

# JUGANDO CON ESTRUCTURAS DE ALAMBRE EXPERIENCIA DIDÁCTICA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

Marcial Cordero Quirós<sup>1</sup>

## Resumen

*Este trabajo muestra la utilidad de un taller de Estructuras de Alambre como complemento a la enseñanza de la geometría en séptimo año. Se describe la forma en que se realizó el taller en el Colegio Técnico de Acosta, San José , Costa Rica . Además se hace una introducción al tema de los Puzzles de Alambre , con los aportes de investigadores en didáctica de la matemática y sus propiedades matemáticas. Se presentan algunas sugerencias didácticas y los resultados obtenidos , que reflejan motivación y aprendizaje significativo en un ambiente no tradicional.*

## Abstract

*The following research shows the usefulness of a workshop on wire puzzles as part of the geometry learning process in seventh grade.*

*It is begin described the way in which the work shop was carried out in Colegio Técnico Profesional de Acosta (public Rural High School), in San José, Costa Rica. Besides there is an introductory section related to the puzzles including the points of view of some didactic and mathematical properties' investigators.*

*There are presented some didactic suggestions and the results obtained , revealing motivation and significant learning in a non-traditional environment.*

**Palabras claves :** Didáctica, Puzzles de alambre, Taller de matemáticas

## Introducción

A pesar de la rigurosa formación matemática que recibí en la Universidad de Costa Rica y con algunos años de experiencia en la enseñanza de la matemática , mantengo mis creencias sobre la importancia de los recursos didácticos y el papel del juego como herramienta didáctica.

Hoy presento una experiencia de aula , denominada Jugando con Estructuras de Alambre; la cual se realizó en el Colegio Técnico de Acosta ( Secundaria) como recurso didáctico para la enseñanza de la geometría en séptimo año.

Como principal motivador para desarrollar en mi el interés por los talleres de matemática y como referente de esta actividad en España , con agrado debo mencionar al Dr. Pablo Flores Martínez , profesor e investigador en Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada, quien muy amablemente me mostró su valiosa colección de Puzzles de Alambre, muchos de su propia autoría y me proporcionó información sobre los talleres de matemáticas (Flores,2002).

---

<sup>1</sup> Profesor Colegio Técnico de Acosta, San José, Costa Rica, Centroamérica

El objetivo de este trabajo es presentar la experiencia del taller ,fundamentarla en el ámbito de la didáctica de las matemáticas y mostrar los resultados obtenidos.

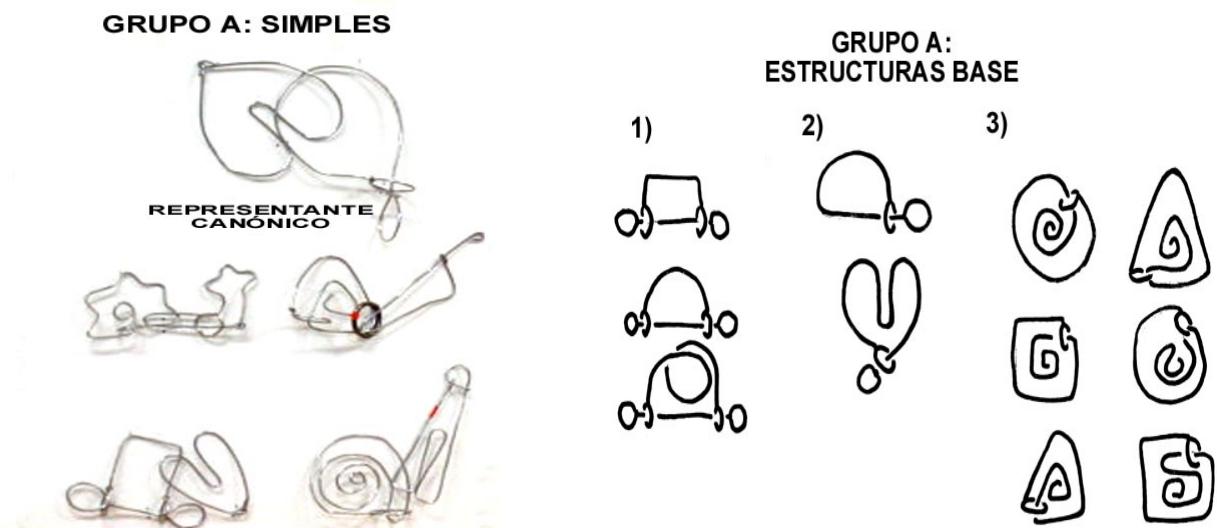
## 1. Puzzles de alambre

Para iniciar nuestro camino por el mundo de los Puzzles de alambre , debemos acercarnos un poco a sus propiedades y características didácticas para la enseñanza de la matemática.

### 1.1 ¿Qué es un Puzzle de alambre?

Los puzzles de alambres son juegos de ingenio que constan de varias piezas, que hay que separar (Grupo La X, 2004).

Son juegos muy antiguos , que parecen no tener solución, se componen de una estructura base o soporte y una pieza problema, la solución se trata de encontrar el camino que debe recorrer la pieza problema a lo largo de la estructura base (Montoya y Flores,2003)



### 1.2 ¿Qué propiedades matemáticas tienen?

Poseen por la estructura de enlace una naturaleza topológica.

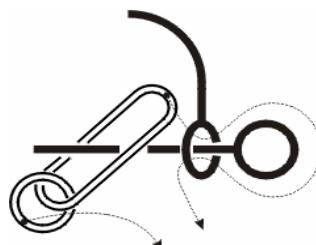
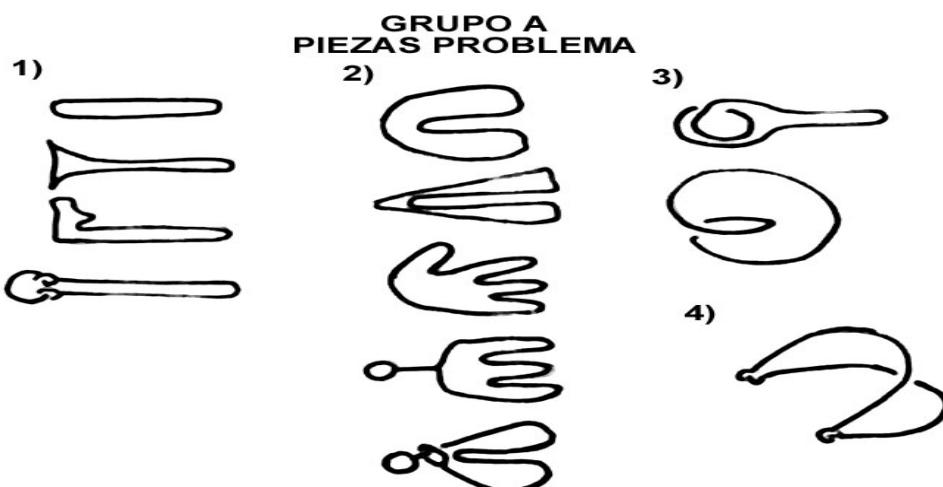
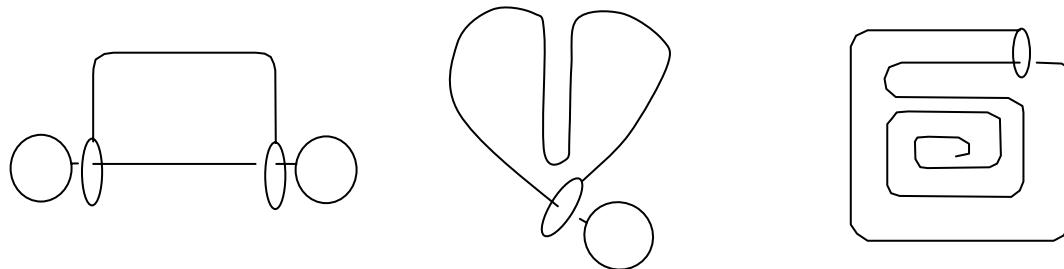
La Topología se encarga de un mundo de formas improbables y fascinantes , es un tipo especial de geometría referida a las posibilidades de que las superficies puedan hacerse retorcer, doblar o bien deformar.(Bergamini,1966)

En los laberintos con alambre interesa observar su estructura topológica (agujeros, aristas, situación relativa de ellas. etc), pero también sus medidas (figuras que caben , dimensiones relativas, etc) (Flores,2002)

Las piezas de los puzzles de alambre tienen formas y medidas determinadas , que deben guardar una cierta relación entre ellas, para cumplir con una doble y paradójica

función: determinar el grado de dificultad del puzzle, a la vez hacer posible su solución. (Montoya y Flores,2003)

### Estructuras Base



### 1. 3 Puzzles de alambre : Meter-Salvar

Las principal característica es que se componen de dos piezas : La estructura soporte y la pieza problema, la estructura soporte es abierta un extremo al menos, termina en una anilla, que enlaza a otra pieza al final del otro extremo.

La pieza problema suele ser cerrada, con una parte alargada que pasa a través de la anilla del final de la estructura soporte.

Se denominan meter salvar , ya que para resolverla hay que introducir la parte alargada de la pieza problema por la anilla del extremo que enlaza, de la estructura soporte y salvar en ensanche final del otro extremo (<http://ddm.ugr.es/personal/pflores/>)

#### Abrazo Simple



#### Solución

Separar la pieza  
alargada de la otra

### **1.4 ¿Cómo se resuelven?**

Los puzzles poseen un punto especial donde se puede acceder a la solución, pero que no se determina de antemano , debe buscarse por exploración.

Es importante aclarar que los puzzles deben cumplir restricciones geométricas para su construcción como las dimensiones de los aros y condiciones geométricas como la forma, dimensión y longitud del sector clave en la pieza problema.

### **1.5 Utilidad de los puzzles en la enseñanza de la matemática**

Como se puede determinar es amplia la relación que existe entre los puzzles de alambre y la enseñanza de la geometría.

El primer elemento a considerar es el carácter lúdico que poseen ,inclusive se puede considerar como un buen juego :

*“Un buen juego suele tener pocas reglas (y además muy sencillas de entender)...el hecho de tener pocas reglas no significa que sea sencillo...” (Corbalán ,2002)*

También favorecen la capacidad de los alumnos en destrezas básicas de la geometría y desarrollan la creatividad e intuición espacial. Además favorece la resolución de problemas relacionados con situaciones reales (Flores,2002)

Algunas características especiales de trabajar con un Taller de Puzzles de alambre son las mencionada por el Grupo La X (2004) :

- Son ejercicios para desarrollar la capacidad de visión espacial
- Proponen retos y ejercitan en destrezas relacionadas con la geometría
- Son materiales didácticos que sirven de apoyo al profesor
- Favorecen la resolución de problemas

## **2. Descripción del Taller**

### **Jugando con Estructuras de Alambre**

Como referente para desarrollar las actividades de un taller con Puzzles de alambre ,decidí utilizar el propuesto por Carlos Montoya y Pablo Flores (Montoya y Flores,2003) , los cuales proponen la siguiente secuencia de actividades : juego , comunicación , representación por dibujo y reproducción.

Con algunas modificaciones de orden más que de contenido se desarrollaron las etapas anteriores.

El taller fue realizado en el mes de octubre del año 2004, con la sección 7-3 ( séptimo año) en el Colegio Técnico de Acosta.

El contenido de estudio fue Geometría ( Programa del MEP ,2001) y se trabajaron tres sesiones , una cada semana.

### **Objetivos del taller**

Los objetivos planteados fueron los siguientes:

- Utilizar material concreto en el aprendizaje de la geometría
- Desarrollar la visión espacial
- Resolver problemas utilizando la creatividad
- Mejorar la motivación hacia el aprendizaje de la matemática , mediante el uso del juego y la manipulación del material.

## Contenidos

Los puzzles de alambre poseen aspectos de la Topología : huecos, posiciones, enlaces (Montoya y Flores,2003) , este contenido no aparece explícito para la educación secundaria en Costa Rica, sin embargo los procesos de análisis y comprensión para el desarrollo de habilidades intelectuales ( Programa del MEP ,2001) permiten utilizar dichos materiales para desarrollar los procesos de :

### 1. Identificación

“Fijar la atención en características de los objetos o de las situaciones que observa”

### 2. Representación mental

“ Definir un concepto y orientar al estudiante para que a través de la mente , sustituya a los objetos por imágenes “

### 3.Comparación

“ facilitar espacios para que el estudiante establezca relaciones y características de dos o más objetos”

### 4. Análisis

“Orientar a los estudiantes a que dividan situaciones complejas en otras más sencillas”

### 5.Razonamiento Transitivo

“Conducir al estudiante para que establezca deducciones y conclusiones”

### 6. Conceptualización

“Impulsar al alumno a que aplique diversos procedimientos en la solución de problemas cotidianos y académicos”. ( Programa del MEP ,2001, p.19-35)

Además en el Programa de Estudios se establece como sugerencia que “ En los temas de Geometría se debe combinar la intuición, la experimentación y la lógica....Los aspectos experimentales o intuitivos de la geometría , requieren del uso de material concreto , con características de operatoriedad y flexibilidad.”

Algunos de los contenidos propuestos son :

“ Punto , recta , plano, puntos colineales , puntos coplanares , segmentos de rectas, rayos, semiplano, rectas paralelas y perpendiculares, ángulos, desigualdad triangular , clasificación de triángulos, rectas notables y cuadriláteros. ( Programa del MEP ,2001,p.63-68)

En los niveles de séptimo a noveno( III Ciclo) se estudian también los conceptos de simetría axial , congruencia de triángulos y semejanza de triángulos.

En cuarto ciclo se utilizan nociones espaciales básicas de intuición, las cuales se desarrollan en el estudio de los sólidos geométricos, principalmente en el cálculo de áreas y volúmenes.

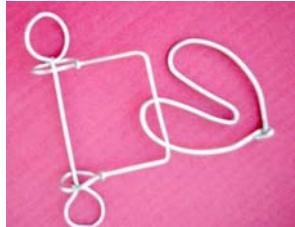
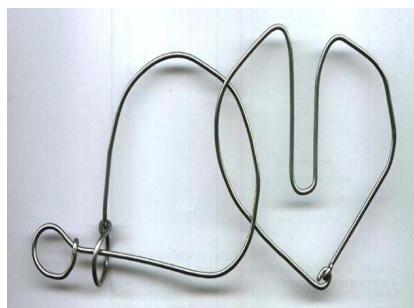
## **Etapas del taller**

El desarrollo del taller se llevó a cabo en tres etapas , las cuales detallo a continuación:

### **Etapa 1 Representación gráfica:**

Se inició el trabajo de aula realizando a los alumnos la siguiente pregunta ¿Conocen ustedes esos juegos de meter y sacar una estructura de otra, algunos tienen en la casa? , la respuesta más representativa fue que alguna vez lo habían visto pero que no lo intentaron resolver.

Entonces les dibujé tres del tipo Meter-Salvar (Flores,2002) en la pizarra y les solicité traer materiales como tijeras , alicates y cable flexible para la próxima sesión. Además les mostré algunos que obtuve de la internet y logré imprimir en ampliación.



Sin duda esta primera aproximación al mundo de los puzzles , les agradó ya que mostraron gran interés por trabajar con material concreto y enfrentar el reto de resolverlos , algunos mencionaron que trabajarían en la casa intentando construir los que se dibujaron o traerían alguno para la clase siguiente.

### **Etapa 2 Construcción de las estructuras de alambre**

Como no tenía experiencia en la construcción de Puzzles de alambre , decidí realizar una búsqueda de material utilizable en clase y con bajo costo , logré conseguir dos tipos de cable :

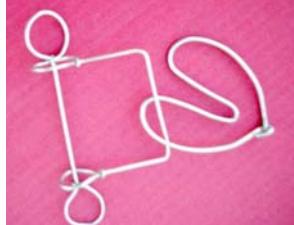
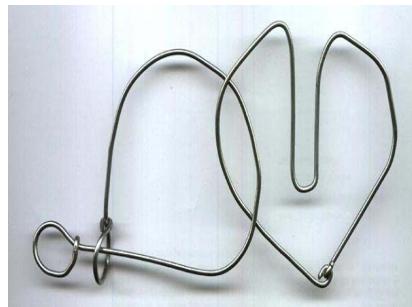
- a) Alambre de construcción galvanizado, material rígido y sólo manipulable con alicates o tenazas.

- b) Alambre de colores para cableado telefónico, material flexible y fácil de cortar con tijeras o alicates pequeños.

Escogí la segunda opción por las condiciones de trabajo y de recursos de los alumnos, aunque debo resaltar que los puzzles de alambre (meter-salvar) son una estructura totalmente rígida (Flores, 2002) y no aceptan transformaciones , lo cual podría pasar con el cable para teléfono.

Solicité a los estudiantes sacar sus materiales y a cada uno les entregué una cantidad considerable ( 1,30 cm) de alambre ,por su color y facilidad de manejo resultó muy atractivo a la vista del alumno.

Luego les indiqué que debíamos construir cuatro : Puzzles Modelo , clasificados como meter-salvar del tipo simples : “su estructura soporte tiene un solo bucle, en el que un extremo termina en una anilla que enlaza al otro extremo” (<http://ddm.ugr.es/personal/pflores/>), los cuales dibujarían en el cuaderno y luego intentarían reproducir con el alambre.



Al inicio las preguntas más frecuentes fueron las relativas a medidas , formas y proporcionalidad , las cuales ellos mismos intentaban responder , para poder dar la forma más próxima a cada objeto.

La clase se vivió con una intensidad diferente , libre de acción y de movimiento, además sus habilidades manuales salieron a flote , algunos con mayor o menor facilidad pero con el mismo objetivo.

La advertencia de relaciones métricas entre cada figura fue mi participación principal.

El primer objeto fue el más lento de reproducir , el tiempo resultó adecuado (65 minutos) y cualquier mejora podrían realizarla en la casa. La próxima sesión los debían traer para realizar la última etapa del taller.

Algunas de las preguntas de los estudiantes fueron:

- 1.” Profe, de que tamaño lo hago grande o chiquito , si lo hago grande talvez resulte más fácil de resolver”
2. “Primero que todo el corazón debe ser más largo”
3. “Debo hacer más grande la pieza base (estructura soporte) y más pequeña la pieza problema “
4. “Como hago para hacer un solo objeto , ya hice cada pieza por separado .¿Debía hacerlas juntas?”

### **Etapa 3 Juego y creatividad**

En esta etapa , debían intentar resolver los puzzles que habían construido la clase anterior y además se construiría uno nuevo y original , el cual debían nombrar y representar gráficamente el camino (recorrido) solución.

La mecánica para obtener la solución en la mayoría de los alumnos fue probando algunos movimientos con ambas piezas o sólo con una , sin identificar la relación entre ambas, por tanteo y sin darse cuenta lograban separar las piezas.

Algunas reacciones fueron :

- 1.”Ya estoy desesperado, profesor, ayúdeme , sáquelo”
- 2.”Profe , dígame la respuesta , ya me duelen los dedos”
- 3.”Por fin lo logré ,no sé como ,pero que importa lo hice y estoy muy feliz”
- 4.”Profe, está jugando con nosotros, verdad que es imposible de sacar”.

Sin duda la geometría espacial y la capacidad de relacionar estrategias de solución ,así como establecer características métricas de cada objeto salían a relucir con cada acción del alumno.

Luego de resolverlos , debían introducir nuevamente la pieza problema , lo cual representaba un nuevo reto , ya que a pesar de parecer fácil , no lo era.

Como lo mencionan Montoya y Flores , existe en la operación de recomposición del puzzle, una dificultad de sentido común , basada en que todo lo que ingresa a un espacio debe hacerlo de afuera hacia adentro, sin embargo se necesita un movimiento previo en sentido contrario, para lograr la unión deseada.

Una de las etapas que me pareció más interesante fue la de construir una nueva estructura, original y con ese toque personal que todo alumno desea imprimir a sus trabajos.

Cada alumno empezó a crear algo con formas diferentes y con nombre muy particulares como : el pescadito ,la zapatilla ,la lámpara, el bacterín ,etc.

Sin embargo mantenían la misma estructura de meter –salvar e inclusive ,eran muy similares a los utilizados como modelo.

Lo rescatable es la disposición a crear , a intentar construir, a vencer el temor de ser original y sobre todo la visualización de estrategias de solución.

Como parte final del taller los alumnos respondieron un pequeño cuestionario para conocer sus opiniones sobre la actividad.

### 3. Resultados de la aplicación del cuestionario

Al finalizar la actividad con el fin de realizar una evaluación ,los alumnos debían contestar algunas preguntas abiertas sobre la actividad :

- 1.¿Qué les pareció el taller de Puzzles?
- 2.¿Cómo consideran el material?
3. ¿Cómo relacionan la actividad con las matemáticas?
- 4.¿Qué aspecto considera más difícil del taller?

Además debían realizar una parte de representación gráfica de los puzzles que habíamos utilizado, así como el original creado por ellos :

- 5.Realice el dibujo de los puzzles Modelo y Nómbrélos
6. Realice el dibujo del que usted inventó, además con flechas señale el camino para resolverlo

Algunas respuestas fueron las siguientes :

- 1.¿Qué les pareció el taller de Puzzles?

*“Muy interesante porque una misma se pone un reto de hacerlo y de poder sacar uno del otro” Stephanie Jiménez*

*“Me pareció muy bonito , porque, es muy entretenido y aparte , yo considero que aquí , con este juego uno desarrolla la agilidad mental y uno aprende a pensar” Fredd Quesada*

*“Me pareció muy interesante porque aprendimos que podemos hacer cosas lindas con materiales tan simples como cables “ Michael Umaña*

*“ Trabajamos con figuras geométricas y se aprende de ellas ,también es una forma de relajarse aprendiendo” Alfredo Rojas*

- 2.¿Cómo consideran el material?

*“Muy fácil de utilizar y lo podemos doblar sin mucha fuerza” Bryan Marín*

*“ Es bueno para comenzar a hacerlos, luego se debe utilizar uno más fuerte” Tamara Quesada*

*“El material es bonito por ser de colores se puede diferenciar cual pieza debo sacar” Geiner Díaz*

3. ¿Cómo relacionan la actividad con las matemáticas?

*“Se parece mucho a los problemas de matemática porque hay que pensar mucho para resolverlos” Susan Gonzalez*

*"Las figuras que se forman con los puzzles son figuras geométricas , desarrollamos la mente y las destrezas manuales" Fanny Jiménez*

*"Se puede relacionar con la geometría por las figuras y además se debe descubrir la fórmula "Geiner Díaz*

4. ¿Qué aspecto considera más difícil del taller?

*"Construirlos y sacarlos , pero con la práctica será mejor" Fredd Quesada*

*"Sacar y meter" Gerald Chavarría*

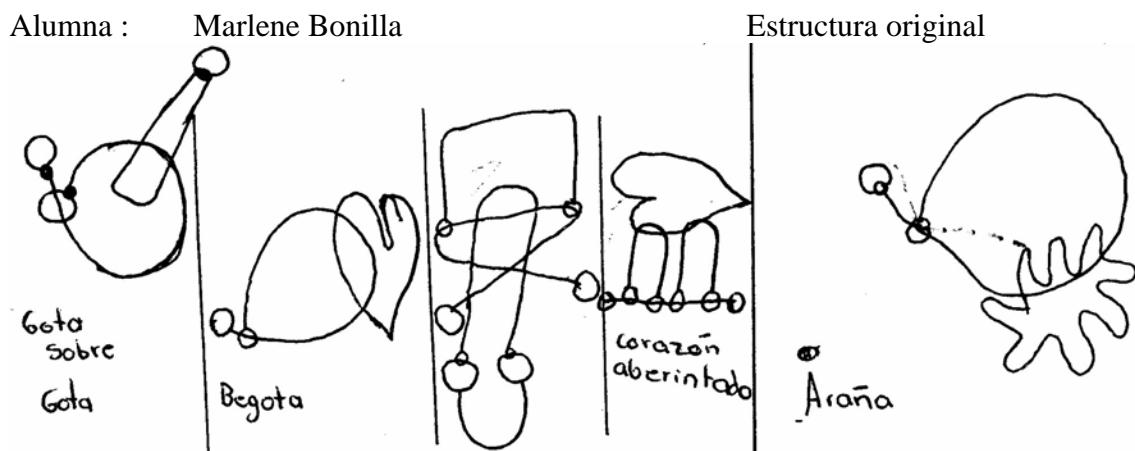
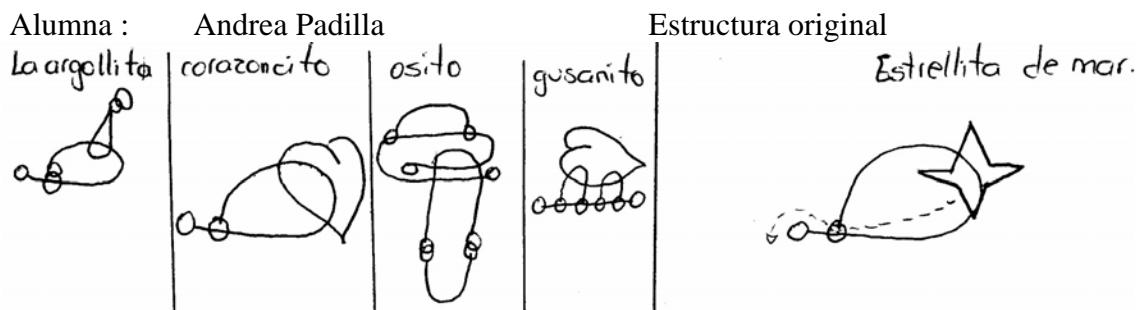
*"El meter y sacar el objeto aunque confieso que la primera figura fue muy fácil" Dayanna Gutierrez*

*"Dibujarlos" Marlene Bonilla*

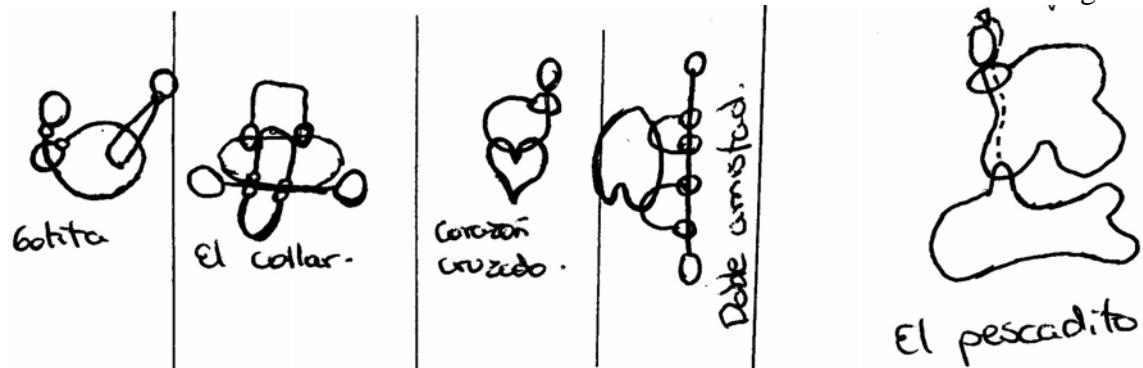
5. Realice el dibujo de los puzzles Modelo y Nómbrellos

Se adjuntan figuras del resultado

6. Realice el dibujo del que usted inventó, además con flechas señale el camino para resolverlo



Alumno : Michael Abarca



Estructura original

#### 4. Algunas sugerencias Didácticas del Dr. Pablo Flores

A continuación presento la valiosa colaboración y guía que me brindo el Dr. Pablo Flores , el cual contestó algunas de mis inquietudes antes y durante el desarrollo del taller de Estructuras de Alambre.

El objetivo de transcribirlo aquí es complementar la formación del Docente que desee incursionar en los talleres de matemática.

Jueves 05 de Octubre del 2004

Me alegró tu disposición a los alambres. Te recomiendo que comiences familiarizándote con los juegos de alambre antes de llevarlos al aula, ya que requieren destrezas específicas que solo se adquieren con el manejo. Para elaborarlos yo utilizo alambre de las barbacoas, que son alambres rectos , terminados en punta, y en el otro extremo una vuelta para que sirva hacerlo con la mano. Si no encuentras de estos en tu país utiliza un alambre con cierta fuerza , ya que los alumnos deben ser conscientes de que no pueden resolverlos forzándolos. Te recomiendo alicates de puntas redondas.

Para iniciar utilizo el que llamo “ Brazos entrelazados” , juego en que se amarran dos personas y deben salir y volverse a colocar en la posición inicial, luego estudian la situación haciendo un dibujo. Luego empiezo con los del tipo “meter-salvar” , revisa la guía del artículo sobre puzzles ( Montoya y Flores, 2003).

Martes 08 de Octubre del 2004

Te reitero mi alegría de que pongas en juego a los chicos con los puzzles , ya que probablemente sea eficaz engancharlos a las matemáticas a través de juegos de ingenio , manipulando objetos relacionados con la actuación artesanal, en la que algunos se encontraran mejor incluso que los profesores.

Paso a contestar algunas de tus cuestiones :

1. ¿Qué relación métrica existe entre los agujeros de cada pieza y su tamaño?

En los puzzles que llamo meter –salvar se componen de dos piezas: la pieza problema , que suele ser cerrada y la estructura base, que debe tener alguna abertura, existe un punto crítico que es el lugar de la estructura por donde sale la pieza problema y que generalmente está formado por una anilla (anilla traba) que abraza otro extremo terminado en un tope ( anilla base), que generalmente tiene forma de anilla. La pieza problema tiene que caber a través de la anilla traba y tener longitud suficiente para que a su vez quepa la anilla base. Para que

no sea trivial , la anilla traba debe ser del mismo tamaño que la anilla base, de manera que no haya tentación de pasarla a través y convertir la estructura base en una figura abierta.

## 2. ¿Cuáles destrezas específicas se desarrollan al trabajar con los puzzles?

Una capacidad que se debe trabajar es la visualización o imaginación espacial , que se considera una cualidad imprescindible para aprender geometría. Se define como “el conjunto de tipos de imágenes, procesos y habilidades necesarias para que los estudiantes de geometría puedan producir , analizar, transformar y comunicar información visual relativa a objetos reales , modelos y conceptos geométricos”. La información visual producida (imágenes) puede ser física ( figuras o diagramas, mental ( imágenes mentales).

Generalmente se afronta el estudio y aprendizaje de la geometría de una manera teórica, en la que se enfatiza el conocimiento de términos, definiciones y fórmulas. La educación matemática actual aboga por una formación que permita relacionar los objetos con sus formas , variar estas formas , imaginarlas cuando se dan representaciones bidimensionales de las mismas o ser capaz de hacer esas representaciones.

Una forma de poder desarrollar la visualización es hacer que los niños hagan objetos, ya que junto a la construcción de polígonos con diversos materiales

( palillos, plastilina , papel) es fijarse en las cualidades topológicas de algunos objetos, tal como los huecos.

## 3. ¿Puede existir una leve flexibilidad en cada pieza o deben ser totalmente rígidos?

La mayoría de los puzzles son completamente rígidos y tienen solución si se cuidan sus dimensiones. Sólo los del tipo Escamotables-espiras ,tienen necesidad de alguna flexibilidad.

## 4.¿La solución es única?

En muchos casos la solución se puede alcanzar haciendo recorridos diferentes , aunque al final en todas hay que hacer algo similar

## 5.¿ Cómo se clasifican los puzzles de alambre?

Todas introducen a los alambres en juegos de extraer o separar, puedes revisar mi página y encontrarás la clasificación que he utilizado.

## 6.¿Cuándo un puzzle no tiene solución?

Carlos Montoya y su compañero , el profesor mexicano Gómez , dieron un teorema que me parece válido y que fija una condición suficiente para no tener solución, dice que si un puzzle de alambre se construye en cuerda elástica y no se pueden separar sus piezas , el puzzle de alambre no tiene solución. Es muy interesante, pues con ello se demuestra que un puzzle que ha estado en duda su demostración de si tiene o no solución, finalmente se demuestra que no la tiene (Doble rectángulo, de la serie meter –salvar, cuerda, en mi página web).Hay otros que no tienen solución por culpa de las formas, pero no existe un principio general .

## 7.¿Qué determina el grado de dificultad de cada puzzle?

En primer lugar su complejidad. En mi clasificación he diferenciado los meter-salvar simples, compuestos, etc. Para resolver los complejos hay que repetir varias veces las operaciones que se hacen en los simples.

8.¿Se pueden inventar algunos , a pesar de no tener certeza de si existe o no solución?

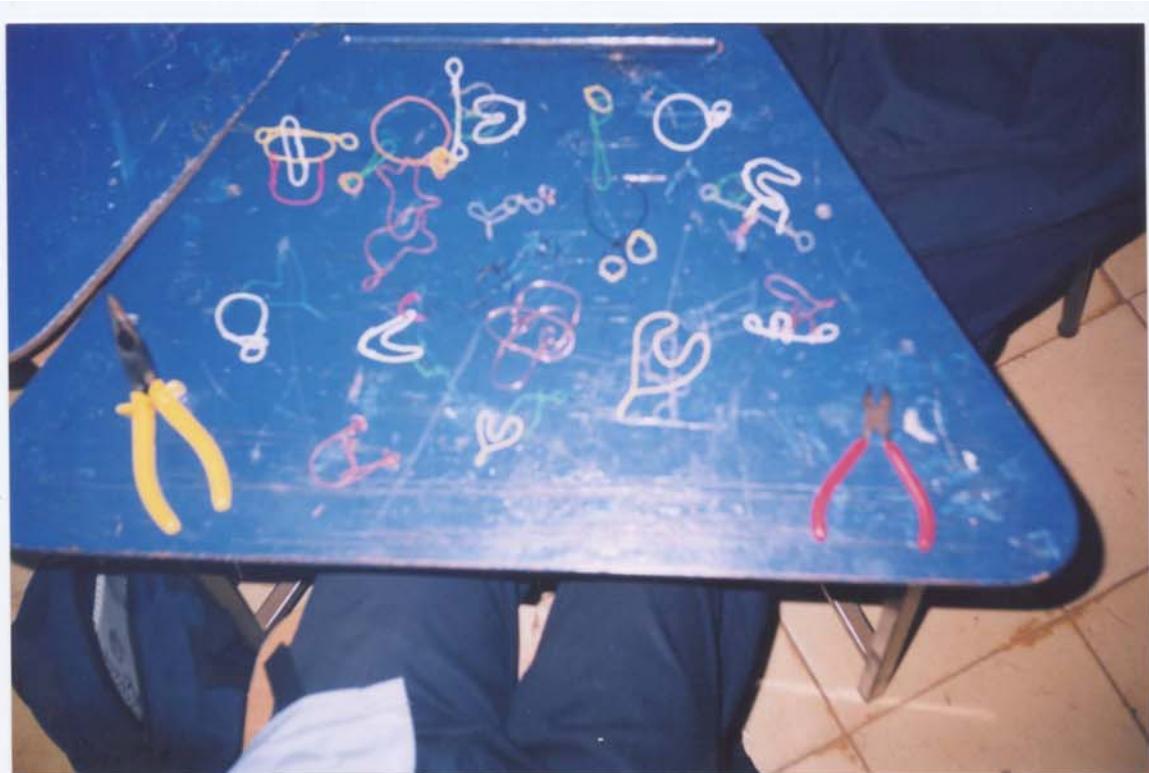
**POR SUPUESTO** que se debe intentar inventar uno nuevo. Lo que harán los alumnos será darle nueva forma a alguno conocido. Si inventan alguno que no te suena , no dudes en mostrarme una fotografía , trataré de decirte algo sobre él.

Espero haber respondido a tus dudas. Recibe un cordial saludo y mis mejores deseos de éxitos en tus experimentos en el Taller.

### 5. El taller en fotografías







Es esta fotografías se aprecia el momento de completar el cuestionario y la muestra de los puzzles por toda la sección 7-3



## 6. Conclusión

Después de realizar este taller , un resultado inevitable es la reflexión sobre la necesidad de utilizar recursos didácticos en las clases de matemáticas , luego de leer las opiniones de los estudiantes y mirar los resultados tangibles como lo son los Puzzles que cada uno construyó y su motivación hacia el aprendizaje de la matemática ,puedo afirmar que me motiva a enseñar y que creo en la posibilidad de cambiar la concepción de materia poco amigable y fría.

Cambio que es posible con pequeñas actividades como lo son los talleres de matemáticas, además me parece que resultan actividades de aprendizaje en conjunto entre el Docente y los alumnos , no sólo en la dirección: tradicional.

Como estudiante de Matemática , existen tópicos que recibimos en nuestra formación pero que son escasos en los programas de estudio de la educación secundaria, uno de ellos es la Topología.

No se pretende dar una clase formal con demostraciones sobre espacios topológicos , pero si con ejemplos pequeños crear un marco de referencia significativo para generar una introducción al tema.

Establecer los talleres dentro de un programa de estudio y como estrategia didáctica es un reto todavía en proceso, por ahora el primer paso es conocer sobre los recursos que tenemos disponibles y las posibilidades de acceso .

Los puzzles de alambre son un pretextó más para hacer más ameno el aprendizaje de las matemáticas, para hacer lo que más nos gusta : jugar.

## Referencias

Bergamini,D. y Otros (1966) Matemáticas .Colección científica . México, D. F pp176-190

Corbalán, F (2002) Juegos matemáticos para Secundaria y Bachillerato.  
Editorial Síntesis. Madrid , España.

Flores,P.(2002a) Laberintos con alambre. Estructuras topológico-métricas, SUMA 41. pp 29-35

Grupo la X, (2004)Taller de Puzzles de alambre. IX CEAM, Huelva. Abril 2004

Ministerio de Educación Pública (2001) Programa de estudios matemática para III Ciclo ,MEP Costa Rica

Montoya ,C. y Flores, P (2003).Los puzzles en alambre como recurso didáctico para la enseñanza de las matemáticas. Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española.Vol.6,nº3 ,pp.665-684

Página internet <<http://ddm.ugr.es/personal/pflores/>>