

# Cognición y representación de la continuidad espacial en el niño\*

Jesús Rosel\*\*

Universidad Pontificia de Salamanca

## INTRODUCCION

Existen varios enfoques explicativos que intentan dar cuenta del desarrollo de la capacidad espacial en el niño; Luquet (1927) atribuyó dicho desarrollo a la evolución de las posibilidades de representación infantil; Piaget e Inhelder (1948) lo explicaron a través de la superación del egocentrismo infantil, junto con el desarrollo de la capacidad geométrica del pequeño; todavía el mismo Piaget (1964) planteaba la hipótesis de que la capacidad espacial era una manifestación del nivel lógico del pequeño; otros enfoques más recientes proponen que la capacidad espacial depende de la acción sobre el medio, creándose en el sujeto unos «mapas cognitivos» sobre el medio ambiente (Lynch, 1960); aún hay teorías basadas en el procesamiento de la información explicando el desarrollo del espacio (Rosser, 1983); ...

Para Piaget (1948) el dibujo es sólo una de las posibles formas de «acción sobre» y de «representación» del espacio o de las propiedades geométricas de los objetos. Así, la representación del espacio se manifiesta a través de tres modos de transformaciones geométricas: a) la euclidiana, b) la proyectiva y c) la topológica.

a) En las transformaciones euclidianas, se respeta el límite exterior de las figuras, que permanecen idénticas a sí mismas independientemente del lugar que ocupen. Las transformaciones euclidianas se aplican a un sistema geométrico de cuerpos sólidos que se pueden mover en un espacio absoluto.

b) Las transformaciones proyectivas serían las realizadas sobre un espacio reflejado en un plano («plano de proyección»), «percibiendo» ambos desde un «foco» (o «punto de vista»). En este sistema, se mantiene la línea recta, y algunas relaciones cuantitativas (proporcionalidad, orden, etc.), pero no siempre se mantiene el paralelismo, los ángulos o las distancias.

c) En las transformaciones topológicas, las propiedades de representación vendrían determinadas por las nociones de proximidad (o de separación), de sucesión (o de envolvimiento) y de continuidad (o de discontinuidad). La geometría topológica define las propiedades de los cuerpos con una elasticidad «ideal» en un espacio cuya referencia de ubicuidad vendría dada por los mismos puntos de la figura.

\* Con la colaboración de Juan José Corcuera.

\*\* Dirección del autor: Universidad Pontificia de Salamanca.



Piaget (1948) indica que, en el niño, primero aparecen las nociones elementales sobre propiedades de carácter topológico, siendo la noción más difícil de desarrollar en el pequeño la de «continuidad» (hacia los cinco o siete años). En una segunda etapa, además de respetarse las nociones topológicas, comienzan a elaborarse las proyectivas y euclidianas, pero sin que se articulen los distintos puntos de vista ni las coordenadas de los objetos. Durante una tercera etapa (a partir de los doce años, aproximadamente), los dibujos poseen propiedades euclidianas (con relaciones de proporción, medidas y coordenadas) y proyectivas (con un solo «foco»).

En la presente investigación, se abordará el estudio de los niveles explicativos y de las estrategias representativas desplegadas por el niño (desde los cuatro hasta los trece años de edad), cuando describe y dibuja un modelo real; a la vez, este mismo modelo servirá para comprobar cómo se desarrolla la noción de continuidad espacial.

## **METODOLOGIA**

### **Muestra de población**

Se ha tomado como muestra de población a cinco niños por cada año de edad entre los cuatro y los trece años, ambos incluidos, es decir, a 50 niños en total. Ninguno de ellos sufre retraso escolar ni déficit físico o mental. Pertenecen todos a una guardería laboral y a un colegio de EGB situados en la periferia de Salamanca. Cada niño fue sometido a la prueba de manera individual.

### **Descripción del modelo**

El modelo a dibujar por cada niño era un jarrón opaco con forma de huso hecho de cerámica. Tiene 27 centímetros de altura, una «boca» con 6 centímetros de diámetro, una base de 9 centímetros de diámetro, siendo su parte más gruesa de 12,4 centímetros de diámetro, la cual está situada 7 centímetros por encima de la base (ver figura 1.<sup>a</sup>).

Alrededor del jarrón se colocó un cordel que da cuatro vueltas, adoptando una forma helicoidal, respetándose la misma altura (6,75 centímetros) entre vuelta y vuelta de dicho cordel (figura 1, b y c). Este se ha sujetado con cinta adhesiva transparente con el fin de que se mantuviera fija la referida forma helicoidal del cordel.

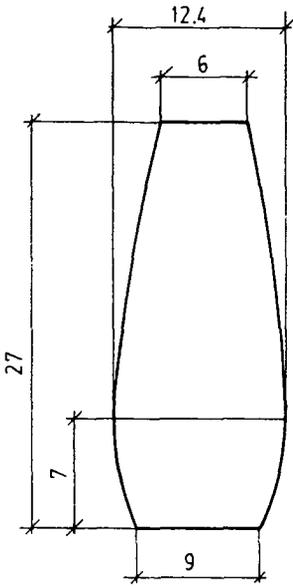
### **Procedimiento de investigación**

A cada sujeto se le entregaba para la realización de la prueba una hoja de papel tamaño folio, un lápiz y una goma de borrar.

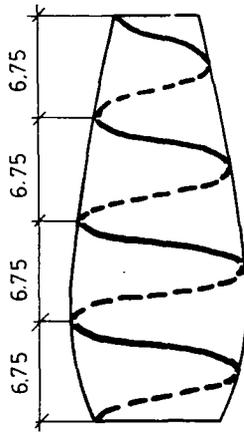
Los aspectos básicos del proceso de recogida de datos utilizado con cada niño fueron los siguientes:

1. Toma de contacto con la prueba.
2. Dibujo del jarrón por el niño y entrevista sobre la adecuación de dicho dibujo al modelo.

a)



b)



c)

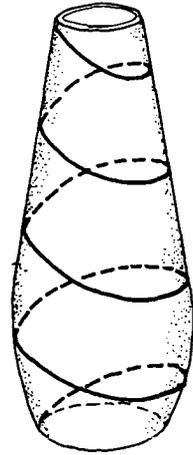


FIGURA 1

a) Medidas del jarrón en centímetros. b) Vista de perfil del jarrón con la cuerda; ésta es representada con un grosor mayor al del contorno del jarrón. La parte de cuerda correspondiente a la cara oculta del jarrón está dibujada con trazos discontinuos. c) Vista en perspectiva del jarrón.

3. Dibujo de los segmentos percibidos de cuerda, con entrevista posterior sobre la situación de los mismos respecto al modelo.
4. Entrevista sobre la continuidad de la cuerda.
5. Dibujo de la cuerda correspondiente a la cara posterior del jarrón, sobre el dibujo ya realizado. Entrevista sobre la coherencia modelo-dibujo.

Explicaremos cada uno de los pasos enumerados, junto con el método de entrevista seguido en la prueba:

1. El jarrón se presentaba siempre en la posición indicada por la figura 1.c, y a una distancia aproximada de 50 centímetros del sujeto dibujante. Se le mostraba al niño dándole vueltas sobre su eje vertical, con el fin de que el pequeño se formase una idea global del objeto. Se preguntaba al entrevistado qué era el objeto y cuál era la parte más gruesa del jarrón. También se llamaba la atención al niño sobre la (o las) cuerda adherida al mismo.

2. A continuación, se pedía al pequeño que dibujase exclusivamente el jarrón, sin la cuerda, para luego preguntarle el entrevistador por la semejanza (referida, fundamentalmente, al grosor) entre su dibujo y el modelo. Una vez hechas las oportunas modificaciones del dibujo (para buscar la semejanza modelo-dibujo, si el sujeto lo consideraba necesario), se pasaba al estudio de la cuerda.

3. Se pedía al niño que contara el número de segmentos de cuerda existentes en el jarrón, tal como éste era presentado (figura 1.c). A continuación, se le animaba a dibujar tales segmentos en su dibujo del jarrón. Una vez más, se le instaba a que comparase la cuerda que había dibujado con el modelo (ambos referidos a la cara anterior de éste,



permitiéndole en todo momento su rectificación hasta que la considerase ajustada a la del jarrón).

4. El entrevistador, llamaba la atención al niño sobre los trozos de cuerda que quedaban en la parte posterior del jarrón; para ello, giraba nuevamente el modelo sobre su eje vertical, dejándolo al final en la posición de la figura 1.c. El entrevistador preguntaba al niño por el número de cuerdas que se extraerían si se tirase fuertemente de un extremo de la cuerda (se hacía el ademán de tirar de ella por parte del entrevistador) hasta que todos los trozos de cuerda quedasen despegados del jarrón. A los niños pequeños se les preguntaba si obtendríamos una o algunas cuerdas, si un sujeto respondía que varias, se le pedía que fuese indicando en la cuerda del jarrón los extremos iniciales y finales de cada una de ellas a medida que se lo íbamos girando; si decía que solamente extraeríamos una cuerda, se le planteaba que cómo es posible ver únicamente cuatro trozos de la misma, siendo una sola cuerda la que hay.

5. El último paso de la prueba consistía en pedir al niño que dibujase (siempre sobre el dibujo que ya tenía realizado) la cuerda correspondiente a la cara oculta del modelo. Para ello, se proporcionaba al niño un lápiz de diferente color al que había manejado hasta entonces. Con esto se perseguía saber si la representación de la cuerda es continua o discontinua. Además, en la entrevista sobre dicha representación, el entrevistador ponía en relación lo que el sujeto había expresado sobre la continuidad (o discontinuidad) de la cuerda, y lo que había dibujado sobre la misma.

Estas instrucciones se adaptaron a cada niño según el nivel de comprensión mostrado a lo largo de la prueba. Todas las entrevistas fueron grabadas en cinta magnetofónica. Como procedimiento básico para interrogar al niño se siguió el método de «entrevista clínica», indicado por Piaget (1926).

En esta prueba no se tuvo en cuenta el tiempo empleado en su realización, la cantidad de modificaciones o borrados efectuados al dibujo en el transcurso de la misma; igualmente, se prescindió de detalles tales como la calidad del trazo, la localización del dibujo en la hoja de papel, el tamaño del mismo, la proporción altura-anchura, etc.

Para el análisis de los resultados se ha considerado el dibujo final del niño y las explicaciones dadas tanto en el proceso de realización; fundamentalmente, se han analizado las referidas a la continuidad de la cuerda y a su representación gráfica.

Se entiende, de manera general, como nivel cognitivo al conjunto coherente de explicaciones junto con las representaciones efectuadas por el niño sobre el problema objeto de estudio (el grosor o la continuidad). La representación del modelo se toma, en su sentido más literal, como el gráfico final realizado por el niño sobre el modelo (jarrón con la cuerda).

## RESULTADOS

el niño sobre la idea de la unicidad y de la continuidad de la misma, como la representación gráfica de dicha cuerda. Este tipo de clasificación ha originado tres grandes periodos:

**Período I** (hasta los 5-6 años): Discontinuidad cognitiva de la cuerda y representación gráfica también discontinua de la misma (DC-DG).

**Período II** (desde los 5-6 años hasta los 9-11 años): El niño tiene continuidad cognitiva, pero representa gráficamente esa continuidad de la cuerda de modo inadecuado (CC-IG).

**Período III** (a partir de los 12 años): El niño tiene conocimiento de la continuidad de la cuerda y, además, su representación gráfica de la misma es correcta (CC.CG).

El Cuadro 1 recoge el número de sujetos que se encuentran en cada uno de estos niveles cognitivos (períodos) en las distintas edades.

A continuación, explicamos cada uno de estos períodos con mayor detenimiento.

CUADRO 1

*Este cuadro expresa los sujetos que se encuentran en los distintos niveles cognitivos (períodos) para cada una de las edades estudiadas. la correlación lineal tiene un valor de 0,83, el cual es significativo a un nivel del 1%. Los valores dados a cada período han sido: DC-DG=1; CC-IG=2; CC-CG=3. Utilizando el mismo procedimiento de operacionalización, el valor «H» de la prueba de Kruskal-Wallis es de 28,97, significativo al 1%.*

		EDAD EN AÑOS									
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
NIVELES COGNITIVOS (Períodos)	I. DC-DG	5	3	1	—	—	—	—	—	—	—
	II. CC-IG	—	2	4	5	5	3	4	3	1	—
	III. CC-CG	—	—	—	—	—	2	1	2	4	5

*Período I. «Discontinuidad cognitiva-Discontinuidad gráfica» (DC-DG)*

En este primer período se incluyen a todos aquellos sujetos que no supieron dar cuenta de la continuidad de la cuerda en el plano explicativo-cognitivo y tampoco en el gráfico.

Dentro de este período I, la mayoría de los sujetos cuenta correctamente el número de segmentos de cuerdas percibidos en la cara anterior del jarrón, y asignan, a la vez, igual número de cuerdas a dicho jarrón. Es decir, si han contado cuatro trozos, indican que hay también cuatro cuerdas adheridas al jarrón. Varios niños, en el momento de dibujar las cuerdas, lo hacen sin atenerse a «su» número indicado anteriormente; por ejemplo, PAL<sub>4</sub> dibuja una cuerda, habiendo contado previamente cinco trozos (fig. 6); DAV<sub>5</sub> hacían señalando al azar sobre la cuerda del jarrón el lugar en donde estaban los extremos de «sus» hipotéticas cuerdas.

Además, nos hemos encontrado con otras peculiaridades de resolución que no son exclusivas de este período, como, por ejemplo, la





identificación que hicieron algunos sujetos, a la hora de dibujar la cuerda de la cara oculta del jarrón, entre esta parte del modelo y el envés de la hoja en que dibujaban: manifestaban que les resultaría más fácil dibujar «esas cuerdas» en el envés de su hoja, por hacer referencia ambas (la cuerda y el envés de la hoja) a la parte de atrás. Así, MER, 5 (fig. 9) dibujó las cuerdas de la cara posterior del jarrón en la mitad inferior de la figura, y cuando se le preguntó si no había cuerda en el resto del jarrón por su parte posterior, nos respondió que había dibujado las cuerdas de ese modo porque «no las he podido dibujar detrás». —(¿Detrás de dónde?)— «Detrás de la hoja».

También podemos referir otro tipo de dibujos que es representativo de estas edades. Tenemos el caso de JOA,4 (fig. 2), quien dibuja la cuerda de ambas caras en un espacio distinto al ocupado por el jarrón, como consecuencia de la descripción funcional que ha dado de éste: «es un bote para meter lapiceros». Cuando se le llama la atención sobre esta disparidad de sus cuerdas con respecto a las del modelo, la respuesta no puede ser más esclarecedora: «si dibujo las cuerdas dentro del bote, entonces no puedo meter los lapiceros». Este es un caso típico de razonamiento y representación con «incapacidad sintética» (Luquet), donde cada elemento debe estar ubicado en un lugar único.

Como caso excepcional tenemos a PAL,4 (fig. 6), quien después de mucho cavilar sobre cómo hará la representación de las cinco cuerdas que ha percibido, dibuja una especie de muelle que previamente ha trazado «en el aire» mediante un gesto. Dicho muelle comienza en la esquina inferior derecha y termina en la parte superior del dibujo del jarrón. No sabe diferenciar sobre su dibujo la parte de la cuerda que corresponde a la cara anterior del jarrón de la que hace referencia a la cara oculta del mismo. En algún momento hemos tenido la tentación de hacer una clasificación aparte (de transición entre el período primero y segundo) con este sujeto, pero su continuidad gráfica es muy peculiar y de origen muy diferente a la de los niños del período tercero: la «pseudocontinuidad» gráfica expresada por PAL es fruto de la acción, no de la reflexión (comprensión) y, menos aún, de la percepción, pues constantemente manifiesta que hay «cinco cuerdas pequeñitas».

Los sujetos de este período I utilizan básicamente dos estrategias para representar la cuerda correspondiente a la cara posterior del modelo: a) superposición de las cuerdas previamente dibujadas, correspondientes a la cara anterior (figs. 2, 3, 6 y 7); y b) trazando líneas desconectadas por completo de las que han utilizado para representar las cuerdas de la cara anterior (figs. 4, 5, 8 y 9). Aparentemente, algunas de las estrategias utilizadas por los niños de este primer período difieren poco de las desplegadas por los del período segundo; no obstante, una observación atenta pone de manifiesto que, salvo excepciones, los dibujos de este período son bastante más dispersos (debido a la mayor «incapacidad sintética») que los del segundo.

#### *Período II. «Continuidad cognitiva-Inadecuación gráfica» (CC-IG)*

Consideramos en este período todos aquellos sujetos que, habiendo sabido expresar verbalmente la continuidad de la cuerda sobre el modelo (CC), no consiguieron, sin embargo, expresar tal unicidad en su dibujo, o lo hicieron de manera inadecuada (IG).

Aunque aparecen algunos casos esporádicos en los que se mantienen ambos tipos de continuidad en edades anteriores a los 12 años, en rigor, diremos que este período se prolonga desde los 5-6 años hasta los 9-11 años.



El primer aspecto que queremos comentar dentro de este período hace referencia a la continuidad cognitiva, su aparición aislada en edades tempranas y el progresivo enriquecimiento de las razones aducidas sobre la misma por los niños conforme su edad aumenta, como a continuación se detalla. Obsérvese la diferencia existente entre DAV,5 y LAZ,9, en cuanto a la seguridad de sus respuestas respecto a la continuidad de la cuerda y a los motivos aducidos.

DAV,5. [Este sujeto había contado cinco cuerdas al comienzo de la prueba.]... (Si tiro fuerte de esta punta de la cuerda hasta que se despegue toda, ¿cuántas cuerdas sacaría?) —«Una..., ninguna». (A ver, piénsalo). —«Sacaríamos toda». (¿Y cuánto es toda?) —«Cinco». (¿Y serían cinco trozos muy pequeños o muy largos?) —«Muy largos..., pero lo que pasa que esto sólo es una cuerda, pero lo que pasa que está así redonda». (En qué quedamos, ¿hay cinco trozos o una sola cuerda?) —«Una sola, pero se hace de cinco trozos; es la misma cuerda, lo que pasa que tú la has puesto redonda hasta cinco».

LAZ,9. [Este sujeto había contado al principio de la prueba cuatro trozos de cuerda.]... (Si tiro fuerte de este extremo de la cuerda, ¿cuántas cuerdas me saldrían?) —«Una». (Entonces ¿cómo es que has visto cuatro trozos antes?). —«De una cuerda han ido dando vueltas en espiral».

Estos dos ejemplos ponen de manifiesto el modo como los sujetos van acomodando su cognición a las características de la cuerda, a su forma particular, etc.; de manera que la percepción de su unicidad se hace más inmediata. Esto se evidencia en expresiones como «enroscada», «muelle» para referir la forma adoptada por la cuerda en el jarrón. También sabrán salvar la dificultad entre los cuatro trozos de cuerda percibidos al comienzo de la prueba y la cuerda entera que luego dicen que hay, recurriendo a la explicación de que ello es debido al punto de vista desde el que se está mirando.

El otro aspecto sobre el que queremos llamar la atención en este segundo período es el de la discontinuidad gráfica presentada por todos los sujetos de esta etapa, a pesar de haber reconocido sobre el modelo que la cuerda era única.

Desde que el sujeto reconoce la unicidad de la cuerda, hasta que la misma es representada gráficamente de un modo satisfactorio, hay un estadio intermedio relativamente largo. Podríamos suponer que durante dicho estadio el niño reelabora un espacio bidimensional (enmarcado por la hoja de papel sobre la que dibuja) a partir de un espacio tridimensional externo en el que ya se desenvuelve de manera pragmática.

Por supuesto que la mayoría de los sujetos de este período segundo eran conscientes de la contradicción en que incurrían al dibujar trozos aislados de una cuerda considerada por ellos como continua. Una vez que los sujetos tenían realizado el dibujo de la cuerda correspondiente a ambas caras del jarrón se les pedía que describieran, mediante un recorrido del dedo sobre el dibujo de su cuerda, la forma en que ésta se «enrollaría» al jarrón. Este último requerimiento que solicitábamos de nuestros sujetos sirvió para que alguno de ellos se diera cuenta de



lo inapropiado que resultaba su dibujo de la cuerda para que cumpliera el requisito de continuidad atribuido por ellos al modelo.

Otra forma de continuidad lineal fue reflejada mediante la espira o la helicoide saliéndose del límite del dibujo del jarrón (figs. 13 y 14). Por último, ha habido niños que, aún representando una espira interna al dibujo del jarrón, no han sabido discriminar los segmentos anteriores de los posteriores del jarrón (fig. 16).

Aunque este aspecto no ha sido investigado en todos los niños, se han observado cuatro tendencias en las explicaciones aportadas después de realizar el dibujo para dar cuenta de la contradicción entre la unidad cognitiva del cordel y el desajuste del dibujo:

- a) La cuerda no admite representación continua.
- b) La cuerda «cae» por el dibujo sobre el borde lateral exterior al jarrón.
- c) Es preciso cambiar de perspectiva (dibujando una helioide o una espiral, ¡pero exteriores!) para representar la continuidad.
- d) No puede separarse la representación de los segmentos anteriores de la perteneciente a los posteriores al jarrón.

En definitiva, un problema permanece para los sujetos de este período segundo, la dificultad en la integración de la totalidad de la cuerda a partir de segmentos en «zig-zag» vistos y no vistos. Esta correcta integración es la que alcanzarán los sujetos del período siguiente.

### *Período III. «Continuidad cognitiva-Continuidad gráfica» (CC-CG)*

En esta etapa están incluidos todos aquellos sujetos que no sólo tienen noción de la continuidad de la cuerda, sino que, además, realizan una representación gráfica correcta de la misma (figs. 1b ó 1c). Aunque han surgido sujetos que con anterioridad a los doce años realizaban de un modo correcto toda la prueba, sin embargo, establecemos aquélla como la edad a partir de la cual se puede esperar que un niño sea capaz de realizar con éxito la representación gráfica de la continuidad.

Del mismo modo que el hecho de saber que hay una sola cuerda en el jarrón no implica que el niño la dibuje de manera adecuada, tampoco el conocer que la línea formada por la cuerda es helicoidal supone dibujarla como tal. Antes bien, se requiere tener un conocimiento total del objeto (una sola cuerda) que debe ser reconstruido a partir de sus elementos percibidos y no percibidos (combinando ambos). Cada uno de tales elementos (segmentos de cuerda en nuestro caso) debe de ocupar su lugar no sólo con respecto a sí mismo, sino, también, teniendo en cuenta al que le precede y al que le sigue. Esto supone una importante tarea de organización y coordinación de elementos que se presentan como independientes a pesar de saber que tienen una propiedad común que les une: la continuidad (en donde desaparece un segmento debe surgir el siguiente).

Sólo a partir de los doce años parece que se tienen en cuenta (no necesariamente de un modo consciente y analítico) todos estos aspectos.

### (3) Estrategias de representación gráfica de la cuerda



Con el fin de facilitar una comprensión panorámica de los resultados, se exponen a continuación las estrategias (tipos de dibujo) realizadas por los niños atendiendo prioritariamente a la configuración elaborada en base a la disposición de la representación de los trozos de cuerda de la cara anterior y los de la cara oculta del jarrón. En lo posible, se ha prescindido de la forma de los segmentos y de la del jarrón. En el cuadro 2 aparecen los resultados de las estrategias de dibujo usadas por los niños en función de la edad. Las estrategias básicas de representación son:

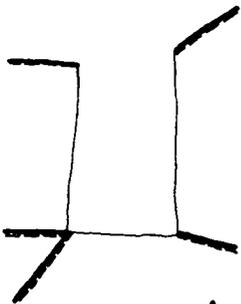
#### *Estrategia A)*

Superposición de las cuerdas correspondientes a la cara anterior y a la cara posterior, pero representadas exteriormente al contorno del jarrón.

Hay sólo dos niños en esta estrategia, ambos con cuatro años de edad y pertenecientes al período I. En uno de ellos (Joa, 4; figura 2) predomina la línea recta (a), mientras el otro (Hug, 4; figura 3) dibuja formas casi circulares (b). En todos los demás casos las cuerdas correspondientes a la cara anterior del jarrón se han dibujado interiormente al contorno de la figura realizada por el niño.

#### FIGURAS 1, 2 Y 3

*La cuerda está representada con trazo grueso. La parte de cuerda de la cara oculta del jarrón está con trazos discontinuos.*

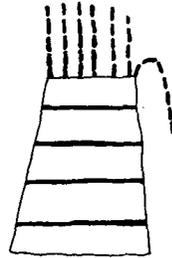


A

Estrategia Aa.



Estrategia Ab.



B

Estrategia B.

#### *Estrategia B)*

Representación de las cuerdas de la cara posterior del jarrón fuera del contorno del mismo, aunque las de la cara anterior se dibujen dentro de los límites del jarrón (figura 4).

Un niño de seis años perteneciente al período I ha realizado esta modalidad.

CUADRO 2

Este cuadro representa la frecuencia de cada estrategia según la edad. En cada casilla están colocados los nombres de los sujetos: con minúsculas los del periodo primero (DC-DG); con mayúsculas los que pertenecen al periodo II (CC-IG); los de la última fila (estrategia L) se encuentran en el periodo III.

Se han dado los siguientes valores a las estrategias: A=1, B=2, C=3, ..., K=11 y L=12. El índice de correlación lineal hallado es 0,85, significativo al 1%<sup>o</sup>. El valor de «H» en la prueba de Kruskal-Wallis es 35,67, significativo al 1 por 100 (V'1=edad, V'D=estrategia de representación).

	EDAD EN AÑOS											Suma
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
A) Superposición exterior.	Joa. Hug. (2)											2
B) Cuerda posterior externa al dibujo.			Alb. (1)									1
C) Cuerda posterior en círculos concéntricos.		Rub. (1)										1
D) Helicoide interior «desajustada».	Pal. (1)											1
E) Superposición interior.	Anr. (1)	Sus. (1)	Osc. (1)	Guz. Ose. (2)								5
F) Alternancia irregular.	Ale. (1)	Mer. Jos. (2)	Fra. (1)		Daa. (1)							5
G) Alternancia regular.		Dav. (2)	Ju. (1)	Vij. Joa. (2)		Job. Lor. Laz. (3)	Juc. (1)	Mig. (1)				9
H) Anillos.			Jom. (1)	Eaj. (1)	Anr. Rob. (2)		Rom. (1)					5
I) Helicoide o espiral interior-exterior.					Jon. (1)		Jin. Fas. (2)					3
J) Cruzamiento.					Jul. (1)			Raf. (1)				2
K) Helicoide sin discriminación anterior-posterior.								Far. (1)	Lui. (1)			2
L) Correcta representación.						Rav. Jor. (2)	Jur. (1)	Man. Joc. (2)	Caa. Ane. Rom. Fer. (4)	Lau.-Luc. Dad. Jam. Jol. (5)		14

ESTRATEGIAS DE REPRESENTACION DE LA CUERDA



### *Estrategia C)*



Los trozos de cuerda de la parte posterior del jarrón se dibujan como círculos casi concéntricos; las partes de cuerda pertenecientes a la cara anterior se han plasmado como segmentos rectilíneos (figura 5).

Un niño de cinco años perteneciente al período I (DC-DG) ha realizado este dibujo.

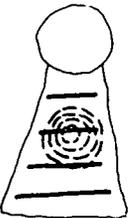
### *Estrategia D)*

La cuerda es representada en su totalidad como una helicoide, sin ser el niño capaz de diferenciar qué parte corresponde a la cara anterior o a la cara posterior del jarrón. Tampoco está ajustada la helicoide a los bordes del jarrón, y, aunque inicia la forma helicoidal en el extremo inferior derecho del jarrón, no finaliza en el extremo superior izquierdo, sino que termina, al azar, antes de llegar al borde superior. Este dibujo (figura 6) ha sido realizado por un niño de cuatro años que se encuentra en el período I (DC-DG).

### *Estrategia E)*

Los trozos del dibujo que representan a los segmentos de cuerda de la cara posterior del jarrón son superpuestos a los de la cara anterior del mismo (figura 7). Varios no se molestaron en reparar sus trazos iniciales en el momento de representar las cuerdas de la cara posterior, porque la cuerda continúa siendo la misma (!).

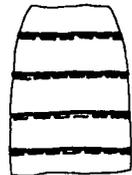
De esta estrategia hay más variantes, tanto en niños pertenecientes al período I (DC-DG) como al II (CC-IG); ver cuadro 3. Los segmentos aparecen ya curvos en algunos casos, incluso con la inclinación correspondiente al «descenso» de la cuerda del jarrón.



Estrategia C.



Estrategia D.



Estrategia E.

### *Estrategia F)*

Alternancia irregular entre los segmentos de cuerda que representan las cuerdas anteriores y las posteriores del jarrón.



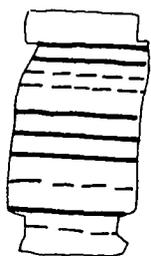
Esta modalidad abarca desde *a*) la disposición al azar del dibujo de las cuerdas de ambas caras (por ejemplo Ale, 4; figura 8), hasta *b*) la agrupación de las cuerdas posteriores del jarrón en la parte inferior del mismo, correspondiendo la parte superior del dibujo para representar las cuerdas de la cara anterior del modelo (figura 9).

Esta estrategia también es compartida por sujetos del período I y II; ver cuadro 3.

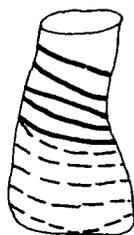
### Estrategia G)

Alternancia regular (una a una) entre la representación de las cuerdas de la cara anterior y de la posterior (figura 10).

Esta estrategia ha sido la más utilizada por nuestros sujetos (nueve en total), entre cinco y once años de edad; todos ellos dentro del período II.



Estrategia Fa.



Estrategia Fb.



Estrategia G.

### Estrategia H)

Anillos. La característica de esta modalidad gráfica es que los niños «cierran» los dibujos de las cuerdas anteriores con líneas correspondientes a las de la cara posterior del jarrón. Hay dos subestrategias: *a*) anillos interiores al jarrón (figura 11) y *b*) anillos concéntricos por la parte superior externa al jarrón (figura 12).

Cinco niños han plasmado su dibujo de la cuerda mediante esta estrategia H (en sus dos modalidades *a* y *b*), con edades comprendidas entre los seis-diez años. Todos ellos son del período II.



Estrategia Ha.



Estrategia Hb.



Estrategia Ia.



Helicoide o espiral exterior. Los niños que han hecho uso de esta estrategia comienzan dibujando «normalmente» las cuerdas de la cara anterior. En su intento de búsqueda de la continuidad del cordel han utilizado dos subestrategias para dibujar la cuerda de la cara posterior: a) mediante una espiral iniciándose en la parte superior y exterior del jarrón, la cual va creciendo utilizando como referencia los trozos de cuerda de la cara anterior ya dibujados (figura 13); b) el niño traza una helicoide saliéndose del espacio del dibujo del jarrón, pero ajustando cada ciclo a cada una de las líneas que representan a las cuerdas de la cara vista del jarrón (figura 14).

La subestrategia Hb (anillos exteriores) no se ha agrupado dentro de la estrategia I porque si bien el niño dibujante de los anillos exteriores (Hb) se sale también del jarrón para representar la cuerda de la cara oculta, la presente estrategia (I) supone un mayor esfuerzo por dar continuidad al cordel del jarrón.

Esta modalidad I se ha encontrado en sujetos del período II (CC-IG) y abarca edades entre los ocho y diez años.

Estrategia J)

Cruzamiento entre las líneas que representan a ambas caras del jarrón, pero sin expresar continuidad alguna. Esta estrategia la hemos clasificado detrás de la I porque los resultados evolutivos obtenidos así lo manifiestan: aunque esta estrategia no exprese la continuidad propia del cordel, representa una correcta orientación de los segmentos de cuerda correspondientes a cada una de las caras del mismo, y están dibujados dentro de los límites del jarrón.

Dos niños del período II (CC-IG), de ocho y once años, se han valido de esta estrategia (figura 15).

Estrategia K)

Los sujetos representan correctamente una helicoide dentro del jarrón, pero sin ajustarla a sus características; principalmente en lo que se refiere al número de semiespiras de cada una de las caras. Esto ocurre con Far, 11 y Lui, 12 (figura 16). Además, estos sujetos no discriminan sobre dicha espira los segmentos que corresponden a la cara anterior y a la posterior del jarrón.



Estrategia Ib.



Estrategia J.



Estrategia K.



Correcto dibujo de los segmentos anteriores y posteriores mediante una forma helicoidal. El niño diferencia en cada segmento a qué cara pertenece y los representa de manera alternativa en «zig-zag», estando cada punto de unión de los segmentos alternativos (anterior y posterior) en el borde del dibujo del jarrón. Además, el número de espiras se ha dibujado de manera correcta. Esta estrategia (con imperfecciones del trazo propias de los dibujos a mano) sería la correspondiente a las figuras 1b ó 1c, que vienen a representar el mismo objeto.

## CONCLUSIONES

Revisando los resultados obtenidos, se comprueba como conclusión global que el niño, en su proceso de adquisición del dominio de las relaciones espaciales, recorre un largo trayecto (desde el nacimiento hasta los trece años), en el que construye progresivamente la noción de espacio. Comentaremos brevemente el desarrollo de la noción de continuidad para pasar a hacer algunas observaciones sobre la hipótesis de las transformaciones topológicas (Piaget, Inhelder, 1948).

La construcción de la continuidad espacial se ha observado que atraviesa tres períodos: en el I) hay discontinuidad cognitiva con discontinuidad gráfica; en el II) existe conocimiento de la continuidad de la cuerda, pero con incapacidad para representarla de manera unitaria en un dibujo, y en III) el niño reconoce una sola cuerda, a la vez que la representa de forma continua.

Cuando el niño trata de identificar una sola cuerda ha de conjuntar los trozos de cuerda (percibidos de manera independiente), hipotetizando que se trata de una sola cuerda. Así integra las diversas partes en un todo y a la vez ha de entender el pluriformismo de un solo elemento (la cuerda) en sus constituyentes, que no pueden abarcarse de un solo «vistazo».

Pero esta reversibilidad cognitiva ha de integrarse en un gráfico que coordine los puntos de vista correspondientes a la cara percibida y a la cara oculta del jarrón. El niño, al hacer su dibujo, ha de reunir en un solo punto de inflexión (perteneciente al borde del jarrón) un extremo de segmento percibido de cuerda, para hacerlo coincidir con el límite del trozo no percibido de cuerda.

Cabe preguntarse, consiguientemente, cuándo adquiere el niño la noción de continuidad. Halbwachs (físico, colaborador de Piaget) indica que «conocer una situación es representarla mediante un modelo»; el mismo Halbwachs (1974) señala más adelante que un modelo no es la «descripción de una situación». Por tanto, la capacidad de realizar transformaciones topológicas se adquiriría por el niño al comienzo del período III y no en el paso del I al II, como plantean Piaget e Inhelder.

En cuanto a la teoría de Piaget e Inhelder (1948) sobre el espacio, ha sido criticada tanto conceptual como metodológicamente. Así, Martin (1976) indica que los términos utilizados por Piaget e Inhelder al describir las relaciones topológicas son imprecisos, y que cuando el niño opera sobre los objetos (o los representa), al interpretar Piaget e

Inhelder que el niño está haciendo uso de una capacidad de transformación topológica, dicha operación no se realiza en la mayoría de los casos en el sentido que la geometría topológica atribuye a dicha transformación. Igualmente, existe una inadecuación de los términos «euclidiano» y «proyectivo» en la teoría de Piaget e Inhelder, pues son utilizados de diferente modo a como lo hace la geometría (Rosel, Corcuera, 1982).



El error metodológico de la investigación de Piaget e Inhelder consiste en que para comprobar la noción de continuidad espacial (1948, págs. 152-179) lo hacen únicamente a través de preguntas hechas a los niños sobre operaciones efectuadas a figuras geométricas, sin utilizar modelos que requiriesen una representación gráfica de los mismos.

La capacidad de la continuidad espacial atraviesa tres etapas que coinciden sensiblemente con las referidas al desarrollo lógico del niño, por lo que resulta más correcto suponer que las nociones espaciales complejas tienen un correlato de tipo lógico en la evolución infantil, de modo que el conocimiento del espacio sería una consecuencia del desarrollo lógico del sujeto (Piaget, 1964); así, esta última teoría parece más adecuada que la de las transformaciones espaciales.

Otro aspecto a destacar es que la percepción está supeditada a la capacidad intelectual del niño, sobre todo cuando éste ha de «reconstruir» el objeto a partir de indicios. La percepción no es (principalmente a niveles superiores de conocimiento) una mera lectura de la experiencia inmediata, sino que el significado de la percepción está regido por la cognición, de manera que ésta proporciona a lo percibido unos esquemas de conjunto, coordinando los posibles puntos de vista sobre el objeto.

Todavía ha de destacarse que, junto a las tres grandes etapas descritas en este trabajo sobre la continuidad espacial, hay también un mayor número de estrategias representativas, a través de las cuales el niño va madurando su capacidad de comprensión del espacio. La metodología utilizada en este trabajo no nos permite afirmar si dichas estrategias de representación aquí detectadas son simplemente circunstanciales (respondiendo a una intuición inmediata e inestable del niño), o si por el contrario esas estrategias son el resultado de esquemas intelectuales de resolución espacial más estables por parte del sujeto.

## Resumen

*El objetivo de carácter general en esta investigación evolutiva ha sido profundizar en la noción de continuidad espacial. Esta noción se ha operacionalizado a partir de las explicaciones y de las representaciones gráficas realizadas por los niños sobre un modelo a dibujar.*

*Dicho modelo consistió en un jarrón con forma de buso, al cual se le adhirió un cordel que daba cuatro vueltas en forma de helicoide. Se ha aplicado una prueba individual (con entrevista y dibujo) a 50 niños (5 por cada año de edad entre los 4 y los 13 años).*

*A lo largo del desarrollo infantil sobre la continuidad de la cuerda se obtuvieron tres periodos evolutivos: I) el niño manifiesta que hay varias cuerdas pegadas al jarrón y representa varias en su dibujo; II) el niño dice que hay una cuerda, pero representa varias; III) el niño identifica y dibuja correctamente la cuerda.*

*También se hallaron distintas estrategias de representación gráfica para cada periodo anterior, habiéndose realizado una clasificación de las mismas.*

*Por último se revisa la teoría de Piaget sobre el desarrollo de la representación espacial, sobre todo en lo concerniente a la topología.*



# Summary

The object of this investigation has been to study the notion of continuity spatial in depth. This notion has been preformed above the explanations and graphic representations achieved by the children concerning a model.

The model consists in a vase, in which a cord was glued. It was turned four times in a helicoidal form. A test has been applied individually (with interviews and drawings) to fifty children (five of each age, between 4 and 13 years of age).

Concerning the notion of continuity at the cord, results were obtained at three different periods: I) the first group expressed that it was various cords attached to the vase, and demonstrated it in his drawing, II) the second group, said it was one cord, but it represented various cords, III) the third group identified and drew the cord correctly.

The vase had different graphic representations during each period. The vase was represented in different strategies during each period. The classification of strategies has been preformed. The final revised theory of Piaget concerning the development of spacial representation, and foremostly relating to the topology.

## Résumé

L'objectif de cette recherche évolutive a été d'approfondir dans le domaine de la notion de continuité spatiale. Cette notion a été faite opérationnelle à partir d'explications et représentations graphiques réalisées par les enfants d'après un modèle à dessiner.

Le modèle en question consiste en une jarre autour de laquelle on colle une ficelle faisant quatre fois le tour, formant des hélicodes. On a fait passer une épreuve individuelle (avec entretien et dessin) à 50 enfants (cinq par tranche d'âge entre 4 et 13 ans).

En ce qui concerne la continuité de la ficelle, on a obtenu trois étapes évolutives: I) l'enfant juge qu'il y a plusieurs ficelles collées à la jarre, et en dessine plusieurs, II) l'enfant dit qu'il y a une ficelle, mais il en représente plusieurs, III) l'enfant identifie et dessine correctement la corde.

De plus, on a observé des différentes stratégies de représentation graphique pur chaque étape antérieure; ce qui a permis de réaliser une classification des dites stratégies.

Finalement, la théorie de Piaget a été révisée à propos du développement de la représentation spatiale, surtout concernant la topologie.

## Referencias

- HALBWACHS, F.: *La pensée physique chez l'enfant et le savant*. Neuchâtel: Delachaux et Nicstlé, 1974.
- LUQUET, G. H. (1927): *El dibujo infantil*. Barcelona: A. Redondo, 1973.
- LYNCH, K.: *The image of the city*. Cambridge, Massachussets: MIT, 1960.
- MARTIN, J.: «An analysis of some Piaget's topological task from a mathematical point of vue». *Journal of Research in Mathematics Education*, 7, págs. 8-24. 1976.
- PIAGET, J. (1926): *La representación del mundo en el niño*. Madrid: Morata, 1973.
- PIAGET, J. (1964): *La epistemología del espacio*. Buenos Aires: El Ateneo, 1971.
- PIAGET, J.; INHELDER, B.: *La representación de l'espace chez l'enfant*. Paris: PUF, 1948.
- ROSEL, J.; CORCUERA, J. J.: *Creer lo que vemos y crear lo que no vemos*. Documento interno de la asignatura Psicología Experimental (inérito). Universidad Pontificia de Salamanca, 1982.
- ROSSER, R. A.: «The emergence of spatial perspective taking». *Child Development*, 54, págs. 660-668. 1983.