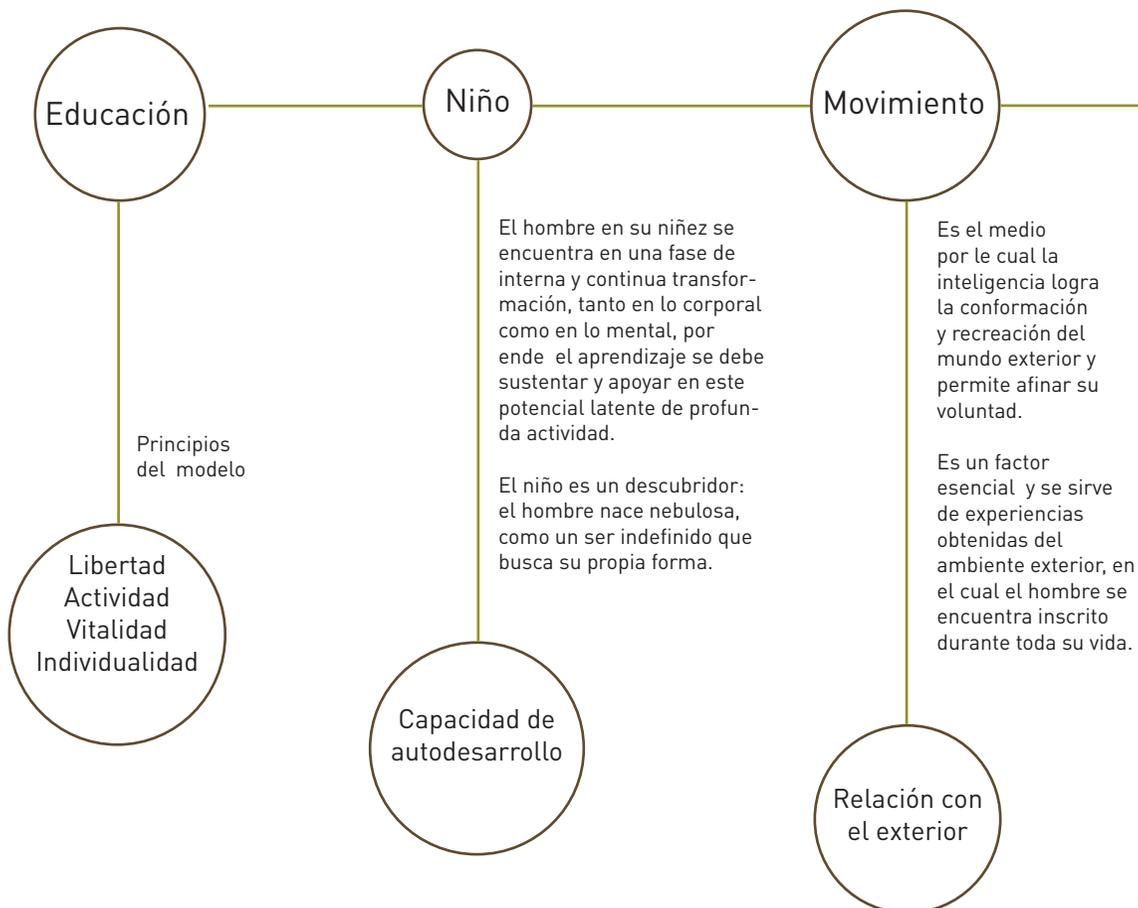




Modelo Montessori

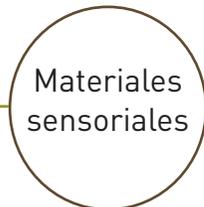
María Montessori (1870-1952) se basa en los planteamientos de Froebel, sobre el enfoque del aprendizaje, el cual debe ser planteado desde las capacidades del niño. Postula que el niño posee la capacidad de auto desarrollarse y posee un potencial latente que se madurara por medio del movimiento y la acción, elementos naturales de este.

Plantea que el espacio, el ambiente en el cual el niño se encuentra debe ser adecuado para que se pueda desenvolver de una buena forma, ya que el hombre se encuentra en una constante relación con el exterior por medio del movimiento.





Montessori creía que se aprende mejor en un ambiente preparado, en el cual los niños son libres e independientes de los maestros. Propone un orden espacial para las experiencias y materiales de aprendizaje, de modo que los niños al explorar se encuentran libres de poder elegir y poder desarrollar su propio interés con el fin de absorber los conocimientos inscritos en los materiales.



Los materiales sensoriales se encuentran en una clase habitual.

Su propósito es que mediante los sentidos los niños se centren en cualidades obvias y particulares, para poder discriminar de un modo mas sencillo los estímulos que reciben de las formas.

Cualidades



Los materiales están diseñados para que los niños comprueben si han cometido algún error.



Los materiales están diseñados para mantener otras variables constantes, excepto la cualidad o cualidades aisladas.

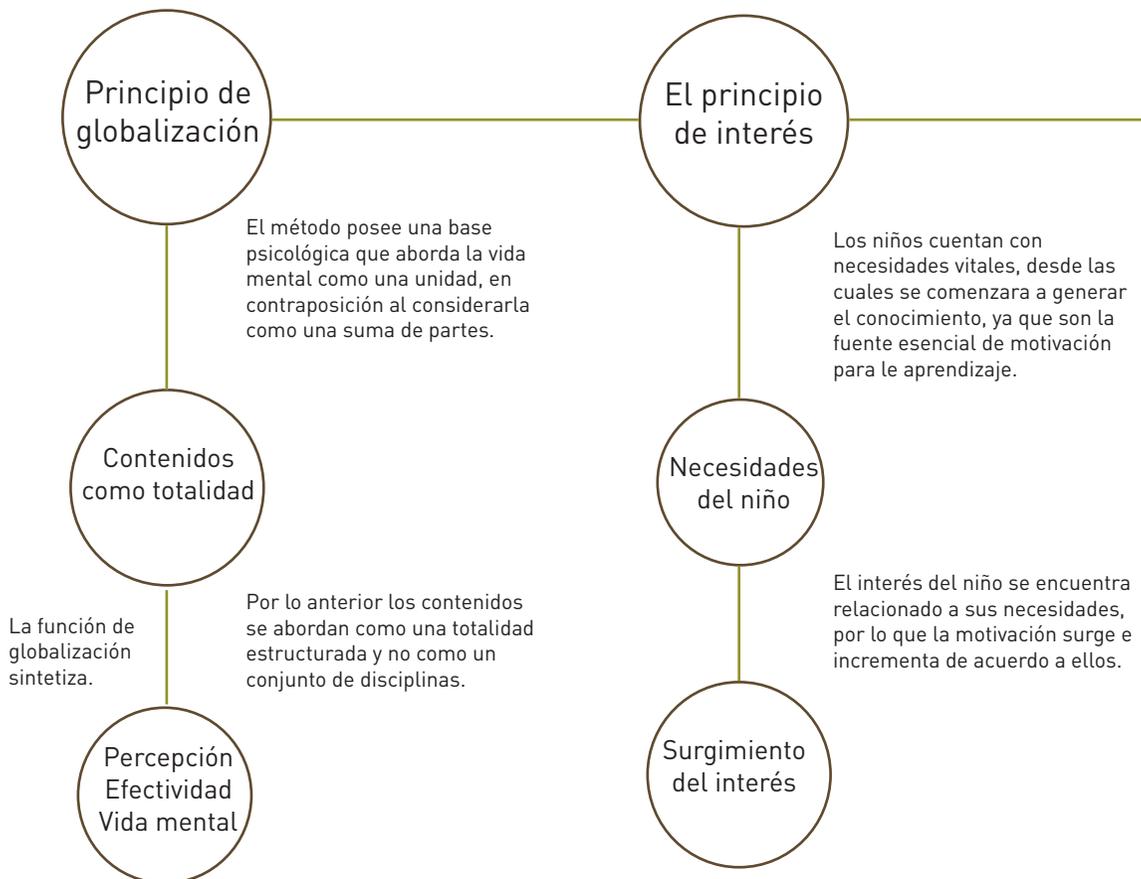


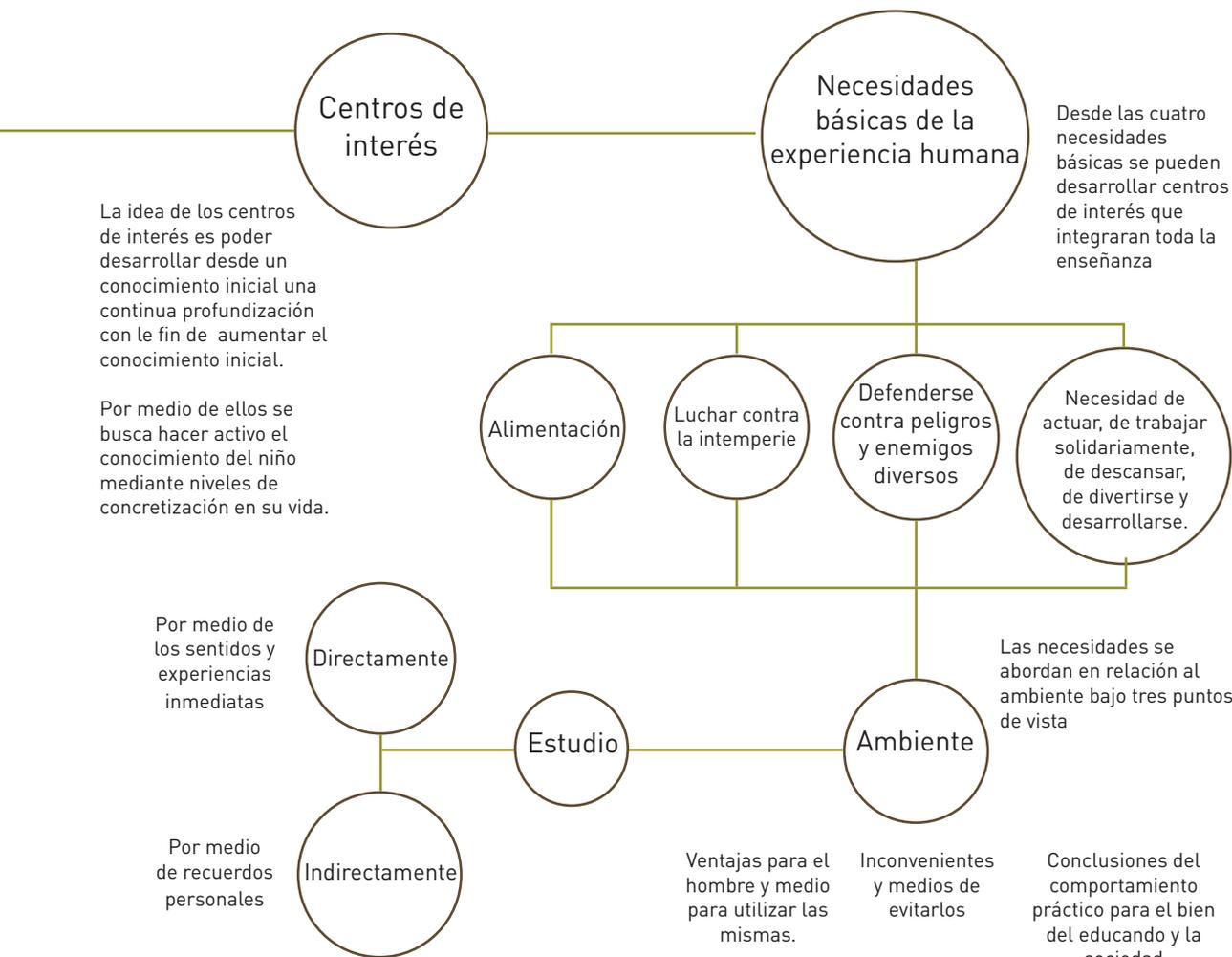
Los materiales fomentan la implicación activa en vez del proceso pasivo de observar.



Los materiales poseen colores y tamaños que llamen la atención de los niños.

Decroly (1871 - 1932) desarrolló desde la psicología y la medicina una manera de abordar la enseñanza, en la cual ve la mente del niño como un todo, una unidad integral, de esta forma aborda los conocimientos bajo esta teoría y los contenidos se abordaran como una totalidad. De esta manera el niño comenzara por estudiar la totalidad, para luego comenzar a profundizar en las distintas materias de una forma analítica, de acuerdo a sus necesidades, intereses y motivaciones.



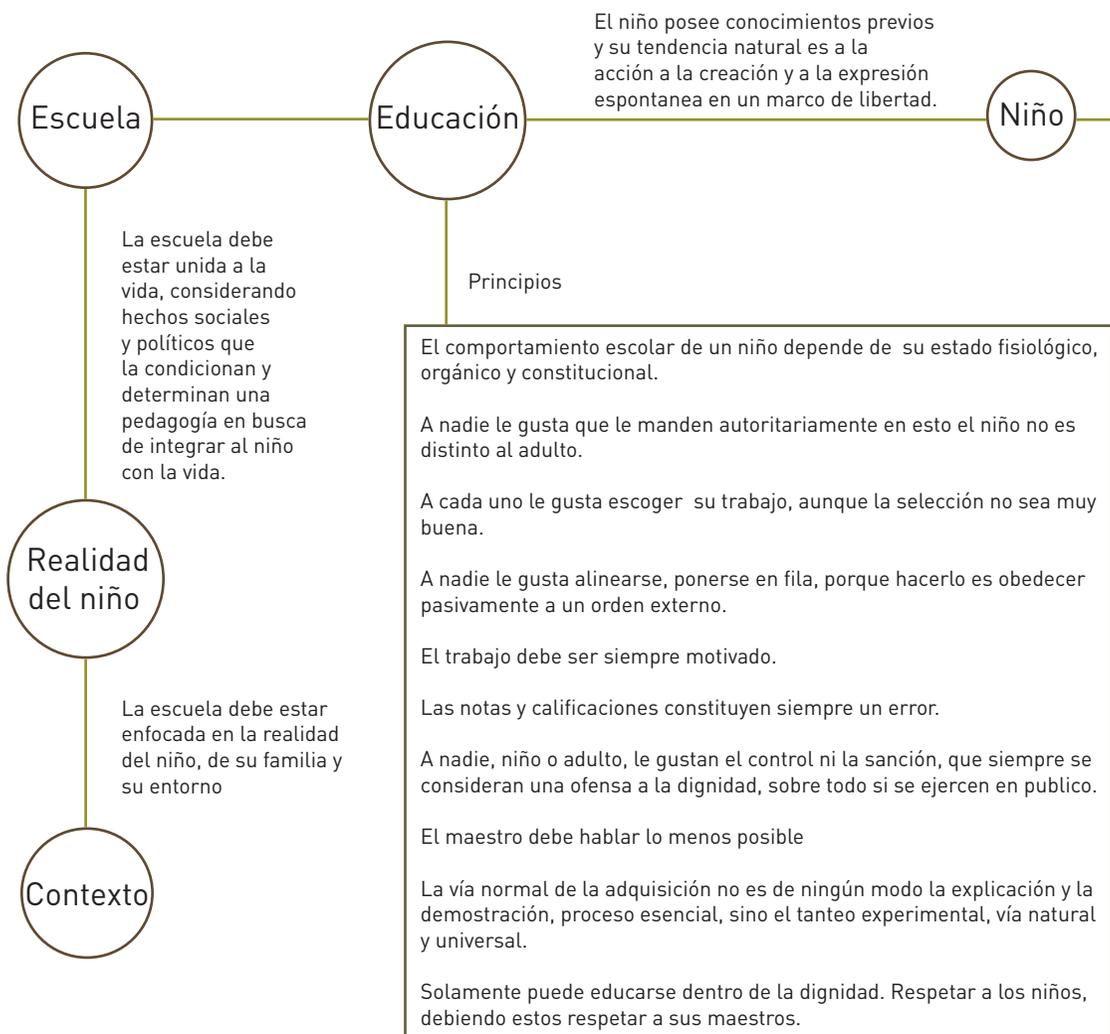


Modelo Freinet

Celestin Freinet (1896 - 1966) se preocupó de construir una educación para y por el pueblo, en donde el niño está inscrito en una sociedad, por medio de la cual se articula la educación, integrando al niño, la familia, la escuela y su comunidad.

En busca de generar un hombre preparado ante la sociedad, generó el juego - trabajo o el trabajo - juego, en el cual el niño por medio de su naturalidad activa logra aprender por una actividad específica que se desarrollará por medio de la exploración y experimentación.

De esta manera el trabajo poseerá las mismas cualidades que el juego, en cuanto se le ofrezcan actividades interesantes.



Pedagogía

Relaciona al niño con la vida, con su medio social y con los problemas que enfrenta, tanto personales como de su entorno.

Unitaria
Dinámica

Juego
Trabajo

El niño adquiere los conocimientos a través de la acción, la expresión y el ejercicio, en donde la acción es definida como trabajo el cual debe responder a las necesidades del niño, incorporando la alegría vital que contiene el juego mediante actividades interesantes.

Satisfacción

El motor principal del juego no es el placer ni la alegría, sino, que al igual que el trabajo, son la satisfacción de la necesidad de vida y actividad.

Es la satisfacción de todos los requerimientos primordiales de los individuos. Libera y canaliza la energía fisiológica y el potencial psíquico natural.

Pensamiento reflexivo

Según estos modelos educacionales se logra apreciar la manera de entregar conocimiento mediante las actitudes innatas del niño, en especial su inquietud y acción, medio por el cual este va construyendo su yo y la relación con el entorno que lo rodea, al desarrollar su motricidad.

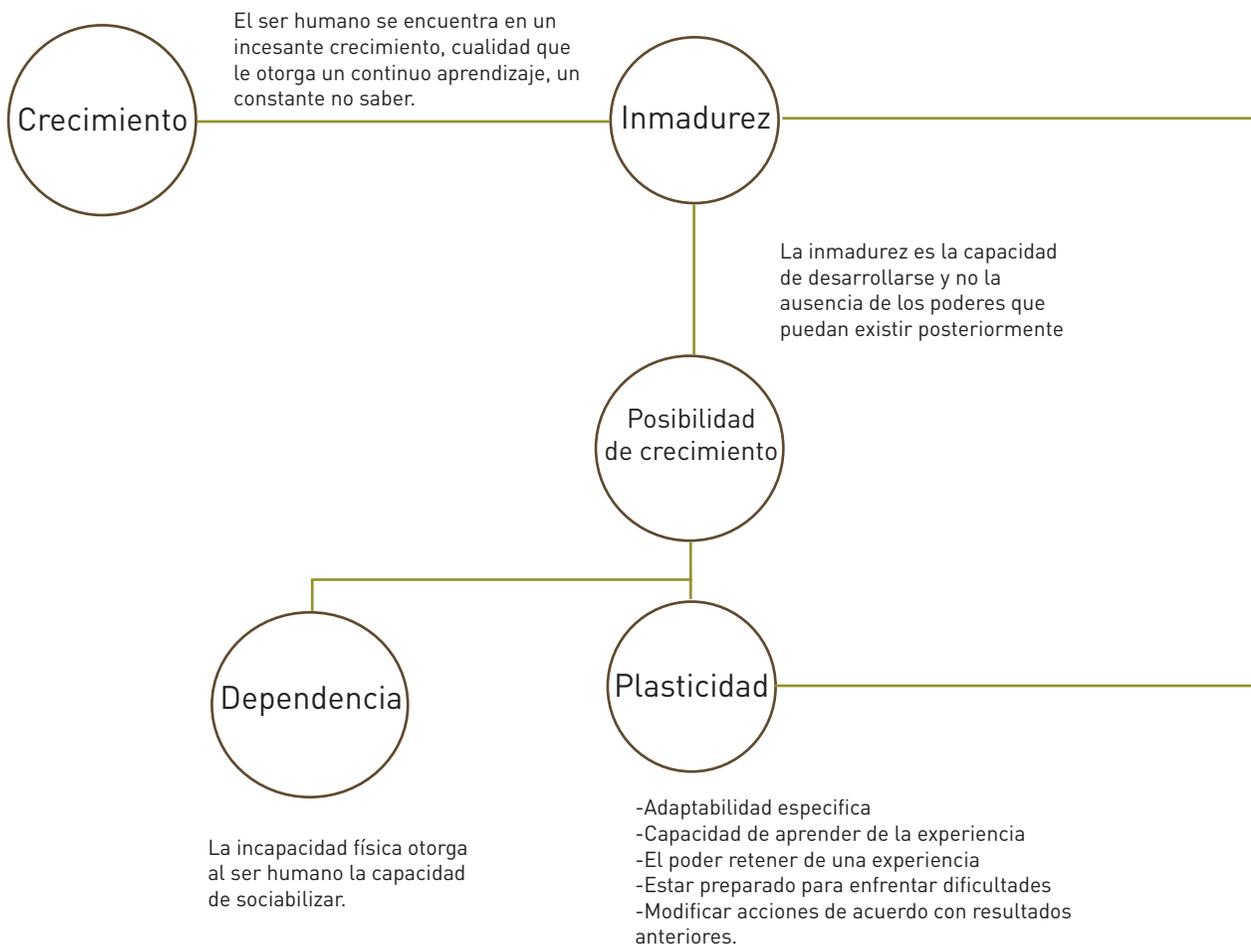
Estos modelos están enfocados en una primera etapa, en el nivel preescolar, por lo que el enfoque educacional presenta cualidades específicas de acuerdo a una edad temprana. Debido a esto es necesario ver las capacidades que el niño va adquiriendo a lo largo de su desarrollo, ya que las capacidades que posee en las primeras edades se irán complementando y evolucionando a medida que va adquiriendo nuevas experiencias.

De esta forma la actividad del niño se enfocará en su capacidad mental, de modo que comenzará a desarrollar problemas abstractos en los cuales los conocimientos se emplearán mediante una forma de pensamiento.

La cual deberá ser reflexiva ya que esta lo impulsa a ordenarse ante un propósito y a generar ciertos hábitos que se irán adquiriendo mediante experiencias, debido a esto la acción es fundamental, ya que a través de esta se van a ir acumulando vivencias que impulsan la curiosidad y el cuestionamiento de la persona, que son la base para generar un conocimiento.

La plasticidad como generador de hábitos

El hombre se encuentra en un constante crecimiento, de manera que al transcurrir su vida, va adquiriendo continuamente nuevos hábitos con los cuales va a poder responder a las constantes interrogantes que le surgen de una manera coherente.



Del habito quedan las destrezas adquiridas y estas pueden aplicarse a actividades muy diversas y adaptarse a nuevas formas de hacer.

Permite reaccionar ante las nuevas situaciones con interés, flexibilidad y curiosidad

El habito surge la plasticidad del hombre y es la capacidad ejecutiva o de eficiencia de actuar. Un habito significa la capacidad de emplear las disposiciones naturales como medios para alcanzar fines. Es un control activo del ambiente a través del control de los órganos de la acción, podemos insistir en el control del cuerpo a expensas del control del ambiente.

Habito

El hábito como habituación es en efecto algo relativamente pasivo; nos acostumbramos a nuestro entorno, desde que empezamos a usar las cosas que nos rodean.

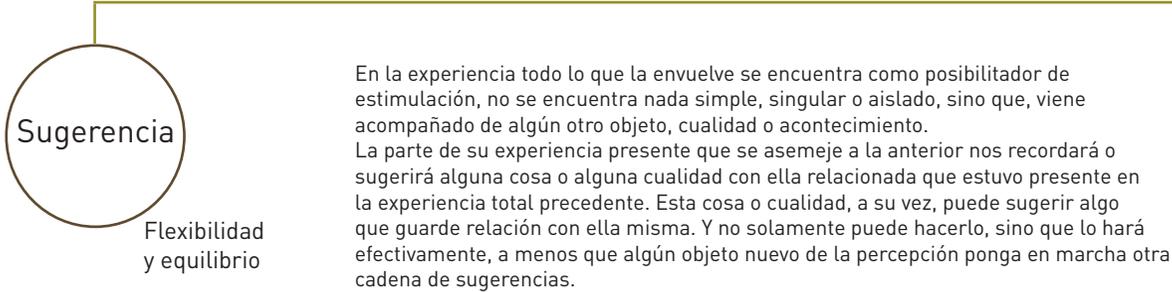
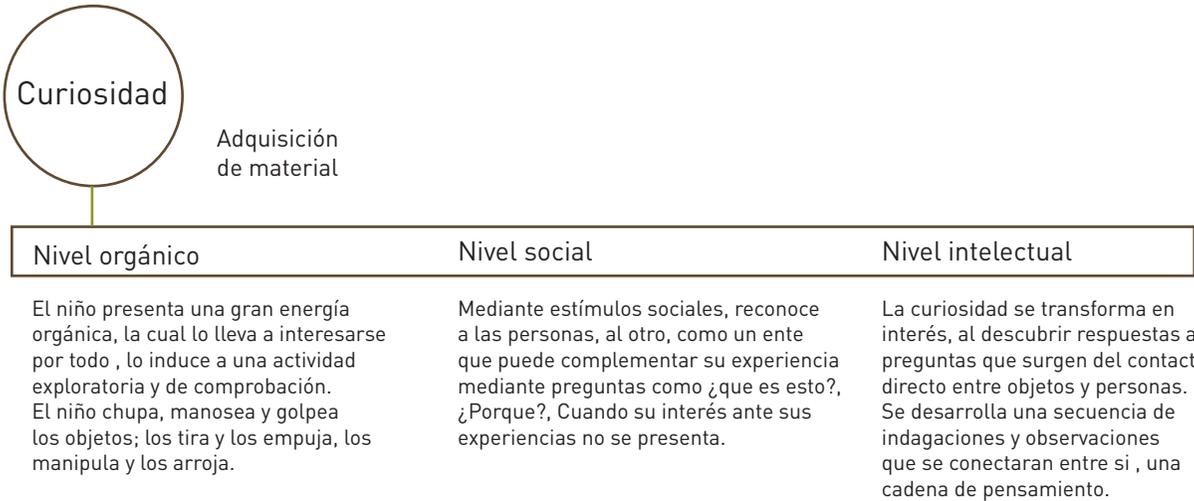
La selección de estímulos por su aplicabilidad.

La perdurabilidad de acuerdo a la persistencia proporciona un trasfondo.

Los hábitos activos son la invención y la iniciativa de aplicar capacidades a nuevas metas, desarrollando el pensamiento.

Habitos de reflexión

Mediante el aprendizaje se busca adquirir hábitos de reflexión, que son la base para poder pensar desde la experiencia, en donde la curiosidad es primordial, al ser la herramienta con la cual el ser humano cuenta para poder adquirir un material base, el cual deberá ordenarse para poder desarrollar una capacidad intelectual de coherencia, utilizando los factores de flexibilidad y equilibrio.



Orden

Formación de capacidad intelectual de coherencia lógica

Las sugerencias constituyen el pensamiento, pero no el pensamiento reflexivo y la observación, ya que se requiere de una asociación de ideas o cadena de sugerencias controlada de tal manera que forma una secuencia ordenada que conduce a una conclusión que contiene la fuerza intelectual, digna de confianza, de las ideas precedentes.

Mediante los factores de la sugerencias se puede lograr una continuidad: al estar equilibrados o proporcionados se logra una flexibilidad y variedad de materiales, juntos en la unidad y carácter definitivo de la orientación.

Fijar la mente en un tema se asemeja a mantener un barco en su ruta, pues implica un cambio constante de posición junto con cierta unidad de dirección. El pensamiento coherente y ordenado es, precisamente, el logro de tal cambio dentro de una materia dada.

Las sugerencias se deben contemplar en relación con el tema principal y con el fin principal que se debe alcanzar.

Facilidad o rapidez

La disposición o facilidad con que surge una sugerencia a partir de la presentación de objeto o de la sucesión de acontecimientos.

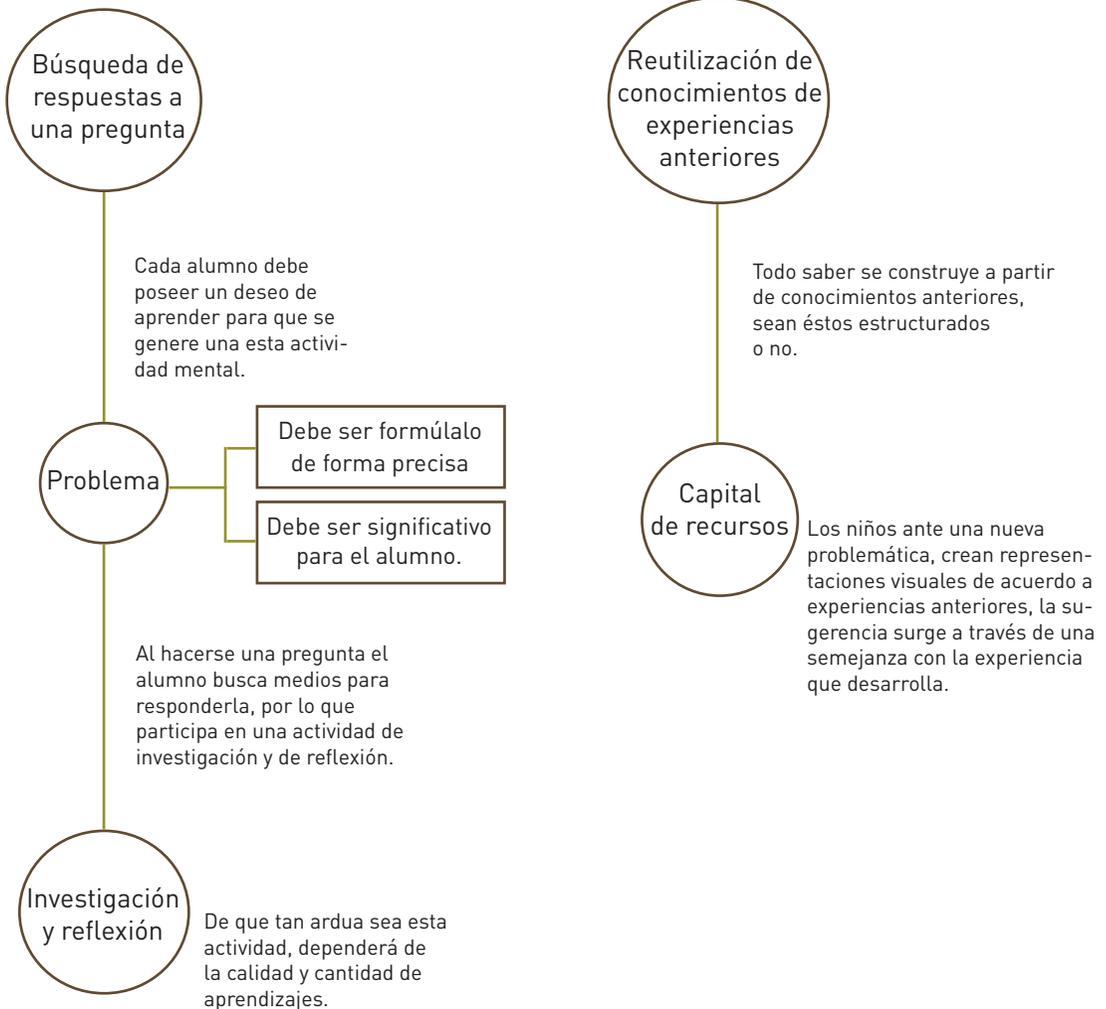
Alcance o variedad

La cantidad o alcance de las sugerencias que tienen lugar.

Profundidad

Tiene relación con el plano en que ocurre del pensamiento, ya que se puede ir a las raíces de la cuestión o solo tratar ligeramente sus aspectos más superficiales.

Construcción del conocimiento



Interacciones con lo real

Al realizar actividades, el niño va adquiriendo nuevos datos, los cuales procesa utilizando sus conocimientos anteriores y sus capacidades operatorias.

Situación experimental

Desde la cual efectúa su investigación y su reflexión en una continuidad de operaciones cognitivas que realiza de acuerdo con sus características personales y las características de la situación de aprendizaje.

Repertorio cognitivo

Estructuras conceptuales (conocimientos estructurados en redes)
Instrumentos cognitivos (capacidades y herramientas de razonamiento).

Conflicto entre conocimientos anteriores y nuevos

Los datos que adquiere el alumno se comienzan a relacionar con las representaciones que crea al realizar la actividad, así surgirá la necesidad de crear nuevas estructuras para generar un equilibrio apropiado mediante estos dos factores.

Nuevas estructuras

Desarrollo formal de la investigación

En esta primera etapa el trabajo se enfoca en la comprensión del entorno del niño por medio del objeto, de modo que las cualidades del espacio se visualizan a través de la geometría de la forma y como reacciona esta ante la acción del niño.

De esta manera se crean diferentes modelos sensibles que llaman la atención del niño mediante el movimiento. En busca de generar una interacción entre este y el objeto. Con el fin de cuestionarse el porque reaccionan de tal forma.

Se propone un entendimiento del espacio mediante la geometría y la forma, el como esta inscrita en nuestra vida.

Por ellos se estudia la manera del como se aprende esta materia en las primeras edades y el como un pensamiento abstracto de la matemática se basa en la forma, generando la geometría para lograr un mayor entendimiento.

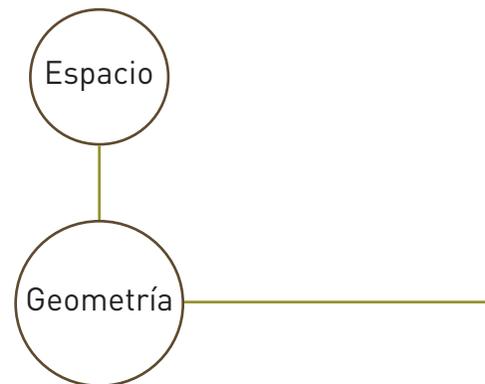
La matemáticas en las primeras edades

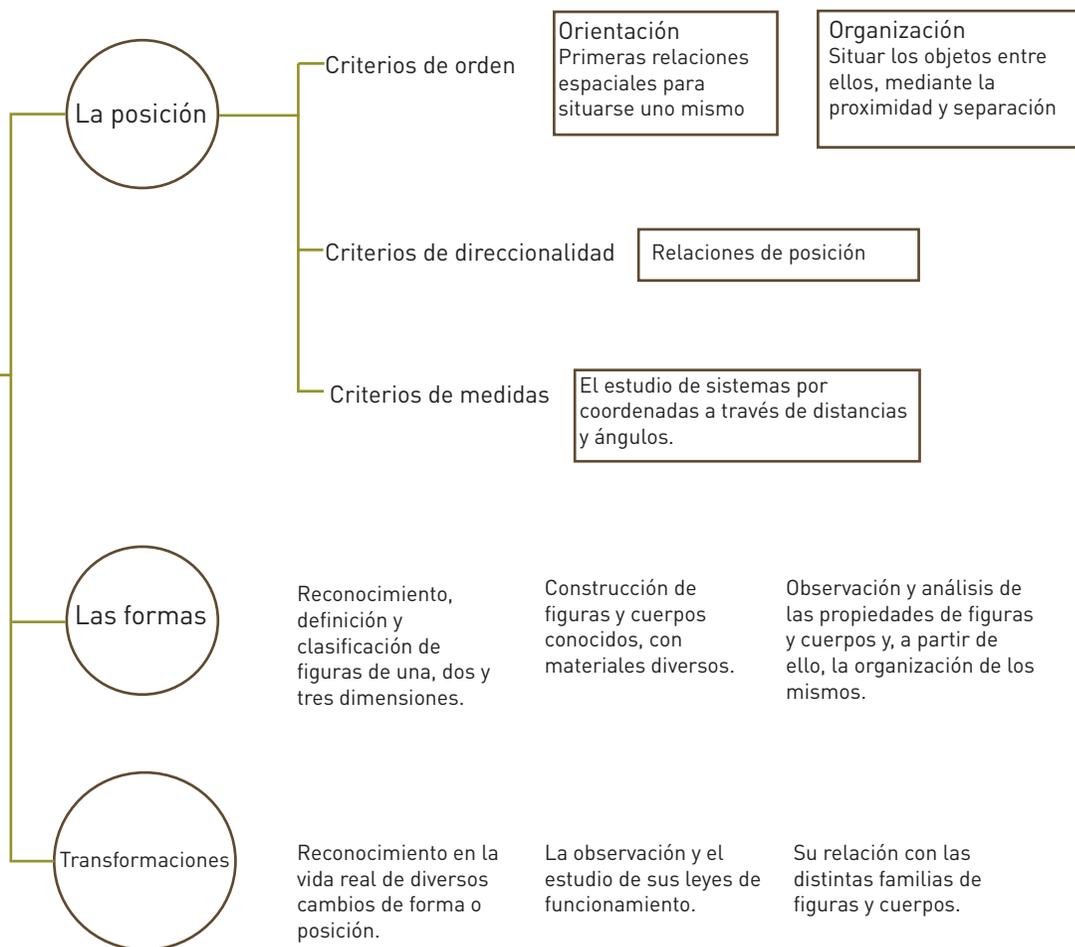
En la infancia la geometría es aprendida intuitivamente a partir de las vivencias de la vida cotidiana, las cuales se pueden reforzar mediante prácticas escolares.

De esta vida cotidiana surgen dos parámetros que nos enmarcan y figuran nuestro vivir, el espacio y el tiempo, de los cuales durante nuestra vida trataremos de ir desarrollando progresivamente, en donde el espacio se presenta aspectos que pueden ser estudiados a través de la geometría.

Para lograr un conocimiento geométrico, el niño debe desarrollar un pensamiento lógico matemático, el cual se adquirirá mediante experiencias vivenciadas con el fin de interiorizar lo aprendido.

Por ello las propiedades geométricas de las figuras comienzan con la experiencia personal, en la cual el niño se va a situar respecto a estas en un entorno cotidiano, en donde las podrá manipular a través del movimiento generando una experimentación corporal de los fenómenos, para luego mediante el descubrimiento generar una racionalización.





Modelo 1

Mediante la geometría euclidiana, se busca desarrollar un tipo de elemento que se transforme mediante el movimiento de las piezas, de modo que genere nuevas formas al interactuar con el.

De esta manera mediante la geometría se busca otorgarle al niño una base para ver el espacio físico que lo rodea mediante figuras simples (triángulo, cuadrado, rectángulo, hexágono) creadas con rectas.

De esta forma se combinan las figuras para lograr resultados completamente diferentes en un plano, enfocándose los diferentes espacios que se generan.

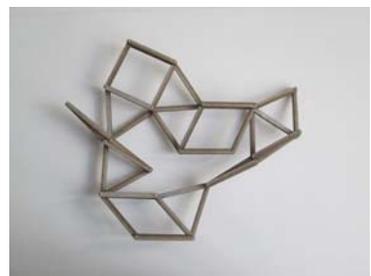
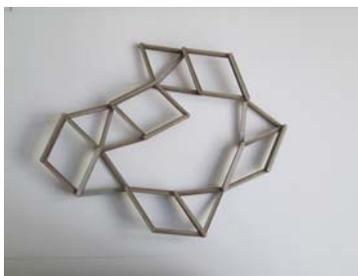
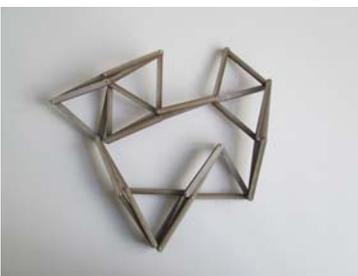
Primera prueba

Se construye una figura, mediante cuatro paralelepípedos de la misma medida, así se genera una transformación desde el centro de ella. De esta manera se puede visualizar que el cambio de una figura depende de las otras dos que lo componen.



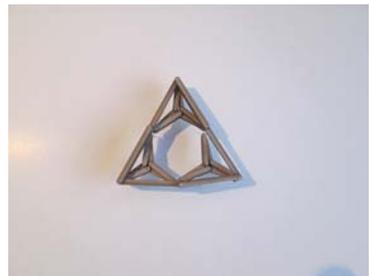
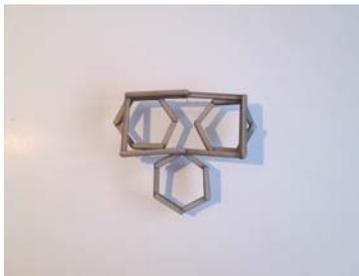
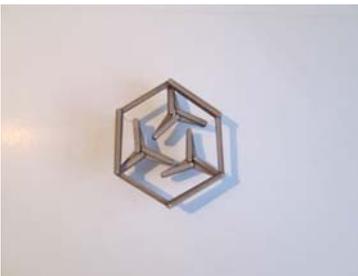
Segunda prueba

Se combinan dos elementos el triángulo y el cuadrado para conformar un plano, esto genera una teselación que se mueve por medio de la deformación de los cuadrados, logrando ver las diferentes estructuras que los dos elementos le otorgan a la figura.



Tercera prueba

Se genera una forma mediante cuatro figuras hexagonales pero una de lados doble a las otras. Al aumentar los lados la figura se deforma de una manera mas compleja a diferencia del cuadrado ya que originan variadas formas de acuerdo a su deformación, pero de acuerdo a la medida permite relacionar figuras bajo ciertas reglas proporcionales y de calce.



Cuarta Prueba

Se compone una figura mediante triangulos y cuadrados en busca de generar un gesto mediante un movimiento específico, de modo que se construye desde la ubicación de los elementos que la componen y la deformación de estos.



Modelo 2

Se desarrolla el trabajo anterior enfocando el movimiento de figuras ya definidas mediante conectores, de esta forma se puede apreciar las distancias que le otorgan las piezas de unión al alcance de las figuras interiores, al moverse como un péndulo.

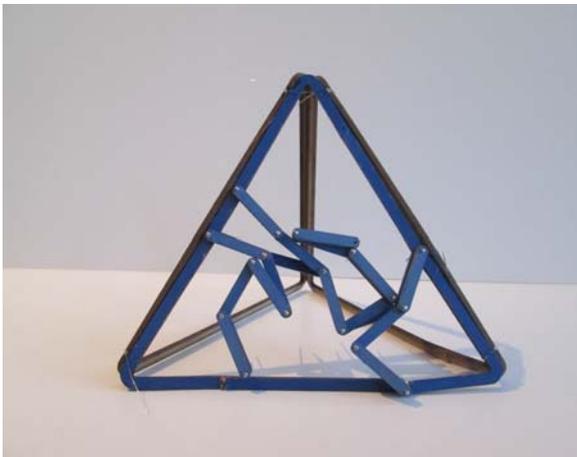
De esta manera dentro de la figura los movimientos que se generas son de dos tipos, de acuerdo a los ejes de los que se encuentran sujetos los círculos interiores.

Se busca mediante los círculos ver los espacios interiores de un plano circular y como estos se pueden transformar mediante el movimiento.



Modelo 3

Se construye un volumen, mediante las técnicas anteriores que conformaban planos. En busca de generar un espacio interior que permite la transformación de las caras y la relación entre estas mediante el movimiento de las estructuras que poseen.



Construcción de tres elementos, en busca de generar una comparación entre ellos de acuerdo al movimiento particular de cada uno.

Los movimientos se generan de acuerdo a un eje interior de cada uno y un eje al girar sobre el plano., perpendiculares entre si.

Se crea un volumen de acuerdo al círculo, de modo que se juega con las dimensiones de los círculos y la ubicación del eje interior, para lograr un cambio en el movimiento del volumen.

Figura 1

El elemento posee círculos de la misma medida y posee el eje en el centro de estos, de modo que su movimiento es recto.

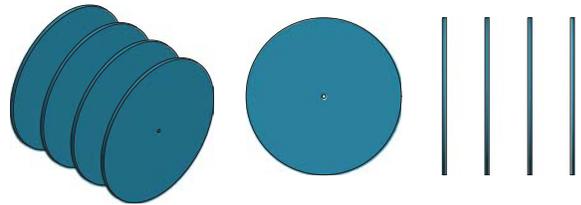


Figura 2

Los círculos cambian de medida, se disminuye su diámetro de acuerdo al eje que se encuentra en el centro, lo que origina un movimiento circular ante un eje exterior al inclinarse la figura ante un plano.



Figura 3

Se realiza la misma operación anterior de disminuir el diámetro de los círculos, pero el eje se desplaza a un costado, generando un movimiento cíclico ante un eje exterior.



Exposición explora

El conocimiento a través de experimentos

En una segunda etapa el proyecto se define y se comienza a concretar, este consiste en realizar una exposición didáctica, sobre la geometría en la naturaleza, compuesta de ocho a diez módulos. La cual estará enfocada principalmente en alumnos de enseñanza media, aunque tiene la cualidad de ser una exposición itinerante y abierta a todo público.

Por ello los contenidos que tratan los experimentos deben estar enfocados a un alumno o a una persona que maneje ya un contenido base sobre las matemáticas.

La propuesta consiste en la generación de conocimiento sobre la matemática y la geometría de una manera experimental, vivencial y didáctica, en donde la naturaleza proporciona un plano de cotidianidad, desarrollando los temas trabajados de una forma tangible.

De esta manera la forma propone y otorga al participante una nueva curiosidad, por medio de problemas matemáticos, en donde su dificultad sea lo suficientemente grande para incitar a un pensamiento reflexivo y lo suficientemente pequeña para que hayan puntos familiares que sean luminosos a partir de los cuales puedan aparecer sugerencias auxiliares.

Por ello se aborda la interacción con la forma como un proceso de aprendizaje que busca desarrollar la capacidad de generar una nueva manera de ver el entorno, un re mirar desde el conocimiento adquirido, para crear nuevas realidades.

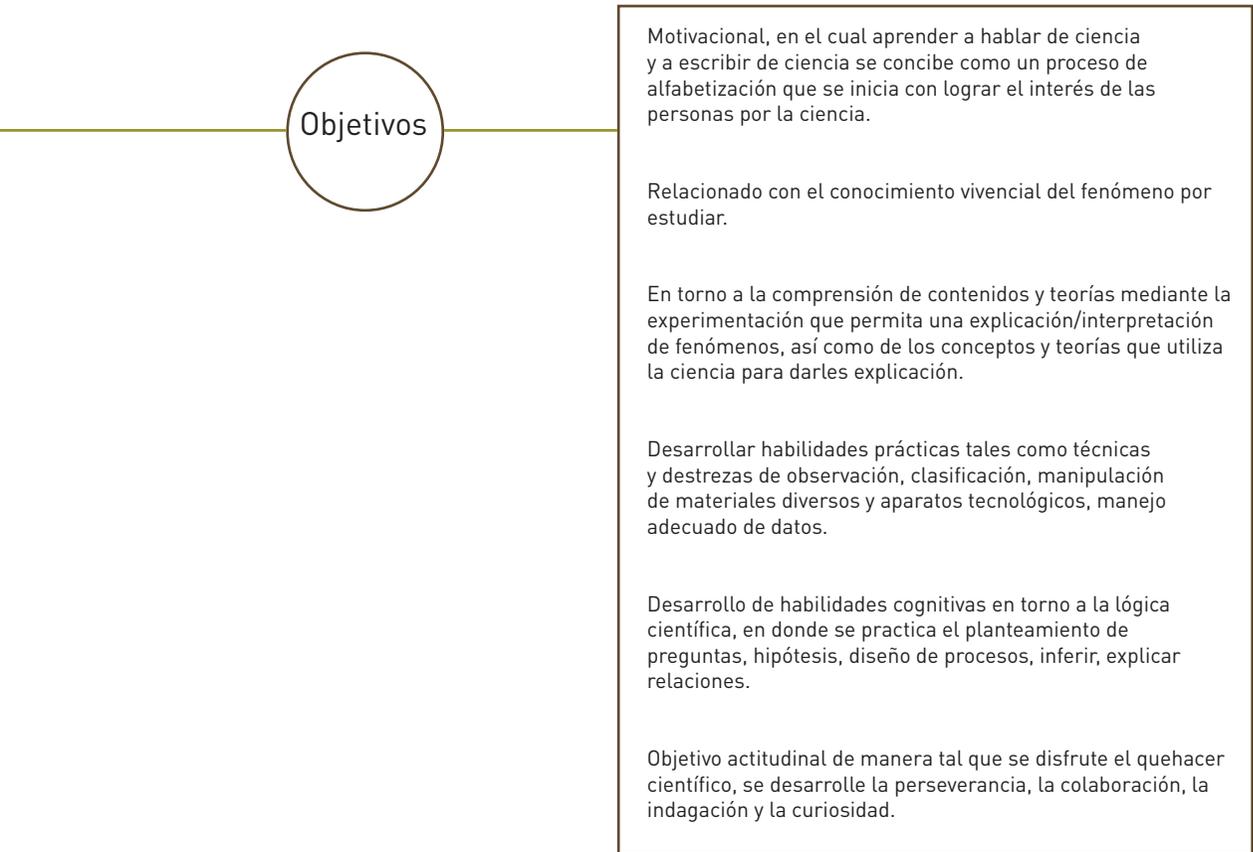
El experimento como recurso didáctico

Los experimentos poseen un potencial educativo al ser utilizados, de modo que a través de ellos se buscare sistematizar la experiencia de los niños respecto a su utilización como recurso didáctico con base en una reflexión teórica.

El experimento desde un punto de vista pedagógico facilita la enseñanza y el aprendizaje al promover experiencias organizadas, acercando a los participantes a la materia que trata la actividad mediante la teoría y la práctica.

De esta manera a través de la experiencia se busca desarrollar un problema que se encuentra presente en las matemáticas y las demás ciencias, el de la diferencia semántica existente entre quien enseña que maneja un lenguaje técnico especializado y las personas que aprenden que no logran seguir la lógica y tampoco comprender términos especializados.





Objetivos

Motivacional, en el cual aprender a hablar de ciencia y a escribir de ciencia se concibe como un proceso de alfabetización que se inicia con lograr el interés de las personas por la ciencia.

Relacionado con el conocimiento vivencial del fenómeno por estudiar.

En torno a la comprensión de contenidos y teorías mediante la experimentación que permita una explicación/interpretación de fenómenos, así como de los conceptos y teorías que utiliza la ciencia para darles explicación.

Desarrollar habilidades prácticas tales como técnicas y destrezas de observación, clasificación, manipulación de materiales diversos y aparatos tecnológicos, manejo adecuado de datos.

Desarrollo de habilidades cognitivas en torno a la lógica científica, en donde se practica el planteamiento de preguntas, hipótesis, diseño de procesos, inferir, explicar relaciones.

Objetivo actitudinal de manera tal que se disfrute el quehacer científico, se desarrolle la perseverancia, la colaboración, la indagación y la curiosidad.

La matemática

Una explicación de la naturaleza

La matemática es una ciencia, fue creada por el hombre con el fin de lograr un mayor conocimiento de la naturaleza y utilizar los fenómenos naturales a fin de mejorar la vida.

Debido a esto la matemática tiene una gran relación con el entorno, ya que esta se utiliza como medio para desarrollar teorías científicas, químicas, biológicas y físicas, a través de la representación de fenómenos físicos.

Por ello la matemática busca patrones o reiteraciones en la naturaleza presentes en estos fenómenos, los que servirán de base para desarrollar una teoría o estudio de la naturaleza.

De este modo el hombre mediante la geometría, específicamente, se apoya para poder dominar el espacio que lo rodea, desde la cual se busca aclarar y manifestar las ideas abstractas de la matemática, de una forma intuitiva y gráfica.

Ante proyecto

El cuestionamiento de
nuestro entorno

Como primera etapa surge la necesidad de elaborar un discurso que se ira desarrollando y modificando a medida avanza el estudio, en el cual se conjugaran la naturaleza, la geometría y la didáctica.

De esta manera me pongo ante preguntas que surgen de la vida cotidiana que tengan relación con nuestro entorno natural, dirigiéndolas a un nivel próximo, ya que los componentes de la naturaleza se clasifican desde las células y moléculas como un elemento micro hasta el universo como un elemento macro, por ello se decide generar un entorno medio, con el fin de apreciar las estructuras geométricas de la naturaleza a una escala mas reconocible para los asistentes a la exposición.

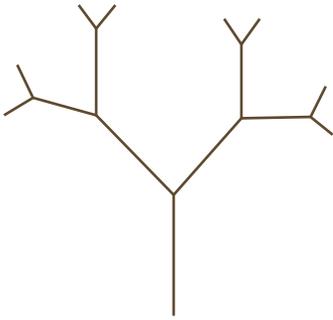
Desde estos cuestionamientos se comenzara a desarrollar el hilo conductor de la exposición y se dará mas que la forma concreta de un experimento, la base para desarrollar el tema desde la observación de la naturaleza por medio de la geometría.

¿Como crecen las plantas y los arboles?

Modelos de Ramificación

Tanto en plantas como arboles se evidencian cuatro modelos de crecimiento básicos, De los cuales dos son mas comunes, el lateral y el opuesto.

El desarrollo de la ramificación seguirá estos modelos en todas sus formas en relación al tallo, de esta forma las ramas, las hojas, las flores y los frutos crecerán con un orden



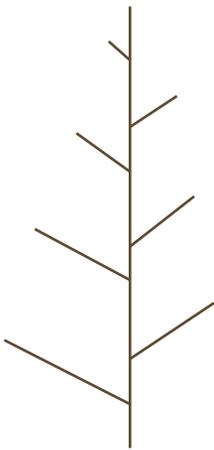
Ramificación dicotómica

Se puede entender como un crecimiento por módulos, ya que cada rama origina dos ramas iguales, las cuales se dividen nuevamente en dos.



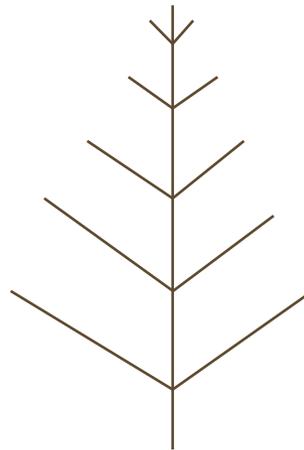
Ramificación Zigzag

Las ramas duplicadas crecen de forma desigual, desarrollándose una mas que otra.



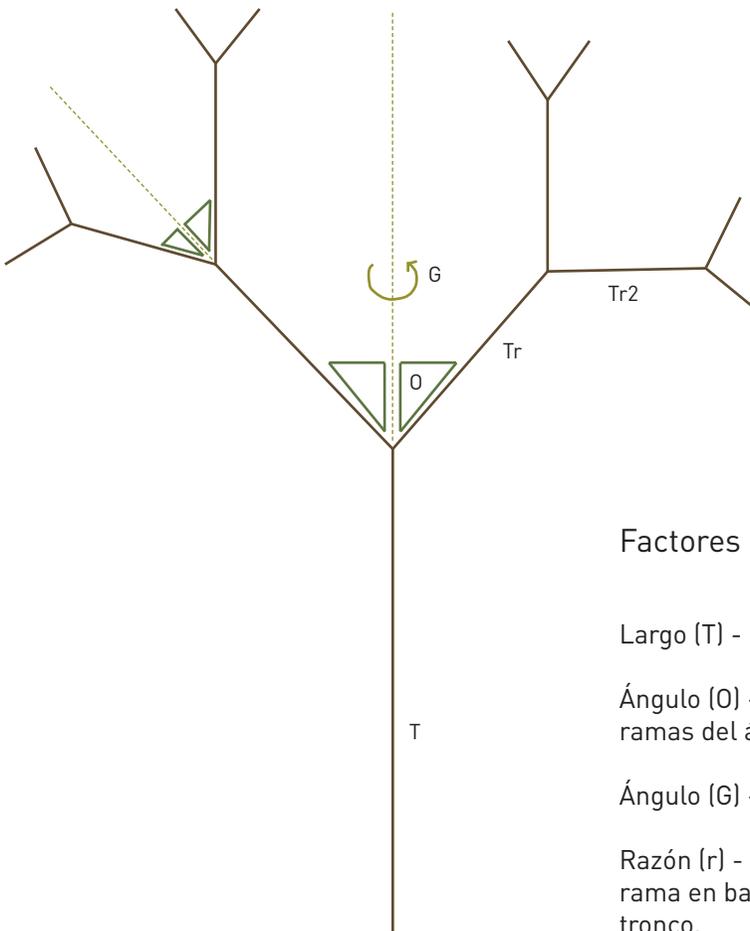
Ramificación Alterna

Las ramas crecen de manera lateral a la rama anterior, es fácil de entender si se ven las ramas laterales como hojas.



Ramificación Opuesta

Las ramas crecen desde un eje en sentidos opuestos en un sentido.



Factores que influyen

Largo (T) - Largo del tronco

Ángulo (O) - El ángulo que forma las ramas del árbol.

Ángulo (G) - El giro de las ramas.

Razón (r) - Establece el largo de la rama en base a una proporción del tronco.

Geometría Fractal

Mandelbrot postulan que la naturaleza no se compone de objetos suaves o continuos sino de fractales.

Las nubes no son esferas, las montañas no son conos, las costas no son círculos, y las cortezas de los árboles no son lisas, ni los relámpagos viajan en una línea recta. Mandelbrot, de su libro "Introduction to The Fractal Geometry of Nature"

Esta geometría fue descubierta por Benoit Mandelbrot al estudiar las investigaciones de Gastón Julia sobre los números complejos.

Los fractales son imágenes matemáticas y se consideran objetos que se pueden ampliar siempre, con infinita precisión, pero no pueden ser tangibles.

Mandelbrot gracias a los computadores modernos pudo mediante principios simples (sumar y multiplicar) generar estas imágenes infinitas, debido a que se debe multiplicar millones o incluso billones de veces para generar una ecuación compleja.

Formula del conjunto mandelbrot

$$Z = Z^2 + C$$

Las letras son coordenadas, posiciones en el plano para encontrar la ubicación de un punto.

Como resultado tiene dos opciones:

- Se reduce a cero (negro)
- Crece ilimitadamente (Ciclos de colores que dibujan que tan rápido se alejan.)

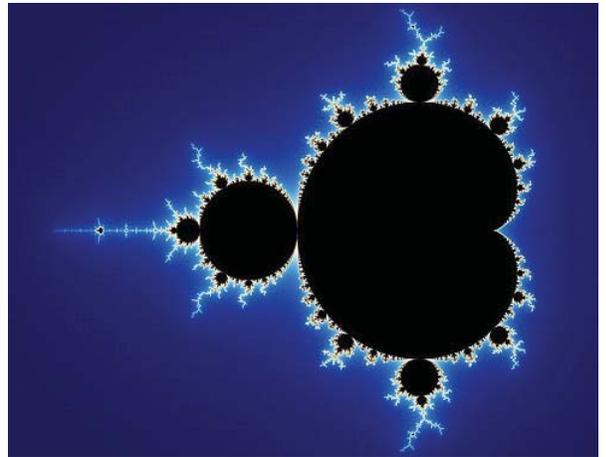
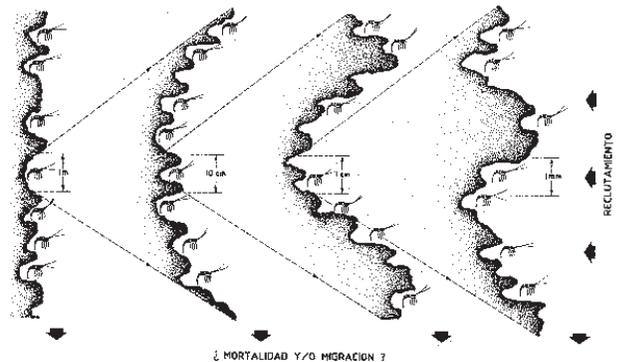


Imagen Conjunto Mandelbrot

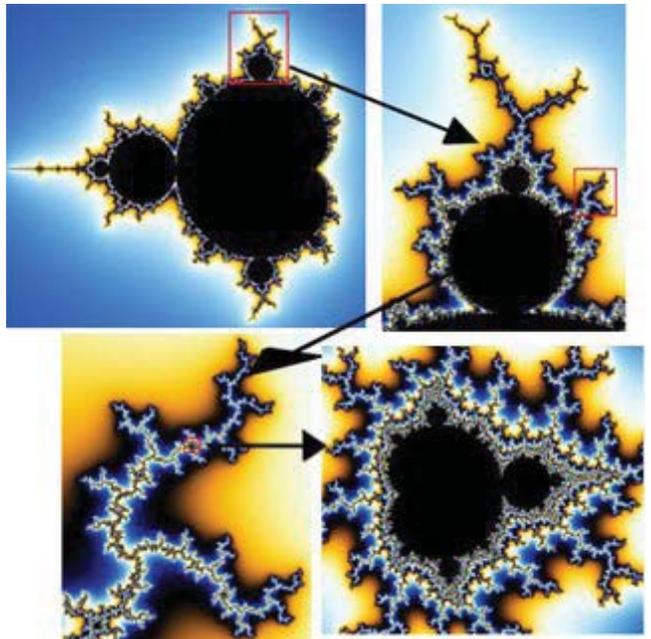
Benoit lleva los fractales a un ejemplo real, cuestionándose los límites entre la costa y la tierra, en donde al acercarse un mapa de cualquier territorio siempre al cercarse van a ir apareciendo nuevos detalles.



Iteración

Los números transitan en ambas direcciones, retroalimentándose constantemente. El resultado de una operación se convierte en el inicio de la siguiente.

Iteración significa el acto de repetir un proceso con el objetivo de alcanzar una meta deseada, objetivo o resultado. Cada repetición del proceso también se le denomina una "iteración", y los resultados de una iteración se utilizan como punto de partida para la siguiente iteración.



Acercamiento en el conjunto

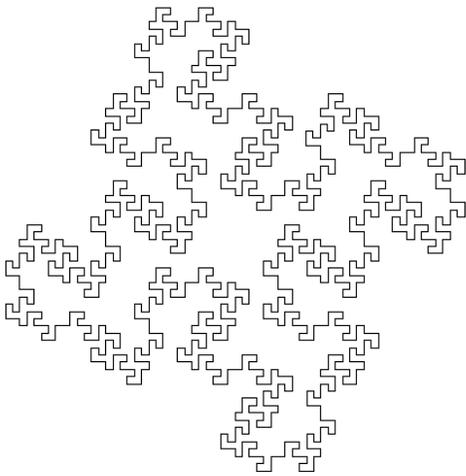
Geometría Fractal

Interpretación tortuga

Es la primera interpretación geométrica de un fractal, mediante la programación (por medio de la creación de un lenguaje), la cual busca representar cadenas esquematizadas mediante figuras geométricas, rectángulo o cuadrado, estos pueden ser redondeados en sus esquinas.

Trabaja con tres aspectos geométricos esenciales, la longitud de segmentos de línea, la dirección en que avanza su ramificación y sus ángulos.

Este sistema es la base para desarrollar el L- system, programa diseñado para dibujar, elementos orgánicos de, como plantas, arboles, flores, y frutos.

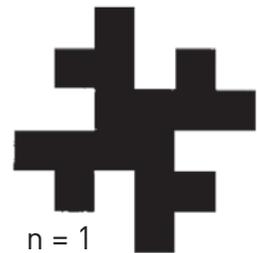


$n=2, \delta = 90^\circ$
F-F-F-F
F \longrightarrow F+FF-FF-F-F+F
F-F-F+FF+FF-F

Quadratic Koch generado usando la interpretación tortuga.



$n = 0$



$n = 1$



$n = 2$



$n = 3$

L - System

Un sistema - L es un lenguaje, una gramática formal de derivación paralela, un conjunto de reglas y símbolos principalmente utilizados para modelar el proceso de crecimiento de las plantas, aunque también puede modelar la morfología de una gran variedad de organismos.

El concepto central de los sistema - L es el de re - escritura, una técnica para definir objetos complejos reemplazando sucesivamente "partes" de un objeto inicial simple (el axioma), mediante un conjunto de reglas de re escritura o producción.

Lenguaje del programa

"F" Avanza un paso (del tamaño actual) y dibuja una línea

"f" Avanza un paso sin dibujar una línea

"+" Gira un ángulo δ en el sentido de las agujas del reloj

"-" Gira un ángulo δ en sentido contrario a las agujas del reloj

"|" Gira 180 grados (da media vuelta).

"[" Guarda el estado de la tortuga en memoria; crea un nudo de una rama.

"]" Restaura el estado anterior de la tortuga desde la memoria. Esto ocasiona que la tortuga vuelva al punto donde arranca la rama.

"*" (asterisco) Incrementa el tamaño del paso en un 10%.

"/" (barra) Disminuye el tamaño del paso en un 10%.

"," (coma) Cambia el tamaño del paso aleatoriamente.

The screenshot shows a web browser window with the following elements:

- Browser tabs: `www.ethicsandtech...`, `BIBLIOGRAFÍA SOBR...`, `SoundCloud - Hea`
- Form fields:
 - Iterations: Auto Line Width
 - Angle:
 - Constants:
 - Axoiim:
 - Rule1:
 - Rule2:
 - Rule3:
 - Rule4:
 - Rule5:
- Buttons:
- Links: [What are L-Systems?](#), [More HTML5 Canvas demos](#)
- Status: `Finished rendering in 38ms.`
- Canvas: A black and white fractal tree structure with a main trunk and several branching limbs.

L - System

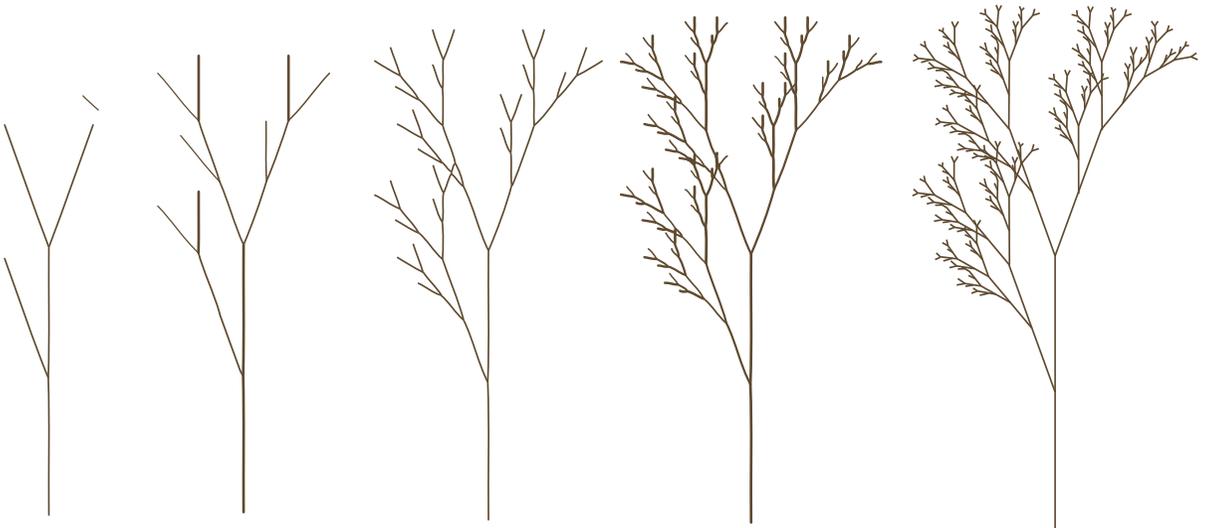
Construcción de árboles

$n=7, \delta=20^\circ$

X

$X \rightarrow F[+X]F[-X]+X$

$F \rightarrow FF$

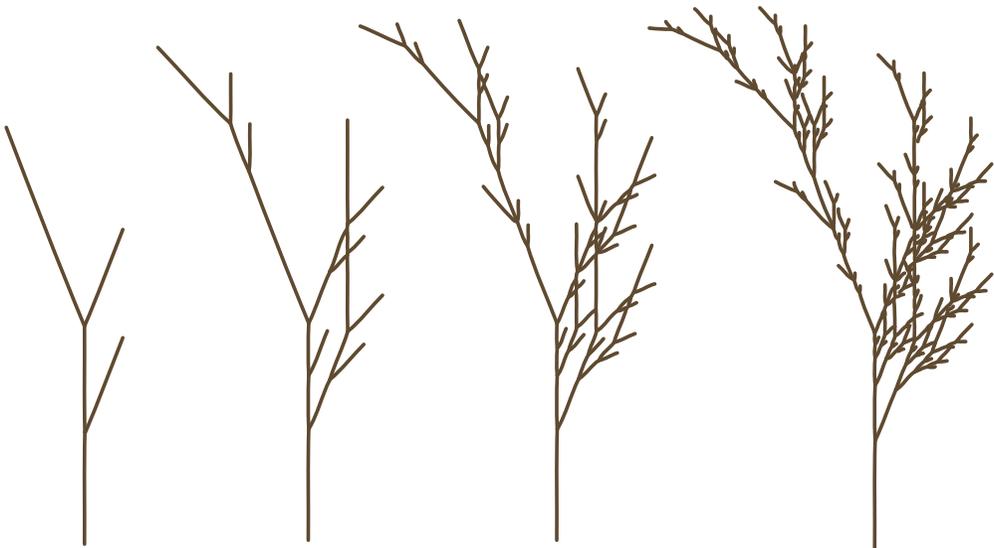


$n=5, \delta=22.5^\circ$

X

$X \rightarrow F - [X] + X + F [+FX] - X$

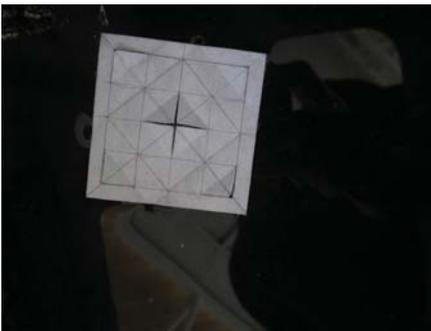
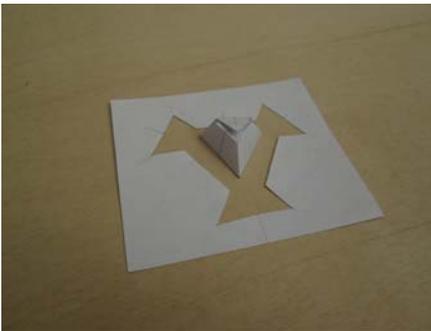
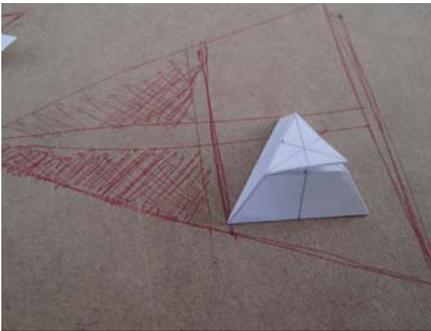
$F \rightarrow FF$

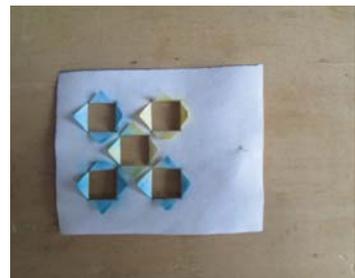
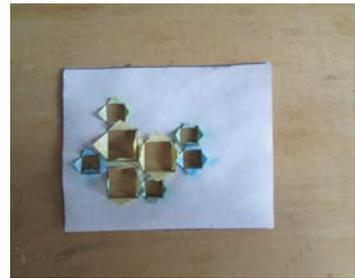
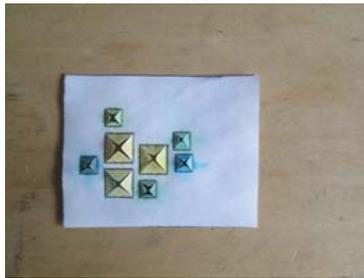
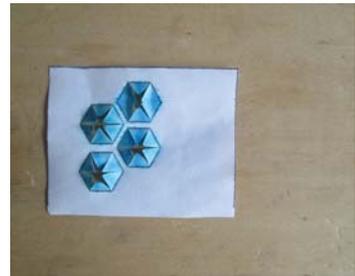
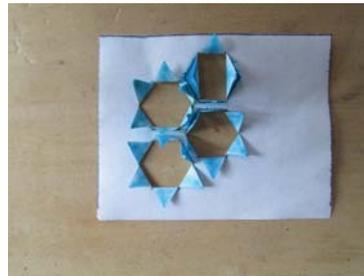


Propuesta 1

Se realiza un modelo en origami, que será sobrepuesto en el agua, de modo que al interactuar el papel con el agua los pliegues se comenzaran abrir generando un movimiento natural en el papel.

De esta forma se busca llevar los conceptos de la geometría fractal a los pliegues del papel mediante sucesiones de pliegues.





Pruebas de figuras geométricas cortadas y plegadas, para generar patrones y teselaciones.

Propuesta 2

El experimento consiste mediante la técnica del estampado, construir un árbol en un plano a través de módulos a diferente escalas.

De esta forma se crean fichas con un nivel de iteración, que al ser impresas unas sobre otras mediante capas se generara la trama final de ramificación

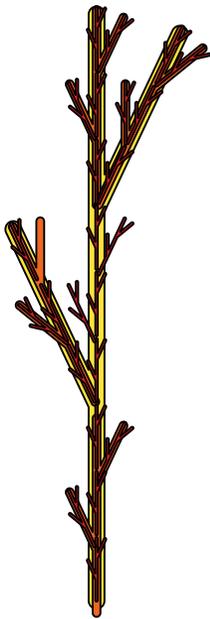
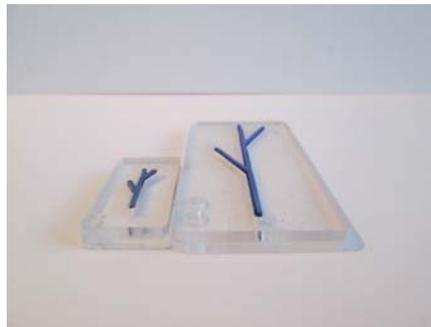


Figura que resulta del estampado



Propuesta 3



Desarrollo de un modelo de ramificación a través de piezas que presentan un patrón construidas mediante ángulos, estas son la unión que articulara al árbol.

Las piezas se desarrollan de acuerdo a los factores de conformación del modelo, el largo y la razón de las ramas, el ángulo de crecimiento, el giro de estas y se incorpora un nuevo valor del diámetro de las ramas.

Se crean cinco piezas diferentes, mediante las cuales se pueden construir los cuatro modelos bases de ramificación y se pueden mezclar estos modelos con le fin de lograr una construcción al azar que se presente de un modo mas natural.

En este modelo se utilizan solo dos de estas piezas y las ramas son cuadradas por lo que permite dos posiciones de giro.

Se busca mezclar las piezas bases para generar aleatoriedad, ya que en el crecimiento de un árbol algunas de sus yemas no reciben luz, o se rompen y no producen tallos, o bien, en caso de que lleguen a desarrollarse, dichos tallos y ramas giran o se desvían en respuesta a múltiples factores, como la luz el sol, la sombra, el viento y la nieve generando un modelo de crecimiento desordenado.



Piezas de unión

Dibujo patrones totales

Fotografía patrones ocupados



Propuesta 4

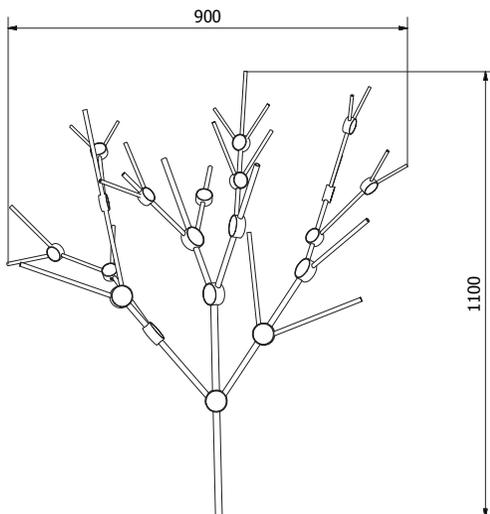
Se desarrolla constructivamente la propuesta anterior, mejorando el ensamblaje de las piezas.

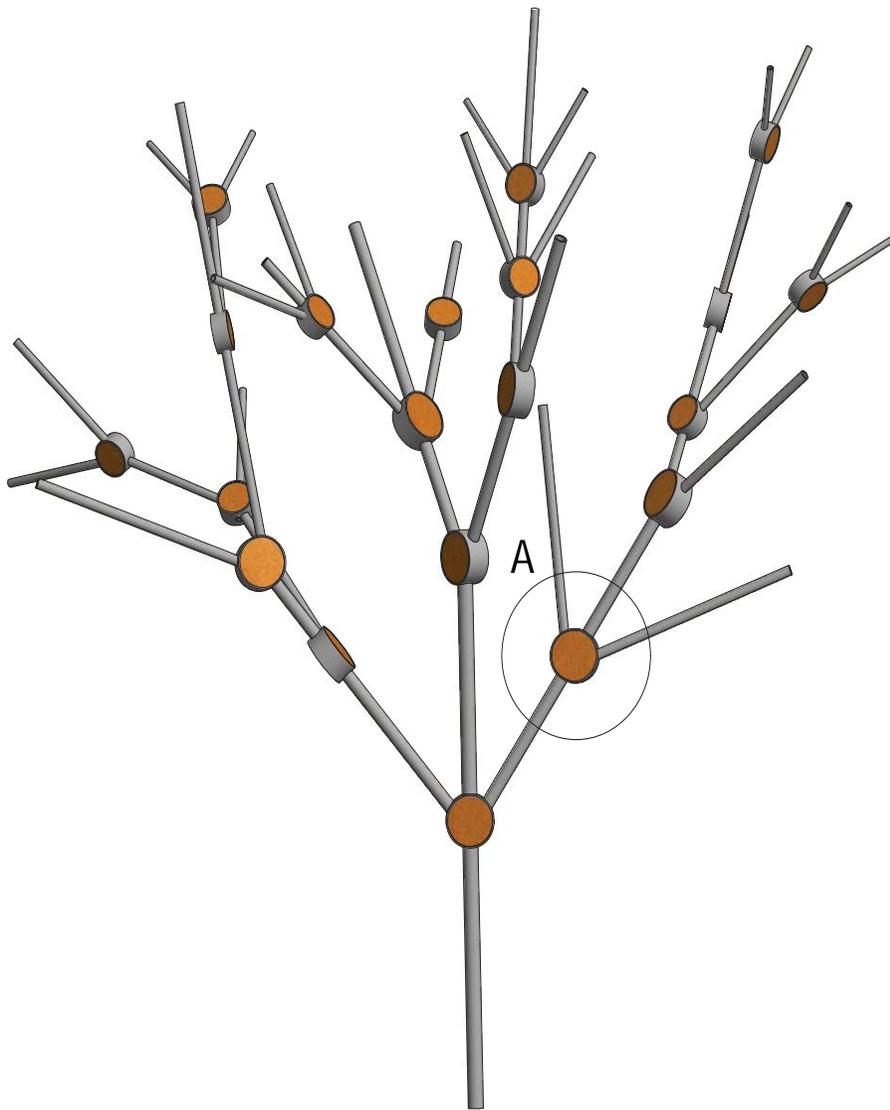
Las ramas se construyen de tubos de aluminio y las yemas que poseen los patrones son de madera cubierta por aluminio.

Los tallos al ser tubulares amplían aun mas la libertad del experimento al poder variar el ángulo del giro de las ramas, en busca de generar un árbol mas natural.

Medidas generales

Las medidas de las estructuras se encuentran al rededor de 1 metro como valor mínimo y 1,5 a 2 mts. de tamaño máximo, todo depende de cuanto se desarrolle tomando en cuenta dos dimensiones, cuantas divisiones de las ramas se realicen y como van cambiando los diámetros a medida va creciendo.





¿Por qué son semejantes los elementos de ciertas formas en la naturaleza?

Ante esta pregunta nos enfocaremos en ciertos componentes de la naturaleza y se estudiara su estructura con el fin de ver los elementos que la componen y que visualizamos por medio de la forma y el color.

A través de ello veremos como la composición de una figura se reitera para conformar su cuerpo de forma concéntrica.

De esta forma podremos ver principios geométricos, patrones que se reiteran para generar un total, y se observaran estructuras básicas que los componen.

Estrellas de mar



Flores



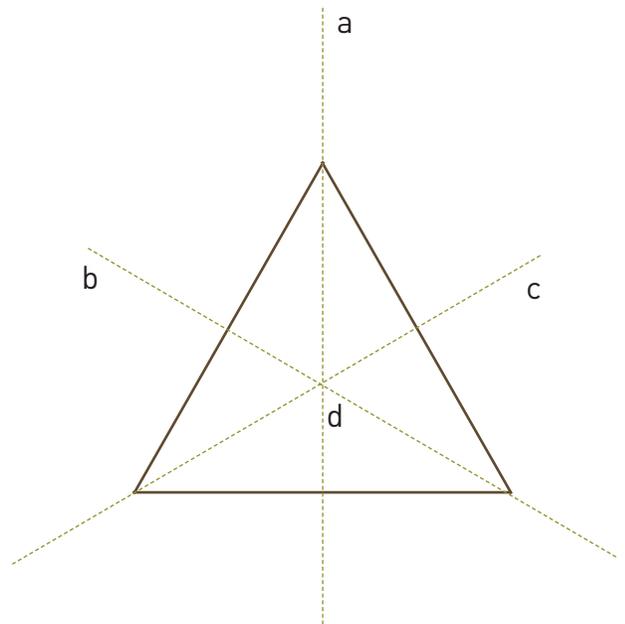
Simetría

La simetría se entiende como una operación dinámica, interviniendo el movimiento, en la cual a una figura se le pueden realizar diferentes operaciones, pero siempre debe seguir siendo la misma luego de realizadas.

Simetrías de un triángulo

El triángulo posee seis simetrías de acuerdo a lo planteado anteriormente

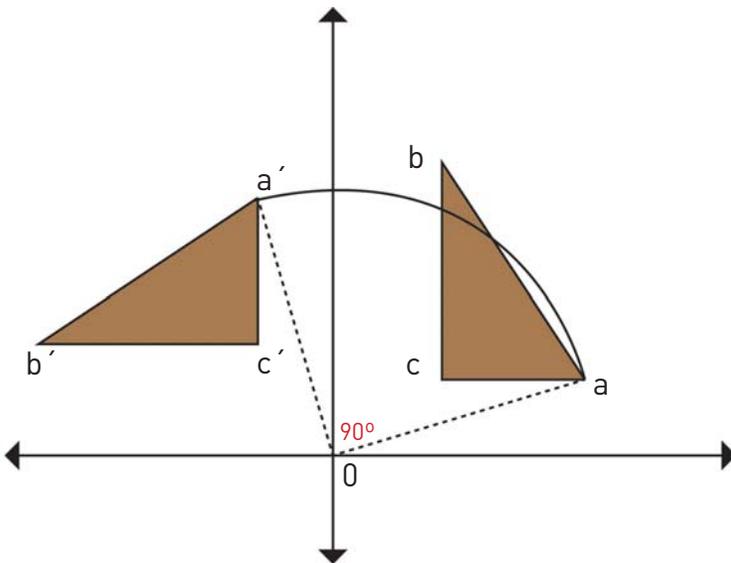
- 1 Giro sobre el eje a
- 2 Giro sobre el eje b
- 3 Giro sobre el eje c
- 4 Giro sobre el eje d
- 5 Giro sobre el eje d
- 6 Levantarlo sobre si mismo



A través de lo expuesto y relacionándolo con elementos de la naturaleza, se distinguen dos tipos de simetrías importantes en ellos, una es la simetría sobre un eje central que se puede observar en las flores, estrellas de mar y erizos y una geometría especular en donde el movimiento se realiza en un eje vertical que se distingue en las mariposas.

Rotación de polígonos sobre un eje

La rotación es un movimiento en el plano, determinado por una amplitud, una orientación y un centro de rotación



La amplitud de una rotación se expresa en grados y corresponde al ángulo de rotación.

La orientación de una rotación indica si el movimiento se realiza en el sentido de las manecillas del reloj o en sentido contrario a éstas.

El centro de rotación es un punto del plano que se toma como referencia para hacer la rotación.

Caleidoscopio

Desarrollando la simetría desde un eje central, se propone, construir la naturaleza por medio de una descomposición de las figuras y mediante el movimiento factor esencial de la simetría.

De este modo se abstrae el elemento que se reitera o el patrón, en este caso de una flor, por lo que el elemento sería un pétalo de ella, desde el cual se re construirá el crecimiento de la flor mediante la visión a través de un caleidoscopio, el cual poseerá un recorrido fijo, que al mover a través de los colores de los pétalos y creara con los patrones geométricos de los vidrios la flor.



Imagen de una reiteración geométrica radial Desde un caleidoscopio virtual.



El caleidoscopio

Funciona al mirar a través de un tubo de diferentes formas, compuesto por espejos que crearan lo que veremos reproduciendo infinitamente todo lo que aparece en el centro opuesto a nuestro ojo si posee tres espejos y veremos un polígono cerrado si solo tiene dos.

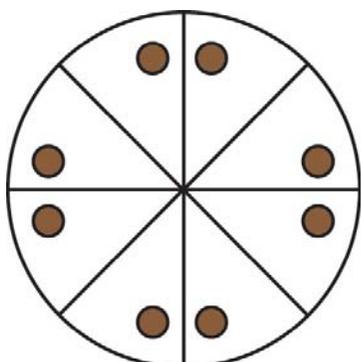
Los factores que influyen son los ángulos entre los espejos, de modo que un ángulo de 45° crea ocho imágenes duplicadas, uno de 60° crea seis imágenes y en uno de 90° se verán cuatro.

Caleidoscopio

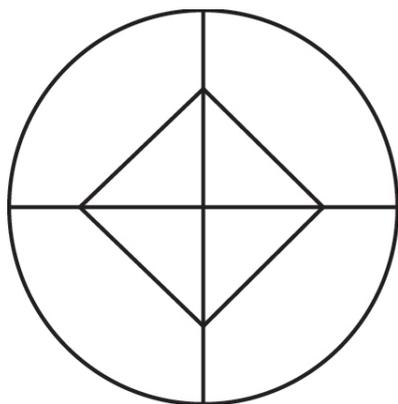
Dos espejos

El sistema de dos espejos esta construido mediante dos espejos ubicados en forma de V y pose una tercer superficie no reflectante. El ángulo en que se dividen los espejos determina el numero de reflexiones que contribuirán a la complejidad del patrón.

La regla básica de este sistema es que el ángulo divide uniformemente un circulo de 360° por lo que las simetrías que se obtendrán de acuerdo al ángulo serán dependientes de el.



Caleidoscopio de 45°



Caleidoscopio de 90°

45° - 8 Simetrías -4 puntos centrales

36° -10 Simetrías -5 puntos centrales

30° -12 Simetrías -6 puntos centrales

22.5° -16 Simetrías -8 puntos centrales

15° -24 Simetrías -12 puntos centrales

10° -36 Simetrías -18 puntos centrales

1° -360 Simetrías -180 puntos centrales

Caleidoscopio

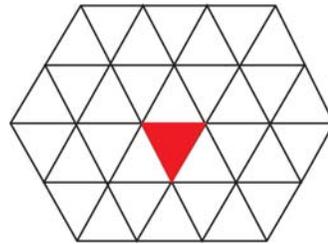
Tres espejos

En el sistema de tres espejos es similar al de dos espejos solo que se cambia la superficie no reflectante por un espejo, provocando una reflexión continua a lo largo del campo de visión.

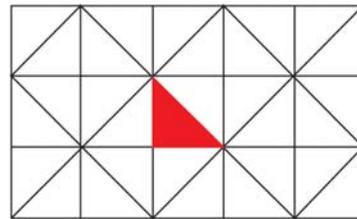
La regla de este sistema es, al igual que en el caleidoscopio de dos espejos, que el círculo de 360° sea dividido de manera uniforme. Y se le incorpora que la suma de los tres ángulos del triángulo deben sumar 180° .

Al regirse por estas dos normas surgen solo tres combinaciones posibles

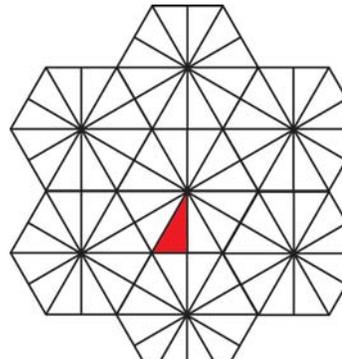
El triángulo mas común es el equilátero, donde todos sus ángulos miden 60° , en esta combinación cada ángulo produce seis patrones de plegado continuos.



La segunda combinación se de $45^\circ - 45^\circ - 90^\circ$ (triángulo rectángulo isósceles) Esta relación produce 8 patrones de plegado en los ángulos de 45° y un patrón de 4 veces en el ángulo de 90° , produciendo patrones cuadrados continuos.



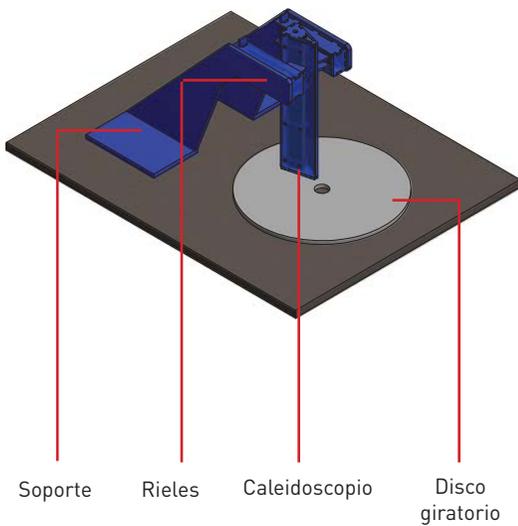
La tercera combinación se realiza con un triángulo escaleno con ángulos de $30^\circ - 60^\circ - 90^\circ$ permitiendo así tres simetrías diferentes [$30^\circ - 12$ simetrías, $60^\circ - 6$ simetrías y $90^\circ - 4$ simetrías]



Propuesta 1

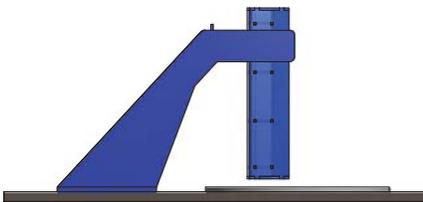
Mediante el caleidoscopio de dos espejos se busca generar patrones de flores, mediante un dibujo abstracto, demostrando la configuración básica de estas a través de la rotación sobre un eje.

Para ello se decide construir caleidoscopios de diferentes medidas de ángulos para comparar los diferentes modelos de pétalos. Y se incorpora el movimiento para ver como se va transformando la flor bajo una misma simetría.



El experimento (la máquina) que incluye al caleidoscopio se encuentra posada sobre una superficie horizontal y se constituye además de un soporte, un sistema de rieles y un disco giratorio. El disco giratorio llevará varios modelos de flores, sobre los cuales se desplazará el caleidoscopio generando el crecimiento de la flor o el cambio de una flor a otra.

Los ángulos que se eligen para el experimento son de 30° , 36° y 45° generando simetrías hexagonales, pentagonales y cuadradas.



Vista lateral



Vista frontal

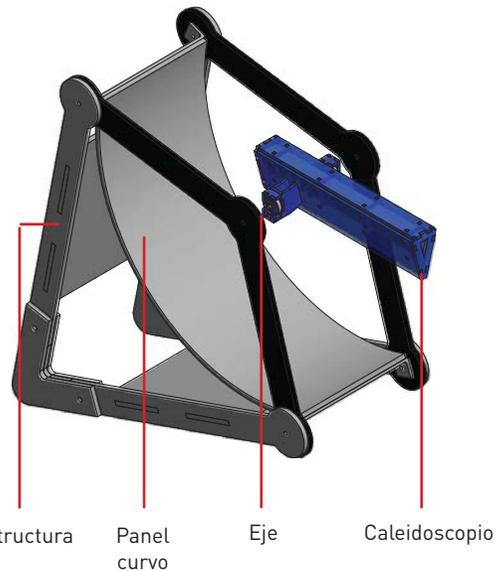
Propuesta 2

En una segunda propuesta se mantienen las cualidades del caleidoscopio, pero se sigue desarrollando la máquina en sí (compuesta por la estructura que lo sostiene y el movimiento de este).

Se cambia la posición de horizontal a vertical, ya que, gracias a la estructura se logra una mayor independencia del experimento, de modo que se puede ubicar de múltiples formas en el espacio cambiando las variables de altura y distancia entre estos, con el fin de hacerlo más próximo al visitante.

El cambio de horizontal a vertical, conlleva en cuanto a forma cambiar el sentido del movimiento del caleidoscopio, desde un movimiento lineal a uno concéntrico, debido a la comodidad para observar y en busca de desarrollar un sistema más simple de construcción y funcionamiento.

Para ello se incorpora un eje en el caleidoscopio con un rodamiento que le permite girar y se enfocara sobre un panel curvo que llevará un solo patrón lineal, el cual se podrá cambiar por el visitante, creando sus propios dibujos.



Vista lateral

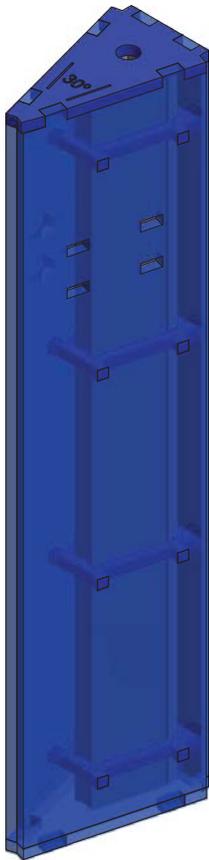


Vista frontal

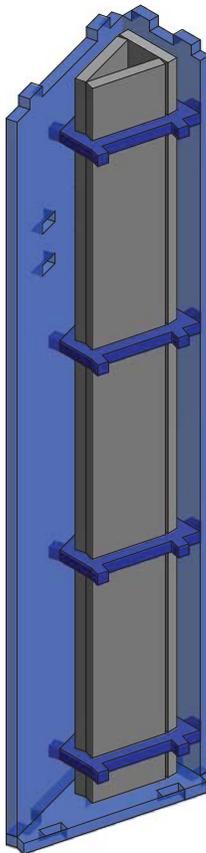
Caleidoscopio (proyección)

El caleidoscopio se construye mediante piezas ensambladas y cortadas en una maquina láser para que los vidrios queden perfectamente ubicados en el ángulo deseado.

Esta compuesto en el interior por dos superficies de vidrio y una de madera, estas se encuentran unidas mediante una estructura media de anillos que también unirá las paredes exteriores.

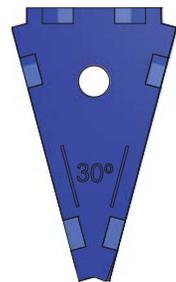


Vista Exterior

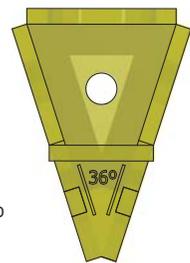


Vista Interior

Caleidoscopio
30°



Caleidoscopio
36°



Caleidoscopio
45°



Caleidoscopio (Construcción)

Total de piezas:
12 piezas.



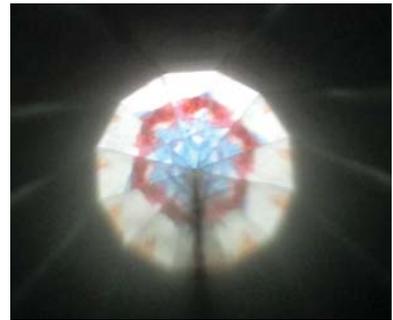
Interior
caleidoscopio



Prueba caleidoscopio



Elemento al que se enfocó la prueba.



Fotografías de la proyección de un telescopio de 30°. generando imágenes compuestas de 12 simetrías.

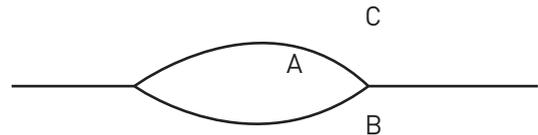


¿ Por que si las gotas y las burbujas son esféricas cambian de forma al agruparse?

Tensión superficial

La fuerza de la tensión superficial se ve en estos elementos de (gota, burbuja), ya que su efecto se manifiesta directamente en superficies de áreas mínimas, donde no se debe interpretar esta expresión como un mínimo absoluto, sino relativo; es decir, una superficie que se aproxima al mínimo absoluto tanto como permitan las circunstancias y exigencias materiales.

Cuando un fluido está en contacto con otro fluido, o con un sólido o un gas, una parte de la energía total del sistema (lo que se podría llamar energía de superficie) es proporcional al área de la superficie de contacto; es también proporcional a un coeficiente que es específico para cada par de sustancias y constante para estas.



Observaciones

Las tres fuerzas sólo pueden estar en equilibrio cuando cada una de ellas es menor que la suma de las otras dos.

Las tres superficies pueden ser semejantes, como sucede cuando se unen dos burbujas de jabón, separadas por un tabique divisorio. En este caso, las tres tensiones son equivalentes y también son los tres ángulos, cuando se encuentren tres superficies líquidas similares, o tres películas, siempre lo hacen en ángulos idénticos de 120°.

De acuerdo a los principios cuando se encuentran tres cuerpos en contacto sucede lo mismo.

Si una gota de un fluido A flota sobre un fluido B, mientras ambos están expuestos en C. De esta forma tenemos tres superficies en contacto que conforman la energía superficial del sistema, E.

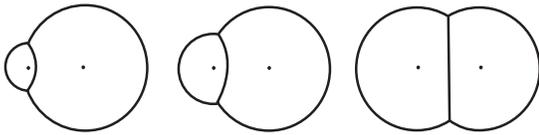
En el se encuentran tres energías específicas, EAB, EAC y ECB.

De esta manera una gota existirá siempre que las otras dos energías superficiales superen, por unidad de superficie, a la energía específica de la superficie del agua - aire que la rodea.

$$EAB + EAC > ECB$$

Si las tres superficies son diferentes, las tres tensiones superficiales serán diferentes, y las dos superficies de la gota diferirán en la curva.

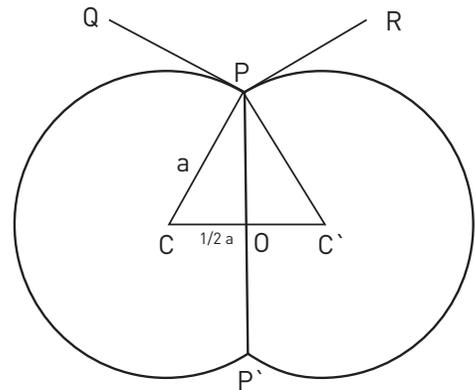
Si solo dos de las superficies son semejantes, entonces dos de los ángulos serán semejantes y el tercero será diferente; y este último será igual a la diferencia entre 360° y la suma de los otros dos.



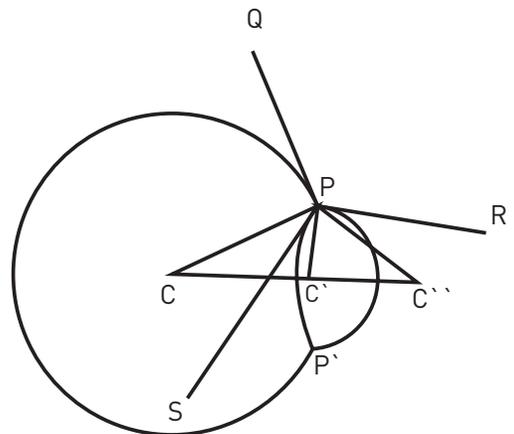
Divisiones celulares

Como se dijo anteriormente, tres películas en contacto (es decir, las paredes externas de las dos burbujas y el tabique divisorio que hay entre ellas) están compuesta por la misma sustancia y son todas semejantes, y en consecuencia las tres dimensiones deben ser iguales, y las tres películas deben, en todos los casos, encontrarse en ángulos de 120° . Pero a menos que las dos burbujas sean exactamente del mismo tamaño, y pro lo tanto de igual curvatura, las tangentes a la esfera no cortaran el plano del círculo de contacto en ángulos iguales, y el tabique divisorio será necesariamente una curva.

Cualquier punto P del borde de la división, siendo iguales las tensiones, los ángulos QPP' , RPP' y QPR son iguales, y por lo tanto cada uno mide 120° . Pero como PQ y PR son tangentes, los centros de las dos esferas (o arcos circulares en la figura) se encuentran en líneas perpendiculares a ellas; por lo tanto los radios CP y $C'P'$ se encuentran en un ángulos de 60° , y el triángulo CPC' es equilátero. Es decir el centro de cada círculo esta en la circunferencia del otro.



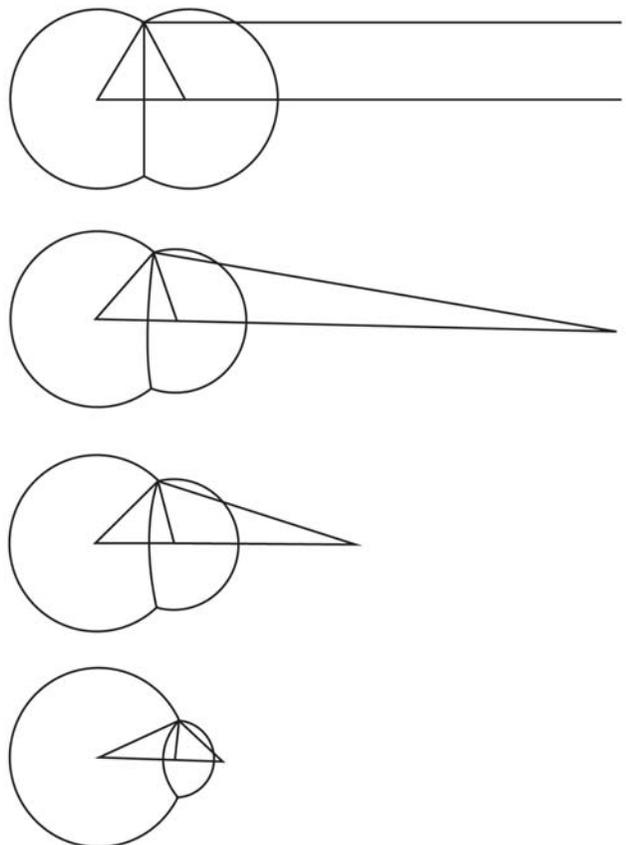
En el caso de dos burbujas desiguales, la curvatura de la pared divisoria es fácil de determinar. En la figura, las tres películas que se encuentran en el punto P son como antes idénticas, las tres tangentes PQ, PR, PS, se encuentran en ángulos iguales de 120° , y PS es la bisectriz del ángulo QPR. PQ y PR son tangentes perpendiculares a los radios CP y $C'P'$. El radio $C''P'$ del tabique esférico PP' se obtiene trazando desde P la perpendicular PS. El centro C'' esta, por simetría de la figura en línea recta con C y C' .



En el caso típico de una célula divide equitativamente tal como una burbuja doble de jabón simétrica, donde la pared divisoria y las paredes exteriores son idénticas entre si, y todas ellas están en contacto con el mismo aire, podemos determinar con facilidad la forma del sistema.

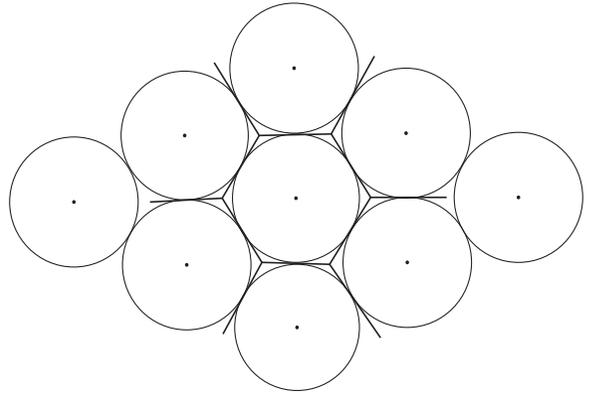
Las dos burbujas ejercen una presión hacia dentro que es inversamente proporcional a sus radios.

De esto se deduce que la curvatura del tabique divisorio debe ser tal que permita ejercer esa presión. Por lo tanto la división es una porción de superficie esférica, cuyo radio es igual al producto de los radios de las burbujas partido por la diferencia entre ellos; si las dos burbujas son iguales el tabique es infinitamente grande, es decir, el tabique es una superficie plana.

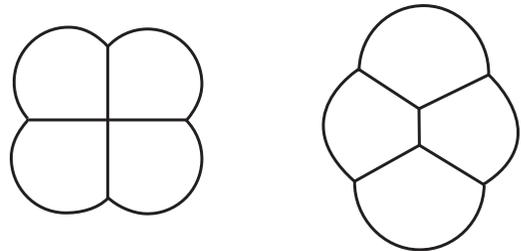


Teselaciones

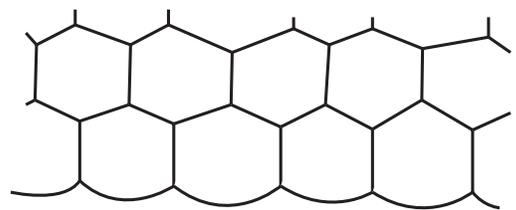
Agrupaciones de burbujas



Cuando tenemos cuatro burbujas que se encuentran en un plano, podrían ordenarse de dos formas simétricas: con cuatro paredes divisorias que se cruzan en ángulos rectos; o con cinco tabiques que se encuentran de tres en tres, en ángulos de 120° . Esta última disposición es estrictamente análoga a la ordenación de tres burbujas. Aunque estas dos figuras podrían parecer, dada su apariencia, figuras de equilibrio, solo la segunda presenta un equilibrio estable.



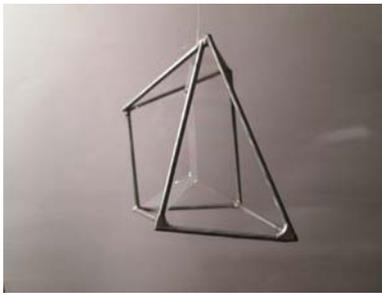
En una espuma de jabón las burbujas del interior de la masa son todas semejantes en términos generales (y si son del mismo tamaño serán iguales en todos los aspectos). Si las observamos en un corte o proyección, sus lados estarán uniformemente aplanados y tenderán a encontrarse en ángulos iguales de 120° . Pero las burbujas que constituyen la capa exterior conservan sus superficies esféricas y aún estas tenderán a cortar a las paredes divisorias con las que contactan en ángulos constantes de 120° .



Experimento

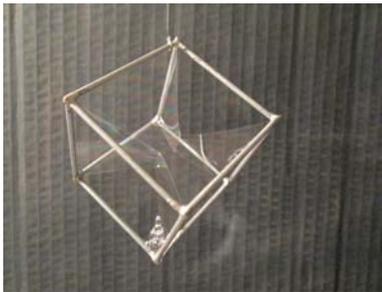
Prueba 1

Se crean burbujas para evidenciar la materia estudiada, generando estructuras sobre un plano y construcciones espaciales en alambre.



Se realiza la construcción de dos sólidos platónicos y un sólido uniendo caras cuadradas y triangulares para introducir al jabón y ver como se conforman los ángulos de las burbujas.

De esta manera se logra apreciar como las burbujas tienden a ordenarse siempre de la misma manera, en donde cada cara de la figura representa a una burbuja en el aire.



Experimento

Prueba 2

En las fotografías se pueden apreciar las distintas formas que se originan entre las burbujas, apareciendo la figura hexagonal, el pentágono, el cuadrado como centros de la masa.

De esta manera se observa la construcción de figuras geométricas al construir figuras concéntricas de burbujas.

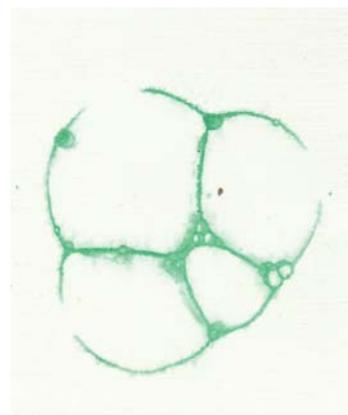
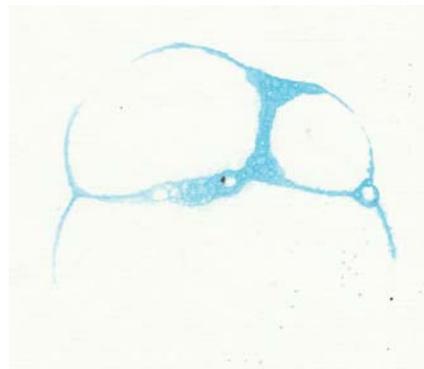


Experimento

Prueba 3

Para poder proyectar la teselación que generan las burbujas al agruparse, observando y capturando los ángulos que forman se decide hacer una prueba incorporando acuarelas.

La prueba consiste en hacer burbujas sobre un plano de papel generando diferentes formas de acuerdo a la cantidad de burbujas que se crean, luego se pintan, esparciendo la pintura sobre sus superficies cayendo hasta el papel para después reventar las burbujas.



¿ Como se componen las espirales de la naturaleza?

Espiral Esquiangular

Este tipo de espiral adquiere la forma mediante incrementos continuos y sucesivos y cada sucesiva etapa de crecimiento, empezando por le punto de origen, permanece como una porción integral e invariable de la estructura en crecimiento.

Hay numerosas estructuras orgánicas que presentan la espiral esquiangular, estas no crecen en un sentido estricto, sino mas bien aumentan o se acumulan, presentando una adición de material acumulado.

Las vueltas vana aumentando en anchura, en una proporción constante e invocable.

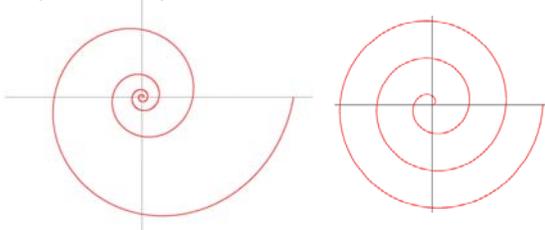
La figura se puede concebir como si creciera continuamente sin cambiar su forma en ningún momento.

Esta espiral no es característica de los tejidos vivos, si de los muertos, y por la misma razón, siempre o casis siempre estará acompañada y adornada por un patrón de líneas de crecimiento, un recuerdo perenne de sus sucesivas etapas y formas de tamaño.

Algunos ejemplo de esta estructura se aprecia en el vuelo de un insecto hacia una vela, los cuernos de un rumiante, conchas de los moluscos, trompa y colmillos de un elefante, dientes de un castor, las garras de un gato o un canario, flor de un girasol, etc.



Tipos de espiral



Espiral esquiangular

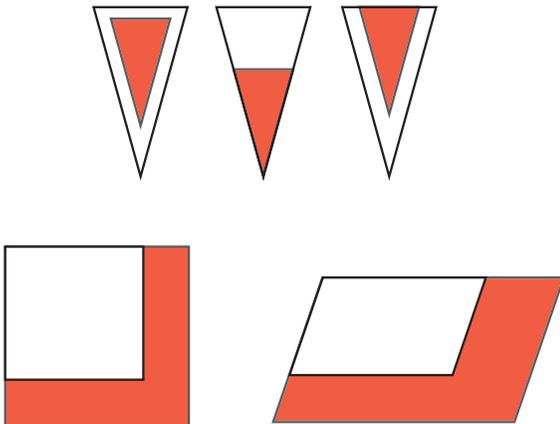
Espiral de Arquímedes



Gnomon en la naturaleza

Si una figura en crecimiento se compone de partes sucesivas, similares en forma y que aumentan de tamaño en proporción geométrica, situadas similarmente con respecto a un centro de similitud, siempre podremos trazar una serie de espirales esquiangules a través de los puntos correspondientes.

Es característico de las formas orgánicas en las que se reconoce una espiral esquiangular, que cada sucesivo incremento es similar, similarmente magnificado y similarmente situado respecto a su predecesor, en consecuencia es un gnomon de la estructura preexistente.



El crecimiento de la figura puede ser de tres maneras, en todas sus direcciones, en una y en dos de sus caras.

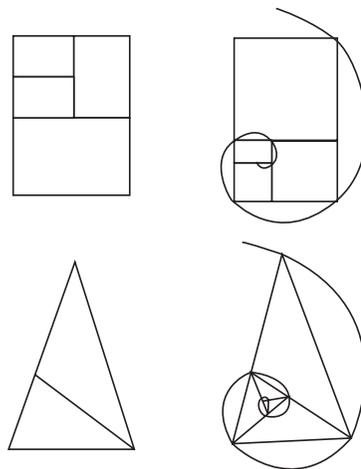
Gnomones

Magnitud / escala

Existen ciertas cosas que no sufren alteración, excepto en magnitud cuando crecen (Aristóteles). Así, si a un cuadrado le añadimos una porción en forma de L, la figura resultante sigue siendo un cuadrado; y la proporción que hemos añadido recibe el nombre griego de GNOMON.

Cualquier figura que, al ser añadida a otra figura cualquiera, da como resultado una figura similar a la otra, por lo tanto un gnomon se da en cualquier paralelogramo. (Euclides)

De esta manera si a cualquier figura, le añadimos o le quitamos una serie de gnomones, uno detrás del otro, haciéndolo cada vez más grande o cada vez más pequeño, pero siempre manteniendo la figura similar del primero encontramos que se origina una espiral esquiangular.



A raíz de las definiciones anteriores, se puede postular que cualquier curva plana que comience en un punto fijo o polo y en la que el área vectorial de cualquier sector será siempre un gnomon respecto a la figura anterior completa y generará una espiral esquiangular.

Propuesta 1

Crecimiento en una dirección
(Escala y proporción)

En esta propuesta se trabajara el crecimiento de la espiral, evidenciando mediante la construcción de las formas y su orden específico la espiral esquiangular.

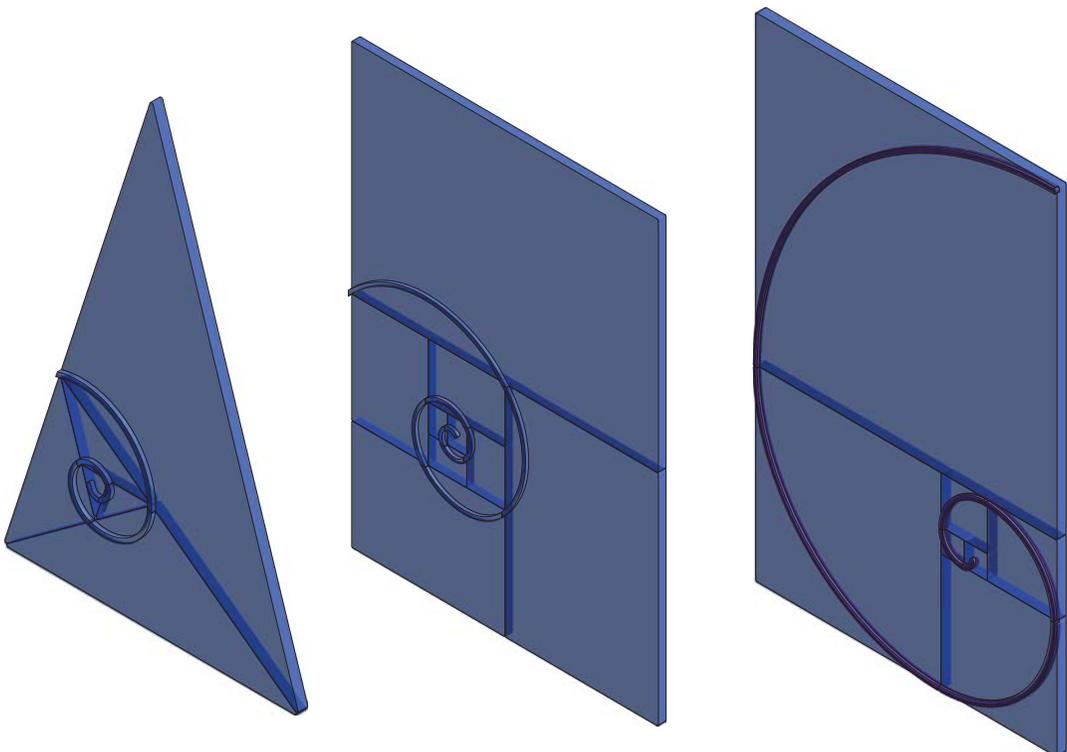
Se busca hacer visible las propiedades del gnomon, al presentar la escala y la proporción de las piezas.



Propuesta 2

Gnomones

Se construyen tres puzzles diferenciándose en la figura principal que los conforman, presentando tres gnomones (triángulo isósceles, cuadrado y rectángulo) que al ordenarse de una manera particular construye la espiral esquiangular.



Propuesta 3

Proporción / teselación

Se lleva la proporción de la espiral a un plano teselado como fondo y un brazo articulado que al ubicarse en este de manera particular genera un segmento de la espiral logarítmica.

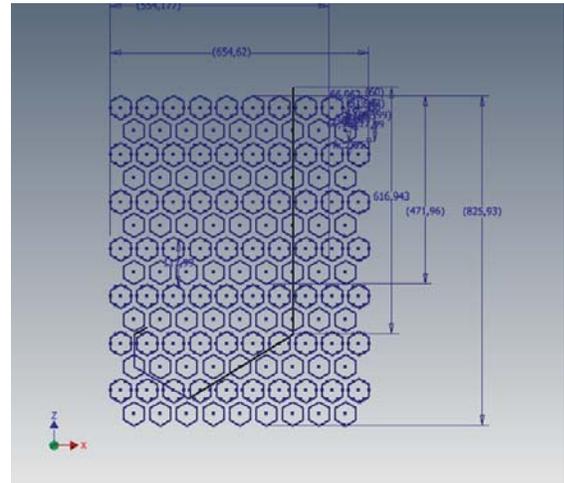
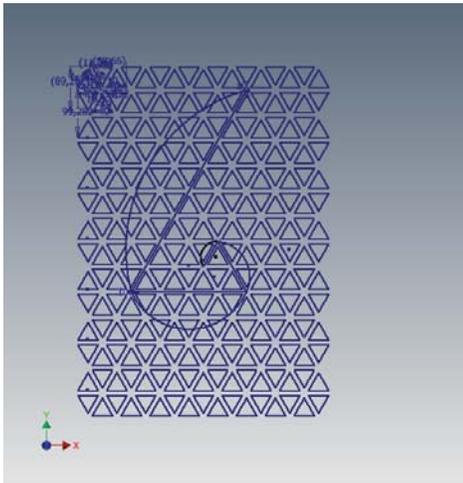
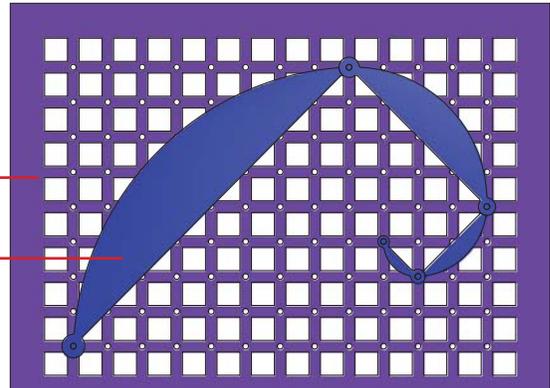
De esta manera se aprecia el crecimiento de los tramos de la espiral a través de la proporción de las figuras de la teselación que se encuentran de fondo.

Teselación cuadrada

Los segmentos que generan la espiral van aumentando doblando al anterior, así el primero es una diagonal, el segundo son dos, el tercero cuatro, el cuarto ocho, el quinto 16 y así puede seguir aumentando infinitamente, debido al espacio se deciden hacer cuatro sucesiones.

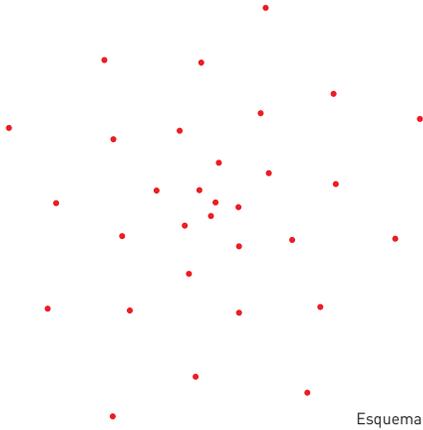
Teselación

Brazo articulado



Filotaxis espiral

(En un plano)

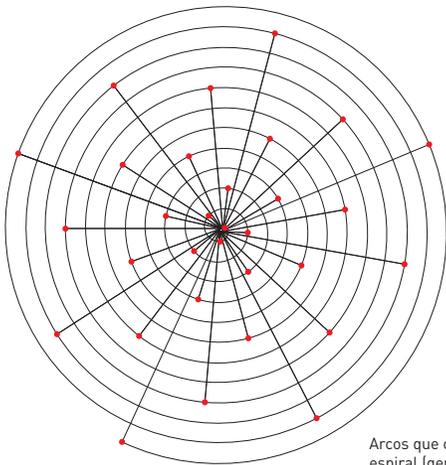


Esquema de puntos base.

La filotaxis espiral que presentan las plantas, se origina de acuerdo a una función de ahorro de espacio y aprovechamiento de la luz, debido a esto se comienzan a acomodar desde el centro hacia el exterior del tallo.

Las espirales que componen estos cuerpos, son compuestas, ya que construyen sus patrones mediante dos grupos de espirales, unas en el sentido del reloj y las otras en el inverso.

Estos grupos están compuestos mediante la sucesión de fibonacci, ya que los numeros de espirales que presentan concuerdan con los de la sucesión (1,1,2,3,5,8,13,21,34,...).

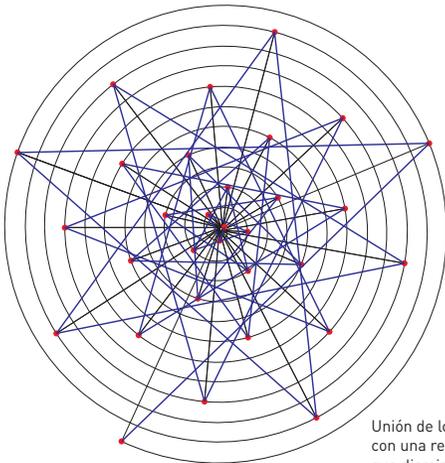


Arcos que conforman la espiral (generando los puntos)

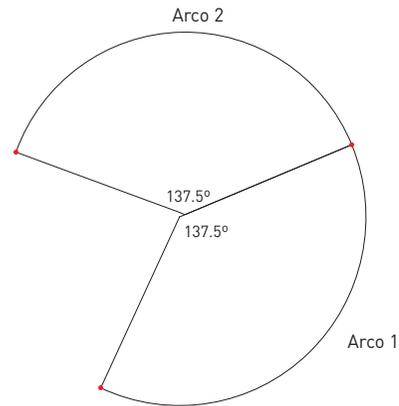
Construcción de las espirales

Las espirales se construyen a través del esquema de puntos que se observa a un costado superior, desde estos puntos se pueden trazar todas las espirales que concuerdan con la sucesión de fibonacci.

Los puntos, son las uniones de arcos tangentes que van disminuyendo proporcionalmente; estos arcos son de $137,5^\circ$ (ángulo áureo) y conforman una espiral de Arquímedes.



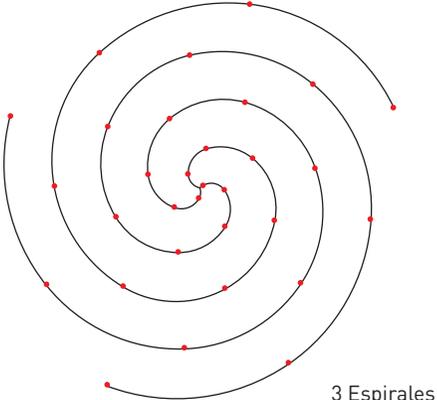
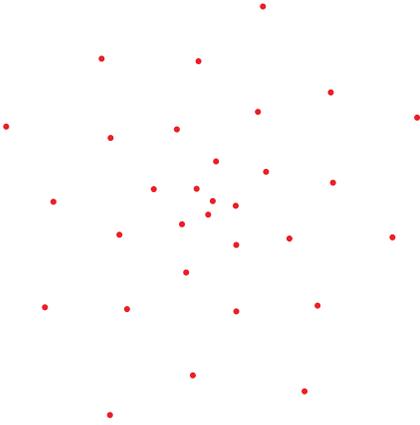
Unión de los puntos con una recta continua que disminuya proporcionalmente.



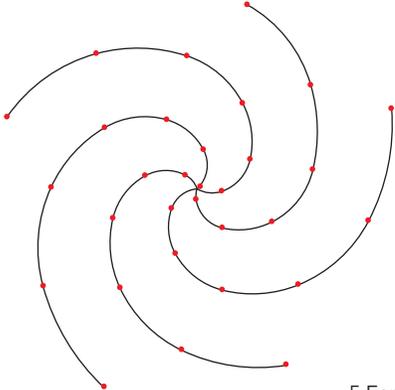
Conformación de los tres primeros puntos

Espirales simples

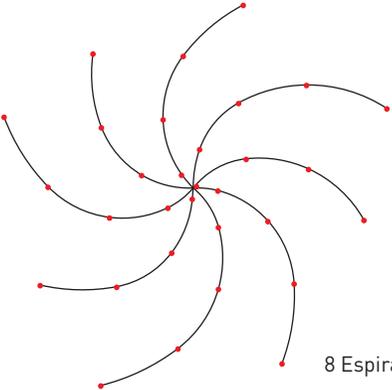
Esquema de puntos básico, desde el cual se trazaron todas las espirales y que guía la superposición de las mismas.



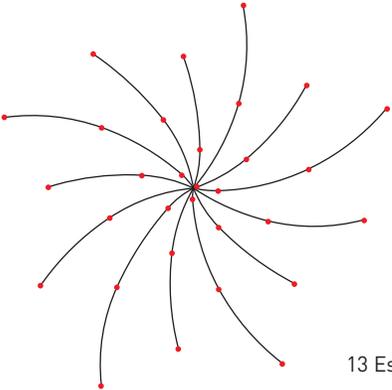
3 Espirales



5 Espirales

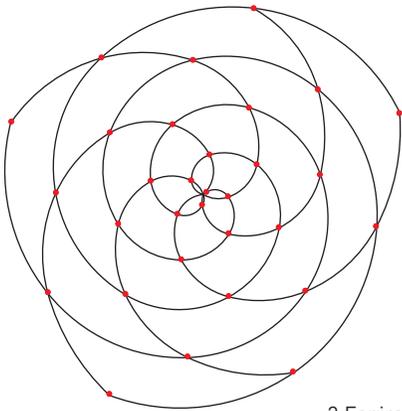


8 Espirales

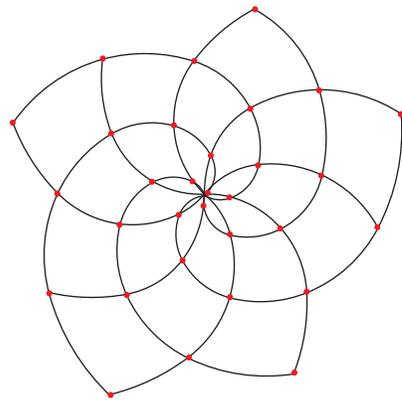


13 Espirales

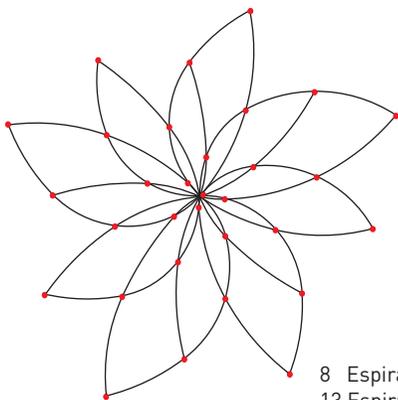
Espirales compuestas



3 Espirales
5 Espirales



5 Espirales
8 Espirales



8 Espirales
13 Espirales

Phyllotaxis espiral

Componentes del pino insigne

Proceso de observación en el cual se estudia el crecimiento de los componentes de un pino insigne, en ciudad abierta, Ritoque.

Se busca comprender como surgen las espirales mediante crece la planta y sus componentes a través del volumen.

En las fotografías se aprecian los diferentes componentes del pino, (ramificación de las hojas, flores machos y hembras, fruto (piña)) y se observa que todo el sistema del pino crece mediante un patrón de filotaxis de $5/8$.





Crecimiento de una piña, desde que comienza a crecer se presenta una estructura compuesta de espirales (5/8). Se puede ver como al crecer desde un costado le proporciona diferentes tamaños a las semillas que la componen.

Propuesta 4

Video

Mediante este primer video, construido mediante planos dibujados, se busca a través de 5 pasos mostrar la relación de una imagen matemática compuesta por la construcción de la espiral geométrica y llevarla a la naturaleza al superponerla sobre una imagen de la naturaleza.

Paso 1 construcción de una espiral y del esquema de puntos.

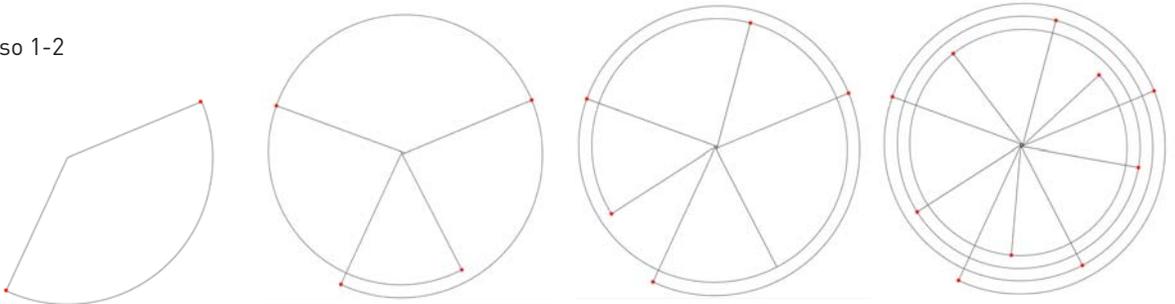
Paso 2 construcción de la recta que une los puntos.

Paso 3 construcción de las espirales.

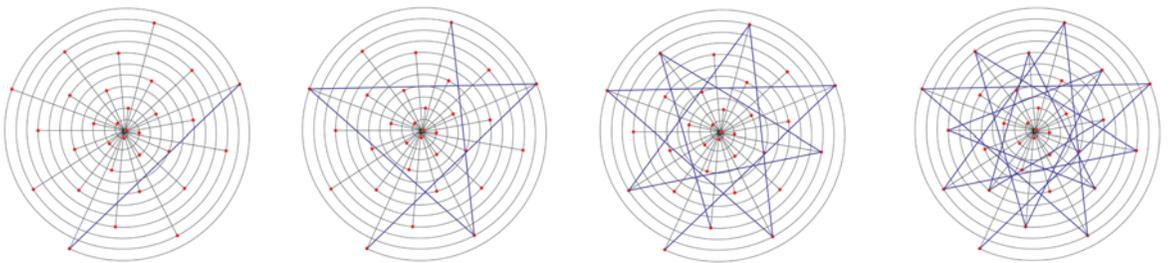
Paso 4 superposición de los grupos de espirales.

Paso 5 combinación de las espirales con una imagen natural.

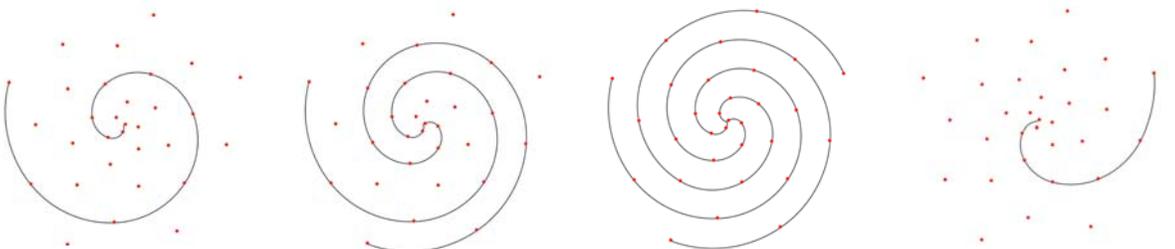
Paso 1-2

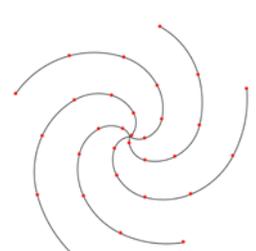
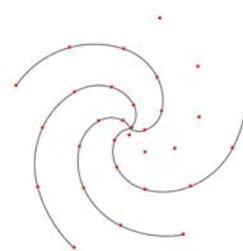
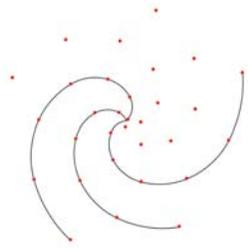
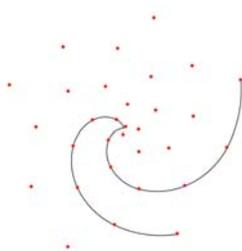
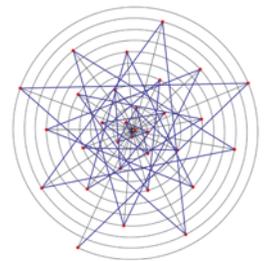
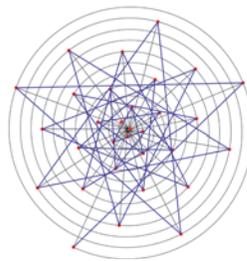
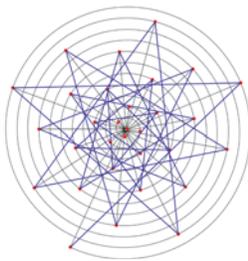
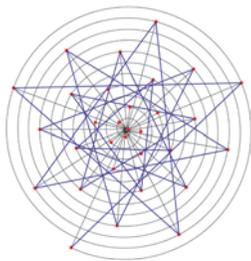
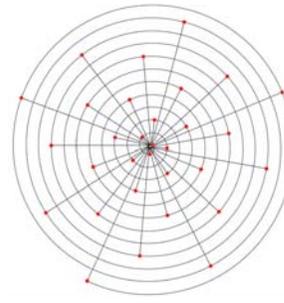
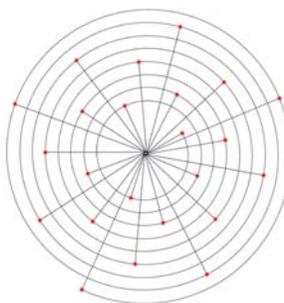
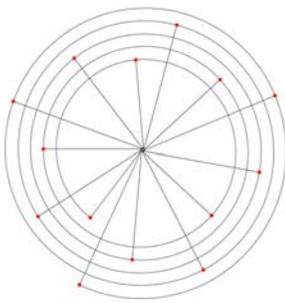


Paso 2

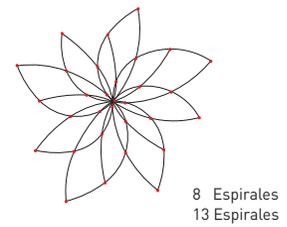
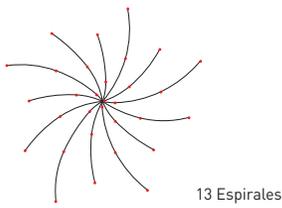
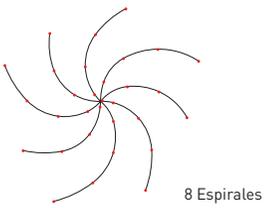
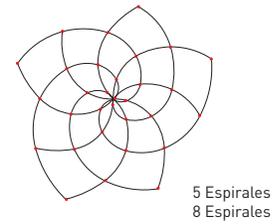
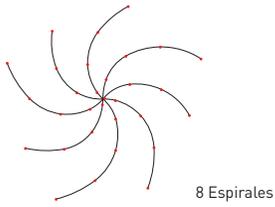
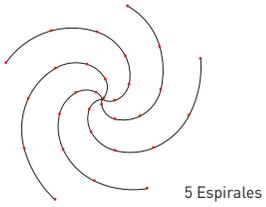
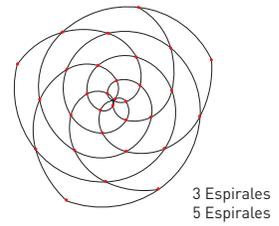
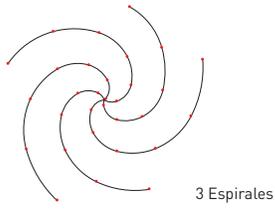
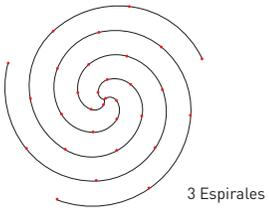


Paso 3

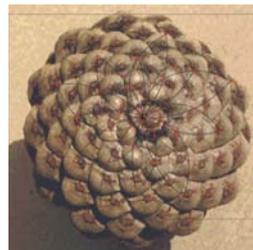
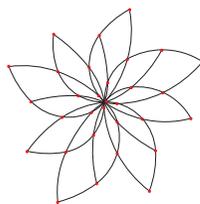




Paso 4



Paso 5



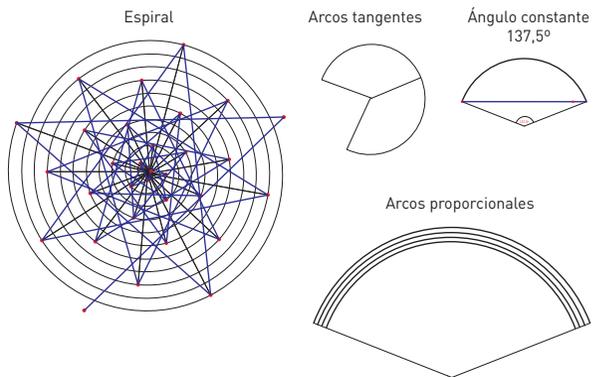
Propuesta 5

Video

Se realiza un segundo video, manteniendo la estructura del anterior, en cuanto a los pasos como elemento o imagen principal y se le adjunta a un costado información de la imagen principal, que va cambiando según el momento. Esta información ayuda a entender la geometría y la materia matemática que conforma la espiral.

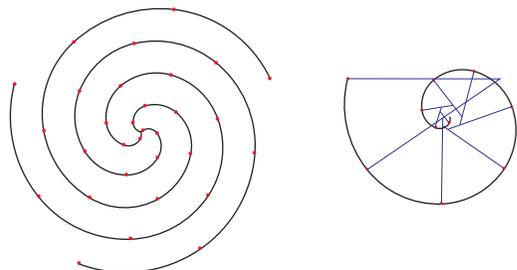
Paso 1

Se agrupa el paso 1 y paso 2 del video anterior y se incorporan tres variables al costado, el arco tangente y el ángulo constante, en los cuales la imagen no cambia al transcurrir el video; y se agrega la imagen de los arcos proporcionales que se van agregando simultáneamente a la espiral, demostrando como la misma figura se va reiterando cambiando el tamaño.

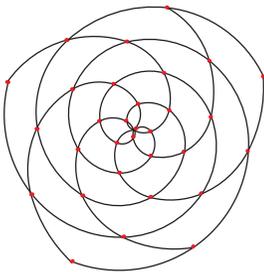


Paso 2

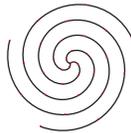
Se muestra el crecimiento de las espirales desde el centro (3,5,8 y13) mostrando la estructura que genera cada una de ellas al costado.



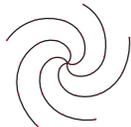
Espiral 3/5



3 Espiral



5 Espiral



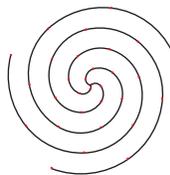
Paso 3

La imagen principal muestra las espirales compuestas y a un costado se muestran las espirales que la conforman.

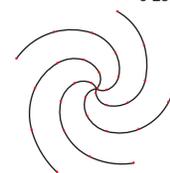
Espiral 5/8



3 Espiral



5 Espiral



Paso 3

La imagen es similar al paso anterior, con la diferencia que el dibujo principal pasa a ser un elemento natural que esta conformado por las espirales del costado. (En el caso que se ve al costado la piña es de un orden de 5/8, de modo que no coincide con las espirales del costado, solo es un ejemplo para demostrar al diagramación del video)

Modelos cilíndricos

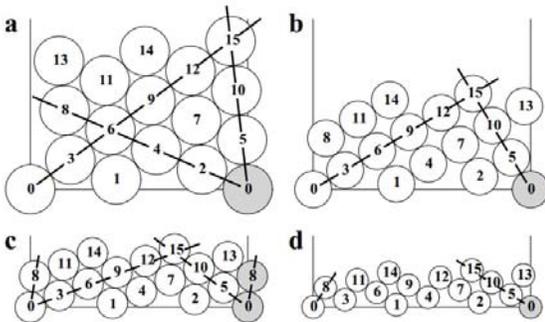
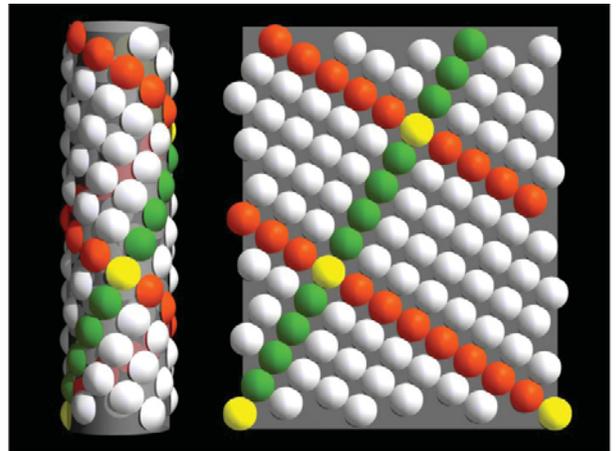
Volúmenes compuestos de espirales

Como base para seguir trabajando sobre las espirales se recoge parte del estudio del libro *Algorithm beauty of plants*, el cual desarrolla un lenguaje de programación digital para crear componentes naturales.

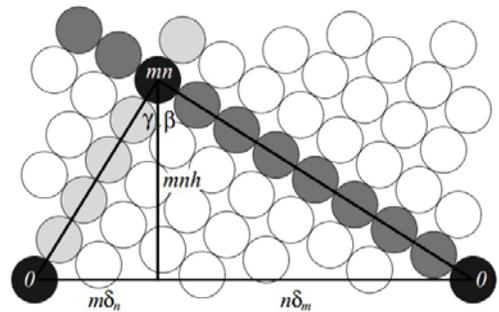
El capítulo de modelos cilíndricos muestra los factores que influyen en la construcción de un cilindro compuesto por espirales y las fórmulas matemáticas para poder llevarlo a cabo.

La base para crear un cilindro es el plano, desde este se desarrolla un juego de triángulos que varían los ángulos y su altura para conformar el cilindro al juntar los dos extremos del plano.

El plano se encuentra cubierto de círculos, que simulan los componentes naturales, estos son tangentes entre sí y se disponen a raíz de un triángulo principal que los direcciona de forma diagonal hacia dos extremos.



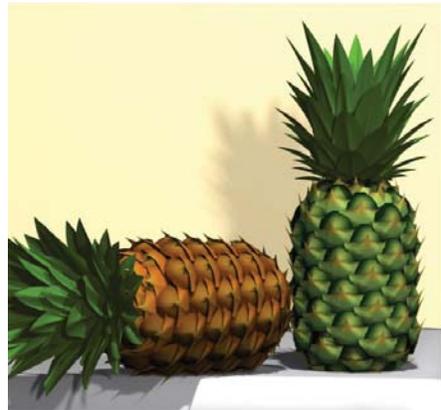
Variaciones del diámetro de los círculos, lo que provoca un cambio de las espirales que compondrán al cilindro.



Triángulo base para desarrollar el modelo, pose las variantes de los lados, m , n , h , $m\delta_n$ y $n\delta_m$.



Imágenes realizadas con el sistema de modelos cilíndricos (imágenes del libro Algorithm beauty of plants)



Propuesta 3

Volumen compuesto de espirales

En busca de desarrollar de una mejor manera la interacción del visitante con la materia se desarrolla la construcción de un volumen compuesto de espirales.

Se lleva el estudio realizado por Prezemylaw Prusinkiewicz y Aristid Lindenmayer en el libro *The algorithmic beauty of plants* de una construcción digital de la flora compuesta por espirales a un material físico.

La primera prueba se desarrolla en círculos de cartón y una malla de masking tape.



Vista frontal



Volumen 5/8



Vista posterior

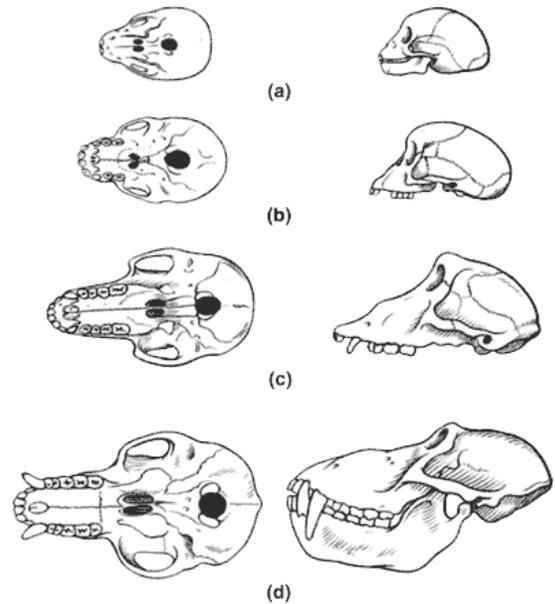


¿Como evolucionan las especie?

Formas relacionadas

Se puede suponer que mediante la acción combinada de fuerzas apropiadas, cualquier forma material podría transformarse en cualquier otra, de ello se le atribuye a la naturaleza misma el poder de llevar a cabo la transformación gradual y sucesiva de un simple germen en un organismo complejo

El estudio se enfoca en ver los casos donde las transformaciones de las especies estén claramente emparentados entre si y pertenezcan a la misma clase zoológica.

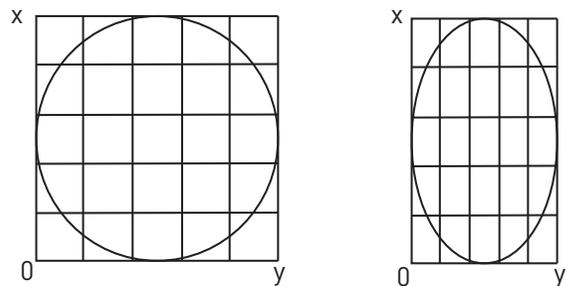


Transformaciones cartesianas

Sobre una cuadrícula se inscribirán las distintas especies, las cuales al alterar sus dimensiones mostrara la generación de una nueva especie.

Transformaciones cartesianas

Se dibuja una cuadrícula de coordenadas rectangulares equidistantes alrededor de los ejes x e y, y se puede alterar o deformar la cuadrícula de varias maneras, de esta manera cualquier figura que hayamos inscrito en la cuadrícula original y que transfiramos la nueva se deformara en exacta proporción con la deformación del sistema enteros y seguirá pidiéndose definir mediante puntos correspondientes en la cuadrícula, manteniendo su conformidad con la figura original.



Experimento

A través del movimiento se pretende desarrollar un maquina que genere la expansión y demuestre es fenómeno natural.

Transformaciones peces

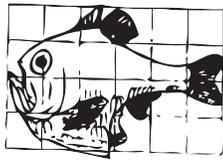


Figura 146. *Argentoplecus affersu*

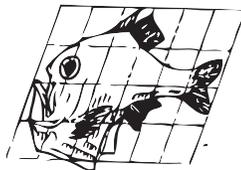


Figura 147. *Siemaphis diaphana*



Figura 148. *Scarus sp.*

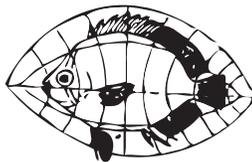


Figura 149. *Pterocentrus*

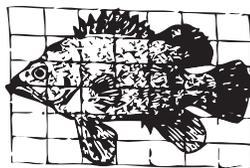


Figura 150. *Polyprius*

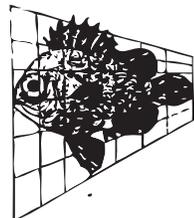
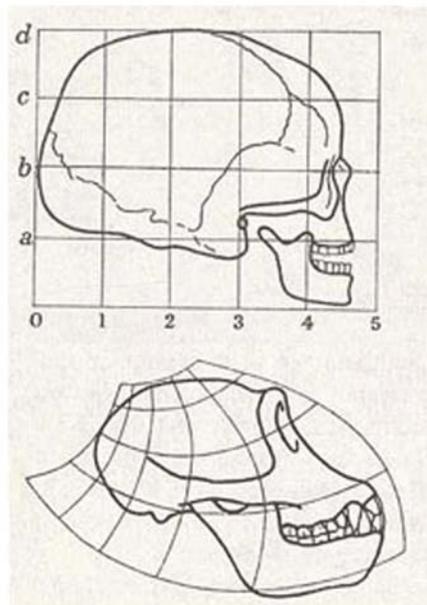


Figura 151. *Pseudopomacentrus affersu*

Transformación Craneo humano



Ante proyecto

Formas de la naturaleza

Esta segunda etapa se enfoca en el estudio de las formas en la naturaleza buscando concretizar el tema a través de un hilo conductor que pueda articular los experimentos, la materia que se quiere presentar y el recorrido en la exposición; para ello se trabaja siguiendo ciertas propiedades bases (forma, función, estructural) que presentan los elementos de la naturaleza y como estas se relacionan para hacer perdurar una forma natural a través de los años.

Estas formas son la base para la geometría actual, desde el estudio de las formas naturales el hombre busca dominar racionalmente el espacio a través de la geometría, al poseer un carácter visual y gráfico que ayuda entender de mejor manera los problemas que trata la matemática.

En cuanto a la estructura, esta se va a entender como un conjunto de unidades auto-organizadas en varios niveles de jerarquía, que interaccionan entre sí mediante un cierto número de reglas; desde esta base surgen las escalas en la naturaleza, seccionando diferentes niveles en cuanto a como reflejan sus formas de acuerdo a la relación con el entorno, debido a esto hay ciertos niveles en donde se puede apreciar de mejor manera la composición formal de estos. Por ello se seleccionan elementos guías que reflejan estas formas a una escala próxima al ser humano.

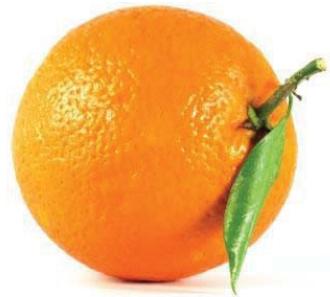
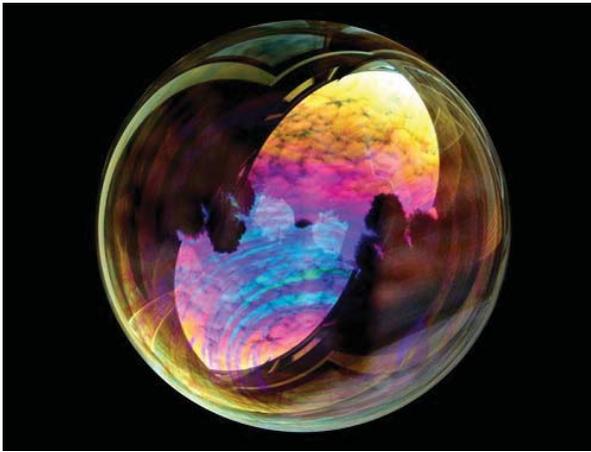
Esfera



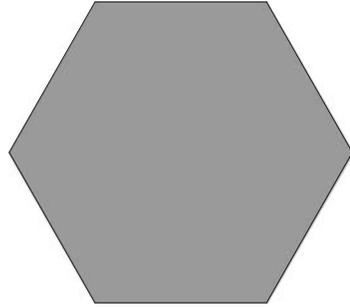
Una esfera es la superficie formada por todos los puntos del espacio tales que la distancia (llamada radio) a un punto determinado, denominado centro, es siempre la misma.

La esfera es la figura geométrica que para la misma cantidad de volumen presenta una superficie externa menor.

Se encuentra presente en casi todas las formas vivas, posee simetría circular (isotropía), Su característica fundamental es proteger, es la forma más equilibrada del universo y es la que mejor preparada está para soportar la presión ejercida por el medio ambiente.



Hexágono



El hexágono es un polígono de seis lados, un hexágono regular posee las siguientes propiedades:

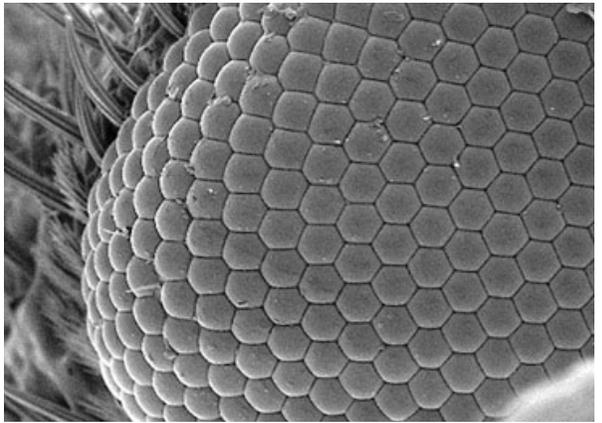
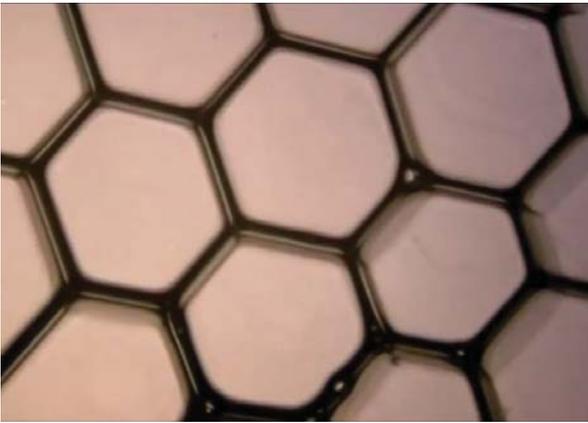
Todos sus ángulos miden 120°

Se relaciona con el triángulo equilátero, ya que al unir cada vértice con su opuesto queda dividido en seis triángulo equiláteros.

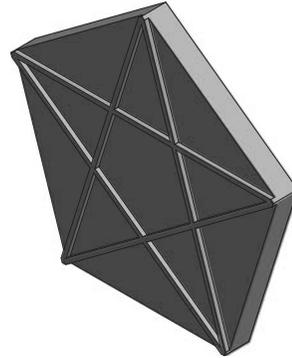
El hexágono en la naturaleza se forma gracias a las esferas, ya que al agruparse las esferas compiten debido a su gran frecuencia y, por compresión, se transforman en hexágonos.

Un círculo admite otros seis iguales y tangentes a él mismo, cuando se comprimen, el espacio intersticial se esfuma, y surgen los hexágonos.

Debido a esto los hexágono son la mejor manera de recubrir superficies planas, ya que no dejan ningún hueco entre ellos, de ahí que la función principal es la de pavimentar,



Pentágono



El pentágono regular es un polígono de cinco lados iguales y cinco ángulos iguales, posee las siguientes propiedades:

Todos sus ángulos internos miden 108° .
Partiendo del centro, al repartir la circunferencia entre cinco lados, tenemos 72° .

Pentagrama

Al unir los vértices del pentágono, se obtiene un pentagrama (estrella de cinco puntas) inscrito en el y en el centro quedará otro pentágono regular, con lo que el proceso de inscribir pentagramas en los sucesivos pentágonos que se vayan generando, matemáticamente no tiene fin.

La proporción entre los lados del pentágono y la longitud de las líneas del pentagrama tiene un factor de $\Phi+1$, o por el contrario $2-\Phi$, donde $\Phi=(1+\sqrt{5})/2$, es la razón dorada.

El número áureo, también denominado sección áurea, razón áurea o dorada, media áurea, divina proporción o número de oro, representado por la letra griega Φ 'fi' es el número irracional:

$$\Phi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} = 1,61803398874989\dots$$

Ejemplos de la naturaleza relacionados con la sección áurea:

La relación entre la cantidad de abejas machos y hembras en un panal.

La relación entre la distancia entre las espiras del interior espiralado de cualquier caracol.

Las relaciones entre las partes del cuerpo humano, los insectos, las aves y otros animales.

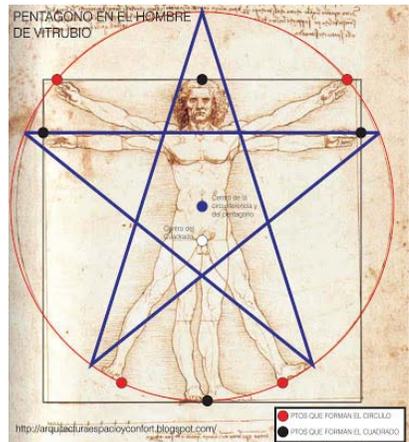
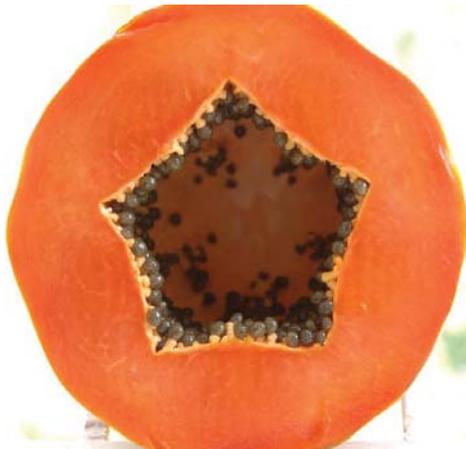
La relación entre la altura del ser humano y su ombligo.

La relación entre la distancia del hombro a los dedos y la distancia del codo a los dedos.

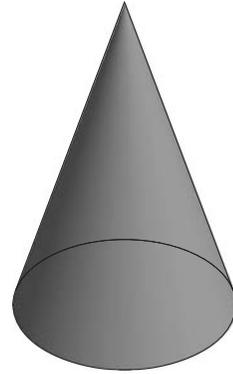
La relación entre la altura de la cadera y la altura de la rodilla.

La relación entre las divisiones vertebrales

La relación entre las articulaciones de las manos y los pies.



Cono



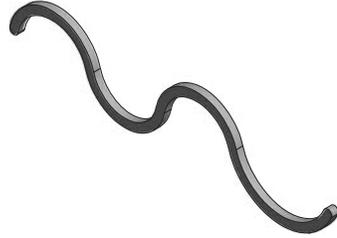
Un cono es un sólido formado por la revolución de un triángulo rectángulo alrededor de uno de sus catetos. Al disco generado por el cateto opuesto se le llama base y al punto del lado opuesto se le llama vértice.

El ángulo penetra porque todo lo que se aplica (fuerzas, partículas, sustancias) en su región más amplia se concentra a medida que nos acercamos a la punta.

El cono se ve en dientes, picos, hocicos, espinas, puntas, embudos, herramientas. El ángulo transmite todas las fuerzas hacia el vértice y allí se concentran, por ello el cono penetra.



Onda



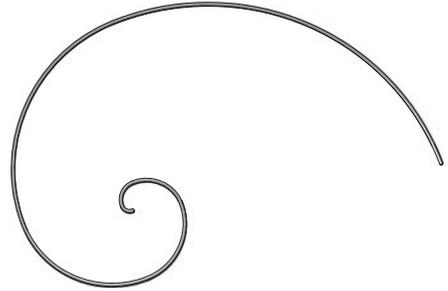
La onda mueve una señal sin mover materia; la onda es la idea más simple para mover un objeto material en el seno de un fluido.

La movilidad es una función de la materia viva para mantener o ganar independencia con respecto al medio.

La onda se dibuja en el movimiento de gusanos (ondas longitudinales), reptiles y peces (ondas laterales), mamíferos acuáticos (ondas verticales); la onda mueve bien la materia y mueve la información sin desplazar la materia, la onda comunica.

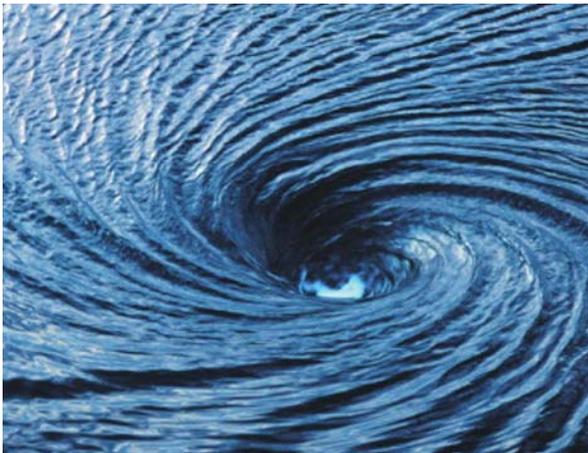


Espiral

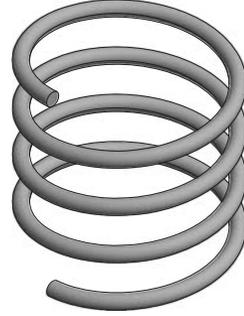


La espiral empaqueta porque es una manera de crecer ocupando poco espacio. Es frecuente que se dé esta forma en la materia viva porque la selección natural favorece dos propiedades aparentemente contradictorias: por un lado, ser grande para tener menos enemigos y más inercia y, por otro, ocupar poco espacio para tener más movilidad y, por lo tanto, tener mayor independencia respecto del medio.

La espiral es un círculo que emigra del plano que lo contiene, permite crecer sin ocupar espacio, es la manera de crecer sin derramarse por el espacio. La espiral se exhibe en cuernos, conchas, flores, trompas y colas en reposo, rollos de mil clases.



Hélice



La hélice agarra cuando existe fricción entre el elemento helicoidal y otro cuerpo. La fuerza de tracción que hay que hacer para vencer la fricción entre un elemento helicoidal y otro cuerpo crece de manera exponencial con el número de vueltas. La inmovilidad puede suponer supervivencia con respecto de muchos momentos azarosos del entorno por lo que la selección natural ha favorecido la hélice para todo tipos de agarres.



Catenaria

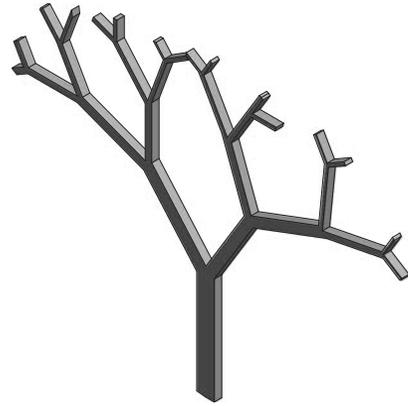


La catenaria es la curva cuya forma es la que adopta una cuerda de densidad uniforme sujeta por sus dos extremos y sometida únicamente a la fuerza de la gravedad. En sentido estricto, no es una curva, sino una familia de curvas, cada una de las cuales está determinada por las coordenadas de sus extremos (x_0, y_0) , (x_1, y_1) y por su longitud L .

Esta forma es la óptima para distribuir las fuerzas estructurales internas del arco. Cadenas y cables suspendidos entre dos puntos generan una catenaria.



Fractal



Los fractales son figuras con dimensión fraccionaria, estas figuras salen de la geometría euclidiana en donde un objeto con dimensión igual a cero es un punto aislado, una dimensión igual a uno es una recta y para una dimensión igual a tres es un cubo.

La geometría de estas figuras no describe valores enteros en su dimensión, sino fraccionarios ($1/2$, $3/2$, $5/2$) o a un número irracional ($\ln 20 / \ln 30$).

Un fractal puede ser descrito como un ente geométrico distinto, o más específicamente, como un ente geométrico infinito; es decir, que su superficie o área posee un valor fijo (finito), pero su perímetro o longitud es infinito, es decir no posee límites.

Este tipo de representaciones geométricas, se genera a través de un proceso de iteración de un patrón geométrico establecido como fijo. Un fractal es un objeto que exhibe recursividad, o auto similitud a cualquier escala.

Las plantas (los helechos, la coliflor, milenrama) son fractales por fuera y los animales y el hombre lo son por dentro; los fractales rellenan. Las formas fractales van bien para captar materiales como el agua, el aire, las sustancias nutritivas. Los humanos somos fractales por dentro (sistema nervioso, sistema circulatorio, los conductos de los pulmones) y los árboles lo son por fuera (ramas y raíces).



Proyecto

Visualización de las formas vivas

El proyecto consiste en la construcción de siete estaciones, en las cuales se recoge parte de los temas tratados en el anteproyecto incorporándole una dimensión espacial a la exposición mediante módulos y paneles expositivos.

Dentro de las siete estaciones se construyen 8 modelos experimentativos e interpretativos, los cuales mediante la geometría se busca visualizar una forma presente en la naturaleza.

De esta manera la geometría es el vínculo formal de la exposición con el visitante, el cual por medio de la interacción con los modelos va a construir una forma seminatural por medio de las propiedades geométricas específicas de cada una.

Las formas que se trabajaran serán: la onda, el hexágono, los fractales, el pentágono (pentagrama), la espiral, la catenaria y la simetría.

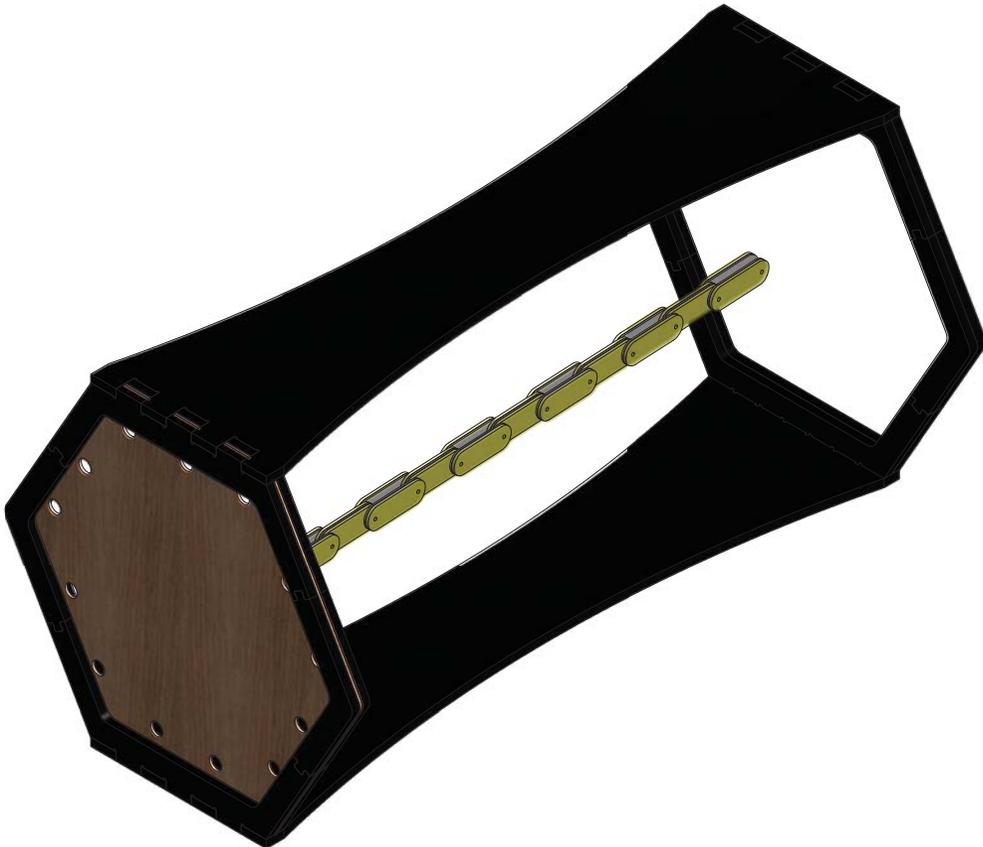
Onda

Movimiento
ondulatorio

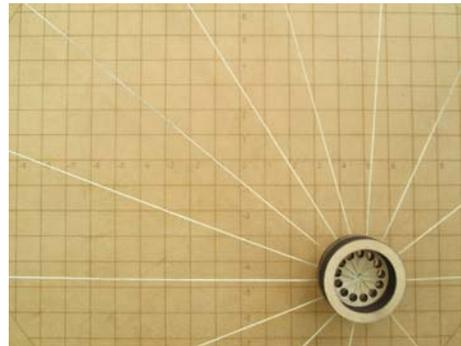
El modelo experimentativo consiste en la construcción de una onda a través del movimiento de una cadena articulada a través de distancias concentradas en un círculo.

El movimiento se genera mediante el juego de distancias de los hilos que sujetan la cadena sobre un eje, concentrándose en un plano perpendicular al eje, al extremo del experimento.

Esto permite que al mover los hilos sobre el plano, las distancias de los hilos varíen generando diferentes alturas en la cadena.



Prototipo

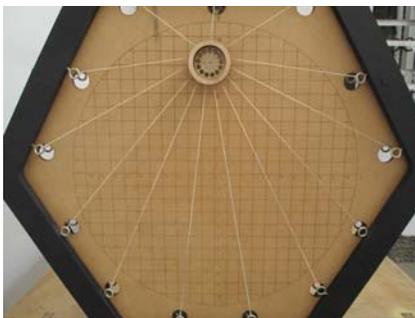
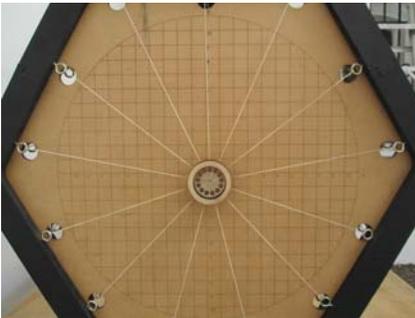


Experiencia

Sobre el plano donde se unen todos los hilos se encuentra trazado un plano cartesiano, que ayuda a crear una referencia y indica las coordenadas de la onda que se genera.

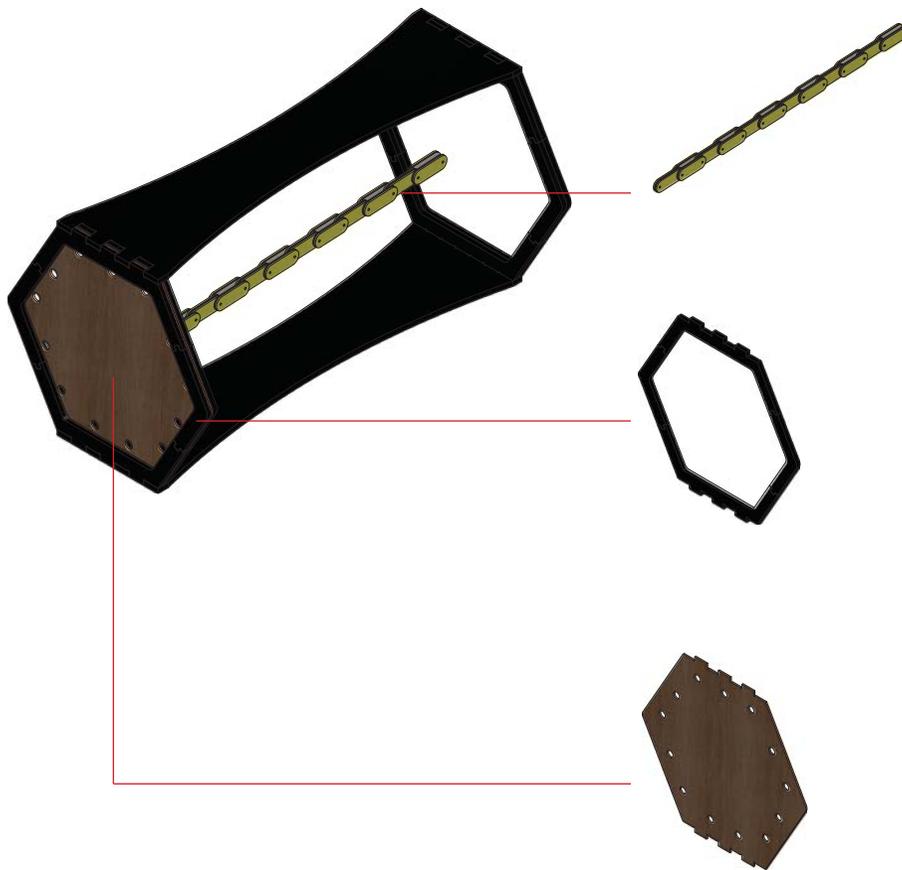
Al experimentar con el modelo, a medida se va moviendo la guía por el plano cartesiano la cadena comienza a moverse y dependiendo de cuanto se aleja del centro la guía es cuan mayor es la curva de la onda.

De esta manera al mover la guía en círculos sobre el centro de manera próxima a este, la cadena presenta un movimiento suave, tendiendo a la horizontal y cuando se aleja la curva aumenta generando una onda con crestas mayores.



Piezas principales

El experimento está compuesto de tres elementos base, la estructura, la cadena y el plano cartesiano. La construcción de la estructura se realiza en la router al igual que la cadena y el plano cartesiano se construye con corte láser.



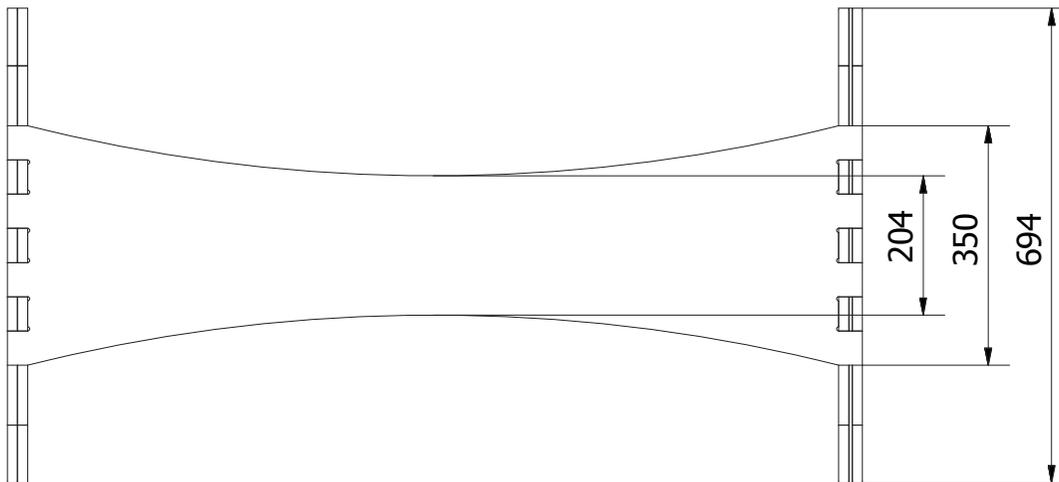
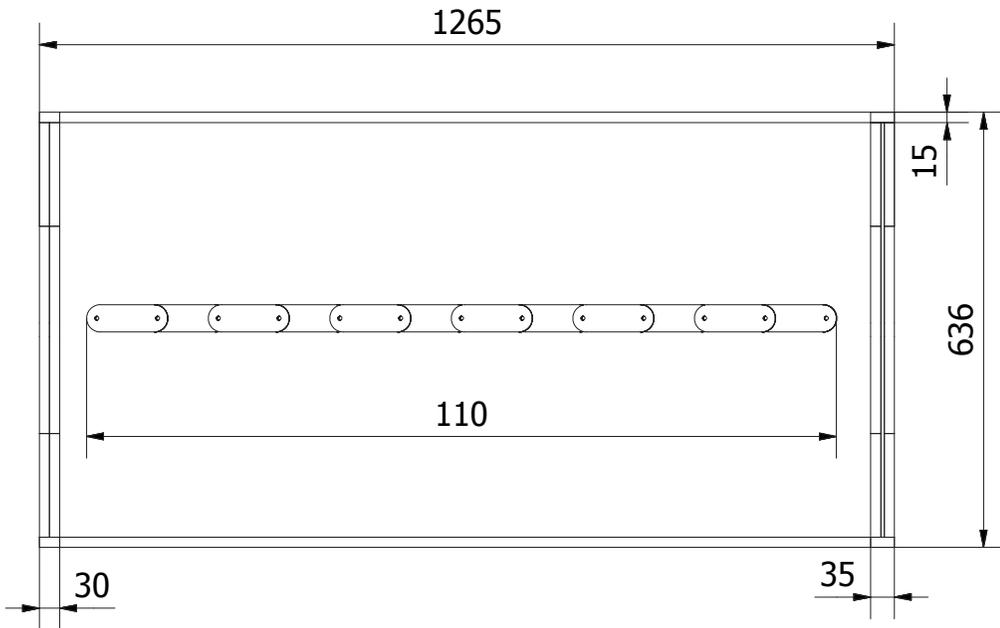
La cadena está compuesta por 14 eslabones unidos cada uno con pernos, lo que permite regular su articulación. Desde los pernos se sujeta el hilo que la mantiene suspendida.

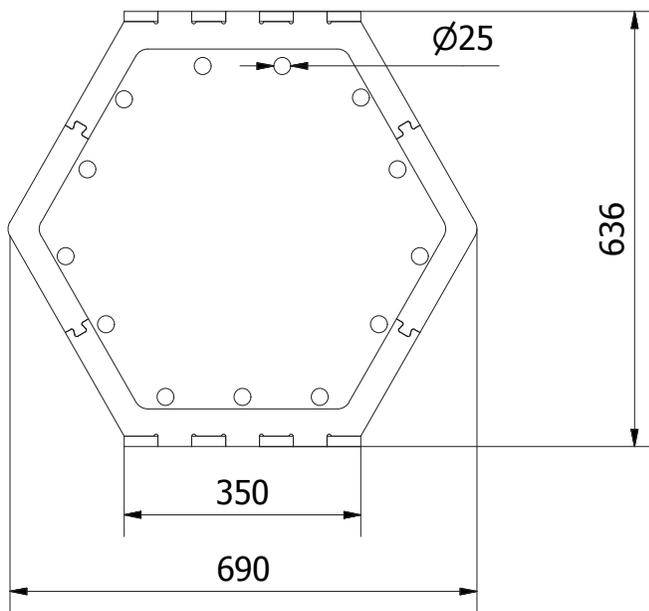
La estructura principal es un hexágono que se ensambla mediante dos tableros que generan el volumen del experimento.

El hexágono se divide en cuatro piezas para poder ocupar de mejor manera el material en el cual se imprimen las piezas.

El plano que se observa en un extremo es el que lleva impreso el plano cartesiano y posee orificios para el paso libre de los hilos hacia su centro.

Plano general





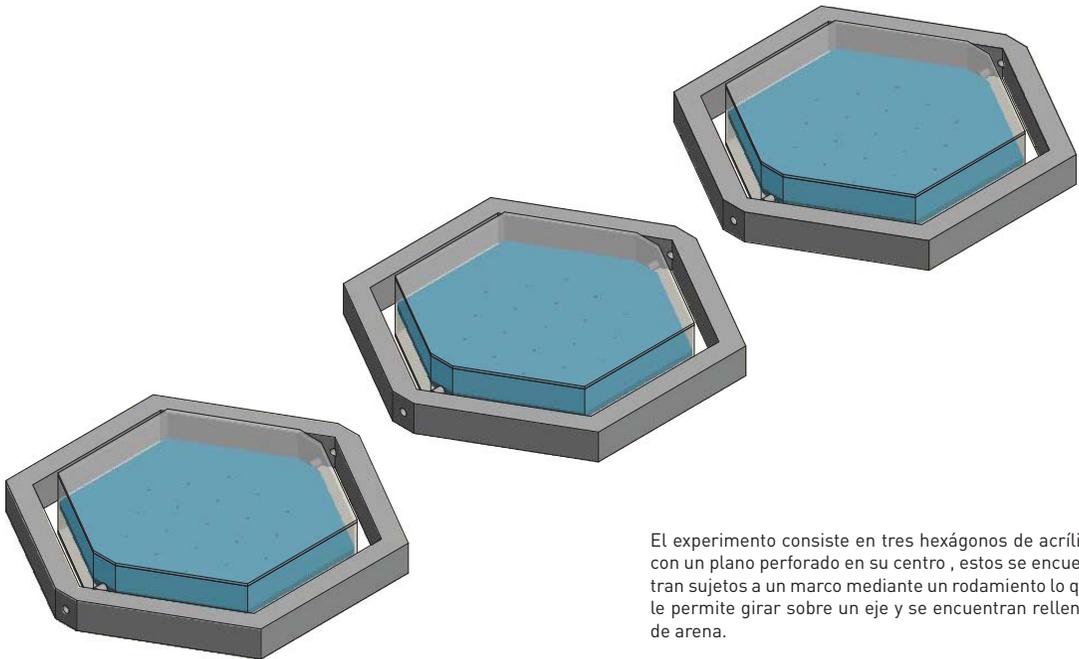
Hexágono

Teselación de arena

En este experimento se busca demostrar la eficiencia de la naturaleza al cambiar de formas al agrupar varios elementos.

La base es observar la teselación que presenta la naturaleza mediante el cambio de un círculo a un hexágono, lo que ocurre es similar a la agrupación de burbujas cuando seis se concentran sobre una de manera tangente provocando el cambio de una burbuja con base esférica a una hexagonal.

Para demostrar lo que ocurre de una manera exacta y que funcione cada vez que se experimenta, se deja a un lado las burbujas al ser muy difícil crearlas de una manera exacta y se comienza a trabajar con la arena y su ángulo natural.



El experimento consiste en tres hexágonos de acrílico con un plano perforado en su centro, estos se encuentran sujetos a un marco mediante un rodamiento lo que le permite girar sobre un eje y se encuentran rellenos de arena.

Las perforaciones del plano central se encuentran a diferentes distancias, lo que va a generar al girar el hexágono que la arena comience a caer por los agujeros dibujando diferentes teselaciones sobre la arena.

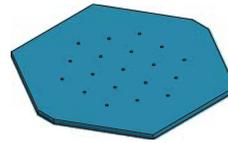
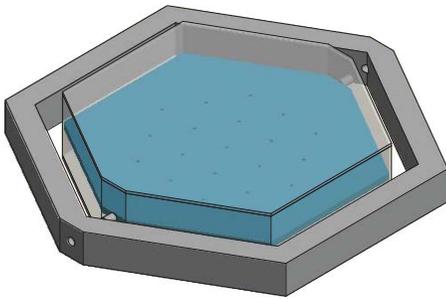
La distancia entre las perforaciones va a generar círculos cuando se encuentren muy alejados y hexágonos cuando estas se encuentren próximas.

Prototipo

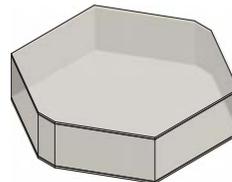


Piezas principales

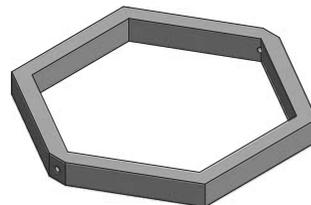
El experimento se encuentra conformado por tres elementos base un plano hexagonal central, construido en la router, una caja hexagonal de acrílico cortada en láser y un marco que se pretende que sea parte de los paneles de la exposición.



Plano horizontal
Plano que genera la tesselación sobre la arena.

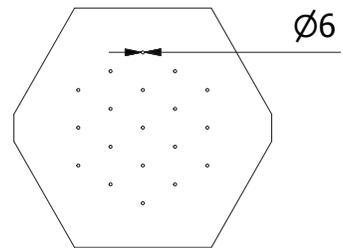
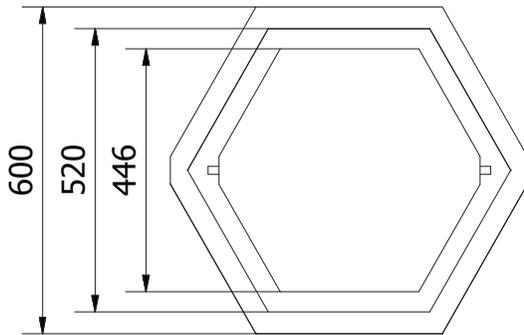


Caja hexagonal de acrílico, que porta y mantiene la arena sin escurrir fuera.



Marco hexagonal que permite el movimiento del experimento, es la base para poder accionarlo.

Planos generales



Fractales

Construcción de árboles

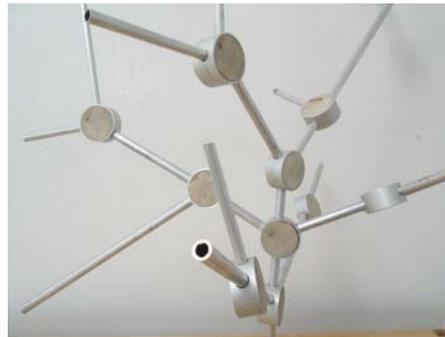
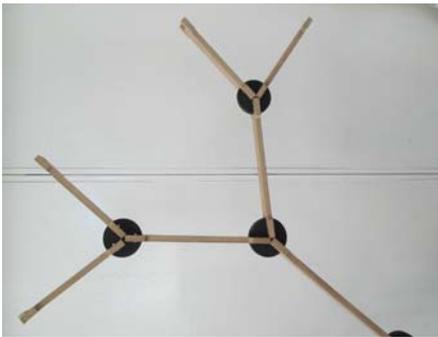
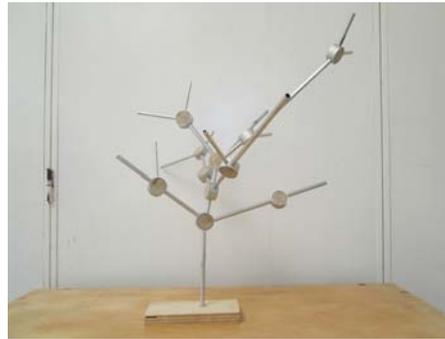
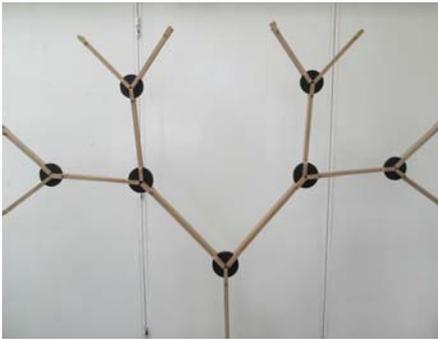
El experimento consiste un puzzle fractal de gran tamaño, el cual a medida se comienza a armar, va construyendo diferentes tipos de árboles dependiendo de los patrones que llevan las piezas de unión.

Se realizan dos modelos de arboles base, dentro de los cuales se pueden ir generando diferentes tipos de arboles. Se construye un modelo mediante ensamblajes sobre un solo plano de modo que los arboles que se generen van a ser planos y solo va a variar el ángulo de las ramas sobre este.

El otro modelo se construye con tubos lo que permite el giro de sus piezas en 360° generando un árbol de tres dimensiones.



Prototipos



Piezas

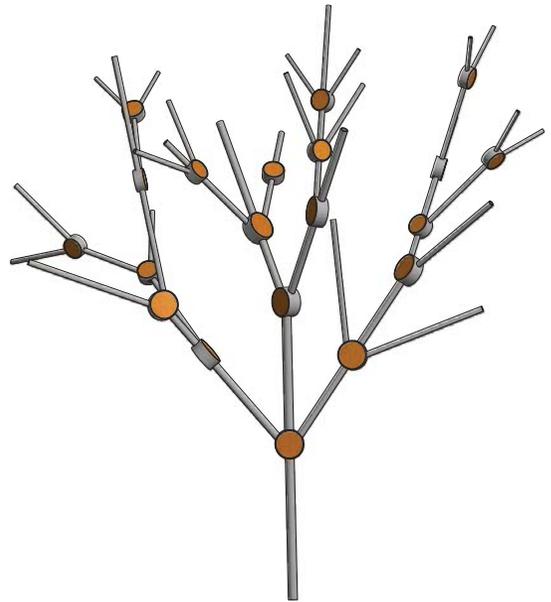
Los dos modelos presentan una forma similar de construcción que consta de dos familias de piezas , los troncos (varas de aluminio y de madera) y las uniones (piezas de madera y madera con aluminio).

Las piezas de unión presentan diferentes ángulos, lo que originara diferentes tipos de árbol.

La piezas de unión son de madera cubiertas con un tubo de aluminio, para lograr una mayor duración y menor desgaste de estas. Se encuentran perforadas con los patrones de ramificación y son de diferentes diámetros, disminuyendo a medida va creciendo le árbol.



Las ramas del árbol son de tubos de aluminio de diferente diámetro, al igual que las piezas de unión van disminuyendo de largo y diámetro a medida comienza a crecer el árbol. Estas piezas permiten que el árbol crezca en tres dimensiones.



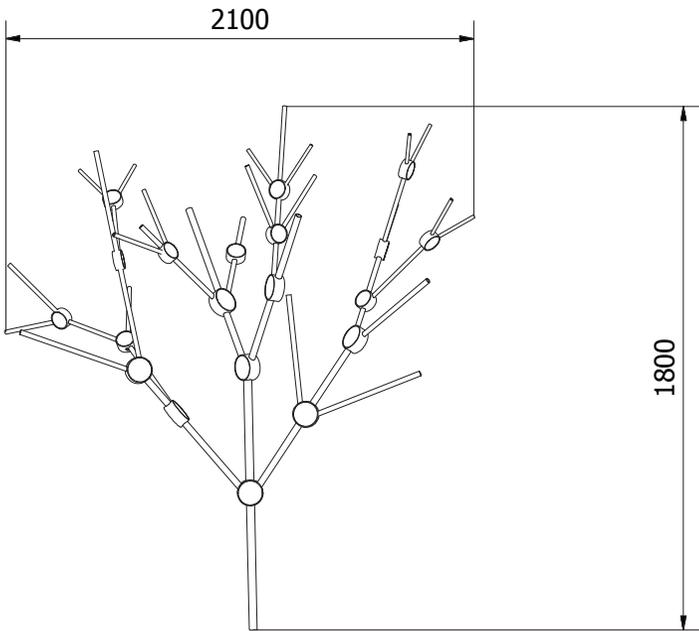
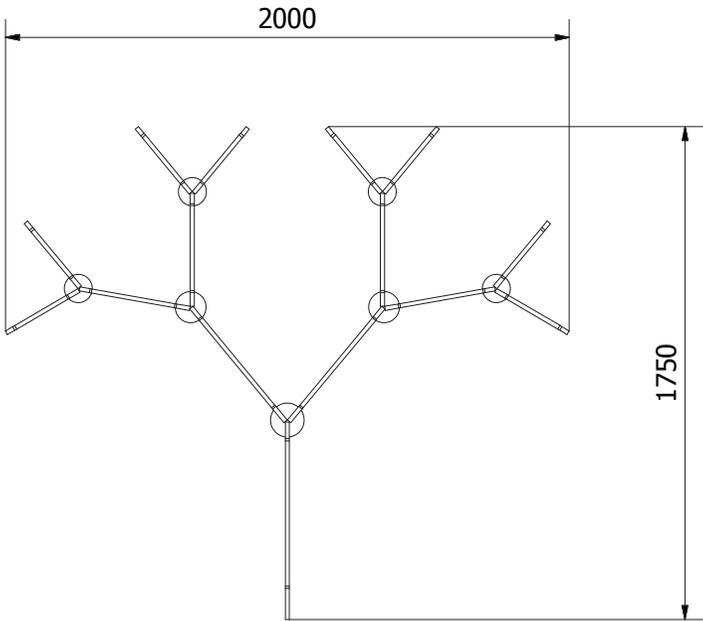


Las piezas de unión son de madera y se construyeron en la router, llevan impreso el ángulo que da origen a la ramificaciones.



Las ramas del árbol son de madera y van disminuyendo a medida comienza crecer el árbol.

Planos generales



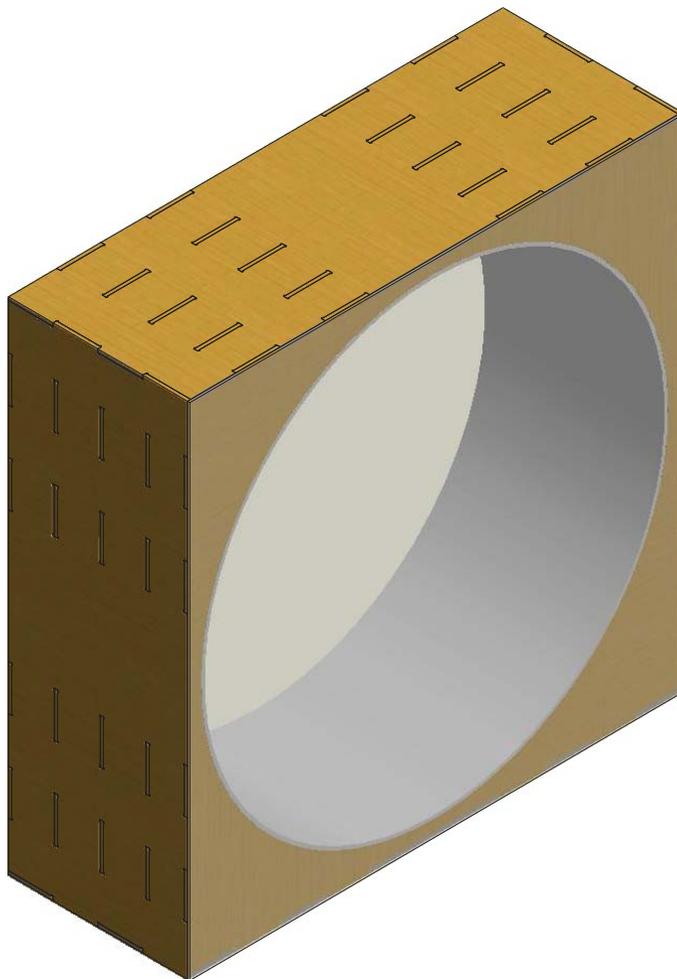
Pentagrama

Hombre de vitruvio

El modelo consiste en incorporar al ser humano como parte de la naturaleza, de la exposición y observar como la geometría se inscribe en su cuerpo mediante la proporción de las partes de este.

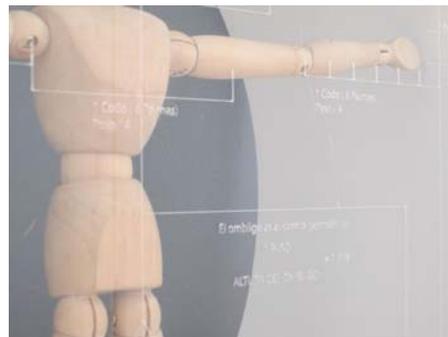
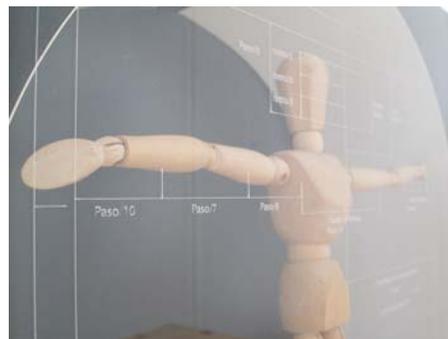
Para ello se creo un modulo para una persona de 1,75mts. aprox. en el cual la persona entra y se posiciona de dos maneras, coincidiendo con la grafica del experimento para analizar las proporciones de su cuerpo.

Las proporciones se relacionan con el numero áureo y se tomo como base el hombre de vitruvio de Leonardo da Vinci.



Prototipo

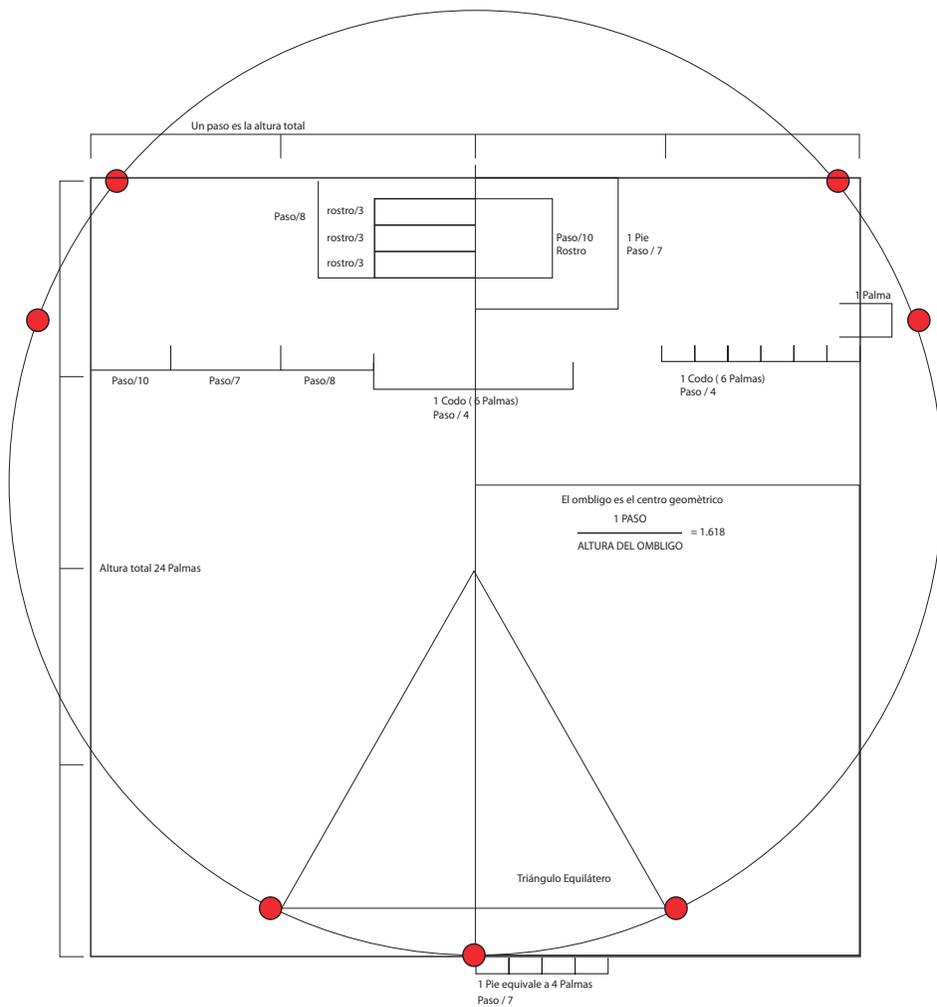
Escalado

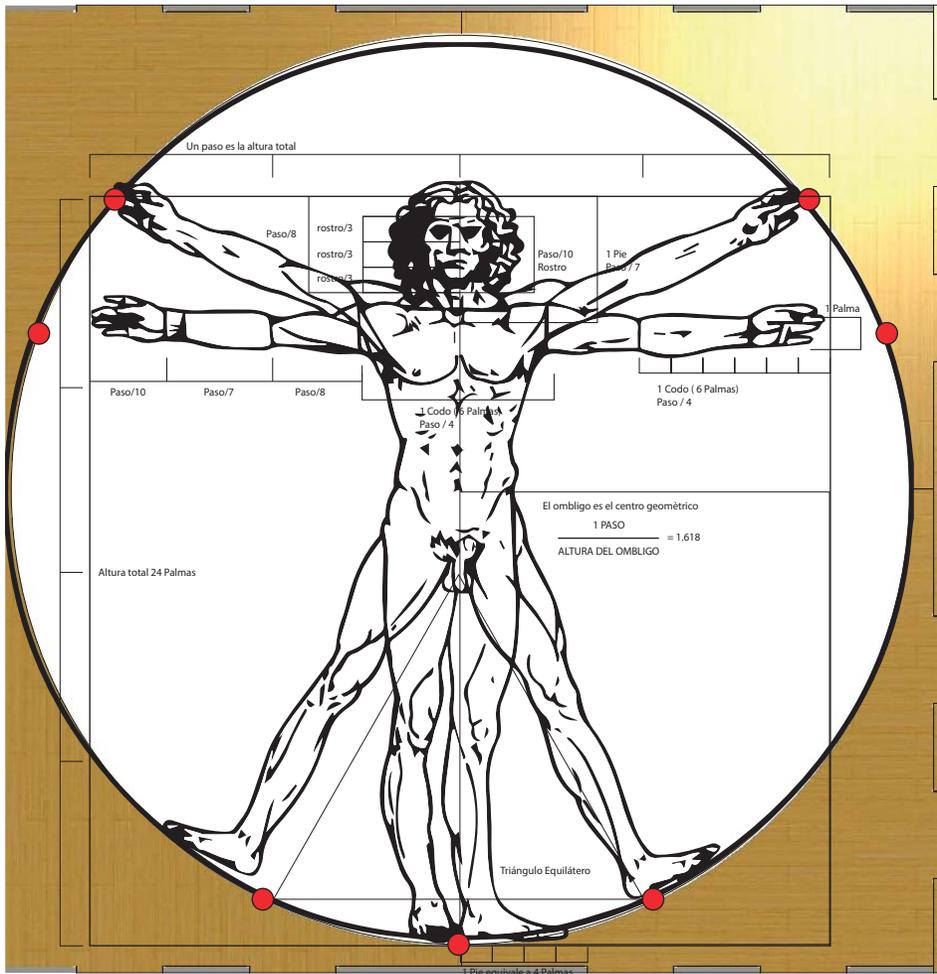


Panel grafico

La grafica del experimento posee la base del hombre de vitruvio, y se le incorporan los datos de las proporciones del cuerpo humano.

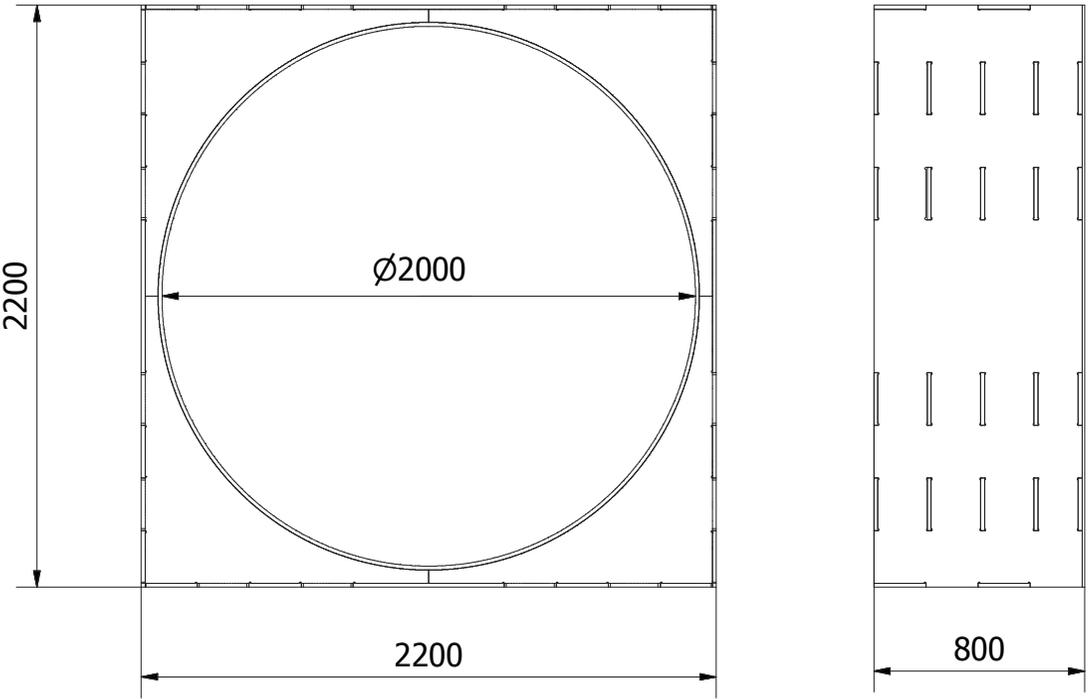
Los datos incorporan información sobre el rostro, la altura, tronco, brazos, manos y pies.





Paso / 7 Imágenes experimento hombre de vitruvio (Cristian Navarro)

**Planos
generales**



Espiral

Construcción de un volumen

Se mantiene el modelo cilíndrico estudiado en el anteproyecto y se realiza con mejores materiales, (piezas de madera y malla de tela).

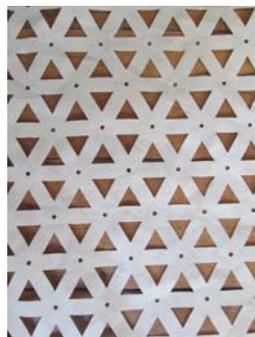
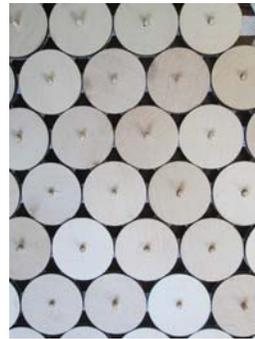
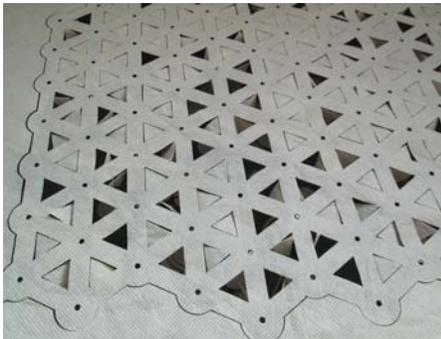
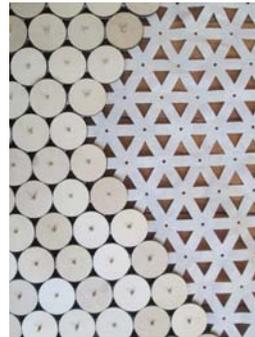
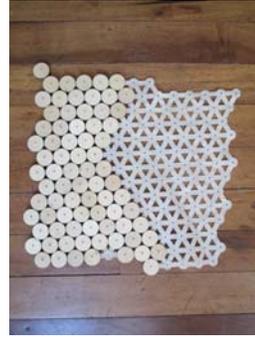
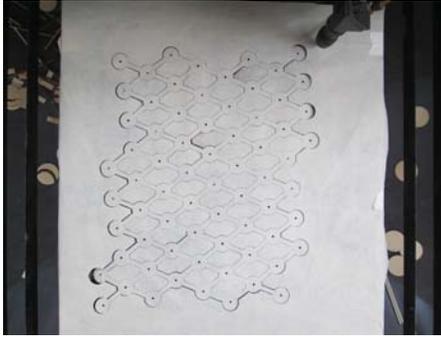
Se realizan dos modelos con composiciones diferentes, uno posee un patrón de filotaxis $5/8$ y el otro posee un patrón de $3/5$.



Prototipos



Proceso constructivo

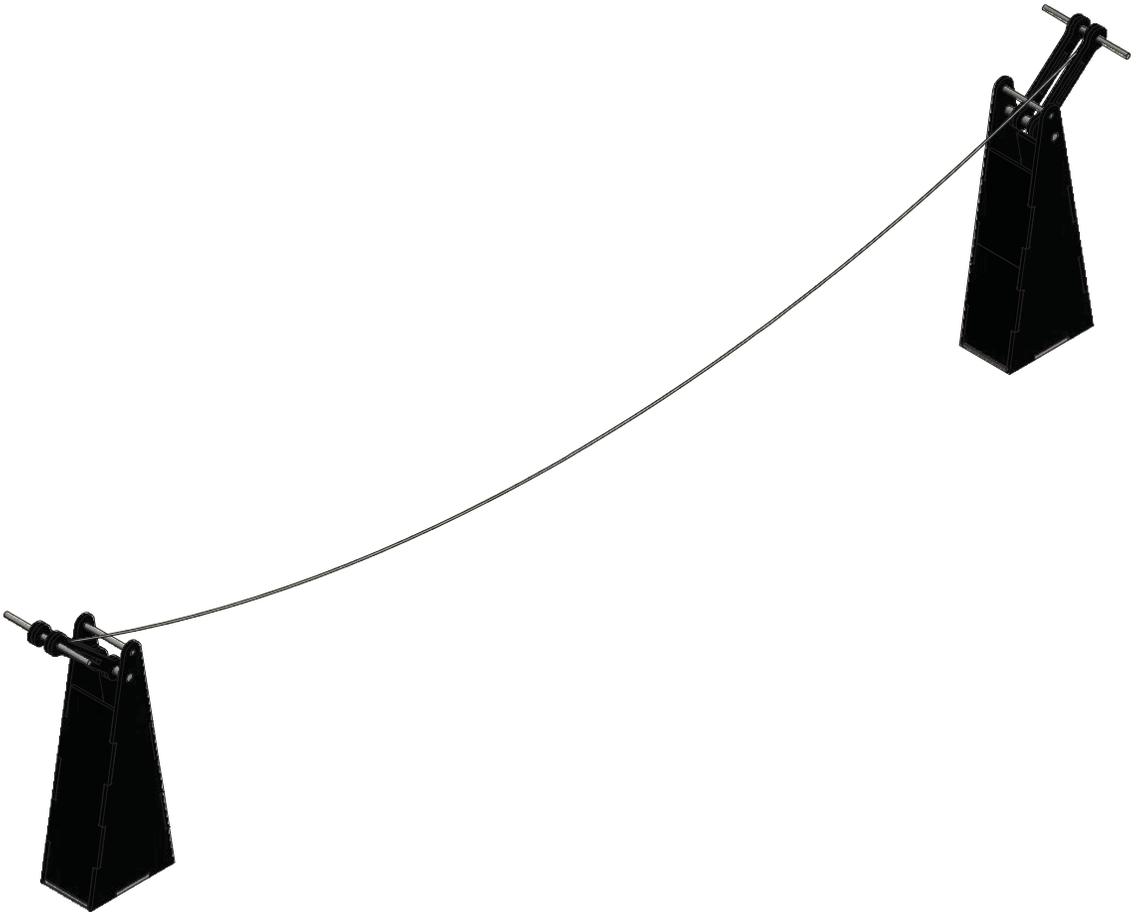


Catenaria

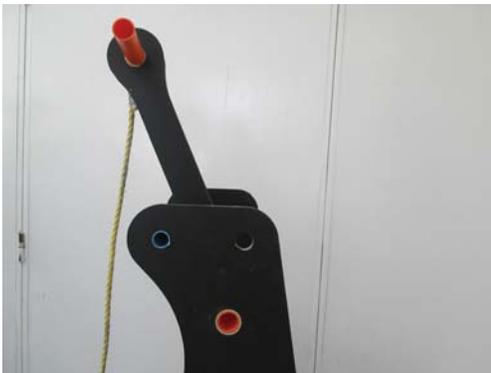
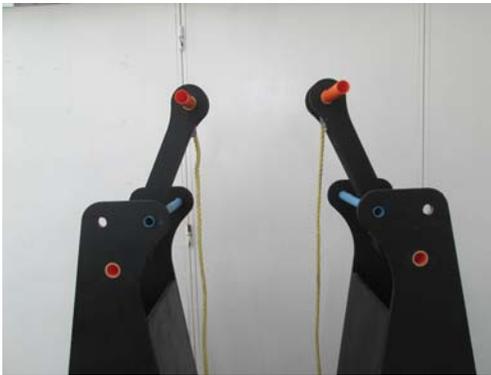
Se busca demostrar la curva natural que se origina entre una cadena sostenida en dos puntos de apoyo y como siempre se va a mantener esta curva aun cuando se trate de dejar horizontal el cordel.

En cuanto a lo matemático sobre el fondo del experimento se va a proyectar una grilla con un plano cartesiano en busca de relacionar la forma de la catenaria con la función matemática que la crea.

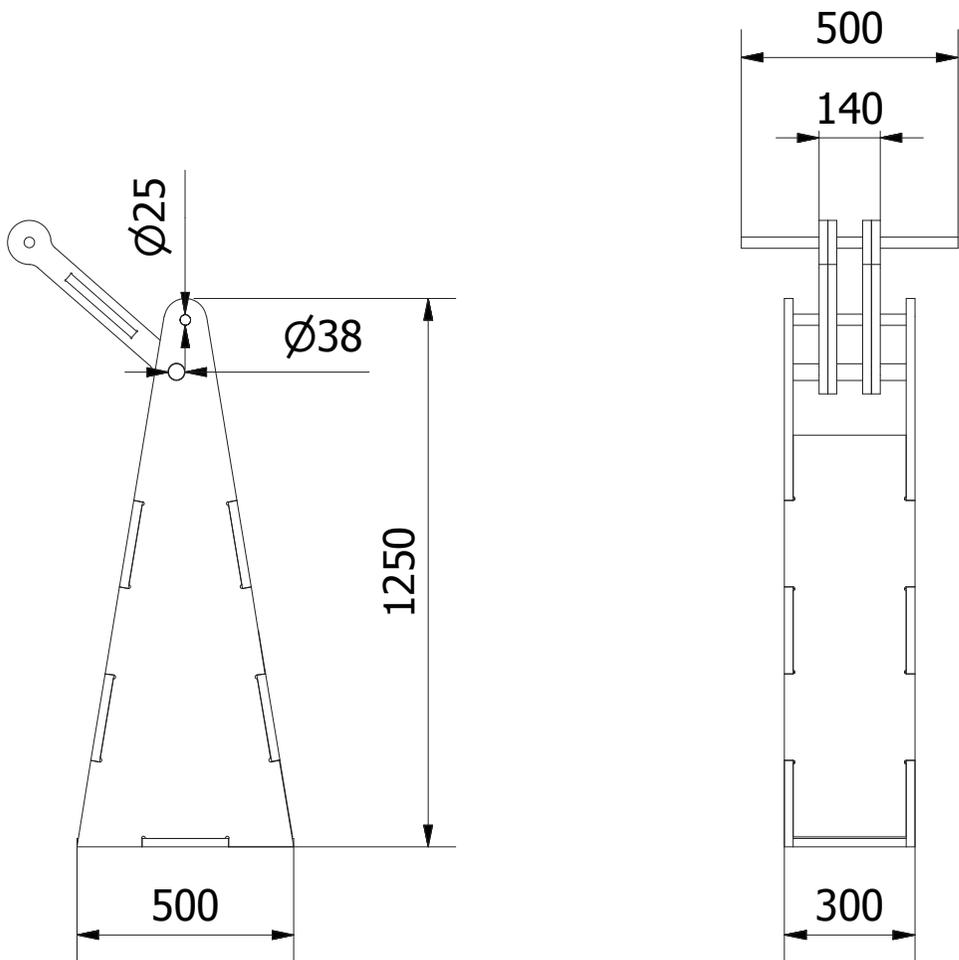
Especialmente el experimento cruzara la exposición y la interacción con el se origina a través de un apalanca que regula la tensión de la cadena.



Prototipo

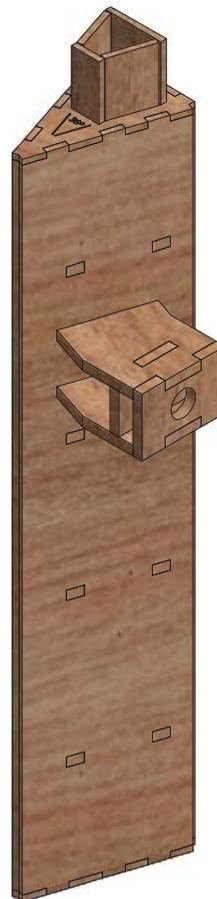


Plano
general

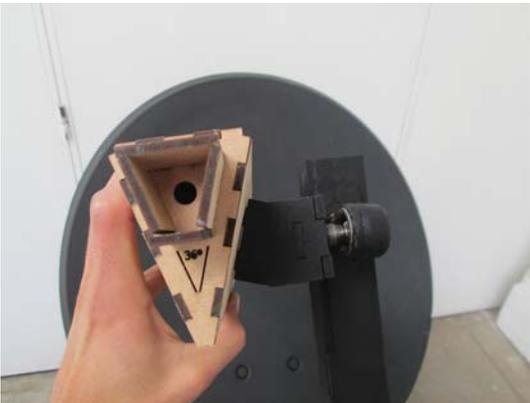


Caleidoscopio

El experimento consiste en un visor de simetrías, a través de un caleidoscopio de dos espejos se busca construir estructuras de flores desde colores y formas aleatorias.



Prototipo



Piezas principales



Rotula

El caleidoscopio se encuentra sujeto a una rotula lo que le permite moverse y poder apuntar a diferentes secciones de la parábola en la cual van inscritos los colores.

Caleidoscopio

Caleidoscopio de dos espejos, se pretende construir varios modelos con diferentes ángulos para comparar las diferentes simetrías que se producen.

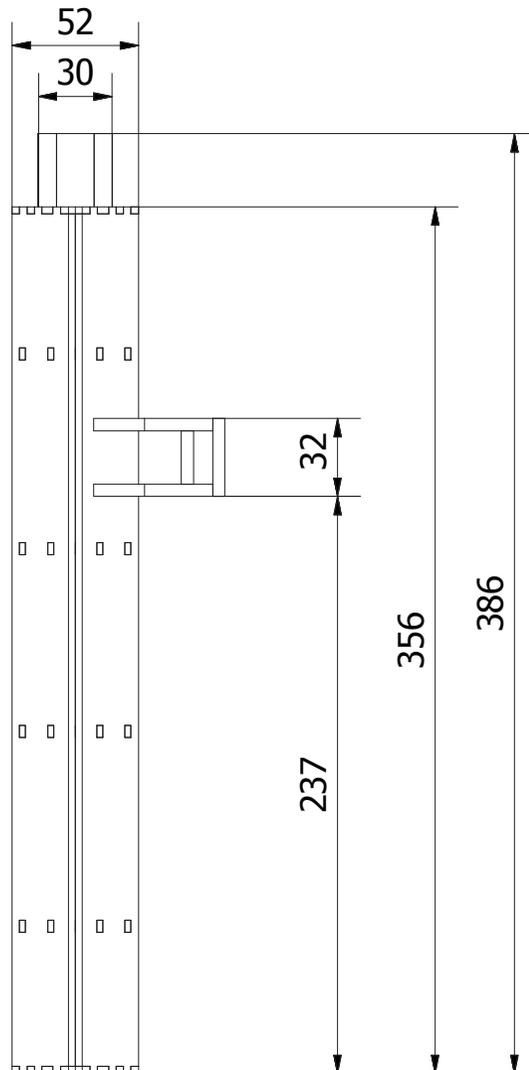
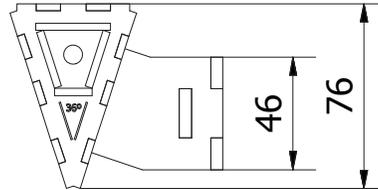
Antena parabólica

Sobre la antena se encuentran los colores que originaran las flores, se requiere de una curva debido al movimiento circular que otorga la rotula.

Estructura

Para la entrega se posiciona la antena sobre una mesa la cual le otorga la altura necesaria al experimento para que sea cómodo mirar a través de el .

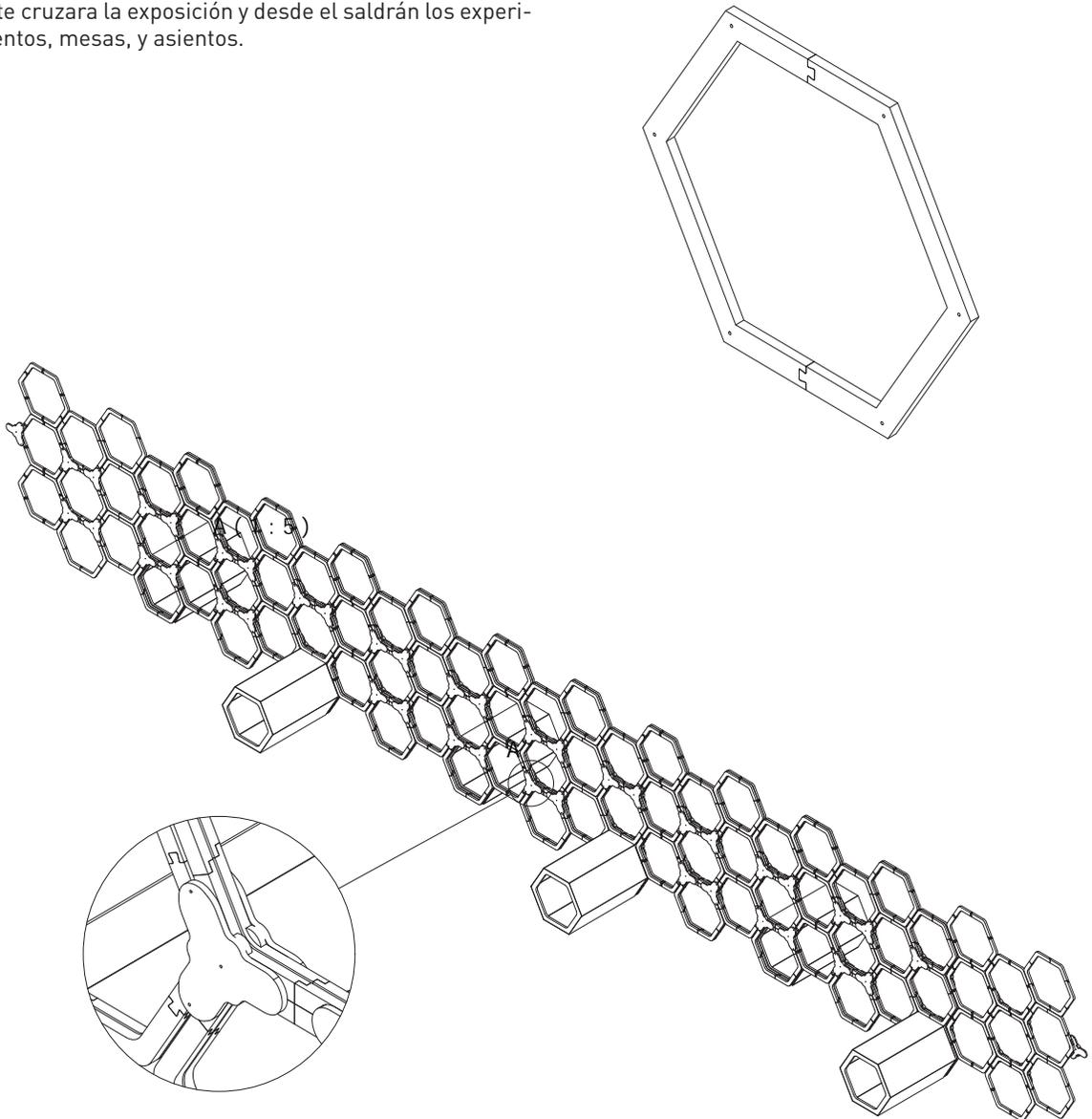
Plano
general

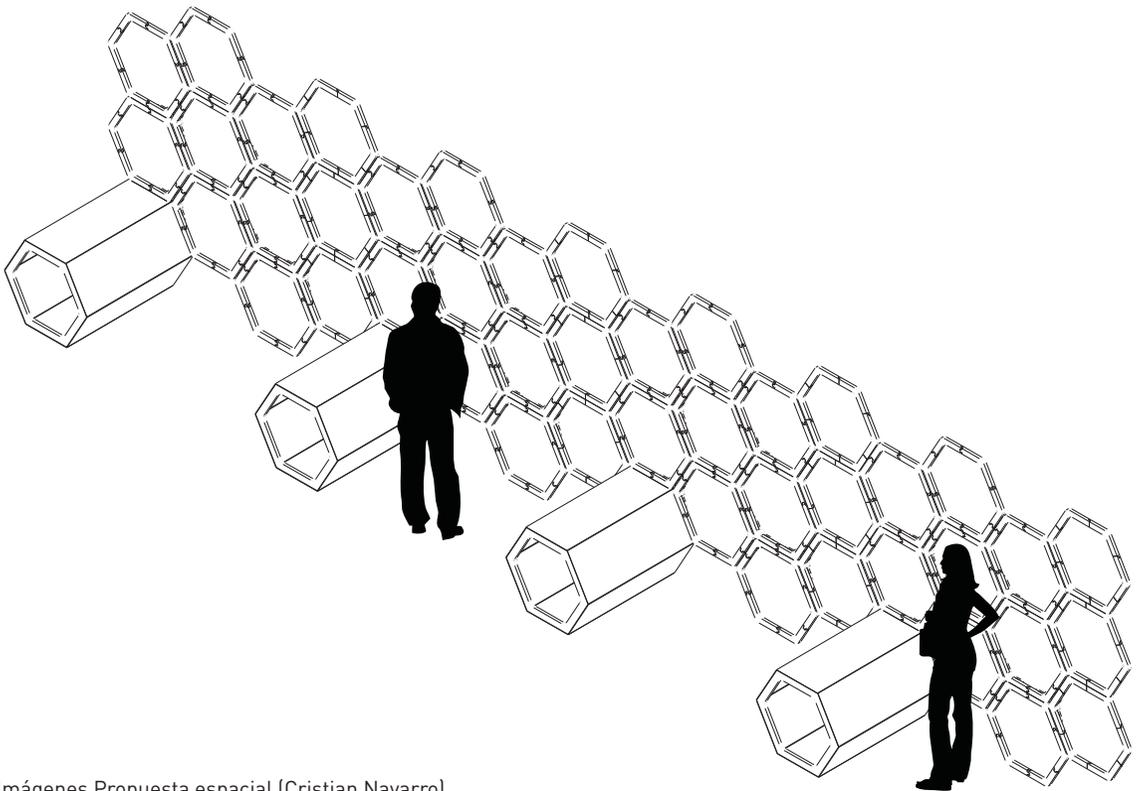
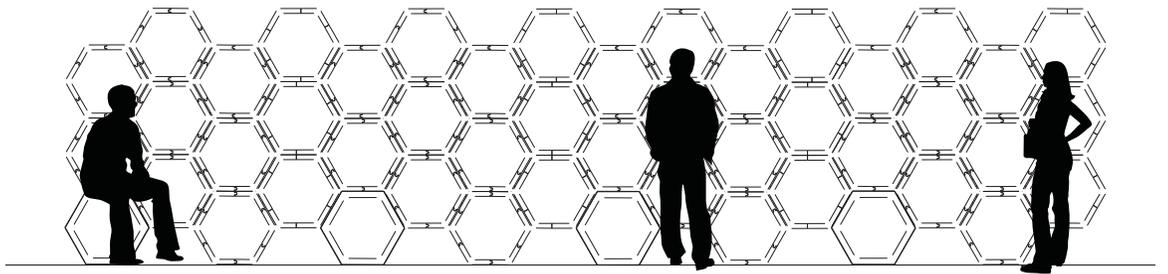


Propuesta espacial

La propuesta consiste en un muro compuesto de hexágonos los cuales llevarán la información grafica de la exposición (fotos, esquemas y textos).

Este cruzara la exposición y desde el saldrán los experimentos, mesas, y asientos.





Imágenes Propuesta espacial (Cristian Navarro)

Documentales

Vimeo

Etienne Cliquet
Flottille (detail)

Ron Resch
The Ron Resch paper an stick film

Youtube

Marcus du Sautoy
Geometria Dinamica
El lenguaje de la simetria

Marcus du Sautoy
La musica de los numeros primos

Marcus du Sautoy
The code: Form

Nigel Lesmoir-Gordon
Fractales: los colores del infinito

Textos

George S. Morrison
Educación infantil

Oscar A. Zapata
El aprendizaje por el juego en la escuela
primaria

Maria Antonia Canals Tolosa
La geometria en las primeras edades
Revista suma, Junio 1997.

Sergio Toledo Prats
La geometria pitagorica

D'Arcy Thompson
Sobre el crecimiento y la forma

Benoit Mandelbrot
La geometria fractal de la naturaleza

Peter S. Stevens
Patrones y pautas en la naturaleza

Przemyslaw Prusinkiewicks
Astirid Lindenmayer
The algorithmic beauty of plants

Yolanda Álvarez Rios
La geometría de las formas de la naturaleza

Colofon

Esta carpeta fue impresa en hilado 6 blanco de 105 gr/m2 para el cuerpo e hilado 180 para la tapa. La tipografía usada es Din pro, cuerpo 9 para el texto general. La impresora usada es Epson modelo T1110.

Valparaiso, Septiembre 2013