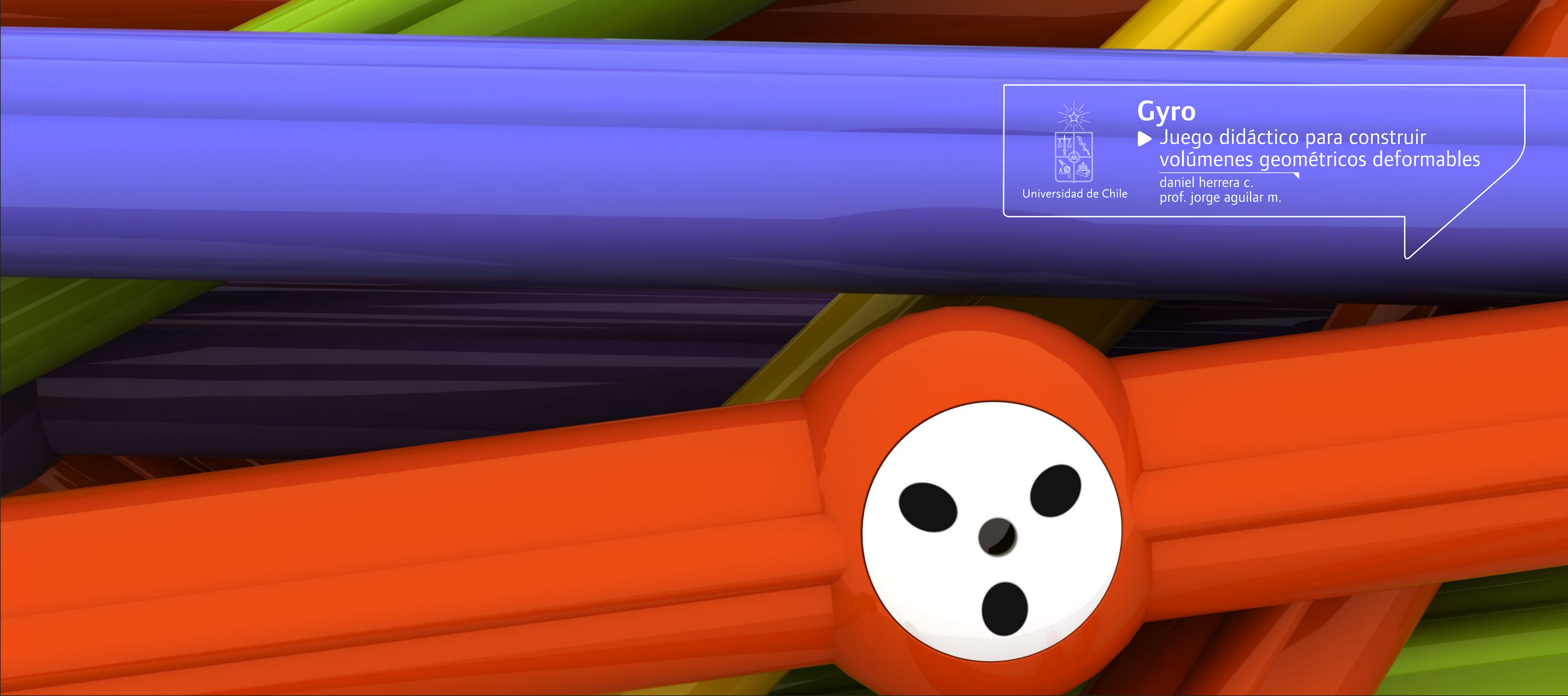


Universidad de Chile

Gyro

Juego didáctico para construir volúmenes geométricos deformables

daniel herrera c.
prof. jorge aguilar m.

Índice

Introducción

"De que estamos privando a las matemáticas cuando decimos que no son sino un juego (o bien: que son un juego)?"
Ludwig Wittgenstein, Gramática Filosófica

El mejorar la calidad de la educación es un objetivo fundamental dentro de nuestras sociedades, donde cada día se exige poseer mayores capacidades y aptitudes para poder desenvolvernos con mayor libertad en el mundo moderno. Dentro de este marco, las políticas gubernamentales han intentado desarrollar nuevas estrategias para atacar este problema, donde la principal propuesta ha sido la Reforma Educacional, cuestionada en estos días por los pobres resultados que ha obtenido desde su implementación.

Si bien la creación y puesta en marcha de la Reforma es un gran paso que ha dado el gobierno para mejorar la calidad de la educación, es responsabilidad de todos, como parte de la sociedad en que vivimos, aportar desde nuestras profesiones hacia ese fin común. El presente proyecto se enmarca dentro de este compromiso social y pretende generar un aporte desde la perspectiva del diseño industrial, en el mejoramiento de aspectos puntuales de la enseñanza y el aprendizaje de matemáticas, específicamente en el área de geometría.

Capítulo 1

Desarrollo Proyectual

Diagnóstico

Análisis General

El mejoramiento de la enseñanza de la Matemática es una tarea clave para la adquisición de aquellas competencias básicas que deben alcanzar las niñas, niños y jóvenes en su paso por la escuela y por lo tanto, constituye una prioridad en las políticas ministeriales. Se puede observar en los resultados de los distintos tests aplicados a los niños chilenos en los últimos años (Prueba internacional TIMSS[01] y SIMCE[02]) los resultados en esta área son, en términos globales, insatisfactorios e incluso se advierten ciertos grados de retroceso[03].

Las causas que explican lo antes referido son diversas. Por un lado, se cuenta con un nuevo currículo de Matemática más exigente y con nuevos énfasis en sus contenidos, junto a lo cual se aprecian insuficiencias en la apropiación curricular por parte de los docentes; nuevas e históricas deficiencias en la didáctica de la matemática; persistencia de una "cultura negativa" de algunos docentes y alumnos hacia la matemática; así como debilidades en la formación inicial y continua de docentes.

01. TIMSS: Trends in International Mathematics and Science Study, Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias, http://nces.ed.gov/timss/
02. SIMCE, Sistema de medición de la calidad de la educación, http://www.simce.cl
03. Ver anexo 1

Área de interés: Geometría

En los cursos pertenecientes al segundo ciclo de la enseñanza básica (5to a 8vo año), la geometría es generalmente enseñada con un enfoque axiomático y de manera excesivamente formal en cuanto a los requerimientos solicitados a los alumnos y a los objetivos propuestos. Estos programas tienden a lograr que los estudiantes realicen demostraciones formales y que adquieran un pensamiento deductivo, dejando de lado actividades de diseño, exploración, modelamiento, definición, argumentación y demostración, acciones importantísimas que estimulan e inducen procesos de descubrimiento.

Con este enfoque, los estudiantes tienen dificultades para aprender geometría, y esas dificultades pueden deberse a que los alumnos no tienen la madurez matemática para realizar las tareas y demostraciones que ese tipo de trabajo requiere provocando un alto número de fracasos.

Proyecto

El proyecto tiene como fin el desarrollo de material concreto para el aprendizaje de geometría en la sala de clases. Este material didáctico esta pensado para servir como herramienta de apoyo al profesor, donde se espera aparezcan nuevas instancias de enseñanza y aprendizaje de los objetivos propuestos como obligatorios por el Ministerio de Educación, en los programas de educación básica.

El Problema

Existen dificultades en la comprensión de los conceptos de base empleados en la resolución de problemas de geometría básica, por parte de los alumnos del segundo ciclo de enseñanza básica (5° a 8° año).

La falta de comprensión de estos conceptos provoca desmotivación y pérdida de interés del estudiante, trayendo como consecuencia pobres resultados en las evaluaciones realizadas por el Ministerio de Educación.

Idea de solución

Se propone un sistema para la visualización y manipulación de variables en las construcciones geométricas elementales, que se materializaría en un material didáctico para construir cuerpos volumétricos a través de redes de aristas.

A través de este juego seria posible alterar la forma del volumen una vez construido, permitiendo a los alumnos experimentar con las formas creadas. La deformación del volumen se logra mediante el cambio de longitud de las aristas que lo conforman, logrando así cambiar las figuras construidas de forma, tamaño o dimensión, desplazar vértices y transformar una figuras en otras.

Este juego de construcción está pensado para poder construir redes volumétricas de grandes dimensiones, que involucren al cuerpo en la construcción de estas figuras y además potenciando de esta manera el trabajo grupal en la sala de clases. En otras palabras, la esencia del proyecto es sacar la clase de geometría del escritorio y del cuaderno del alumno y convertirla en una instancia de actividad física y de juego grupal.

Propósito general de la intervención

Contribuir a la comprensión de los conceptos básicos de geometría elemental 2d y 3d, en la sala de clases, usando este juego de construcciones geométricas como material de apoyo para el profesor. La función de este material es servir como punto de transición entre la formulación abstracta de la geometría y la realidad física.

Problema de diseño

El construir un volumen deformable a partir de sus aristas tiene como problema fundamental el desarrollar un “objeto arista” que sea deformable, donde la deformabilidad afecte sólo la longitud de la misma. El diseño del objeto arista apunta a otorgarle esta propiedad, pero además se tiene como requerimiento el que pueda mantener su punto central determinado visualmente y constante a medida que la longitud de la arista vaya cambiando.

Este requerimiento abre aún más las posibilidades educativas sistema de construcciones volumétricas, pues el punto centro es un punto notable dentro de la geometría. El valor educativo y didáctico de la propuesta aumenta, pues gracias a esta característica, el sistema puede ser usado para realizar construcciones geométricas más avanzadas, como por ejemplo la determinación de centros de gravedad en triángulos, generar arcos, etc.

Objetivos

Objetivo general

Ayudar a la comprensión de los conceptos de base empleados en la resolución de problemas de geometría básica mediante la configuración de un sistema de construcción de figuras geométricas deformables.

Objetivos específicos

1. Desarrollar un "objeto arista", que pueda alterar su dimensión sin perder su punto medio a medida que su longitud cambie.

2. Desarrollar un sistema de conexión entre las aristas, que permita la libertad suficiente para poder deformar la figura volumétrica una vez construida.

Condicionantes de diseño.

- Seguridad: Como el objeto ha de ser usado por niños, se deberá tener precaución en las zonas donde se puedan generar bordes afilados, puntas, etc.

- Dimensiones adecuadas tanto para el trabajo grupal como para el trabajo individual.

- Factibilización de producción.

Capítulo 2

Antecedentes

1. Juegos y Tacto para aprender y enseñar matemáticas.

Roberto Araya, en su libro “Inteligencia matemática” expone las bases del pensamiento matemático y establece pautas acerca de como es posible aprovechar las capacidades naturales del cerebro para la comprensión de conceptos abstractos en matemáticas. Propone el uso de juegos concretos, pues con su uso se facilita la comprensión de estos conceptos.

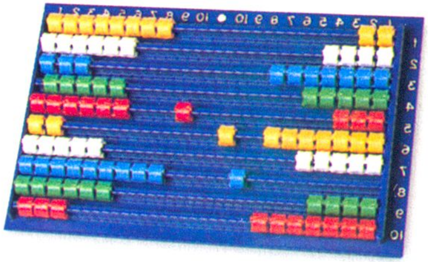
El uso de estos juegos concretos se basa en dos principios:

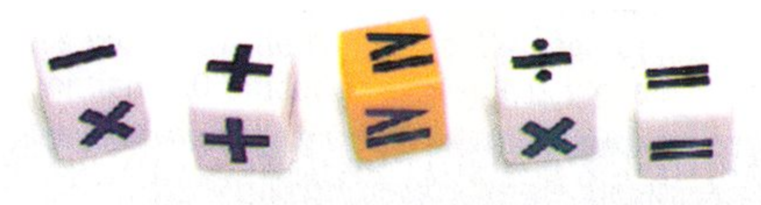
- Múltiples representaciones para “visualizar” conceptos abstractos.
- Reducir la carga cognitiva del alumno.

El uso de múltiples representaciones (de origen cinestético, visual, motor, táctil, auditivo) hace que el cerebro trabaje de forma mucho más eficiente, a diferencia de cómo lo hace siguiendo los métodos de enseñanza tradicionales. Al aprender a operar con números y notaciones algebraicas, utilizando papel y lápiz, se utiliza solo un hemisferio del cerebro, y en definitiva solo un sistema neurológico, el aritmético –lingüístico. Numerosos estudios han demostrado que el uso de gesticulaciones, el mover y tocar cosas, en fin, cualquier actividad que implique el uso de las manos, mejora notablemente la capacidad de aprendizaje de los sujetos, pues estimula zonas del cerebro no explotadas, ubicadas en el otro hemisferio del cerebro y otro sistema neurológico, el espacial – visual.

La ventaja de esto es que, al activar dos sistemas neurológicos para una misma tarea, ocurren dos cadenas paralelas de procesamiento produciéndose, al parecer, un proceso comparativo, por lo cual se logra reducir sustancialmente la tasa de errores.

Existe creciente evidencia experimental de que el uso de representaciones visuales y motrices es muy importante para el aprendizaje y el descubrimiento de las matemáticas. Se han realizado, por ejemplo, estudios comparativos entre estudiantes norteamericanos y orientales, encontrándose enormes diferencias entre alumnos de niveles similares. La superioridad oriental se debería, en parte al uso del ábaco (ver fig. sup.), muy difundido en oriente, lo que permite manejar una representación visual y motriz para el sistema de numeración posicional. Esta diferencia se observa en tomografías cerebrales, que muestran mayor actividad de áreas visuales en los estudiantes que dominan el ábaco, aun si están resolviendo el problema en papel o en forma mental[04].





Cubo de operaciones.
Cinco cubos con las operaciones: sustracción, adición, multiplicación, división, mayor, menor e igual.

04. Stiegler, 1984

Balanza Algebráica.
La balanza algebraica utiliza la gravedad y el peso de distintas piezas para representar igualdades en una operacion algebraica como una ecuación.

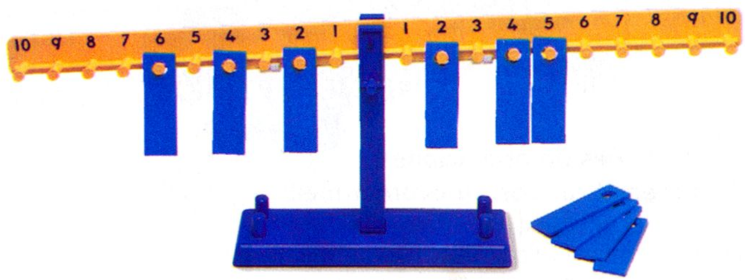
05. Araya, pág. 77

"Una cultura matemática que específicamente degrada los aspectos visuales, cinestéticos, y no verbales del pensamiento, no utiliza todas las capacidades cerebrales (...) lo que representa un cierre a uno de los canales de la conciencia y experiencia matemática[05]"

Lo que en definitiva se busca es pasar de un método de enseñanza basado casi exclusivamente en estrategias de aprendizaje fonético – verbales, a extenderlas a experiencias cinestéticas–motoras y visuales–espaciales. Al usar estos componentes se extiende la concepción tradicional que concebía la matemática como exclusivamente basada en elementos lógicos y simbólicos, y donde el razonamiento era estrictamente deductivo, estableciendo teoremas a partir de axiomas.

Al hablar de reducir la carga cognitiva del alumno se refiere a que, como humanos (y animales que somos) estamos biológicamente adaptados para mover y tocar cosas, nuestro cerebro esta naturalmente "cableado" para realizar estas tareas. El usar estas habilidades innatas para aprender matemáticas libera parte de la carga cognitiva que ello implica, el trabajo se hace más sencillo ya que el cerebro se concentra en el problema matemático. La tarea del movimiento del objeto se realiza casi automáticamente. Volviendo al ejemplo del ábaco, se ha demostrado que niños muy pequeños pueden realizar operatorias de suma y resta bastante complejas para ellos, aun desconociendo la notación numérica posicional, donde incluso jovenes y adultos cometen errores.

Balanza Matemática.
La ingeniosa balanza demuestra la relación entre los números, en una forma concreta y facil de entender. Su finalidad es desarrollar la idea conceptual en las operaciones numéricas, ecuaciones algebraicas y leyes de aritmética.



2. El modelo de Van Hiele

Es un modelo de enseñanza que marca la pauta a seguir en la enseñanza de la geometría. Tuvo su origen en Holanda, donde los Van Hiele, profesores de matemáticas, se encontraron con problemas para poder hacer entender a sus alumnos las definiciones, los procesos y las situaciones relacionadas casi exclusivamente con la enseñanza de la geometría, ya que su aplicación en otras ramas de las matemáticas no ha sido tan eficiente.

El modelo consta principalmente de dos partes. La primera es descriptiva y se refiere a lo que Van Hiele define como "niveles de razonamiento"; la segunda, da las directrices para el desarrollo docente en lo que llama "fases de aprendizaje".

Los niveles de razonamiento son definidos como los estadios del desarrollo de las capacidades intelectuales del estudiante, los cuales no están directamente ligados con el crecimiento o la edad. Estos niveles de razonamiento se repasan sucesivamente en cada ocasión en que el estudiante se encuentra con un nuevo tema a tratar en matemáticas, pero los primeros son pasados de una manera más rápida que en ocasiones anteriores. Los niveles de razonamiento que plantea el modelo son:

1. Reconocimiento. En este nivel el estudiante percibe los elementos a estudiar en su totalidad, de manera global, como unidades e individuales, limitándose a descripciones y reconocimientos físicos exteriores.

2. Análisis. Se establece que los elementos a estudiar están formados por partes con propiedades, se pueden generalizar otras propiedades a partir de ejemplos, pero no es posible hacer clasificaciones lógicas por no relacionar unas propiedades con otras.

3. Clasificación. En este nivel el estudiante es capaz de dar definiciones formales de los objetos a estudiar, de establecer relaciones entre propiedades y deducir algunas de otras, pero no puede establecer la concatenación de razonamientos que pueden llevar a una demostración. El estudiante aún no es capaz de comprender la estructura axiomática de las matemáticas.

4. Deducción formal. En donde el estudiante es capaz de llevar a cabo razonamientos lógicos formales y comprender la estructura axiomática de las matemáticas, esto al tiempo de encontrarle sentido y utilidad a las demostraciones de teoremas. Asimismo, puede llegar al mismo resultado por distintos caminos, es decir, por medios equivalentes.

¿Cómo va a generar estos conocimientos el alumno?

Desde esta postura, el alumno construirá el conocimiento a partir de "redes de relaciones", en el proceso de construirlas y modificarlas sucesivamente según el nivel de razonamiento en el que se encuentre.

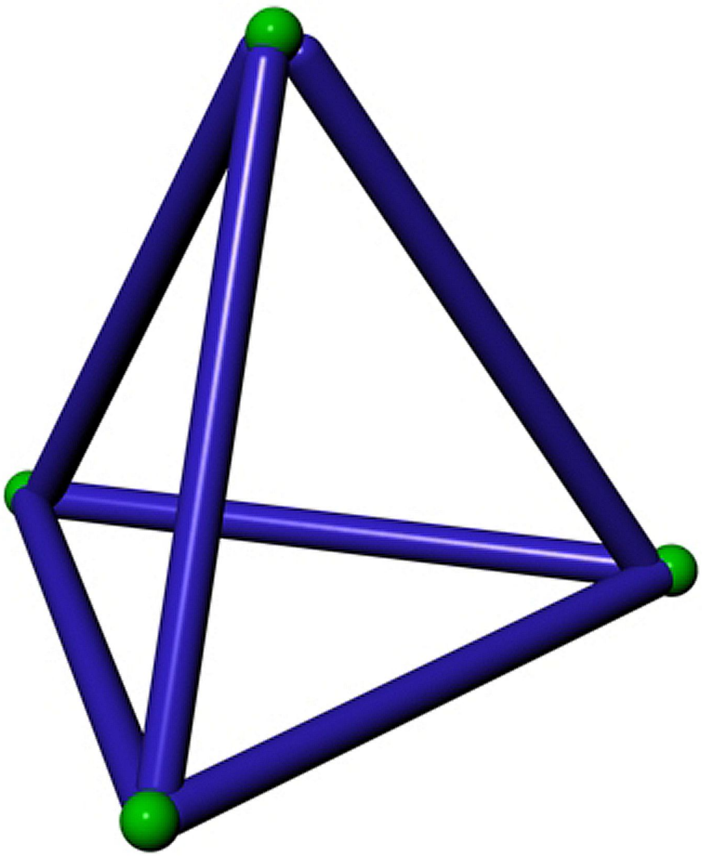
En este modelo el profesor cambia el papel de expositor que comúnmente se le atribuye y toma un papel de coordinador de los trabajos. No se prepara para exponer clase y hacer exámenes, sino que busca los ejercicios y actividades necesarios para crearle un ambiente al alumno propicio para el desarrollo de su razonamiento y su tránsito por los diferentes niveles de razonamiento. Van Hiele lo expone de la siguiente manera: "El objetivo del arte de enseñar es precisamente enfrentarse a la cuestión de saber cómo se pasa a través de esas fases del aprendizaje y cómo se puede prestar ayuda al estudiante de forma eficaz". Y para que el docente alcance este objetivo se sirve de las experiencias controladas dentro del aula de clases, es decir, de la llamada educación matemática. Y así, mientras que el profesor cambia el papel de expositor a coordinador, el papel del alumno cambia de receptor pasivo de la información a buscador activo de la misma.

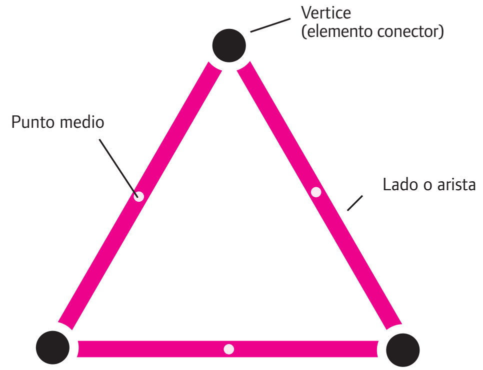
Capítulo 3

Génesis Formal

1. Análisis de los contenidos de geometría básica aplicada al proyecto.

Para desarrollar el proyecto se analizó la materia relacionada con el estudio de geometría, presentes en los planes de estudio decretados como obligatorios por el Ministerio de Educación. En ellos aparecen diversos items, dentro de los cuales el estudio de formas geométricas elementales (triángulos y cuadriláteros) y volúmenes construidos a partir de estas figuras (pirámides, cubos y prismas) se abordan durante los dos ciclos básicos de enseñanza con distintos niveles de profundidad.





Basados en el análisis, se concluye que los elementos necesarios a tener en cuenta en el desarrollo del diseño del sistema los siguientes:

- Un elemento "arista", en la que el punto medio este marcado.

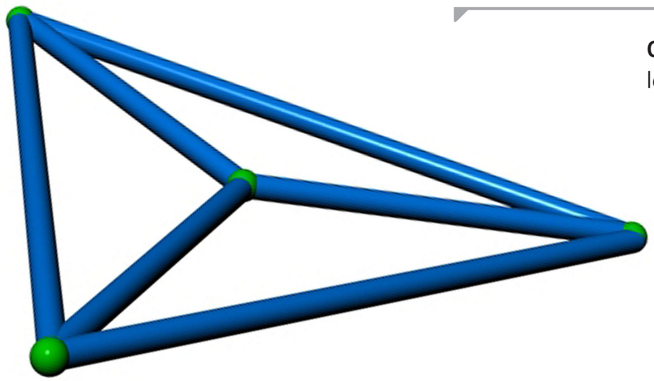
- Un elemento "conector", que sera el vértice de la figura creada

Con estas piezas se pueden armar tanto figuras planas, como volúmenes elementales y formas por combinaciones de éstos

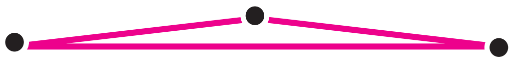
Cabe destacar que los vólumenes creados no no cerrados, más bien son "redes de volumenes"

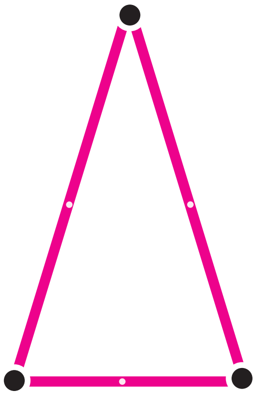
Transformaciones : Triángulos y tetraedros

Al proponer que la figura sea deformable, se analizó las posibles deformaciones a las que debera ser sometida la figura. Se comprobó que es suficiente con que el objeto arista duplique su longitud, obteniendo con esto una libertad suficiente para, por ejemplo, hacer las siguientes transformaciones:



Caso 1: La base del triángulo duplica su longitud, los lados mantienen su largo mínimo inicial.

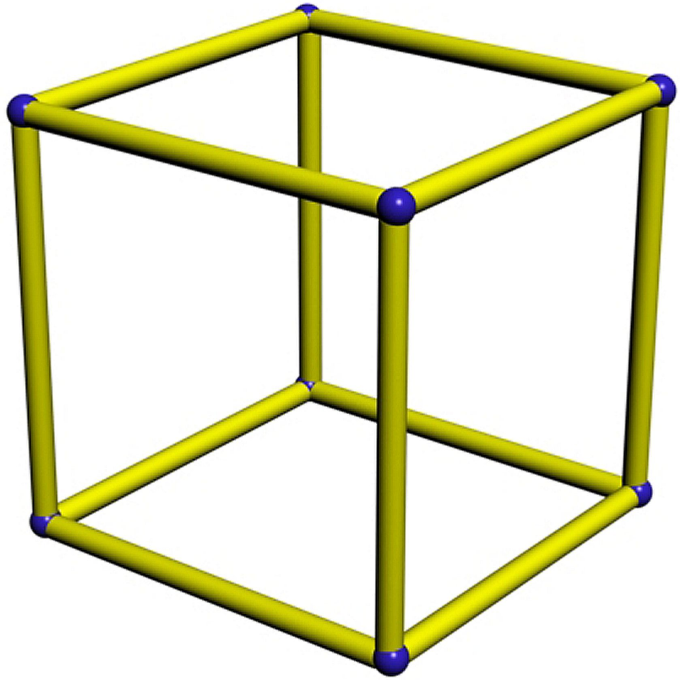




Caso 2: La altura del aumenta hasta duplicar la longitud de los lados del triángulo, la base permanece con su extensión mínima posible.

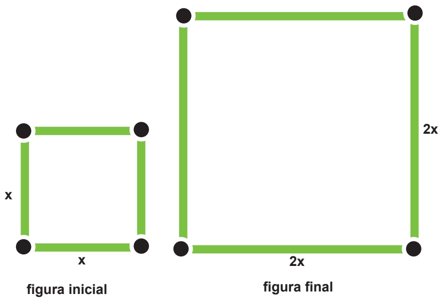
Con esto se pueden reconocer y formar practicamente todas las alternativas de variaciones al triángulo mencionadas en los programas de estudio: triángulos equilatero, isosceles, escaleno, asi como las partes de ellos (lados, vertices, aristas)

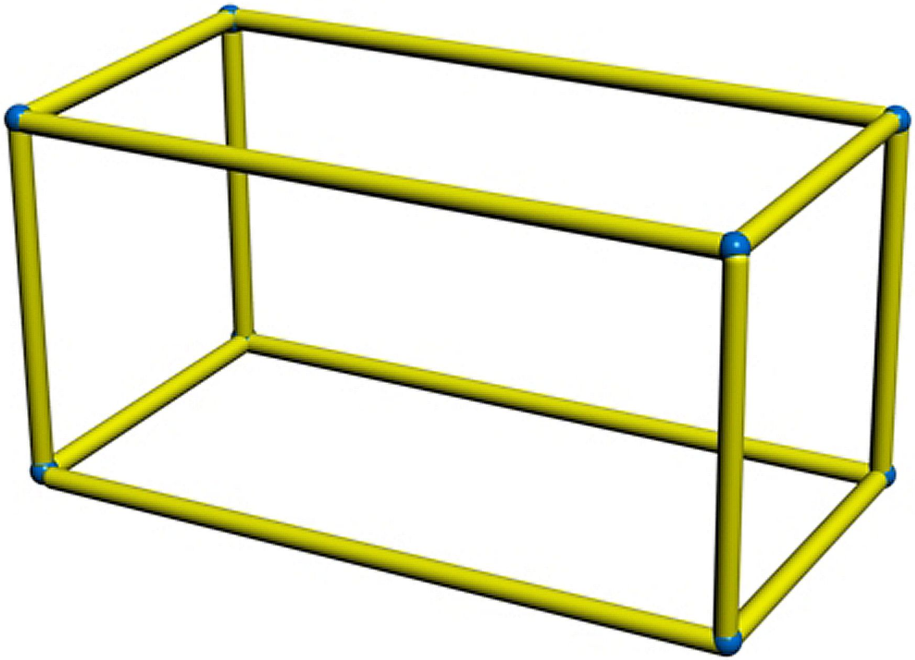
Transformaciones : Cuadriláteros y cubos

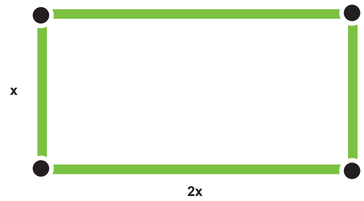


En el caso de los cuadriláteros , las transformaciones en base a la duplicación de la longitud del lado o arista de la figura o volumen, permite obtener casos como los siguientes:

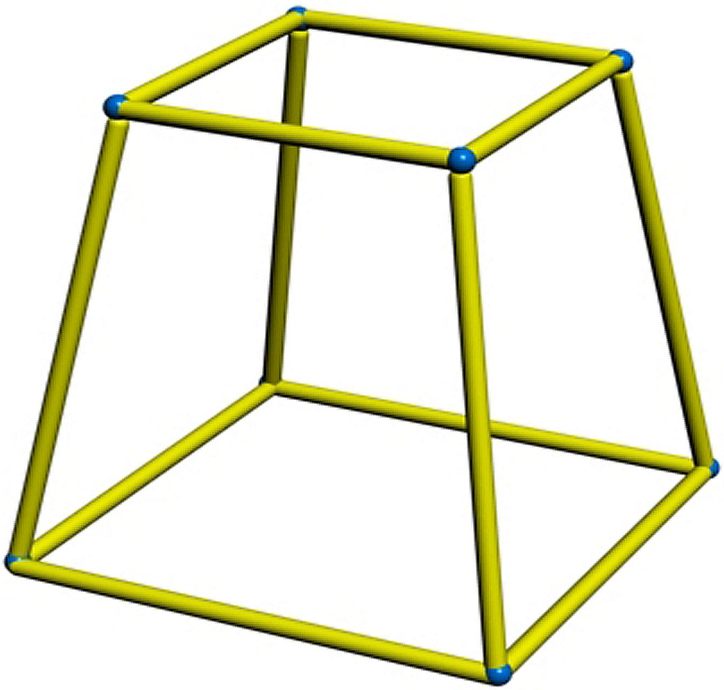
Caso 1: Cuadrilatero de lado "x" duplica la longitud de sus lados, obteniendo un valor de lado 2x



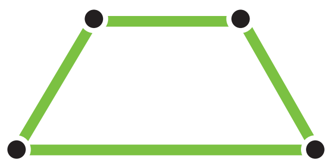




Caso 2: Al alterar dos lados paralelos del cuadrilatero y mantener los angulos interiores iguales, (90º), obtenemos un rectángulo.



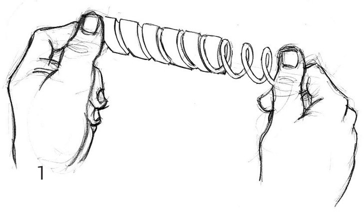
Caso 2: Al modificar los lados y angulos, podemos obtener, como en el esquema, un trapecio. Asi sucesivamente podriamos obtener rombos, romboides, trapezoides, etc.

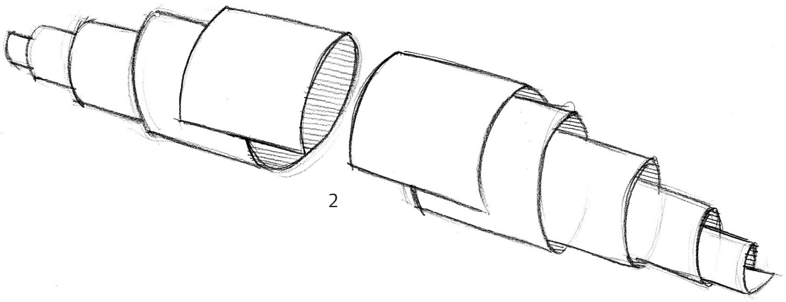


consideraciones funcionales

1. El "objeto arista", o barra de longitud variable

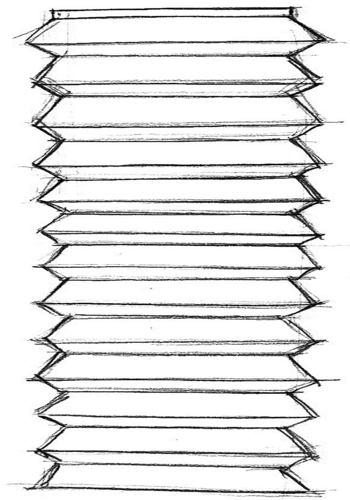
La arista es el elemento principal del sistema de construcción de figuras y volúmenes geométricos propuesto. Es lo que en el plano 2d llamaríamos "la línea". Esta línea en el espacio es en sí misma un volúmen cerrado, determinado por sus propias dimensiones y con caracteristicas estéticas y funcionales necesarias para que cumpla su tarea.

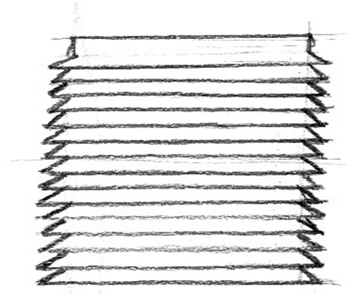

1


2

Distintos sistemas estudiados como alternativas, imagen 1, elemento helicoidal, imagen 2 elemento telescopico laminar.

Entre las primeras indagaciones que se realizaron para desarrollar este elemento, lo primordial era encontrar un sistema que permitiera que este objeto pudiera alterar su longitud, sin perder estabilidad. En otras palabras, la idea era que pudiera "estirarse"pero no doblarse en cualquier otro sentido que no fuera el de la dirección del estiramiento.

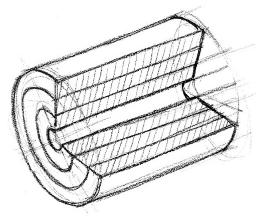




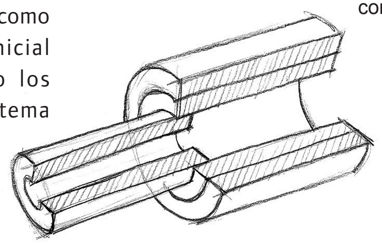
otra alternativa estudiada y descartada, sistema de fuelle

Se determinó que el sistema telescópico era el que mejor se adaptaba a los requerimientos solicitados.

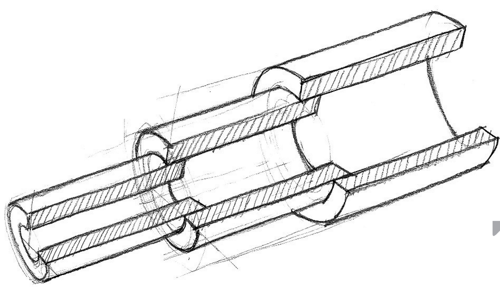
El sistema telescópico, por definición, consta de varias piezas encajadas una dentro de otras en forma sucesiva. Su característica principal, como sistema de elongación, es que parte con un tamaño inicial y su longitud crece tantas veces como sea capaz de contener la figura inicial dentro de si misma, descontando los traslapes necesarios para que el sistema mismo no se desarme.



Estado inicial, completamente cerrado

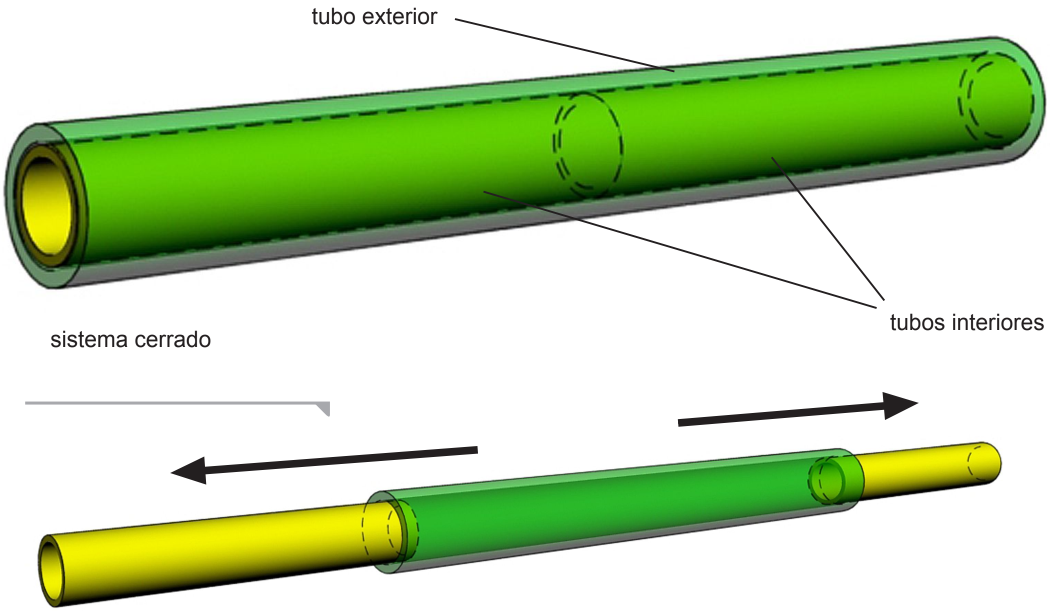


Estado intermedio



Estado final
Completamente estirado

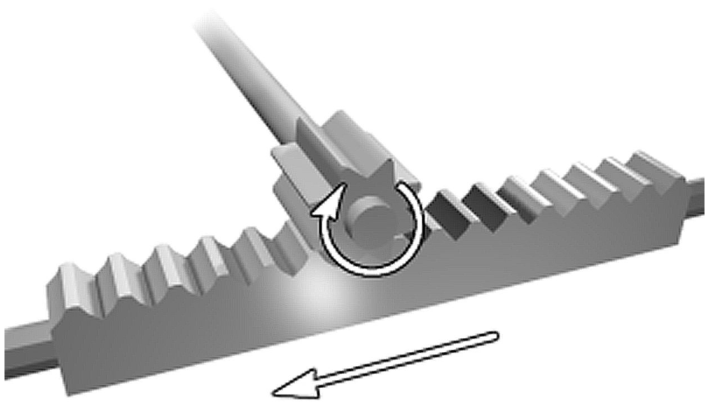
Telescópico.
Dicho de ciertos instrumentos construidos de forma semejante a la del telescopio de mano, es decir, formados por piezas longitudinalmente sucesivas que pueden recogerse encajando cada una en la anterior, con lo cual se reduce su extensión para facilitar su transporte. (Def. RAE)



Asimismo, existía la condicion de mantener el punto central del objeto constante, vale decir, que se mantuviera en el centro a medida que esta figura variara su longitud. Se concluyó que la mejor forma de lograr este efecto era hacer una barra bi-telescopica, es decir que actuara en ambos sentidos.

Aplicando este principio al sistema telescópico, el objeto final quedo configurado con dos segmentos interiores que se extienden en un sentido y otro.

Sincronizando el movimiento



El Principio del Piñón y la Cremallera

El esquema de tubos bi-telescópicos perimite mantener el punco central de la figura determinado solo cuando el sistema esta completamente cerrado o completamente abierto. En los casos intermedios, podria darse la situación de que una de las partes quede "medio cerrado" y la otra completamente abierta. Esta falta de uniformidad en el avance de las secciones interiores hace perder el punto central de la figura en estados intermedios de extensión.

Para evitar esto se llego a la conclusión de que el sistema debía abrirse y cerrarse sincronizadamente, a medida que un extremo se extiende el otro debe hacerlo en el sentido contrario y con la misma longitud. Para ello se aplico el principio del piñon y la cremallera, un sistema mecánico de transmisión de movimiento donde el giro del piñon convierte el movimiento rotatorio en lineal

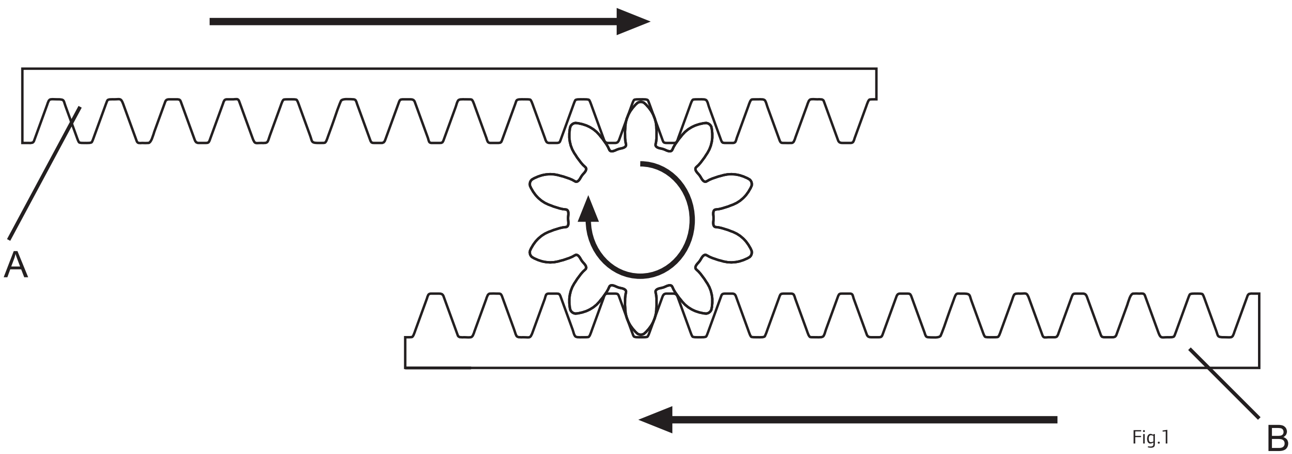


Fig.1

Cremallera.
La cremallera, según se puede observar en la figura (Fig.1) es un engranaje de radio infinito, por lo que teóricamente tiene un número infinito de dientes, resultando recto el tramo que engrana con un engranaje común de radio finito, denominado generalmente piñón. Mientras el engranaje cilíndrico gira sobre su eje, la cremallera tiene un movimiento de traslación rectilíneo.

Piñon y cremallera de acción doble: la cremallera A avanza hacia la derecha, el piñon gira y por la acción de los dientes la cremallera B avanza hacia la derecha

Elemento Conector

El elemento conector es el que permitirá mantener unidas las aristas de la figura armada. Para el desarrollo del conector se tuvo en consideración los siguientes requerimientos:

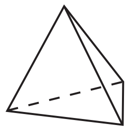
- Perimitir la libertad suficiente para poder deformar la figura según los rangos maximimos y minimos de deformación de las aristas.

- Permitir la conexión entre tantas aristas como lo requiera la creación de los volumenes primitivos básicos abarcados en el plan de estudios de geometría hasta 8º año basico .

Se resolvió desarrollar 3 conectores, a modo de "pulpos" donde la libertad de movimientos estuviera dado por la deformabilidad de los brazos del "pulpo".

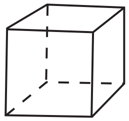
- un conector de tres brazos
- un conector de cuatro brazos
- un conector de cinco brazos

Volúmenes Primitivos



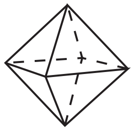
Tetraedro

vértices	4
aristas	6
concurrencia en vert.	3 aristas



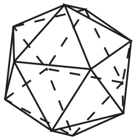
Cubo

vértices	8
aristas	12
concurrencia en vert.	3 aristas



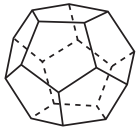
Octaedro

vértices	6
aristas	12
concurrencia en vert.	4 aristas



Icosaedro

vértices	12
aristas	30
concurrencia en vert.	5 aristas



Dodecaedro

vértices	20
aristas	30
concurrencia en vert.	3 aristas

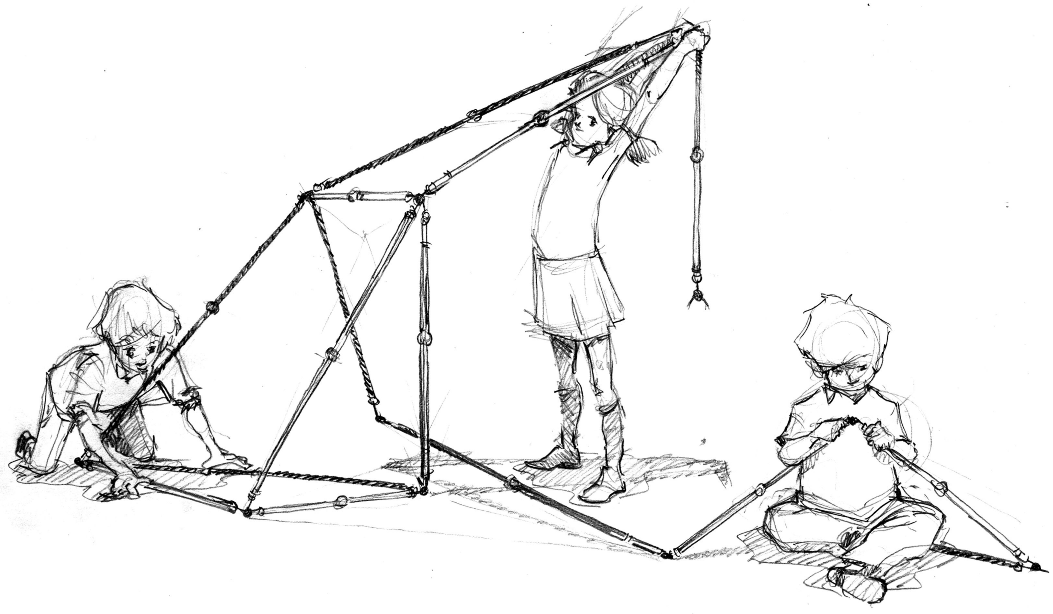
determinando el tamaño ideal

Determinando el tamaño ideal

Para determinar las dimensiones del objeto final se elaboraron varios modelos de pruebas, que fueron sometidos a trabajo experimental. Se pudo determinar el tamaño ideal del objeto arista, dentro de la premisa establecida al inicio del proyecto: permitir

Experimentación con un prototipo con las medidas definivas la configuración de volúmenes de grandes dimensiones, que involucren al cuerpo y actividad física en el desarrollo de la actividad educativa.

Se determinó que la longitud mínima del objeto arista será de 80 cm (totalmente comprimido) y la longitud máxima de 150 cm (totalmente estirado).



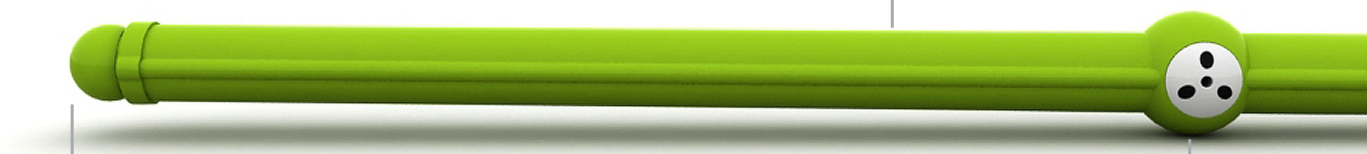
Boceto conceptual de las dimensiones del objeto en uso.

propuesta formal

Producto final: GYRO

El sistema de construcción de figuras geométricas y volúmenes esta configurado por un elemento tubular de acción bi - telescópica, y un juego de conectores. A traves de estos dos elementos será posible armar diversas figuras y deformarlas una vez construidas sin que se desarmen.

La barra o "objeto arista", junto a los conectores de 3, 4 y 5 brazos.



Objeto Arista: La forma del objeto arista se generó a partir de la unión de cuerpos y volúmenes solidos elementales: el cuerpo de la barra es una sección tubular, el punto medio y los extremos estan determinados por esferas que intersectan al tubo que compone el cuerpo

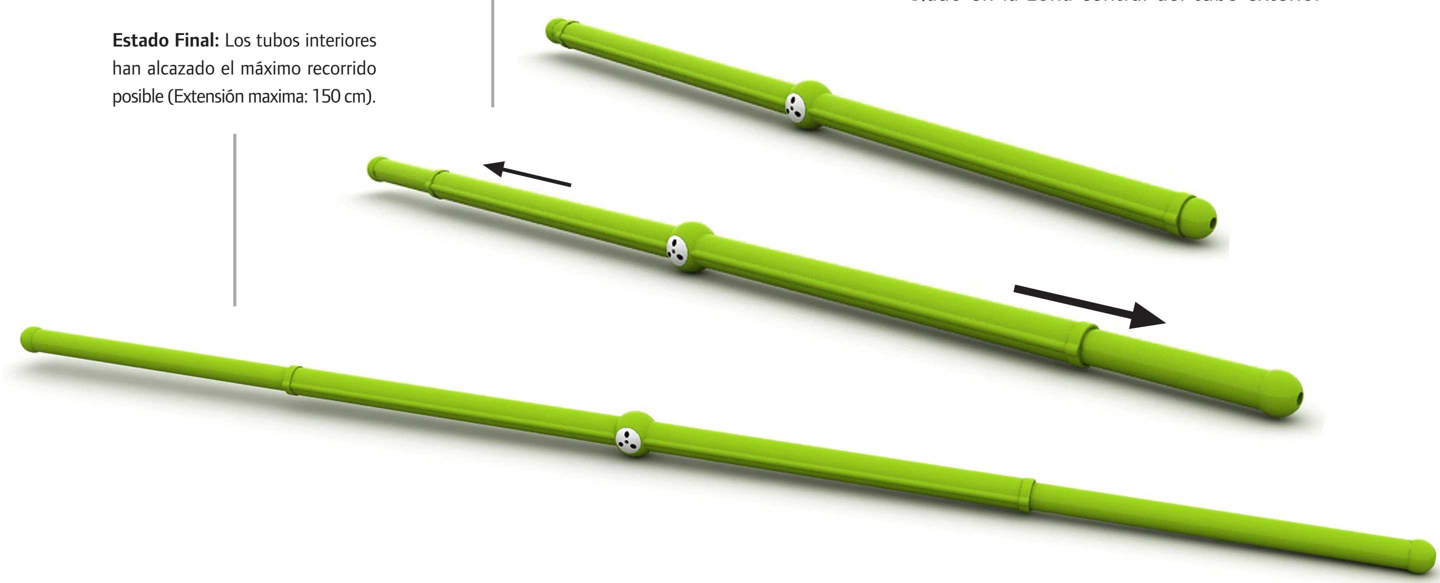
Estado inicial. Los tubos interiores estan completamente insertos dentro del tubo principal. (extensión mínima: 80 cm)

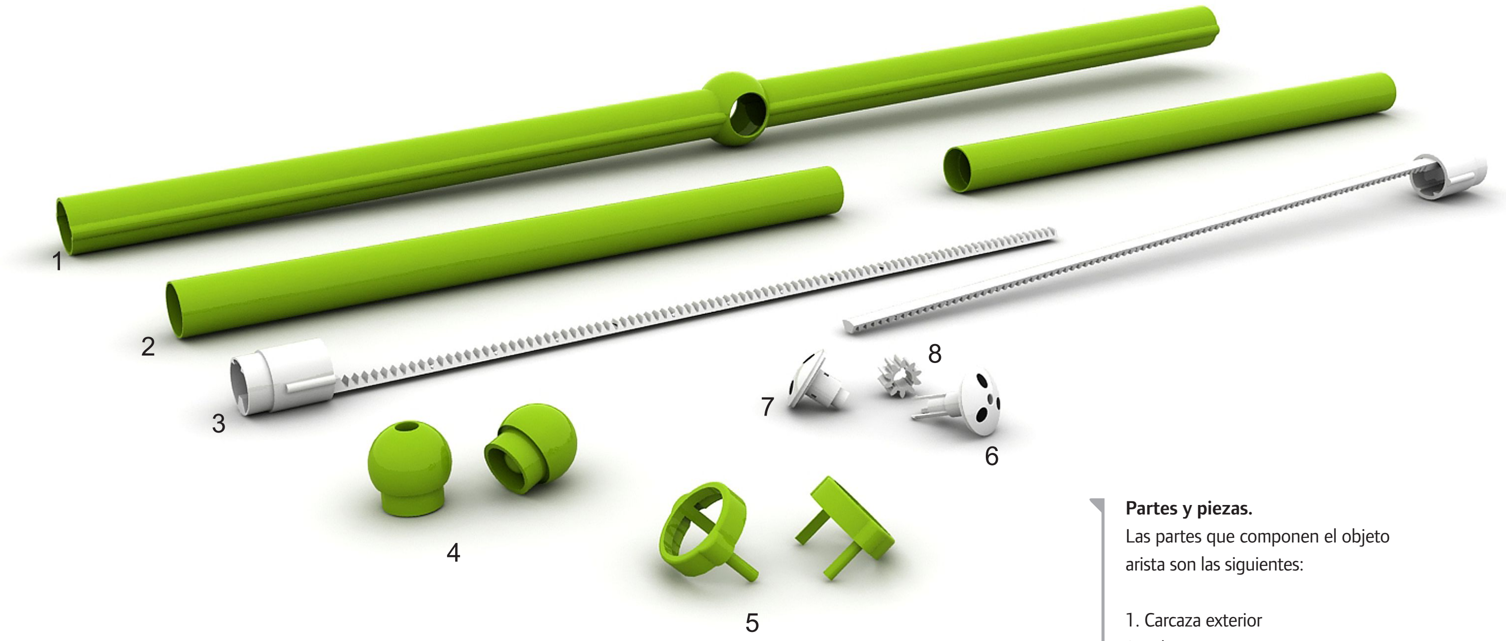
Estado intermedio: A medida que se mueve uno de los tubos interiores, el contrario se mueve en la dirección opuesta.

Estado Final: Los tubos interiores han alcazado el máximo recorrido posible (Extensión maxima: 150 cm).

La Arista en acción:
El sistema bitelescópico está compuesto por un cilindro central, que aloja dos tubos interiores de menor diámetro. Al mover uno de los tbos interiores hacia dentro o hacia fuera del tubo principal, el segundo tubo interior realiza el mismo movimiento pero a la inversa.

Esto se logra a través de un sistema mecánico alojado en la zona central del tubo exterior





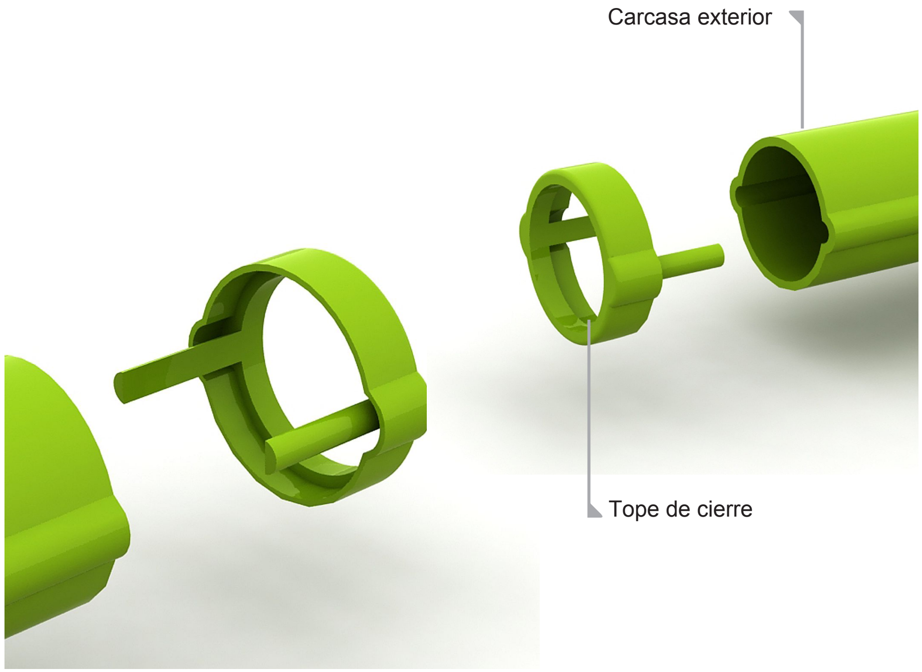
Partes y piezas.
Las partes que componen el objeto arista son las siguientes:

1. Carcaza exterior
2. Tubos interiores
3. Muesca y cremallera
4. Conector hembra
5. Traba
6. Tapa central anterior
7. Tapa central posterior
8. Piñon

Carcasa Exterior: Para evitar que los tubos que componen el sistema telescópico giren sobre su propio eje en el interior de la carcaza, se crearon estos canales que actuan como rieles.

Carcasa Exterior: La abertura central permite el encaje de las piezas que componen el sistema mecánico de funcionamiento de la arista

Los topes de cierre evitan que los tubos interiores salgan mas allá de lo previsto Van colocados a presión con un anclaje de anzuelo.

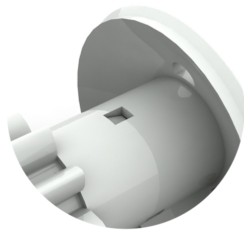


Los tubos interiores del sistema telescópico son un subconjunto, compuesto por las siguientes piezas:

- Tubo principal
- Sección dentada (cremallera)
- Conector hembra

estas tres piezas van conectadas entre si mediante roscas métricas (ver planos de las piezas en sección anexos)

1



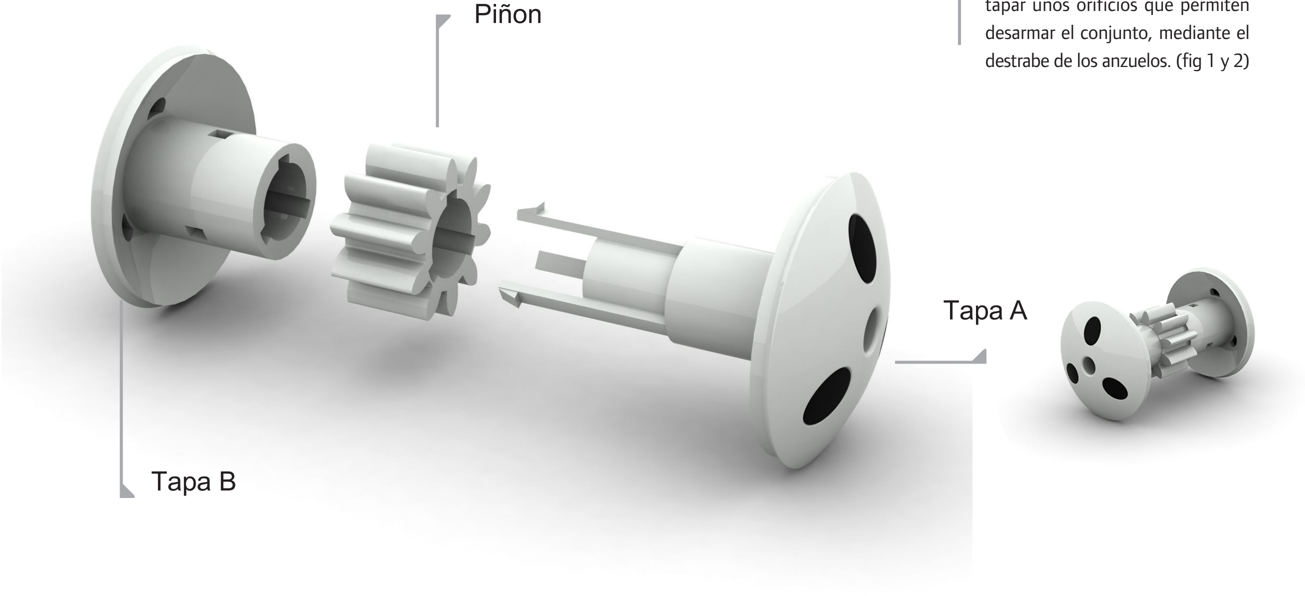
2

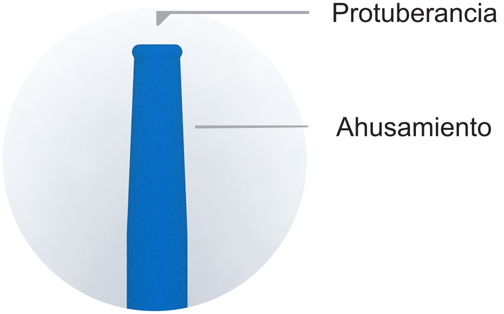
Sección Central
En la sección central tenemos tres piezas:

- Tapa A, Tapa B, Piñón

Las piezas van ensambladas entre sí, mediante un anclaje de anzuelo. El piñón queda cazado entre la tapa A y B.

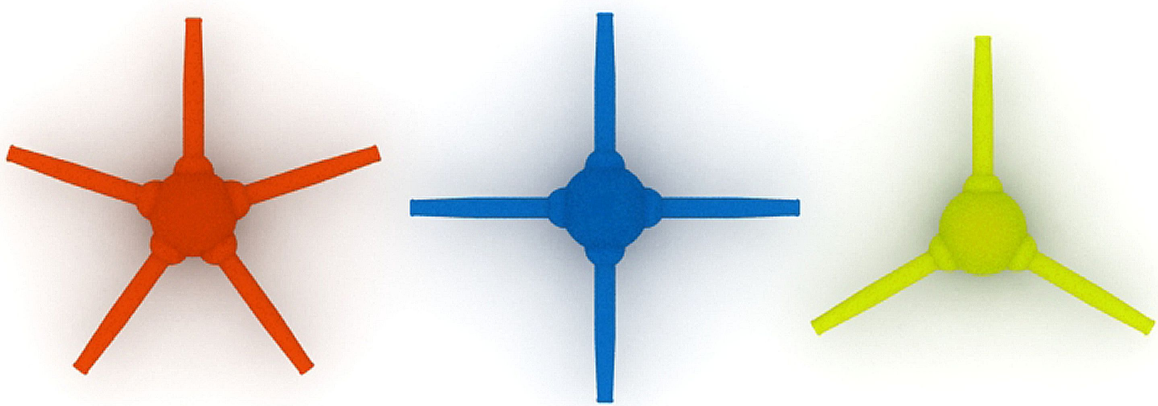
Las piezas de color negro sirven para tapar unos orificios que permiten desarmar el conjunto, mediante el destrabe de los anzuelos. (fig 1 y 2)

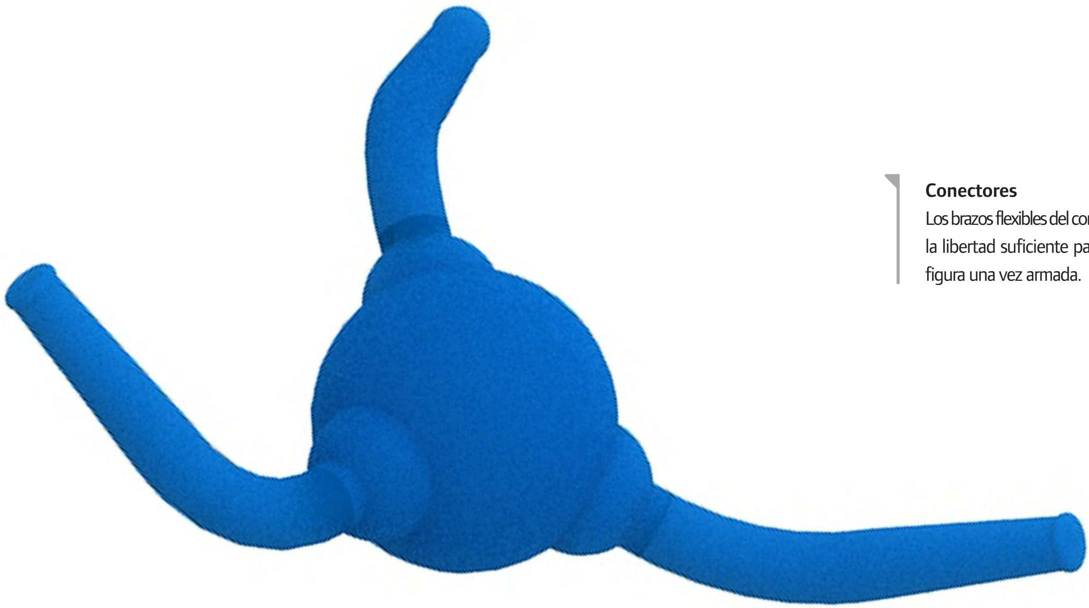




Conectores
En las extremos de los brazos de los conectores existe un pequeño anillo, que permite que el conector (en este caso el macho) quede atrapado dentro de la pieza hembra.

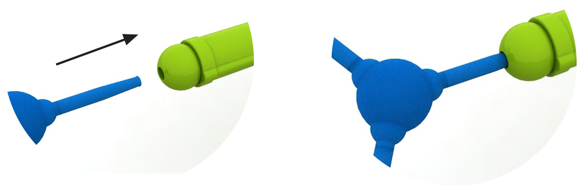
Además, cuenta con una pequeña conicidad, imitando el principio del ahusamiento de Morse o simplemente, cono Morse, un tipo de unión que mantiene las piezas unidas gracias a la compresión que ejercen las paredes del cono contra el cono que lo acoje.



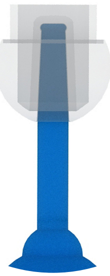


Conectores
Los brazos flexibles del conector permiten la libertad suficiente para deformar la figura una vez armada.

El conector se encaja en la pieza hembra mediante una ligera presiòn

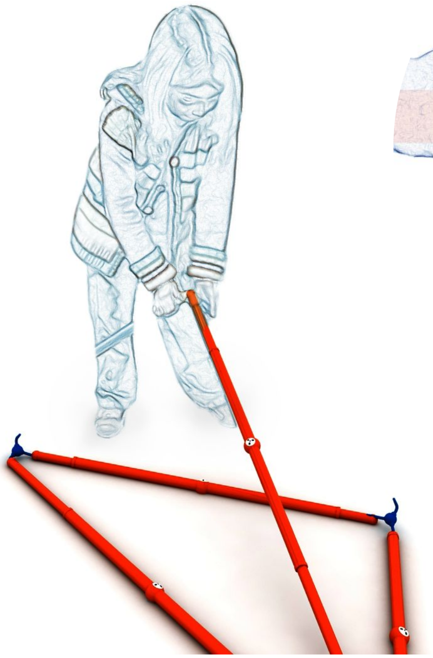


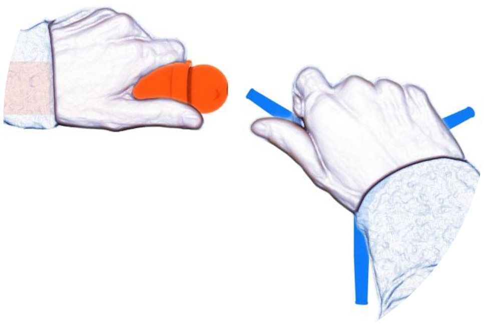
Vista semitrasnparente del conector macho inserto en la pieza conectora hembra.



GYRO en uso

Representaciones que muestran el sistema de construcciones geométricas en acción





El volumen comienza a armarse. El tamaño de las barras permite que los niños prácticamente puedan introducirse en la figura armada, convirtiendo el estudio de geometría en una actividad lúdica. La figura se arma gracias a los conectores entregados a los niños.

La figura ya esta completada y lista para ser deformada cuanto se desee. A partir de acá la actividad educativa se limita sólo con la imaginación de los alumnos y el profesor a cargo de la clase.

Bibliografía

ARAYA, ROBERTO, "Inteligencia Matemática" Editorial Universitaria, 2004

GERE, JAMES M., Mecánica de materiales, Grupo Editorial Iberoamérica, 1986.

PIAGET, J. Y OTROS. La enseñanza de la matemática moderna, Abarza. Madrid, 1978

RESNICK, LAUREN Y FORD, WENDY, La enseñanza de la matemática y sus fundamentos psicológicos, Páidos, 1990.

SERWAY RAYMOND A., BEICHENER, ROBERT J., Física para ciencias e ingeniería / McGraw-Hill, 2002

STIGLER, JAMES W, "Mental abacus": The effect of abacus training on Chinese children's mental calculation, Cognityve Psycology, 1984

UNIDAD DE CURRICULO Y EVALUACIÓN, Ministerio de Educación, Educación Matemática, Programas de estudio Primero a Octavo año básico, Gobierno de Chile, 2002.

BALDOR, J. A. , "Geometría plana y del espacio", Cultural venezolana, 1992

Sitios web

TIMSS
http://nces.ed.gov/timss/
SIMCE
http://www.simce.cl
MINEDUC
http://www.mineduc.cl
Modelo Van Hiele
http://www.hemerodigital.unam.mx/ANUIES/upn/vol13/sec_84.html

Agradecimientos

Muchas personas colaboraron conmigo en el desarrollo del presente proyecto, no podré nombrarlos a todos pues mi memoria me traiciona, espero vuestra comprensión si no están:
A mis profesores guías, don Marcelo Quezada M. y don Jorge Aguilar M., sin su confianza y fe en el proyecto jamás su hubiera llevado a cabo; a mis amigos Luis Peredo, Nicolás Parraguez, Sebastián Fábrega y Juan Pablo Rivera, pues sin su colaboración y apoyo todavía estaría sentado frente al computador.
Por último, a mi familia y en especial a mis padres, simplemente gracias por ser como son.

Anexos

Chile y el aprendizaje de matemáticas y ciencias según TIMSS

Resultados de los estudiantes chilenos de 8° año básico en el Estudio Internacional de Tendencias en matematicas y Ciencias 2003. TIMSS 2003 corresponde al tercer ciclo del Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias. Fue aplicado en Chile a una muestra de 6.377 estudiantes de 8° básico en noviembre de 2002.

Es un proyecto de la IEA que se realiza cada cuatro años, desde 1995. Evalúa matemáticas y ciencias, en base a un marco de evaluación que representa el consenso de los países participantes respecto a lo que debieran saber los estudiantes de 8° básico en estas áreas y a lo que ellos incluyen en sus currículos nacionales.

Chile participó por primera vez en TIMSS 1999, que se aplicó en el país en 1998. Participan en este ciclo 49 países y se reportan datos para 462. Entre ellos, Chile es el único país latinoamericano.

Los jóvenes evaluados en noviembre de 2002 fueron los primeros para quienes desde 4° a 8° básico estaban vigentes los programas de estudio reformados. De 1° a 3° básico estudiaron según el currículo antiguo. A partir de 4° básico, y hasta 8°, cada año ellos y sus profesores inauguraron el currículo de la reforma. En la anterior medición de TIMSS, los estudiantes evaluados habían estudiado toda su enseñanza básica con el currículo previo a la reforma, vigente desde 1980.

Promedios nacionales en 2003

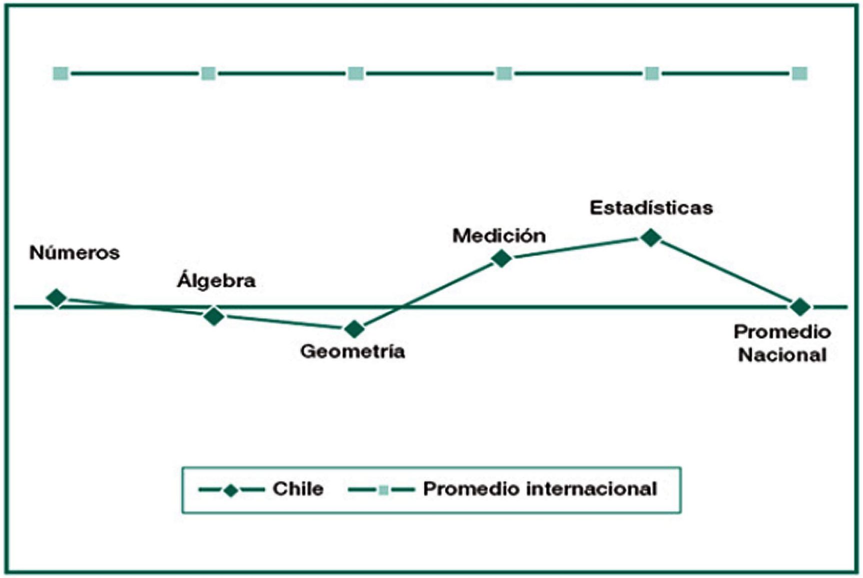
El promedio nacional de matemáticas y ciencias en TIMSS 2003 ubica a Chile por debajo del promedio internacional. En ciencias, los estudiantes chilenos tienen un rendimiento similar al de dos países: Egipto e Indonesia. Superan a ocho: Túnez, Arabia Saudita, Marruecos, El Líbano, Filipinas, Botswana, Gana y Sudáfrica, y están por debajo de treinta y cinco.

En matemáticas, los estudiantes chilenos tienen un rendimiento similar a tres países: Palestina, Marruecos y Filipinas. Superan a cuatro: Botswana, Arabia Saudita, Sudáfrica y Gana y están por debajo de treinta y ocho.

Países	Promedio matemáticas	Países	Promedio matemáticas	Países	Promedio matemáticas
Singapur	605	Suecia	499	Jordania	424
Corea del sur	589	Escocia	498	Irán	411
Hong Kong	586	Israel	496	Indonesia	411
China Taipei	585	Nueva zelanda	494	Túnez	410
Japón	570	Eslovenia	493	Egipto	406
Bélgica	537	Italia	484	Bahrein	401
Holanda	536	Armenia	478	Palestina	390
Estonia	531	Serbia	477	Marruecos	387
Hungría	529	Bulgaria	476	Chile	387
Malasia	508	Rumania	475	Filipinas	378
Letonia	508	Promedio internacional	467	Botswana	366
Federación Rusa	508	Noruega	461	Arabia saudita	332
Eslovaquia	508	Moldavia	460	Gana	276
Australia	505	Chipre	459	Sudáfrica	264
Estados unidos	504	Macedonia	435		
Lituania	502	El líbano	433		

Rendimiento en subáreas de contenidos
Las pruebas de matemáticas y ciencias en TIMSS están compuestas por preguntas de distintas subáreas3. Se dispone del promedio del área que incluye al conjunto de preguntas. También hay un promedio para cada subárea. contenidos de matemáticas o ciencias al interior de los países, fue posible identificar subáreas que los estudiantes chilenos participantes en TIMSS 2003 manejan más que otras. En matemáticas la subárea con mejor rendimiento relativo es estadísticas y la subárea más débil

Gráfico 1: Rendimiento relativo en subáreas de contenidos de matemáticas



Fuente: Base de datos internacional TIMSS 2003, IEA.

Análisis TIMSS 2003

Estancados en un Nivel Peligrosamente Bajo

El Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias (cuya sigla en inglés es TIMSS -Trends in International Mathematics and Science Study) entrega información del logro alcanzado por los alumnos de 4to y 8vo básico de los países participantes, complementando lo anterior con antecedentes del contexto en el cual se realiza la instrucción, de forma de analizar la cantidad, calidad y contenidos.

Si bien la prueba TIMSS se viene realizando desde 1995 cada 4 años, Chile entró a participar en ella en 1999 por lo que esta versión 2003 sería la segunda vez, lo que según la investigadora del programa Social de LyD, María de los Ángeles Santander, "permitirá observar la evolución en el tiempo, de forma de identificar áreas en las que se ha presentado progreso o retroceso". En ambas versiones Chile ha participado sólo con los estudiantes de 8vo básico. La prueba TIMSS 2003 registra un promedio internacional de 467 puntos en matemáticas, donde Chile obtiene un puntaje de 387. Para Santander "si bien este puntaje es equivalente al de la medición 1999, lo que algunos califican como "estable", refleja un resultado sumamente preocupante. Esto no solo porque el promedio de los estudiantes chilenos sea 80 puntos inferior al promedio internacional, sino porque tras este promedio hay varias señales de lo crítica que es la situación actual". De esta manera y respecto a la evolución María de los Ángeles aclara que "Chile y Sudáfrica son los únicos países participantes que teniendo rendimiento inferior a 400 puntos en matemáticas, no muestran variación en sus resultados. El resto de los países que muestran estancamiento, lo hacen en niveles de logro bastante superiores al de Chile".

Respecto al ranking Chile se encuentra, en matemáticas, en el lugar 39 de 45 países participantes, sólo superando a Botswana, Arabia Saudita, Gana y Sudáfrica. Corresponde a uno de los 8 países que obtienen puntaje promedio inferior a 400 puntos. En el caso de ciencias, se ubica en el lugar 36 de 46, con resultados similares a Indonesia y Egipto.

Paralelamente, la distribución de estudiantes por niveles de logro, donde se definen 4 categorías: avanzado, alto, intermedio, bajo; se agrega la categoría "inferior" que corresponde a aquellos estudiantes que no cumplen con el conocimiento mínimo que permite describir TIMSS. En la categoría "avanzado", donde a nivel internacional se encuentra en promedio 7% de los estudiantes, en el caso de Chile no existen estudiantes que alcancen ese nivel de logro; es decir, ni siquiera los mejores alumnos de nuestro país obtienen buenos resultados. La categoría siguiente, "alto", contiene sólo a 3% de los estudiantes chilenos, lo que, según Santander " tampoco es muy alentador". Por último, en la categoría "inferior", que refleja conocimientos inferiores al mínimo que permite describir la prueba TIMSS, se encuentra casi el 60% de los alumnos chilenos de 8vo básico; porcentaje que más que duplica el promedio internacional en esta categoría (26%).

María de los Ángeles aclara que aunque "la situación en ciencias es levemente mejor que en matemáticas, ya que 1% de los jóvenes chilenos presentan logro "avanzado", se observa un aumento significativo, de 40% a 44%, de la proporción de estudiantes calificados en el nivel inferior, es decir que muestran conocimiento científico inferior al mínimo que muestra la prueba".

Finalmente, respecto a la equidad en el rendimiento, en relación a la prueba 1999, según Santander "no se ha producido avance en la equidad de rendimiento. Incluso se menciona en el informe que es posible que en el caso de matemáticas el rendimiento haya empeorado entre los estudiantes de nivel bajo".

Objetivos transversales fundamentales

Los Objetivos Fundamentales Transversales definidos en el marco curricular nacional, corresponden a una explicitación ordenada de los propósitos formativos de la Educación Básica en tres ámbitos –Formación Ética, Crecimiento y Autoafirmación Personal, y Persona y Entorno–; su realización, como se dijo, es responsabilidad de la institución escolar y la experiencia de aprendizaje y de vida que ésta ofrece en su conjunto a alumnos y alumnas.

Todo lo relacionado al área temática de geometría esta dentro del llamado Eje forma y espacio, y los contenidos a tratar están ordenados y tabulados en los distintos años de enseñanza básica en ciclos de aprendizaje. El primer ciclo básico comprende desde primero hasta cuarto básico, el segundo ciclo básico desde quinto a octavo año básico.

La geometría en los distintos ciclos:

Primer ciclo
NB1 (primer y segundo año)

En el eje Formas y espacio una tarea importante que se desarrolla a partir del primer año es la de proporcionar a los niños y niñas un conjunto de experiencias que les permita reconocer la diversidad de formas de los objetos que les rodean, establecer relaciones entre ellas y considerar a las formas geométricas como idealizaciones de las formas del mundo real.

En 2º Básico se estudian las formas geométricas: cuadrados, rectángulos y triángulos, como figuras planas, y cubos y prismas rectos, como cuerpos geométricos. Los aprendizajes fundamentales radican en la identificación de los elementos que conforman a figuras y cuerpos, en el reconocimiento de relaciones de posición y de medida entre estos elementos, y en la visualización y anticipación de las formas que se pueden obtener por yuxtaposición, separación y cambios de posición de formas básicas.

Las figuras y los cuerpos geométricos indicados son fuente de observación y de experimentación, a partir de objetos que tengan dichas formas o formas próximas a ellas. Para esto es importante que los objetos y materiales didácticos que se usen sean muy variados en tamaños y relaciones entre sus medidas y que los alumnos tengan múltiples oportunidades de construir objetos a partir de consignas específicas.

NB2 (tercer y cuarto año)

En el eje Formas y espacio se continúa desarrollando el lenguaje geométrico y la imaginación espacial, a través de la profundización en el estudio de formas de dos y tres dimensiones, el análisis de sus representaciones y el inicio del estudio de transformaciones, tales como reflexiones, traslaciones, rotaciones, ampliaciones y reducciones, así como aspectos relacionados con la interpretación y ubicación de posiciones y trayectos. En 3° Básico se estudian las formas triangulares, y en 4°, los cuadriláteros. En ambos casos se determinan sus características más relevantes, se establece una clasificación de las mismas y se dibujan y construyen empleando diversos medios.

El estudio de las traslaciones y reflexiones se inicia en 3° Básico y en 4° Básico se complementa con rotaciones, ampliaciones y reducciones. Así también, se inicia el estudio de la ubicación de posiciones y trayectos en el tercer año y se profundiza en el cuarto año, considerando aspectos relacionados con la interpretación y elaboración de representaciones gráficas que dan cuenta de la posición de un objeto y del trayecto que hay que seguir para ir de un lugar a otro o para encontrar un objeto determinado.

Segundo ciclo básico
Quinto año básico (NB3)
Objetivos fundamentales

Distinguir elementos de un cuerpo geométrico y establecer correspondencias entre un cuerpo y su representación plana.
Reconocer elementos en una figura geométrica y analizar los cambios que se producen en la figura al variar la medida de sus ángulos internos.
Distinguir perímetro y área como elementos uni y bidimensionales en una figura geométrica.

Contenidos mínimos obligatorios

Cuerpos geométricos
(cubo, primas y pirámides)
- armar cuerpos, a partir de sus caras
- construir redes para armar cubos;
- identificar y contar el número de caras, aristas y vértices de un cuerpo y describir sus caras y aristas.

Figuras geométricas
- diferenciar cuadrado, rombo, rectángulo y romboide a partir de modelos hechos con varillas
- identificar lados, vértices y ángulos en figuras poligonales
- distinguir tipos de ángulos, con referencia al ángulo recto

Perímetro y área
- utilizar centímetros para medir longitudes, y cuadriculados y centímetros cuadrados, para medir superficies;
- calcular perímetros y áreas en cuadrados, rectángulos, triángulos rectángulos, y en figuras que puedan descomponerse de las anteriores;
- distinguir perímetro y área, a partir de transformaciones de una figura en la que una de estas mediciones permanece constante.

Sexto año básico (NB4)
Objetivos fundamentales

Planificar el trazado de figuras sobre la base del análisis de sus propiedades, utilizando los instrumentos pertinentes.
Comprender los efectos que provoca en el perímetro o área de cuadrados y rectángulos la variación de la medida de sus lados y recurrir a las razones para expresarlas.

Contenidos mínimos obligatorios

Figuras y cuerpos geométricos
- Reproducción y creación de figuras y de representaciones planas de cuerpos geométricos, usando regla, compás y escuadra.
- Estudio de cuadriláteros: características de sus lados y ángulos.
- Trazado de cuadriláteros a partir de sus ejes de simetría.
- Combinación de figuras para obtener otras previamente establecidas.

Perímetro y área
- Calculo del perímetro y área de figuras compuestas por cuadrados, rectángulos y triángulos rectángulos.
- Ampliación y reducción de cuadrados y rectángulos en papel cuadriculado, expresando como variaciones de los lados, el perímetro y área.
- Análisis del perímetro y el área de familias de cuadrados y rectángulos, generadas a partir de la variación de sus lados.

Séptimo año básico (NB5)
Objetivos fundamentales

Analizar familias de figuras geométricas para apreciar regularidades y simetrías y establecer criterios de clasificación.

Utilizar el razonamiento proporcional como estrategia para resolver problemas numéricos y geométricos.

Figuras y cuerpos geométrico
- Estudio de triángulos: Características de sus lados y de sus ángulos.
- Construcción de alturas y bisectrices en diversos tipos de triángulos
- Investigación sobre aplicaciones practicas del teorema de Pitágoras
- Uso de instrumentos (regla, compás, escuadra) para la reproducción y creación de triángulos y para la investigación de las condiciones necesarias para dibujar un triangulo
- Redes para armar prismas y pirámides. Armar cuerpos geométricos a partir de otros más pequeños.

Perímetro y área
- Medición y calculo de perímetros y de áreas de triángulos de diversos tipos en forma concreta, grafica y numérica.
- Investigación de las relaciones entre medidas de altura y base y el área correspondiente, en familias de triángulos generadas al mantener dichas medidas constantes.

Octavo año básico (NB6)
Objetivos fundamentales

Analizar y anticipar los efectos en la forma, el perímetro, el área y el volumen de figuras y cuerpos geométricos al introducir variaciones en alguno(s) de sus elementos (lados, ángulos).

Reconocer las dificultades propias de la medición de curvas y utilizar modelos geométricos para el cálculo de medidas.

Contenidos mínimos obligatorios
- Investigación sobre la suma de los ángulos interiores de polígonos y el número de lados de estos; construcción de polígonos por combinación de otros.

- Investigación de las relaciones entre los ángulos que se forman al intersectar dos rectas por una tercera. Resolución de problemas.

- Análisis de los elementos de una circunferencia (radio, diámetro) en la reproducción y creación de circunferencias con regla y compás.

- Construcciones de redes para armar cilindros y conos.

Perímetro, área y volumen
- Experimentación de diversos procedimientos (gráficos y concretos) para medir el perímetro y el área de circunferencias.
- Interpretación y uso de formulas para el cálculo de perímetro y área de circunferencias y de polígonos.
- Estimación y cálculo del volumen de cuerpos geométricos regulares expresándolos en las unidades pertinentes.
- Relaciones de equivalencia entre unidades de volumen de uso corriente
- Interpretación y uso de formulas para el calculo del volumen de cilindros, conos y prismas rectos.