

Incidencia de los conocimientos geométricos en la mejora de la percepción espacial

Teresa Fernández Blanco
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales.
Universidad de Santiago de Compostela

Resumen

Este trabajo muestra las primeras líneas de acción de una investigación que supondrá el cuerpo principal de mi tesis doctoral. El objetivo de la misma es analizar diferentes aspectos relacionados con el desarrollo de la percepción espacial y, más en concreto, de su relación con la enseñanza de la Geometría.

En este documento presentaré dos cuestionarios que me permitirán evaluar algunas de las habilidades de la capacidad espacial en alumnos de tercer curso de la diplomatura de Maestro de la especialidad de Educación Primaria. Utilizaré un instrumento basado en el modelo de Wattanawaha (1977) para caracterizar los ítems elegidos para esos cuestionarios y mostraré el modelo basado en la matriz de estrategias cognitivas de Larhizi (1984) para analizar y clasificar las estrategias cognitivas seguidas por los alumnos. Esta última parte del análisis está todavía por concluir.

Objetivos del trabajo

Dentro de los objetivos generales de la enseñanza de la geometría se contempla el desarrollo de una serie de habilidades y destrezas básicas encaminadas a desarrollar la capacidad espacial del alumno. Sin embargo, se constata que los alumnos presentan grandes dificultades a la hora de resolver situaciones-problema en las que se requiere un poco de “visión geométrica”. Esta realidad nos lleva a pensar que el planteamiento actual de la enseñanza de la Geometría en los niveles obligatorios no cubre satisfactoriamente este objetivo.

Algunos de los objetivos de este trabajo, que se encuentra en su fase inicial, podrían resumirse en los siguientes:

- Analizar si se produce una mejora en la capacidad espacial del alumno de magisterio después de la instrucción en contenidos de geometría básica. La intención no es tanto instruir al alumno en contenidos y actividades específicas de capacidad espacial sino ver si estas capacidades se mejoran al trabajar los conceptos básicos de la geometría.
- Observar si existe una relación directa entre dicha mejora y el tipo de instrucción realizada (contenidos y metodología). Hay muchas formas de trabajar conceptos geométricos y varias metodologías que seguir. Por ejemplo, cuando se trabajan

las clasificaciones de polígonos podemos elegir un criterio para el conjunto de figuras y que los alumnos realicen la clasificación, pero también podemos dejar que sean ellos los que encuentren elementos comunes o característicos que puedan dar lugar a un criterio de clasificación coherente. La segunda forma requiere una mayor y más profunda reflexión sobre lo que se está haciendo para poder asociar elementos comunes o diferentes propiedades del conjunto de figuras que queremos clasificar.

- Por último, clasificar las estrategias cognitivas utilizadas por los alumnos en problemas cuya resolución implica el uso de habilidades espaciales. No podemos desligar la respuesta del alumno ante una tarea de los procesos o estrategias que sigue para poder aportar dicha respuesta. El análisis de estas estrategias conforman un único bloque junto con la respuesta física que se obtiene, es decir, la respuesta está completa, desde el punto de vista de la cognición, cuando se tienen examinados todos los procesos y estrategias que los han llevado hasta ella.

Descripción de la evaluación

Siguiendo la línea del trabajo de Cosío (1997), hemos elaborado dos instrumentos de evaluación de la habilidad de visualizar el espacio. Por un lado está un cuestionario de ítems espaciales clasificados según ciertos valores del modelo de Wattanawaha (1977) y por otro una matriz basada en el modelo cognitivo de Burden & Coulson (1981).

Debido a la inconsistencia demostrada por los tests de visualización espacial existentes, Wattanawaha ideó un modelo que permite establecer una clasificación taxonómica de los ítems espaciales. Este modelo define de una manera operacional y en función de unos criterios, los ítems que permiten evaluar la percepción espacial. Gracias a este modelo ha sido posible construir tests de habilidad espacial más ricos que los tradicionales.

Según este modelo cada ítem espacial puede ser caracterizado y clasificado de manera única, atendiendo a cuatro criterios:

1. **D**, valor que representa el número de dimensiones del espacio en las que se resuelve el ítem espacial
2. **I**, que indica el grado de interiorización exigido en la realización del ítem espacial

3. **P**, que revela el tipo de representación de la respuesta exigido para la resolución del ítem espacial
4. **T**, que son las operaciones mentales necesarias para la resolución del ítem espacial.

De esta forma, cada ítem puede ser representado por la cuaterna (D,I,P,T). En la siguiente tabla se describen de forma resumida los diferentes valores que pueden tomar cada una de las variables anteriores:

SÍMBOLOS	NOMBRES	DISTINTIVOS DE LOS VALORES Y DEFINICIONES CORRESPONDIENTES
D	Número de dimensiones (3 valores: 1,2,3)	1. La prueba exige pensar en una dimensión 2. la prueba exige pensar en dos dimensiones, pero no en tres 3. la prueba exige pensar en 3 dimensiones
I	Grado de interiorización (3 valores: 0,1,2)	0. La prueba puede ser resuelta a nivel perceptivo. No hay necesidad de construir una “imagen mental” O incluso la sola imagen mental necesaria es un “duplicado” de un estímulo dado o una imagen que corresponda una traducción sencilla del estímulo o de alguna de sus partes. 1. Se tiene necesidad de construir una “imagen mental” para resolver la prueba, pero no existe la necesidad de transformar la imagen en el pensamiento. 2. Además de necesitar formar una imagen mental para resolver la prueba, es preciso que esta imagen sea transformada en el pensamiento.
P	Tipo de presentación. (3 valores: 0,1,2)	0. La forma de respuesta esperada del sujeto no exige la descripción, la identificación o el dibujo sobre papel de una imagen mental. 1. La respuesta es una imagen a identificar a partir de un número de imágenes diferentes presentadas bajo la forma de diagramas o descritas por palabras o acciones. La imagen a identificar deberá corresponder a la “imagen mental” final asociada a la prueba. 2. La respuesta exige que la “imagen mental” sea dibujada sobre el papel o descrita por palabras, por la mano, o por cualquier otro movimiento.
T	Procesos mentales. (2 valores: 0,1)	0. la prueba especifica la operación mental que necesita para su ejecución. 1. la prueba no especifica la operación mental, pero da la información suficiente para determinarla.

El modelo de Wattanawaha nos permite clasificar los ítems espaciales a través de unos criterios taxonómicos, pero no recoge ninguna información acerca de la forma de pensar de los sujetos en relación con las estrategias cognitivas desarrolladas por los mismos al resolver determinados ítems espaciales.

De esta forma, para completar este estudio se hace necesario analizar las estrategias seguidas por los alumnos y para ello utilizaremos la matriz de estrategias cognitivas construida por Larhizi (1984) y que está basada en el modelo de Burden & Coulson (1981). Siguiendo a estos autores, toda estrategia de resolución de un determinado ítem espacial obedece, fundamentalmente a tres características: el **modo de representación**, aquello sobre lo que el **sujeto concentra su atención** y los **medios concretos auxiliares utilizados** por el sujeto durante la resolución del ítem espacial

Estos investigadores distinguen tres modos de representación utilizado por el sujeto (“representational mode”):

1. *Modo Visual*. Cuando el sujeto necesita formar una “imagen mental” en el curso de la realización del ítem espacial, la estrategia cognitiva que utiliza se clasifica como “estrategia visual” o de “modo visual”.
2. *Modo Verbal*. Cuando un sujeto no necesita hacer uso de una “imagen mental” en el curso de la resolución de un ítem espacial, la estrategia que utiliza se considera entonces como una parte de la categoría de “estrategias verbales” o de tipo verbal. Algunos autores prefieren referirse a este tipo de estrategias como analíticas o lógico matemáticas más que estrategias verbales.
3. *Modo Mixto*. Cuando en el curso de la resolución del ítem espacial el sujeto puede emplear ambas estrategias.

En cuanto al modo de concentrar la atención del sujeto (“Processing focus”), Burden & Coulson distinguen dos modos en que los alumnos dirigen su estrategia:

1. *Modo Global*. Si cuando el sujeto resuelve un ítem espacial, su estrategia se dirige al objeto considerándolo globalmente, se dice que utiliza una “aproximación global” o “de tipo global”.
2. *Modo Parcial*. Si cuando el sujeto resuelve un ítem espacial, su estrategia se dirige al objeto considerándolo parcialmente, se dice que utiliza una “aproximación parcial” o “de tipo parcial”.

En cuanto a los medios concretos auxiliares utilizados por el sujeto (“processing aide”) también son analizados durante la resolución del ítem espacial. Entrarían en esta categoría, por ejemplo, los movimientos que realizan ciertos sujetos desplazando

sus lápices en el aire, cuando se toman notas, si inclinan sus cuerpos o cabeza un cierto ángulo, etc.

A partir de este modelo, Lahrizi (1984) construye una matriz de estrategias cognitivas en la que se considera únicamente el modo de representación utilizado por el sujeto y el modo en que el sujeto concentra su atención. La matriz clasificaría estas estrategias en 6 categorías:

Matriz de estrategias cognitivas de Lahrizi		SOBRE LO QUE EL SUJETO CONCENTRA SU ATENCIÓN	
		Aproximación global (GLO)	Aproximación parcial (PAR)
MODO DE REPRESENTACIÓN	Modo visual (VIS)	VIS-GLO	VIS-PAR
	Modo verbal (VER)	VER-GLO	VER-PAR
	Modo mixto (VIX)	MIX-GLO	MIX-PAR

Metodología

Uno de los objetivos descritos en la primera sección era la observación de la existencia de una mejora en la capacidad espacial de los alumnos de 3º de la especialidad de Educación Primaria tras haber recibido la instrucción sobre geometría básica que está contemplada en los contenidos mínimos del programa oficial de la materia troncal *Didáctica de La Matemática* de 6 créditos. Esa mejora se entenderá como un progreso en la habilidad espacial, lo cual supone el desarrollo de una serie de habilidades simples relacionadas de manera informal como son la habilidad para reconocer instancias de un mismo elemento, la habilidad para realizar o reconocer una transformación de un elemento en otro, la habilidad de poder imaginar una escena sin estar presente y luego transformarla, la de producir una semejanza gráfica de información espacial, etc. (Cosío, 1997).

Para evaluar la habilidad de visualizar en el espacio en los alumnos antes y después de la instrucción se elaboraron dos cuestionarios. El primero de ellos (Pretest) se pasó a los alumnos durante el segundo día de clase con el objetivo de no intervenir ni modificar los conocimientos sobre geometría que tenían interiorizados, derivados de su formación académica y de otros aprendizajes relacionados con la capacidad espacial fuera y dentro del entorno escolar. El segundo cuestionario se pasó una vez terminado el tiempo de instrucción completo, poco antes del examen oficial de la materia. Los dos cuestionarios

tenían planteamientos similares con el fin de comparar los resultados y analizar posteriormente las causas de la presencia de diferencias en los mismos (o la ausencia de las mismas).

Los ítems de cada cuestionario se eligieron de forma que ninguno fuese de la misma naturaleza que las actividades trabajadas en clase, para no distorsionar el objetivo de la prueba. A través de esos ítems se pretendía analizar diferentes aspectos relacionados con la habilidad y capacidad espacial demandando a los alumnos:

- pensar en dos dimensiones y en tres dimensiones,
- tener que hacer cortes de figuras,
- rotar figuras en tres y dos dimensiones,
- hacer simetrías en dos dimensiones,
- el desarrollo o transformación de figuras tridimensionales,
- analizar diferentes puntos de vista de una misma imagen
- conteo de estructuras ortoédricas con agujeros
- imaginar una situación sin estar presentes
- reconocimiento de formas

La instrucción correspondiente al bloque de geometría de la materia Didáctica de la matemática fue realizada en el aula-laboratorio de matemáticas, en la cual los alumnos podían disponer en todo momento de instrumentos de medida, materiales didácticos y demás recursos que les permitieran ser constructores de su propio conocimiento.

La metodología utilizada para llevar a cabo el estudio de las estrategias cognitivas desarrolladas por los estudiantes en la realización de dichos ítems, se ha basado en una técnica de entrevistas individuales. Este estudio, como ya se ha relatado en la introducción de este documento, está aún sin concluir.

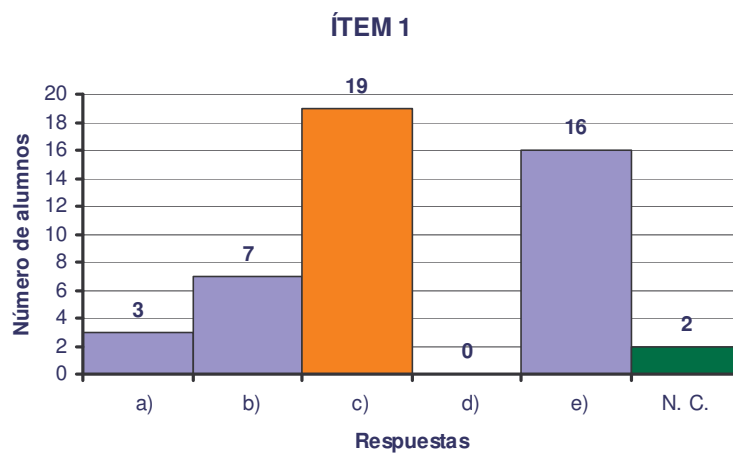
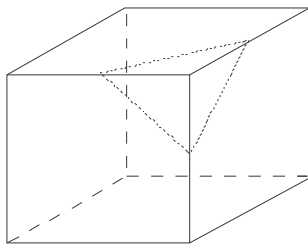
Descripción de los ítems y resultados

A continuación se describirán cada uno de los ítems, empezando el análisis por los que corresponden al Pretest y siguiendo luego con los del Postest. Para cada uno de los ítems de ambos cuestionarios se presentará la cuaterna de Wattanawaha (D,I,P,T) asociada a cada ítem y el histograma de frecuencia de las respuestas correspondientes. En el histograma se indica la respuesta correcta con el color naranja, el número de alumnos que no contestan al ítem con el color verde y las demás opciones de respuesta se marcan con el color azul.

Para no alargar demasiado el documento, después de la descripción de los ítems de cada cuestionario, se hará una valoración global de los resultados indicando los aspectos más destacados del estudio realizado, es decir, no se incluirá el análisis pormenorizado de cada uno de los ítems.

Empezaremos describiendo los seis ítems que los alumnos debían contestar en el Pretest:

Pretest-Item1 *Se cortan todas las esquinas de un cubo de 2 cm de lado como se indica en la figura, a distancia de 1 cm sobre cada arista. ¿Cuántos vértices tiene el sólido así obtenido?* a) 6 b) 8 c) 12 d) 18 e) 24

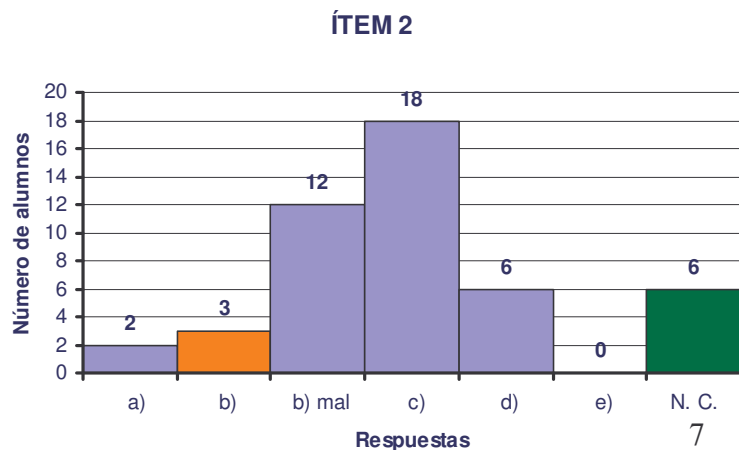
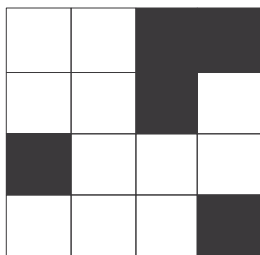


DIPT = (3,2,2,0)

Podemos observar en la distribución de frecuencias de los resultados que hay un porcentaje bastante alto de alumnos que dan como respuesta la opción e). Esta opción supone una interpretación incorrecta del enunciado en el sentido de que el corte se realiza en el punto medio de cada arista y no a menos distancia.

Pretest-Item2 *¿Cuál es el menor número de cuadraditos que es necesario sombrear para que la figura resultante tenga por lo menos un eje de simetría?*

a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5



DIPT= (2,2,2,0)

Hemos incluido en la distribución de frecuencias una opción nombrada como *b)mal* que no aparece entre las opciones de respuesta. La razón de esta inclusión es que al realizar el análisis del ítem nos encontramos con que el 25,53% de los alumnos aciertan en la opción marcada pero sus razonamientos y dibujos muestran que no es correcta la respuesta. La respuesta c) es la que más alumnos han marcado permitiendo varias posibilidades diferentes, pero la solución no es minimal.

Este ítem ha resultado muy difícil como muestra el bajo porcentaje de respuestas correctas (6,38%).

En el análisis de las respuestas dadas a este ítem nos hemos encontrado con diferentes opciones en la elección del tipo de simetría elegida y el porcentaje asociado a cada una:

- Simetría horizontal 23,4%
- Simetría vertical: 2,1%
- Otro tipo de simetría axial: 17 %

Pretest-Item3 Se forma un paralelepípedo rectángulo usando 4 piezas, cada una de ellas formada por 4 cubos (ver figura 1). Tres de las piezas se ven por completo; la blanca sólo parcialmente. ¿Cuál de las 5 piezas siguientes es la blanca?

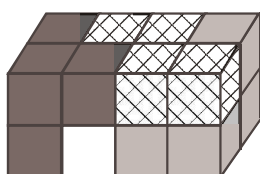
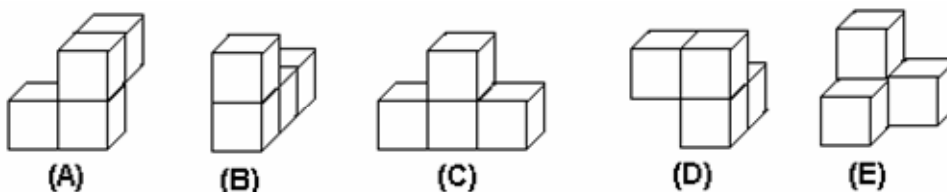
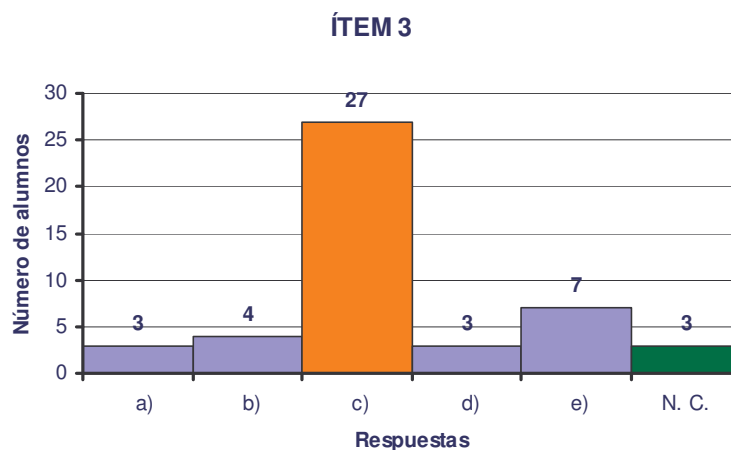


Figura 1

DIPT= (3,2,1,1)



Pretest-Item4 *A lo lejos se ve la línea del horizonte*



¿Cuál de los siguientes trozos no pertenecen a dicha línea?



(a)



(b)



(c)

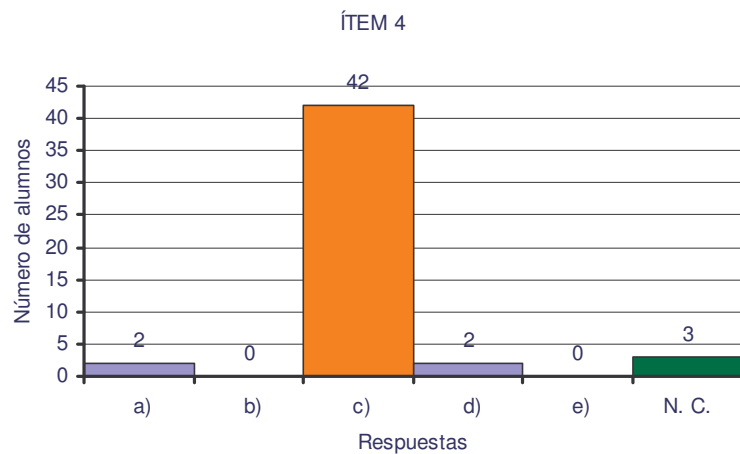


(d)



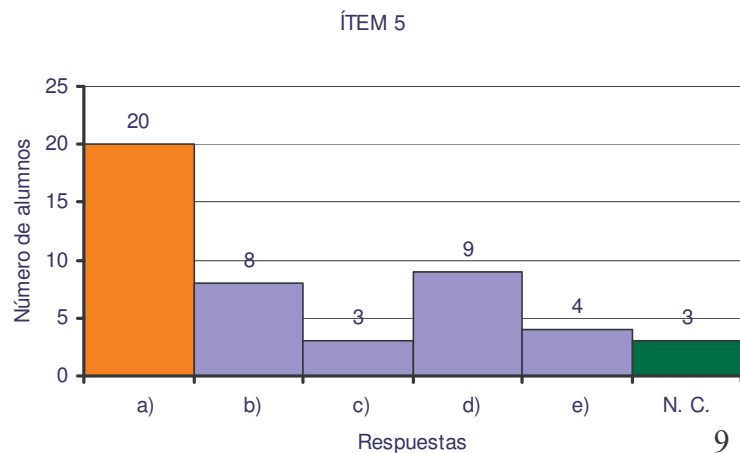
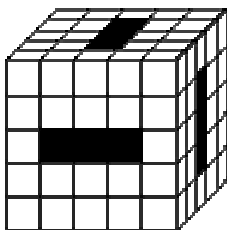
(e)

DIPT = (2,0,1,1)



Pretest-Item5 *Se hacen túneles que atraviesan un cubo grande como se indica en la figura. ¿Cuántos cubos pequeños quedan?*

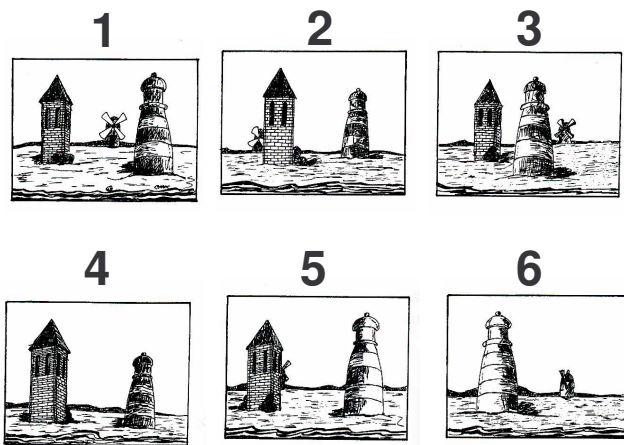
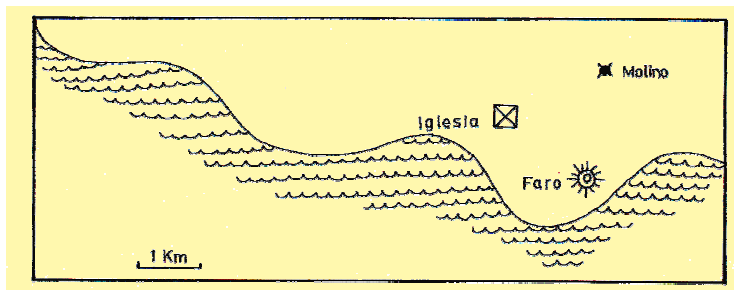
- a) 88 b) 80 c) 70 d) 96 e) 85



DIPT = (3,1,2,0)

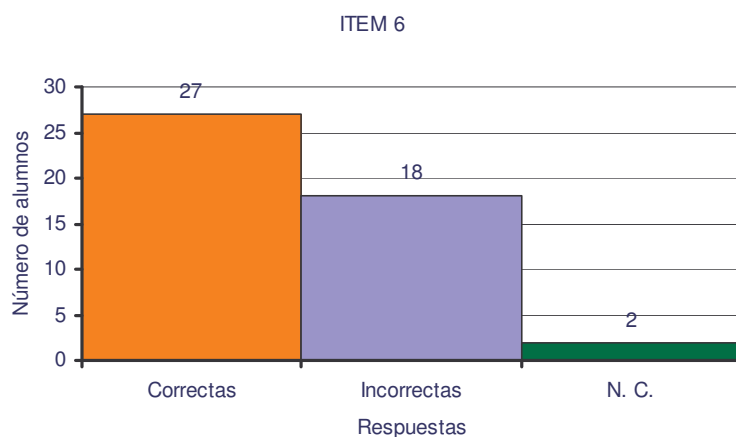
La respuesta b) nos lleva a pensar que no tuvieron en cuenta ninguna de las intersecciones entre túneles, mientras que la respuesta d) supone que alguna de ellas fue contemplada para dar la respuesta final.

Pretest-Item6. *El siguiente mapa representa una parte de la costa de Galicia. El capitán de un barco que navegaba cerca de la costa tomó seis fotografías de construcciones que le gustaron. Las fotos se cayeron y se mezclaron. ¿Podrías decir el orden en que fueron tomadas esas fotografías. Se supone que el barco iba de izquierda a derecha*



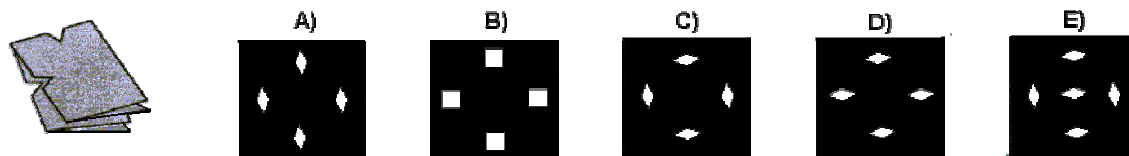
DIPT = (3,2,1,1)

Este es un ítem sin opciones de respuesta para que alumno marcasse, de este modo la tabla de abajo lo que presenta en este caso es una distribución de las respuestas en correctas e incorrectas, además de marcar los alumnos que no respondieron a dicho ítem.

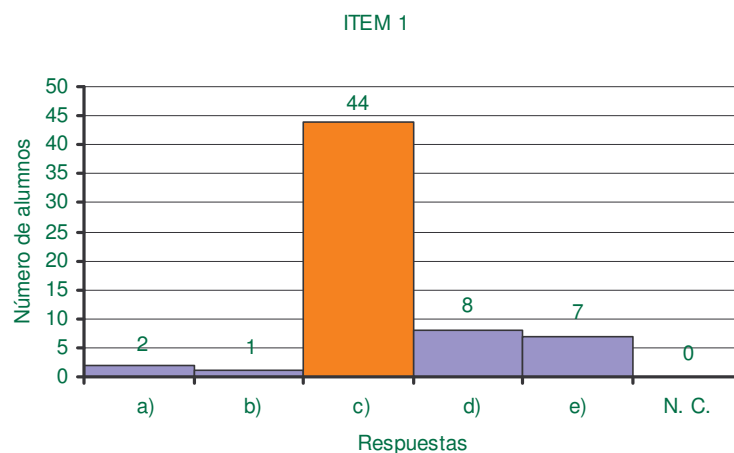


El segundo cuestionario para evaluar a los alumnos constaba de siete ítems, uno más que en el Pretest, pues observamos que uno de los de los ítems del primer test requería un tiempo mayor para la elaboración de la respuesta correcta, y decidimos incluir otro ítem para compensar ese problema y así mantener las mismas características de ejecución en ambos cuestionarios.

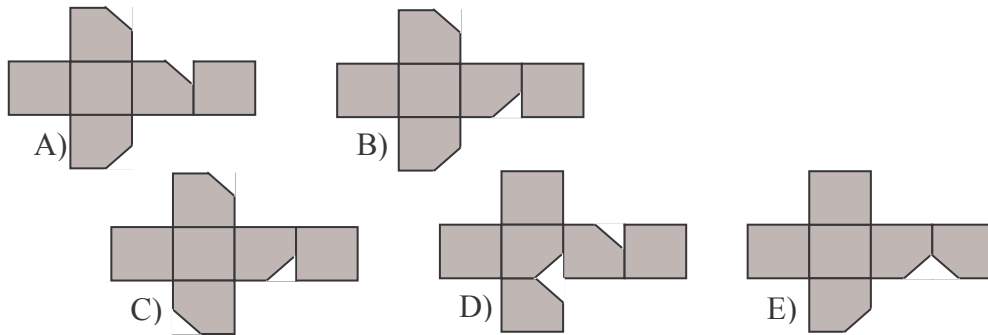
Posttest-Item1 Doblamos una hoja de papel y hacemos en ella los cortes que se ven en la figura. Luego desplegamos la hoja. ¿Qué es lo que se ve?



DIPT = (3,2,1,0)

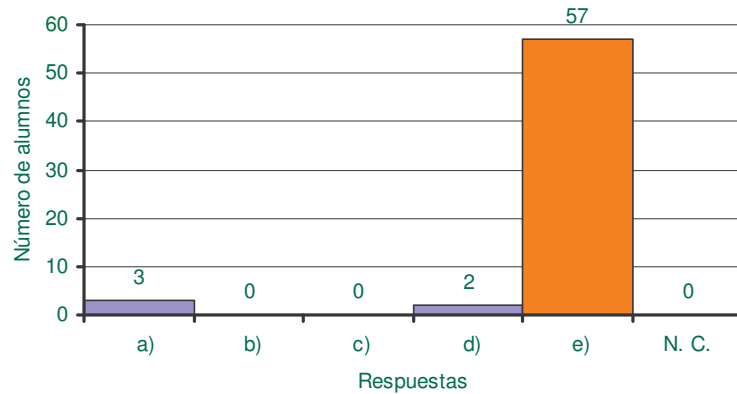


Posttest-Item2 Cortamos el vértice de un cubo. ¿Cuál de los desarrollos planos que se presentan corresponde al cuerpo resultante?



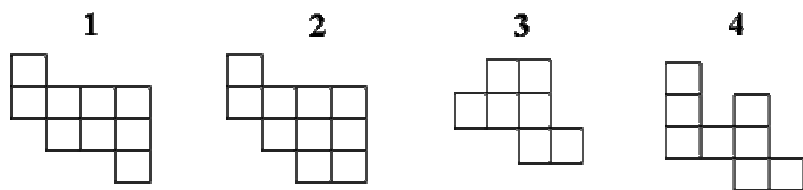
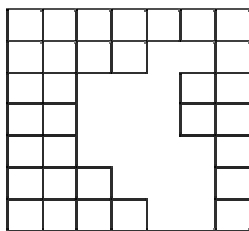
DIPT = (3,2,1,1)

ITEM 2



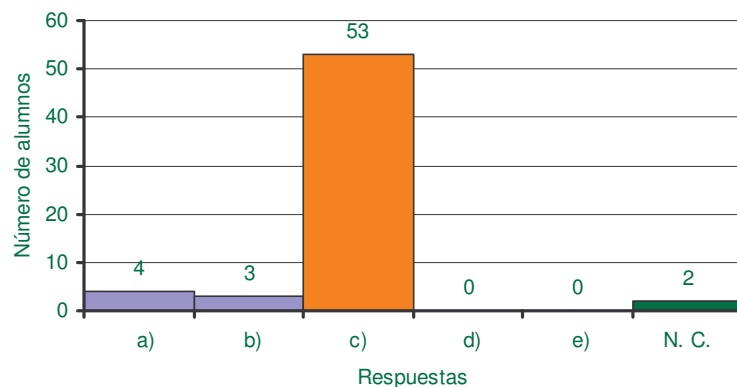
Posttest-Item3 ¿Qué dos piezas de la derecha tendremos que usar para cubrir exactamente la superficie no cuadrículada de la figura de la izquierda?

A) 1 y 3 B) 2 y 4 C) 2 y 3 D) 1 y 4 E) 3 y 4

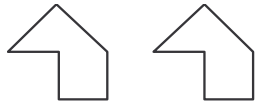


ITEM 3

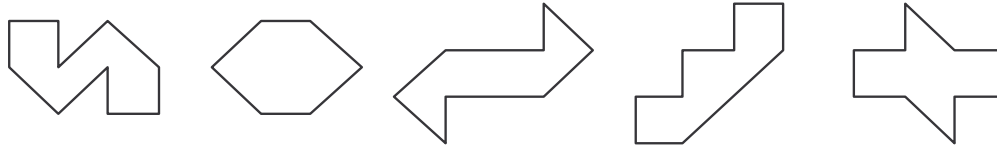
DIPT = (3,2,1,1)



Posttest-Item4 Tenemos dos piezas idénticas que podemos mover, sin levantar de la mesa.



¿Qué figura de las siguientes NO podremos formar con estas dos piezas?



A

B

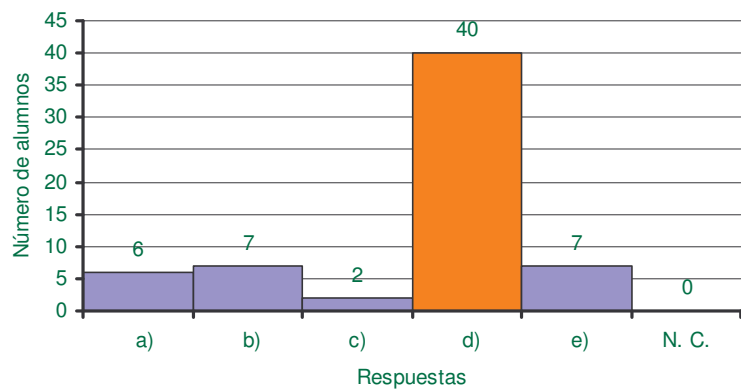
C

D

E

ITEM 4

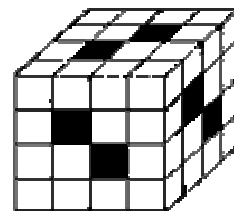
DIPT = (2,2,1,0)



La opción por la respuesta e) parece que implica un error en la división de la figura en dos (hacen mal el corte). La dificultad que reside en el análisis esta opción parece debida a la convexidad de la figura

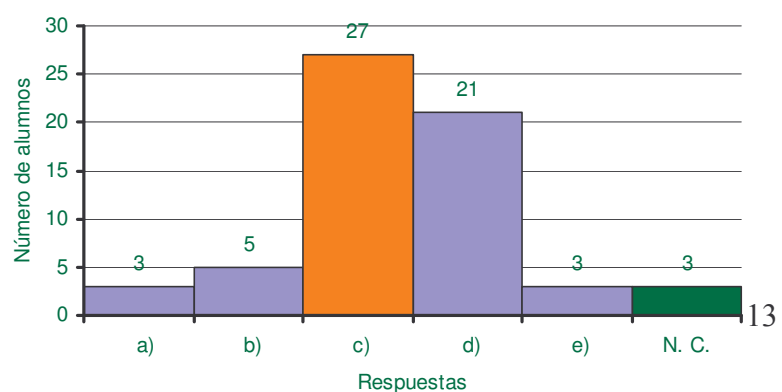
Posttest-Item5 Tenemos un cubo 4x4x4 formado por 64 cubos 1x1x1. Hacemos seis agujeros en el cubo atravesándolo como se indica en la figura. ¿Cuántos cubos quedarán del cubo inicial?

A) 40 B) 42 C) 44 D) 46 E) 50

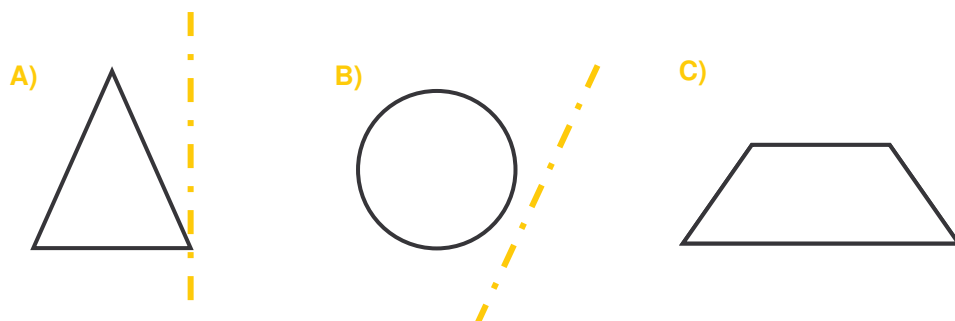


ITEM 5

DIPT = (3,1,2,0)



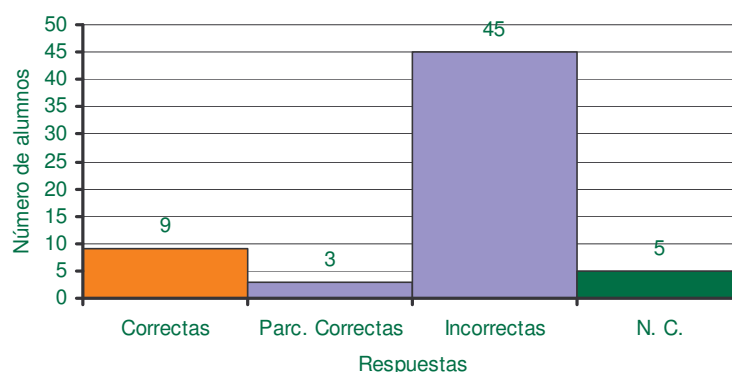
Posttest-Item6 *Dibuja, de forma aproximada, qué cuerpos obtendremos al hacer girar las siguientes figuras respecto de los ejes que se indican.*



En este ítem ocurre algo parecido a lo que ocurría en el ítem6 del Pretest, pues a los alumnos no se les presentan opciones posibles de respuesta y han de construir ellos la solución. Siguiendo el mismo esquema que en el anterior, se ha elaborado la distribución de frecuencias de soluciones correctas e incorrectas, incluyendo además una categoría para las soluciones parcialmente correctas al entender que están bien algunos de los tres subapartados que se contemplan en el enunciado.

ITEM 6

DIPT = (3,2,2,0)



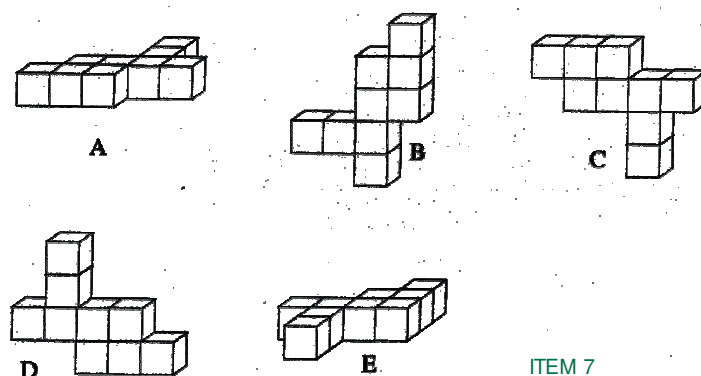
En este caso, al realizar el análisis de las respuestas de los

alumnos, nos hemos encontrado con situaciones en las que, como dice Julio Cosío (1999): *“Un individuo puede ser muy hábil en la percepción visual y ser muy poco hábil a la hora de dibujar, imaginar o transformar un mundo ausente”*. De ahí que aparezcan representaciones de lo que mentalmente construyen difícilmente evaluables, lo que pone de manifiesto la importancia de contrastar estas respuestas con otro tipo de instrumento de evaluación como pueden ser las entrevistas individuales para analizar sus estrategias cognitivas.

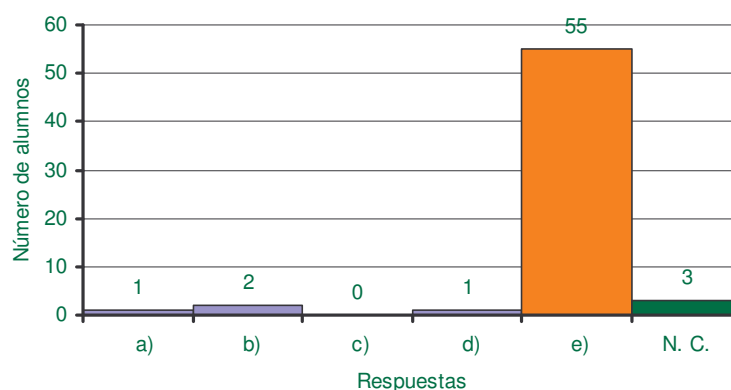
También es interesante en este ítem observar el tipo de soluciones que aparecen y que además en algún caso tienen un alto porcentaje de seguidores. Podemos clasificarlas en las siguientes:

- Tronco de cono/Esfera con hueco/Tronco de cono: 4,83%
- Tronco de cono/Esfera sin hueco/Tronco de cono: 8,06%
- Tronco de cono/Cilindro/Tronco pirámide: 11,29%
- Cono/Esfera/Tronco de cono: 17,74%
- Simetría: 11,29%

Posttest-Item7 Los dibujos A, B, C, D e E representan construcciones con cubos de madera del mismo lado. En estas cinco construcciones hay una que es imposible conseguir girando en el espacio alguna de las otras cuatro. Di cual de ellas es.



DIPT = (3,2,1,0)



Análisis comparativo

Una vez obtenidos los resultados de ambos test nos interesaba realizar el análisis comparativo entre ellos. Este análisis muestra lo siguiente:

En la siguiente tabla (Tabla 1) se recoge un análisis global de los resultados obtenidos para el Pretest. De aquí podemos concluir que el ítem4 ha resultado bastante más fácil que cualquiera de los otros, teniendo el porcentaje más bajo de alumnos que no lo han

contestado. También se observa que el ítem2 ha resultado bastante difícil, pues el porcentaje de aciertos no supera el 7%. Un análisis global del cuestionario nos permite observar que en todos los ítems hubo alumnos que no contestaron.

Curiosamente, el ítem2 del Pretest ha obtenido el porcentaje más alto de respuesta no contestada de todos los ítems incluyendo los dos cuestionarios.

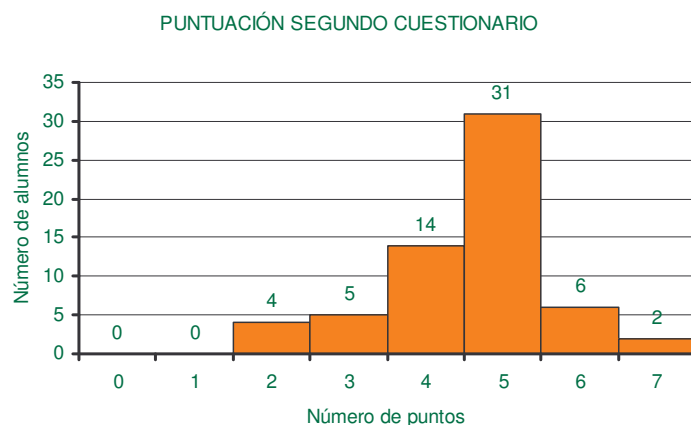
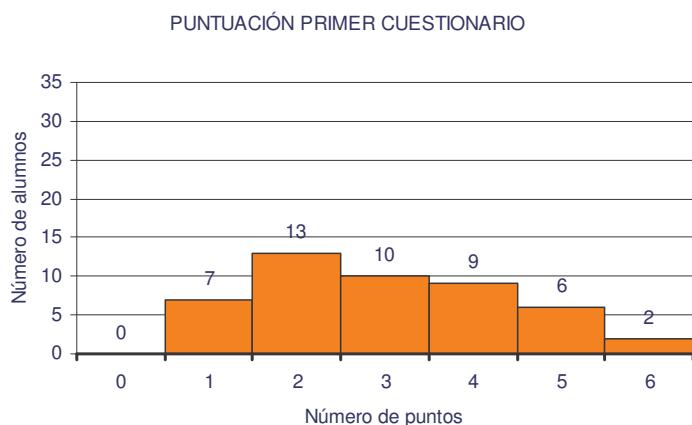
PRETEST		
Número de ítem	% de aciertos	% no contestados
ITEM1	40,43%	4,3%
ÍTEM2	6,38%	12,77%
ÍTEM3	57,45%	6,38%
ÍTEM4	89,36%	2,13%
ÍTEM5	42,55%	6,38%
ÍTEM6	57,45%	4,3%
Tabla 1		

En el análisis de los ítems correspondientes al posttest se observa (Tabla 2) que, a diferencia de lo que ocurría en el primer cuestionario, aquí tres de los siete ítems han sido contestados por todos los alumnos. Además el ítem que tiene el porcentaje más alto de no contestado superó levemente el 8%, mientras que en el primer test se alcanzó casi un 13%.

Con respecto al porcentaje de aciertos, podemos ver que ha sido muy superior al del primer test en todos los ítems. Esta afirmación se verá reflejada más abajo en la comparación de las puntuaciones obtenidas en cada una de las pruebas.

POSTEST		
Número de ítem	% de aciertos	% no contestados
ITEM1	70,96%	0%
ÍTEM2	91,94%	0%
ÍTEM3	85,48%	3,23%
ÍTEM4	64,52%	0%
ÍTEM5	43,55%	4,84%
ÍTEM6	14,51%	8,06%
ÍTEM7	88,71%	3,23%
Tabla 2		

Para hacer la comparación entre las puntuaciones obtenidas en cada uno de los cuestionarios se le dará un punto a cada alumno por ítem bien contestado y cero puntos por cada uno mal contestado. Aquí abajo mostramos los resultados obtenidos para cada uno de los cuestionarios.



La media alcanzada por los alumnos en el pretest es de 5 sobre 10, observándose que más del 42 % no alcanzan dicha media. Sin embargo en el posttest la media obtenida es 6,54, estando por encima de ella el 62,9% del alumnado.

Si atendemos a qué ítems son los que obtuvieron el mayor porcentaje de “no contestados” (Tabla 3), los cuales además superan al siguiente de la lista en porcentaje en prácticamente el doble, veremos que los dos (uno en el Pretest y otro en el Postest) requieren para su resolución el concepto de *eje* (de simetría en un caso y de rotación en el otro).

% DE NO CONTESTADOS							
Nº DE ITEM	Item1	Item2	Item3	Item4	Item5	Item6	Item7
PRETEST	4,3%	12,77%	6,38%	2,13%	6,38%	4,3%	
POSTEST	0%	0%	3,23%	0%	4,84%	8,06%	3,23%

Tabla 3

Conclusión

Podemos considerar que el trabajo llevado a cabo como una primera experimentación encaminada a la selección de aquellos ítems más apropiados para confeccionar el cuestionario definitivo, además de definir las condiciones óptimas de resolución para su puesta en práctica y poner a punto los instrumentos y las técnicas de entrevistas más apropiadas para nuestro trabajo. En ese sentido nos ha permitido recabar información precisa sobre el tiempo aproximado de resolución, la opinión de los estudiantes a propósito de los ítems espaciales y refinar los textos de las preguntas y dibujos en algún caso.

En el Pretest detectamos que uno de los ítems resultaba muy sencillo, dado su alto porcentaje de respuestas correctas en comparación con los demás, y que las estrategias de resolución eran prácticamente iguales en todos los estudiantes por lo que no aportaban nada interesante al estudio. De la misma manera en el Posttest se observó que uno de los ítems era extremadamente complicado a pesar de haber trabajado durante la instrucción conceptos muy relacionados con las destrezas que se requerían para su resolución.

Por otro lado este análisis también nos proporcionó información que nos permitirá sentar las bases de partida sobre las que fundamentar las hipótesis de la investigación.

Referencias

- BARACS, J. (1980). *La perception spatiale. Présentation dun projet de recherche* F.C.A. C., sep, 1980.Cité par Baracs et Pallascio, R. Bulletin de l'A.M.Q., décembre 1981, p.9
- BERTHELOT, RENÉ & SALIN MARIE-HÉLÈNE (1992). *L'enseignement de l'espace et de la géométrie dans la scolarité obligatoire*. Thèse. Université de Bordeaux
- BISHOP, A, J. & CLEMENTS, M.A. (1978). *One hundred different Spatial Activities for Schools*. Unpublished paper Monash University, 1978.
- BURDEN & COULSON, S. A. (1981). *Processing of spatial tasks*. Ed. Thesis, Monash University, Melbourne p.9.
- CANGURO MATEMÁTICO (2000, 2001, 2003, 2004). Pruebas de las ediciones VII, VIII, X y XI.

- CHETVERUKHIN, N. F.(1971): *An experimental investigation of pupil's spatial concepts and spatial imagination*. In Kilpatrick, J and Wirzup, Y. (Eds.): soviet studies in the psychology of learning and teaching mathematics, vol 5. Stanford, California, School Mathematics Study Group, p. 8
- CLEMENTS, M. A. (1983). *The question of how spatial ability is defined, and its relevant to mathematics education*. Zentralblatt fur didactic der Mathematik. Feb.
- COOPER L, A. y SHEPARD R. N. (1987): *Rotación mental de los objetos*. Investigación y Ciencia. p.70.
- COSÍO AMONDO, J. (1997). *Diagnosis de la habilidad de visualizar en el espacio 3D con estudiantes de Bachillerato del Bilbao metropolitano*. Tesis Doctoral. Escuela de Magisterio, Dep. psicología evolutiva y de la educación. Universidad Del País Vasco.
- ELIOT. E. J. y SALKIND. N. *Children's spatial development*. Springfield. Illinois. Charles C. Thomas, 1975, p.118.
- GRACIA ALCÁINE, F. (1996) *Imágenes*. Ed. Proyecto Sur. Granada
- GARDNER, H. (1987) *Estructuras de la mente. La teoría de las múltiples inteligencias*. Fondo de cultura económica. México. P 199.
- LAHRIZI, H. (1984). *Etude de l'habilité a visualiser des relations géométriques dans trois dimensions chez les élèves et les élèves-professeurs au Maroc*. Thèse. Université de Laval. Québec.
- WATTANAWAHA, N. (1977). *Spatial Ability and Sex Differences in Performance on Spatial Tasks*. M. Ed. Thesis, Monash University, Melbourne.