

# MODELIZACIÓN DE COMPETENCIAS ORDINALES EN ESCOLARES DE 3 A 6 AÑOS

Catalina Fernández

*En este artículo se presenta un modelo evolutivo de competencias ordinales que consta de 6 estados de conocimiento empíricamente validados. Se describe un estudio empírico exploratorio que constó de entrevistas clínicas individuales y cuyo objetivo era analizar el conocimiento de los niños sobre la relación lógica ordinal de siguiente inmediato. Los resultados obtenidos sirvieron para determinar los estados evolutivos de los que consta el modelo. Dicho modelo se validó mediante una prueba de 6 tareas, cada una de las cuales presentaba las características lógicas matemáticas propias de uno de los estados del modelo.*

*Términos clave:* Educación infantil; Ordinal; Relaciones lógicas ordinales; Secuencia numérica

## Modelization of Ordinal Competences in 3 to 6 Years Old Students

*In this paper we present a developmental model of ordinal competence which consists of 6 empirically validated states of knowledge. An exploratory empirical study was carried out with individual clinical interviews. The aim was to analyze children's knowledge about the logical-ordinal relationship of the immediately next term. The results obtained served to determine the developmental stages of the model. The model was validated through a test comprising 6 tasks, each of which presented the mathematical and logical characteristics of a given state of the model.*

*Keywords:* Kindergarten; Logical-ordinal relationships; Numerical sequence; Ordinal

Nos situamos en educación infantil en la línea de pensamiento numérico con un trabajo que pretende describir y explicar el desarrollo real del conocimiento lógico-ordinal de la secuencia numérica en niños de 3 a 6 años, con su consecuente repercusión en el aula.

Cuando afrontamos una investigación en educación matemática nos planteamos los procedimientos y técnicas metodológicas apropiadas para tal fin. Este planteamiento pasa por el análisis y revisión de investigaciones afines. Al analizar los antecedentes, tenemos una primera justificación metodológica a la hora de proceder con estudios empíricos con niños de corta edad (3-6 años): las entrevistas clínicas individualizadas sobre la base de un material concreto son pruebas adecuadas para ese tipo de estudios que han de ser, por tanto, cualitativos y con una muestra reducida de niños (Bliss, 1987; Fernández, 2007). Con niños de educación infantil se hace más adecuado un método clínico, esencialmente individual, cualitativo y no estandarizado (Bang, 1966; Claparède, 1976; Inhelder, Sinclair y Bovet, 1996), en detrimento de otros procedimientos de observación pura y pruebas de rendimiento. En el método empírico que se utiliza en este trabajo, niño y experimentador actúan y hablan sobre una situación concreta. Según las acciones individuales de los niños y sus respuestas y observaciones a las preguntas, el experimentador puede modificar la situación concreta, ofrecer sugerencias o pedir explicaciones (Bermejo y Lago, 1991; Fernández y Ortiz, 2008; Ortiz, 2001; Piaget, Apostel, Castorina y Gladys, 1986; Sophian, 1995).

En el caso que nos ocupa, se consideró conveniente usar ese método clínico a lo largo de los estudios empíricos realizados, haciéndose efectivo mediante entrevistas clínicas individuales con niños de 3 a 6 años.

Se utilizaron varias metodologías para desarrollar la investigación. Usando un método teórico de investigación como es el análisis didáctico de la secuencia numérica, y realizando un estudio cualitativo exploratorio con entrevistas clínicas individuales a niños de 3 a 6 años, se determinó un modelo evolutivo de competencias ordinales que consta de 6 estados de conocimiento y era susceptible de una validación empírica. Dicha validación constituye el segundo estudio empírico cualitativo basado, al igual que el primero, en entrevistas clínicas individuales.

En lo que sigue, delimito algunos aspectos previos para poder comprender la importancia y el alcance real de las entrevistas realizadas y situarlas en el lugar correspondiente, aludiendo a los diversos métodos utilizados y dándoles una verdadera dimensión científica. En segundo lugar, atiendo al diseño y desarrollo con el máximo detalle posible, tanto para la configuración del estudio exploratorio como para el estudio que valida el modelo. Finalmente, reseño las consecuencias para la actuación en el aula derivadas del modelo evolutivo creado con el sustento de las entrevistas clínicas individuales con escolares de 3 a 6 años.

## LAS ENTREVISTAS CLÍNICAS EN UNA INVESTIGACIÓN DE COMPETENCIAS ORDINALES EN EDUCACIÓN INFANTIL

Situándome en el marco matemático conceptual de las relaciones asimétricas bi-unívocas y las relaciones asimétricas transitivas y, tras realizar el análisis de investigaciones previas con relación a la secuencia numérica en niños de 3 a 6

años<sup>1</sup>, definí el problema de investigación y seleccioné la metodología a seguir. El problema de investigación consiste en explicar y describir el desarrollo de las relaciones lógicas ordinales de la secuencia numérica en niños de 3 a 6 años. La metodología seleccionada fue entrevistas clínicas individuales con una muestra reducida de niños y sobre un material concreto que reunía las condiciones necesarias para trabajar los esquemas lógicos ordinales subyacentes a la secuencia numérica.

Posteriormente, a través del análisis didáctico y de un estudio exploratorio cualitativo, se elaboró un modelo evolutivo de competencias ordinales que explica y describe el desarrollo de las relaciones lógicas ordinales.

El análisis didáctico es un método teórico de investigación basado en la meta-análisis cualitativa y búsqueda en distintos campos científicos. Los distintos campos analizados fueron: (a) epistemología del número natural (Dedekind, 1988; Helmholtz, 1945; Peano, 1979; Piaget, 1985), (b) didáctica del número natural (Dienes, 1970; Freudenthal, 1983, 1991), (c) procesamiento de la información (Brainerd y Gordon, 1994; Fuson, 1988; Gelman y Gallistel, 1978; Manzi y Winters, 1996), y (d) seriación operatoria (Piaget e Inhelder, 1976; Piaget y Szeminska, 1964). Estos campos aportan, respectivamente, un análisis de la secuencia numérica como: (a) componente del número natural, (b) parte curricular en educación matemática, (c) componente del conteo y (d) serie en sentido piagetiano (Fernández, 2004).

El estudio exploratorio cualitativo se realizó mediante entrevistas clínicas semiestructuradas a niños de 3 a 6 años. Para agrupar las respuestas verbales de dicho estudio se usó un proceso de codificación y clasificación de respuestas en cada una de las tres tareas presentadas, atendiendo a tres parámetros claros que se dan en cada una de ellas: (a) construcción del instrumento secuencial, (b) uso del instrumento construido para localizar posiciones ordinales y (c) uso del instrumento para localizar posiciones lógicas ordinales.

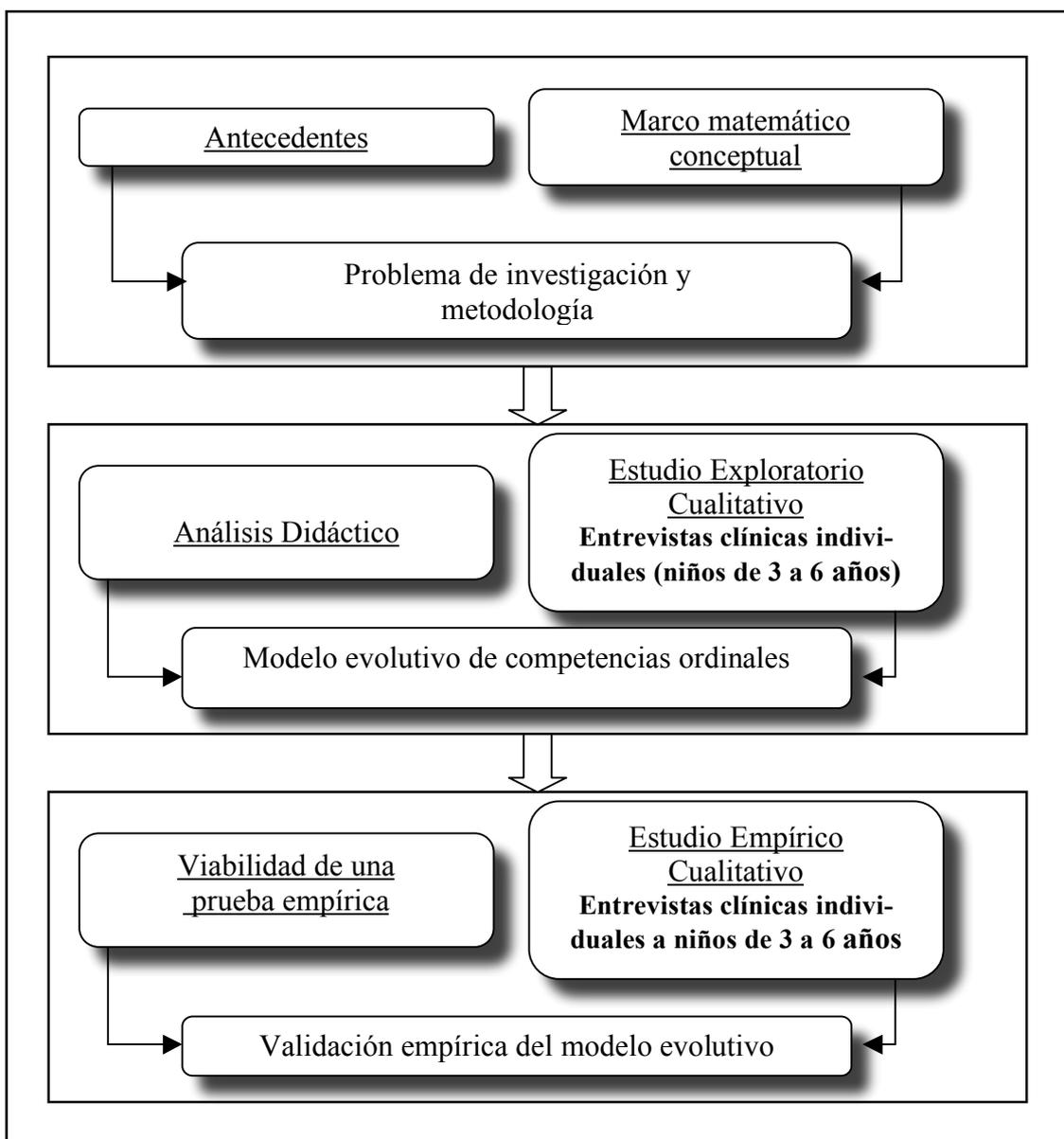
Una vez creado el modelo mediante el análisis didáctico y el estudio empírico exploratorio, éste era susceptible de una validación empírica (ver Figura 1). Para ello se diseñó una prueba de seis tareas adaptada al modelo, en la que cada tarea muestra los mismos esquemas lógicos matemáticos de los estados del modelo. Con estas tareas se llevó a cabo un estudio empírico cualitativo mediante entrevistas clínicas individuales.

La Figura 1 describe de forma esquemática el proceso seguido en la elaboración del modelo, destacando los lugares en los que se sitúan las entrevistas clínicas individuales en el proceso de modelización de las competencias lógicas ordinales en niños de 3 a 6 años. Este tipo de entrevistas con escolares de educación infantil desarrollan un papel fundamental en investigaciones cualitativas en

---

<sup>1</sup> Sobre la revisión de antecedentes llevada a cabo puede encontrarse información más detallada en Fernández (2001).

educación matemática en un paradigma interpretativo y no meramente descriptivo.



*Figura 1.* Proceso de modelización de las competencias ordinales en niños de 3 a 6 años

## ENTREVISTAS PARA LA CREACIÓN DE UN MODELO

De acuerdo con el problema de investigación planteado relativo a la pretensión de estudiar la evolución de las relaciones lógicas ordinales, se consideró necesario realizar un estudio exploratorio de carácter cualitativo basado en la observación de los comportamientos individuales de un grupo reducido de niños selec-

cionados al azar ante situaciones ordinales. La prueba, cuya construcción y características se exponen en las siguientes secciones, constó de tres tareas:

- ◆ aplicar una alternancia a los elementos de una serie dada,
- ◆ contar los elementos de la serie, y
- ◆ realizar la correspondencia serial entre la alternancia y la secuencia numérica.

La serie en cuestión era una escalera con 10 peldaños. La alternancia era colocar pan en un escalón sí y en otro no, siendo la correspondencia serial referida: 1-sí, 2-no, 3-sí, 4-no, 5-sí, 6-no, 7-sí, 8-no, 9-sí, 10-no.

Todas las tareas se intercalaron en la entrevista de manera que cada una de ellas podía aparecer en distintas partes de la misma según se iba desarrollando con cada niño. Con los escolares de 4 años se realizó, en primer lugar, las tareas con 5 peldaños y después se pasó a 10. Con los de 5 años, se hizo desde el principio con 10 peldaños y, con los escolares de 3 años, se empezó con 5 peldaños y, si la situación lo requería, se continuó con 10. La entrevista fue semiestructurada, con múltiples preguntas abiertas con el fin de obtener las más adecuadas para una prueba definitiva que constaría de preguntas establecidas.

El objetivo de la entrevista fue ver cómo se manifiestan los niños ante la relación lógico ordinal de *siguiente inmediato* que se da entre dos términos consecutivos de la secuencia numérica, mediante la comparación que se presenta entre ellos a través de la relación establecida por una correspondencia serial dada (alternancia/secuencia numérica). En esta correspondencia, la alternancia tiene un papel fundamental: se usa como instrumento de comparación de los elementos de la otra serie. La correspondencia serial también tiene como finalidad ser una herramienta de análisis para el niño, ya que se sustituye el acto de recitar intuitivamente toda la secuencia (de manera global) por una cierta reflexión sobre cada uno de sus términos particulares.

Aunque la alternancia va dirigida, fundamentalmente, al establecimiento de la relación lógica ordinal siguiente inmediato, en la entrevista se trató también el resto de las relaciones lógicas ordinales, ya que únicamente los elementos consecutivos presentan la relación asimétrica de la serie. No obstante, por la propia estructura de la serie y por considerar la alternancia, el resto de las relaciones estuvieron siempre generadas por el siguiente inmediato.

En lo que sigue se describe con más detalle el desarrollo del estudio exploratorio.

### **Diseño del Estudio Exploratorio**

Describimos aquí el propósito del estudio, los sujetos con los que trabajamos y las actividades y materiales utilizados en la recogida de datos.

### *Propósito del Estudio*

El objetivo de este estudio era construir un instrumento para detectar diferencias en las competencias lógicas ordinales en niños de 3 a 6 años. Además, perseguía aportar nuevos elementos que, junto con el análisis didáctico, permitieran elaborar un modelo teórico y diseñar una entrevista con tareas destinadas a: (a) obtener evidencia empírica de que los niños manifiestan relaciones lógicas ordinales entre los elementos de una serie, y (b) establecer una escalabilidad entre las categorías de respuestas que manifestara la pertinencia e idoneidad de un modelo de desarrollo de las relaciones lógicas ordinales entre los términos de la secuencia numérica.

### *Elección y Distribución de la Muestra*

El centro educativo donde se desarrolló el estudio era un colegio público urbano de una ciudad de unos cuarenta mil habitantes. Estaba ubicado en un barrio que puede representar a cualquiera de la ciudad, donde no existían conflictos sociales ni de marginación. El criterio de selección de los alumnos respondió a una distribución por edades dentro de cada año de nacimiento. Una vez que la investigadora fue presentada a los niños por sus correspondientes maestras, se eligió la siguiente muestra entre aquellos alumnos que se ofrecieron voluntarios para realizar la entrevista: 8 niños de 3 años, 8 niños de 4 años y 11 niños de 5 años.

### *Materiales*

Durante las entrevistas se emplearon los siguientes materiales:

- ◆ Una escalera con 10 escalones independientes entre sí, de aproximadamente 25 cm de largo por 20 cm de ancho. El primero tenía de dimensiones 1 cm de ancho por 1 cm de alto, el segundo tenía 2 cm de ancho por 2 cm de largo, y así sucesivamente hasta el décimo escalón.
- ◆ Un osito de peluche de unos 6 cm de alto. Al osito se le podían doblar las piernas y se podía sentar en cualquier peldaño de la escalera.
- ◆ Trocitos de pan para colocar en los lugares correspondientes de la escalera.
- ◆ Un paño de tela para ocultar la parte de la escalera donde estaba colocado el pan.

### *Actividades*

En el estudio exploratorio se utilizaron tres tareas matemáticas diferentes. La primera actividad, denominada Alternancia (A), se compone de tres fases.

Fase 1A. La investigadora explicó que el osito comía pan en un escalón sí y en otro no. El niño debía colocar el pan en el escalón correspondiente, con lo cual debía confeccionar por sí mismo la serie y tomar conciencia del principio de esa ordenación. Se trataría, en todo caso, de un proceso sintético y constructivo.

Fase 2A. Una vez realizada la correspondencia serial, se ocultó el pan y el niño debía describir la correspondencia en esta nueva situación. Con ello manifestaría una representación mental de la alternancia y su criterio. Además, el hecho de ocultar el pan tendría otra función: poner al alcance del niño un sistema de auto-corrección.

Fase 3A. La investigadora señaló una posición ordinal y preguntó sobre lo que ahí ocurría: “El osito está sentado en este escalón, ¿ahí come?”. Sabiendo lo que ocurre en una posición ordinal determinada, la investigadora preguntó sobre lo que ocurriría en el siguiente inmediato: “Si el osito está sentado aquí y sí come, ¿qué ocurre en este otro? (Señala el siguiente inmediato).” Con ello se pasó de lo global a lo particular.

Los aspectos a considerar a través de esta primera actividad fueron: (a) comprobar si el niño comprendía el criterio de una serie sencilla como es la alternancia, primero bajo una percepción global para pasar después a una representación mental de la misma; (b) comprobar si el niño establecía relaciones lógicas ordinales prenuméricas al comparar (frente a la acción de etiquetar) dos elementos consecutivos en la escalera, usando como instrumento de comparación una alternancia en una correspondencia serial; (c) averiguar qué tipo de relaciones lógicas ordinales establecía y qué estrategias seguía para establecer dichas relaciones; y (d) determinar qué pautas de sistematización se daban en las respuestas de cada niño.

La segunda actividad, denominada Contar (C), se desarrolló en las siguientes tres fases.

Fase 1C. La investigadora relató al niño que al osito le gustaba mucho contar, por eso cuando subía la escalera siempre contaba los escalones. El niño debía contarlos.

Fase 2C. Una vez contado, la investigadora colocó al osito en un escalón determinado y el niño tenía que determinar el número correspondiente al peldaño (número correspondiente en la correspondencia serial que se establece cuando se cuentan los escalones).

Fase 3C. Sabiendo el número correspondiente al escalón donde estaba sentado el osito, la investigadora preguntó por el siguiente inmediato, cualquier siguiente, anterior inmediato o cualquier anterior.

Con esta segunda actividad se perseguía: (a) observar si los niños aplicaban correctamente la acción de contar sin cometer errores respecto a los principios del conteo, (b) comprobar si los niños usaban la secuencia numérica como herramienta para determinar una posición ordinal y (c) averiguar qué tipo de estrategias usaban los niños para determinar una posición ordinal teniendo como referencia otra dada como dato.

Por último, la actividad Secuencia Numérica/Alternancia (S/A) consistió en las tres fases siguientes.

Fase 1S/A. La investigadora relató al niño que al osito le gustaba mucho contar y también comer pan, por eso se inventó un juego: cuando el oso subía la escalera siempre contaba los escalones e iba diciendo “en el 1-sí como, en el 2-no como,...”. Se pidió al niño que continuara. Aparecería un razonamiento inductivo con la secuencia a partir de dos términos. Una vez realizada la correspondencia serial, se ocultó el pan y el niño debía describir la correspondencia en esta nueva situación en la que la alternancia se dejaba de percibir.

Fase 2S/A. La investigadora señala una posición ordinal y pregunta sobre lo que ahí ocurre. El niño tiene que determinar el número correspondiente al peldaño y si come o no come pan: “El osito está sentado en este escalón. ¿Qué número es? ¿Ahí come?”

Fase 3S/A. Sabiendo el número correspondiente al escalón donde está sentado el osito y si come o no come en dicho número, la investigadora puede preguntar por el siguiente inmediato, cualquier siguiente, anterior inmediato o cualquier anterior: “El osito está sentado en este escalón, que es el número  $a$ , y aquí sabemos que sí come. ¿Qué ocurre en  $b$ ?”

Los aspectos a considerar con esta actividad eran: (a) averiguar si el niño era capaz de aplicar un razonamiento inductivo con la secuencia numérica y la alternancia a partir de dos términos; (b) comprobar si el niño había adquirido la relación comparativa entre los términos sucesivos de la secuencia numérica, relación que se establece mediante la alternancia; (c) averiguar qué tipo de estrategias usaban los niños para determinar la citada relación comparativa, evaluándose dichas estrategias en función de las relaciones lógicas ordinales establecidas entre los términos numéricos; y (d) establecer si las estrategias permanecían o cambiaban los procedimientos cuando se partía de un dato  $k-1$ , donde  $k$  tomaba los valores de 1 a 10 y  $1$  era sí o no dependiendo de si se empieza por 1-sí.

### **Análisis Cualitativo de Datos**

El procedimiento para llevar a cabo el análisis cualitativo en cada una de las tareas quedó sistematizado con la categorización y escalabilidad de las respuestas y con la determinación de niveles evolutivos asociados.

#### *Categorización de Respuestas*

Para cada una de las tareas propuestas se realizó una categorización en tres bloques:

- ◆ 1K: Construcción del instrumento secuencial.
- ◆ 2K: Determinación de una posición ordinal con el instrumento construido en 1K.

- ◆ 3K: Determinación de una posición lógica ordinal<sup>2</sup> con el instrumento construido.

Sucesivamente, K toma los valores A, C y S/A. Para cada bloque se realizó una clasificación de respuestas codificada de esta forma (con i variando de 0 a 3):

- ◆ iK0: No entienden nada.
- ◆ iK1: Responden al azar.
- ◆ iK2: Dan la respuesta correcta mediante ensayo y error.
- ◆ iK3: Dan la respuesta correcta y la justifican mediante relaciones lógicas ordinales.

*Escalabilidad de Respuestas*

Dada la categorización de las respuestas en cada una de las tareas, se estableció una escalabilidad entre la respuesta más evolucionada, en la que el niño daba la respuesta correcta y la justificaba aplicando alguna relación lógica ordinal, y la menos evolucionada en la que no entendía nada.

*Determinación de Niveles*

Dado que las respuestas presentaban un escalonamiento y que cada una de las tareas estaba dividida en distintos bloques, se realizaron combinaciones de respuestas de los distintos bloques y, con ello, se establecieron niveles evolutivos en cada una de las tareas.

**Resultados**

La Tabla 1 esquematiza todas las respuestas de los niños entrevistados según las categorías y codificación señaladas anteriormente.

Tabla 1  
*Codificación de las respuestas en el estudio exploratorio*

Alumnos	Categorías de respuestas								
	1A	2	3A	1C	2C	3C	1S/A	2S/A	3S/A
Pab. (3,1)				■					
Lou. (3,3)									
Mar. (3,3)	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Sal. (3,4)	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Lu. (3,9)	■	■	■	■	■	■			
Ir. (3,9)	■	■	■	■	■	■	■	■	

<sup>2</sup> Se denomina posición lógica ordinal a una posición ordinal que se determina a partir de otra dada como dato.

Tabla 1  
*Codificación de las respuestas en el estudio exploratorio*

Alumnos	Categorías de respuestas								
	1A	2	3A	1C	2C	3C	1S/A	2S/A	3S/A
Mi. (3,10)	1			1	1	1			
Nu. (3,11)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Fr. (4,0)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Adr. (4,1)									
An. (4,3)	2	2	1	1	1	1	1	1	1
Be. (4,6)				3	1	1			
Pat. (4,6)	2	2	2	3	3	3	2	2	2
Nar. (4,8)	2	2	2	3	2	2	2	2	1
Sal. (4,11)	3	2	2	3	3	3	2	2	2
Ve. (4,11)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ja. (5,0)	3	2	2	3	3	2	2	2	2
Es. (5,2)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
No. (5,2)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Cri. (5,5)	3	2	2	3	3	2	3	2	2
Is. (5,6)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Cla. (5,7)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ari. (5,7)	3	3	3	3	3	3	2	2	
An. (5,9)	3	2	2	3	3	2	2	2	2
Mar. (5,9)	3	2	2	3	3	2	2	2	2
Par. (5,11)	3	2	2	3	3	2	2	2	2
Ma. (5,11)	3	3	3	3	3	3	3	3	3

El código de colores utilizado para cada categoría es el siguiente:  
 blanco (0), gris claro (1), gris oscuro (2), negro (3).

En lo que respecta a los resultados obtenidos, se observan los escalonamientos en las respuestas que detallamos a continuación.

*Alternancia*

- ◆ Todos los niños que pasaron del 1A3 al 3A2 estaban en la categoría de respuesta 2A2.
- ◆ Todos los que estaban en el 3A3 habían estado, previamente, en el 1A3.

Tomando como referencia el bloque 3A, que hace alusión directa a las relaciones lógicas ordinales establecidas:

- ◆ Todos los niños que estaban en el 3A1, previamente habían estado en el 1A2 pasando por el 2A2.
- ◆ Todos los que estaban en el 3A0 venían del 1A1 o del 1A0 y, con respecto al bloque 2, estaban en el 2A1 o en el 2A0.

*Contar*

- ◆ Todos los niños que estaban en el 3C3 previamente habían estado en el 1C3 pasando por el 2C3.
- ◆ Todos los que estaban en el 3C2 venían del 1C3 y, con respecto al bloque 2, estaban en el 2C3 o en el 2C2.
- ◆ Todos los que estaban en el 3C1 venían del 2C1 y, con respecto al bloque 1, se repartían entre las categorías 1C1, 1C2 o 1C3.
- ◆ Todos los que estaban en el 3C0 eran los mismos que los del 2C0 y con respecto al bloque 1 estaban en el 1C1 o 1C0.

*Secuencia Numérica/Alternancia*

- ◆ Todos los niños que estaban en el 3S/A3 previamente habían estado en el 1S/A3 pasando por 2S/A3.
- ◆ Los que estaban en el 3S/A2 venían del 1S/A2 o 1S/A3 y, con respecto al bloque 2, estaban en el 2S/A2 o en el 2S/A3.
- ◆ Todos los que estaban en el 3S/A1 venían del 2S/A1 o 2S/A2 y, con respecto al bloque 1, se repartían entre la segunda y tercera categoría.
- ◆ Todos los que estaban en el 2S/A0 eran los mismos que los del 1S/A0. Los del 3S/A0 venían del 1S/A0 o 1S/A1 y, con respecto al bloque 2, estaban en el 2S/A0 o en el 2S/A1.

En la misma línea, analizando la Tabla 1 de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha, se obtienen los siguientes resultados complementarios:

- ◆ A los 3 años se dio una mayor dispersión en todos los bloques de respuestas.
- ◆ A los 4 años y medio apareció una regularización en las respuestas concernientes a la tarea de conteo, hecho que unifica las respuestas en las demás tareas.
- ◆ A los 5 años las respuestas de los niños tendieron a una acumulación en la Tabla 1 hacia las columnas que representan las más evolucionadas.

- ◆ En cada una de las tareas hubo mayor dispersión en las respuestas a medida que avanzamos hacia la derecha. Esto significa que la construcción del instrumento secuencial no es condición suficiente para la resolución de problemas lógicos ordinales.
- ◆ Las columnas correspondientes a los bloques de la tercera tarea presentaron mayor dispersión en las respuestas con respecto a las dos tareas anteriores. Ello manifestó una dificultad añadida al considerar la correspondencia serial como instrumento secuencial.

En definitiva, las respuestas tendieron a la no dispersión que se observa en la parte superior de la Tabla 1 hasta llegar a Pat. (4, 6). Dentro de esta no dispersión de respuestas, se ve como las correspondientes a las actividades de la tarea Contar obtienen una mayor homogeneización<sup>3</sup> con respecto a las otras dos. En particular, si se compara las respuestas del segundo bloque de esta tarea (columna 2C) con la correspondiente a la tarea Alternancia (2A), se observa como la primera está totalmente concentrada en una única columna mientras que la segunda se distribuye en dos. A partir de ello se obtiene la siguiente conclusión importante desde el punto de vista evolutivo: a partir de los 4 años y medio, los niños tienen un dominio del conteo<sup>4</sup> que les permite determinar posiciones ordinales y lógicas ordinales.

El conteo es determinante en la homogeneización de los otros bloques de actividades, lo que quiere decir que cuando se da el dominio del conteo empieza la homogeneización en el resto de tareas y, con ello, se llega al dominio de alternancia y al de secuencia numérica/alternancia. Entendemos esto como la generalización del dominio del conteo, sólo que en cada caso se coge como instrumento secuencial o sucesión de siguientes, la alternancia, la secuencia numérica o la correspondencia serial entre ambas.

La dispersión de respuestas observada antes de los 4 años y medio manifiesta que los niños estaban construyendo esquemas mentales secuenciales (relaciones lógicas ordinales) que se manifiestan más claramente en series no numéricas como la alternancia antes que en la propia secuencia numérica. Y es que no habían alcanzado aún el dominio del conteo, que es el determinante de las dos clases de niños. Ello justifica que los niños de 3 años respondieran mejor a las cuestiones sobre siguiente o siguiente inmediato usando la alternancia como instrumento secuencial que a las mismas cuestiones pero con el conteo como instrumento.

Estas consideraciones revelan diferencias en las competencias lógicas ordinales en niños de 3 a 6 años. Se apunta hacia una evolución marcada por la permanencia de algunas características del conocimiento lógico ordinal de la secuencia numérica y, al mismo tiempo, por la aparición de otras nuevas al pasar

---

<sup>3</sup> Se concentra mayor número de respuestas en la misma columna (la de puntuación 3).

<sup>4</sup> Denominamos dominio del conteo al uso de éste en la determinación de posiciones ordinales y lógicas ordinales.

de una fase de una tarea dada (alternancia, contar, secuencia numérica /alternancia) a otra y de unas edades a las siguientes.

En el siguiente apartado se obtienen consecuencias evolutivas al analizar dichas diferencias. Por consiguiente, se pueden aportar elementos que, junto con el análisis didáctico, van a permitir elaborar un modelo evolutivo teórico.

### **Conclusiones Evolutivas**

Con la intención de aportar una visión global de los resultados obtenidos, se presenta una síntesis de los mismos desde la óptica de las competencias lógicas ordinales, involucrando también su evolución. De manera específica:

- ◆ La realización correcta de la acción de contar no garantiza que se use como estrategia para resolver problemas ordinales.
- ◆ Los niños mayores (5 años) usan preferentemente estrategias de siguiente inmediato, teniendo en cuenta una posición dada como dato para obtener otra. Mientras tanto, niños más pequeños (4 años) usan preferentemente el conteo como estrategia para determinar una posición lógica ordinal.
- ◆ Los niños más pequeños (3 años) resuelven mejor las cuestiones de siguiente inmediato relativas a la alternancia que las relativas al conteo. A los niños de 4 años les ocurre lo contrario. Por su parte, los de 5 años llegan a trasladar mentalmente las relaciones lógicas ordinales presentes entre los términos de la secuencia numérica a otro tipo de secuencia, como la alternancia, para la resolución de problemas ordinales usando como herramienta dicha secuencia.
- ◆ La comparación de términos numéricos mediante la alternancia denota la capacidad de establecer las relaciones lógicas ordinales entre los términos de la secuencia numérica. Los niños que establecen dichas relaciones son los que describen una posición lógica ordinal mediante la correspondencia serial secuencia numérica/alternancia.
- ◆ El éxito en la construcción de la correspondencia serial secuencia numérica/alternancia no garantiza su uso como herramienta para la determinación de una posición lógica ordinal y, por tanto, no se garantiza el éxito en el establecimiento de relaciones lógicas ordinales entre los términos de la secuencia numérica.
- ◆ Las respuestas que manifiestan relaciones lógicas ordinales entre los términos de la secuencia numérica están presentes en los tres cursos que intervienen en el estudio, con un aumento considerable al pasar de 4 a 5 años. Estos niños son capaces de usar la alternancia como instrumento de comparación entre los términos de la secuencia numérica.

## MODELO EVOLUTIVO DE COMPETENCIAS ORDINALES

La opción que he elegido para la exposición del modelo teórico es la de un razonamiento progresivo, desde los aspectos más elementales hasta los más complejos y de las edades inferiores a las superiores, resumido y estructurado por etapas o aproximaciones. Cada aproximación corresponde a un estado diferente, que viene especificado por su descripción y justificación así como por las competencias teóricas que le corresponden desde un punto de vista de la progresión de las capacidades correspondientes en un sujeto individual ideal (Ortiz y Fernández, 2007).

### **Estado I. Etiquetaje**

En el inicio de las primeras nociones ordinales, el niño no está aún en disposición de interpretar una secuencia desde el punto de vista lógico ordinal. Teniendo en cuenta el subsistema lingüístico relativo a la seriación (Sinclair de Zwart, 1978), el niño pasa por tres fases previas hasta alcanzar la serie comparativa en un sentido y culminar con la serie comparativa en los dos sentidos. Dichas fases consisten en asignar un término a cada elemento de la serie para diferenciarlos pero no para compararlos.

Por consiguiente, se establece que la primera aproximación para alcanzar las relaciones lógicas ordinales en cualquier serie es la diferenciación de sus elementos, para lo cual se debe indicar cada elemento de la serie, bien de manera motora con el señalamiento, o bien mediante el lenguaje con una etiqueta o palabra. Es decir, a cada elemento le corresponde un único señalamiento o ser etiquetado una sola vez. Los niños que hacen un gesto rasante para describir la serie estarán por debajo de este estado.

### **Estado II. Relaciones Lógicas Ordinales entre los Términos de una Serie Cualquiera Usando Esquemas Infralógicos**

Una vez diferenciados los términos de una serie mediante el etiquetaje, se puede aplicar una interpretación espacial o temporal de la misma y manifestar con ello los primeros esquemas comparativos entre los términos de la serie.

Según Piaget (1981), la construcción del espacio matemático por parte del niño comienza en los aspectos topológicos, para pasar posteriormente a los proyectivos y euclídeos. Uno de estos aspectos es el orden de los puntos sobre una línea, el cual hace posible la construcción de referencias ordinales (al lado de, para adelante o para atrás) que se transfieren a las series. De este modo, al indicar que un elemento está al lado del otro estaremos indicando el siguiente inmediato. Por su parte, la cuestión de cómo se comparan dos términos cualesquiera no consecutivos se resuelve con las relaciones hacia delante o hacia atrás, tomando como referencia uno de los términos a comparar. Así se convierte en primer y último elemento al dividir la línea de puntos en dos clases: todos los que están delante y todos los que están detrás.

Asimismo, el orden lineal espacial es considerado por muchos autores como una noción primitiva para la comparación ordinal de los números: “La idea de orden de los puntos sobre una recta es una de las nociones geométricas primitivas. Es un modelo matemático de la concepción intuitiva de comparación de números enteros.” (Dieudonné, 1989, p. 194).

Por consiguiente, se establece que el primer soporte intuitivo-espacial del que el niño dispone para organizar e interpretar una realidad ordinal está relacionado con el concepto de línea y, en particular, con el concepto de orden topológico de un conjunto finito de puntos pertenecientes a una línea; conjunto que debe contener al menos tres puntos.

Análogamente, el orden temporal, como conocimiento igualmente infralógico según la taxonomía piagetiana, constituye un soporte intuitivo importante de referencias ordinales que se transfieren a las series.

### **Estado III. Relaciones Lógicas Ordinales entre los Términos de una Serie Cualquiera Usando la Alternancia como Instrumento Secuencial**

Se utiliza una secuencia para etiquetar los elementos de una serie. Dicha secuencia es la que permite el estudio de la comparación ordinal entre los elementos de la misma.

En el estado anterior, la secuencia que se usaba como instrumento de etiquetación y comparación era la línea topológica, en la que no era necesaria la verbalización ni el conocimiento memorístico. En cambio, en este estado es necesario que el niño aplique esquemas secuenciales y relaciones lógicas ordinales tales como:

- ◆ *Encadenamiento aditivo.* Se requiere para la construcción de la alternancia que se usa como instrumento, basado en esquemas infralógicos temporales como “y después; y después; ...”
- ◆ *Correspondencia serial entre orden lineal y alternancia.* Dicha correspondencia se muestra en la Figura 2.



*Figura 2. Correspondencia entre orden lineal y alternancia*

- ◆ *Cada elemento ocupa un lugar determinado.* Se empieza a caracterizar cada elemento de la serie como único al compararlo con el anterior inmediato y el siguiente inmediato.

En la alternancia, las relaciones ordinales entre elementos consecutivos se manifiestan mediante una dicotomía y éstas, evolutivamente hablando, son conceptos primarios según la clasificación conceptual de Stegmüller (1970/1979), la génesis de la clasificación de Piaget e Inhelder (1976) y el lenguaje subyacente a la seriación de Sinclair de Zwart (1978), entre otros.

Al aparecer la dicotomía en primer lugar, se favorece la descripción de la serie por alternancia. Pero, además, usando la alternancia como instrumento secuencial, se puede llegar a lo más alto teniendo en cuenta las ideas evolutivas de los autores citados anteriormente. Me refiero a:

- ◆ *Etiquetación.* Acontece cuando se etiqueta a cada uno de los términos de la serie con un *sí* o un *no*.
- ◆ *Serie comparativa en un sentido.* Se manifiesta cuando el niño tiene que describir lo que ocurre en una posición dada, es decir, determinar una posición ordinal a través de la alternancia empezando por el primer elemento. Esto corresponde, según nuestro análisis lógico matemático de la secuencia, a que la alternancia (identificada como un instrumento secuencial) es una sucesión de siguientes que empieza en el primer elemento.
- ◆ *Serie comparativa en los dos sentidos.* Se alcanza cuando el niño determina una posición lógica ordinal usando la alternancia, es decir, llega a determinar una posición ordinal a partir de otra dada como dato usando la alternancia como instrumento secuencial. Según el estudio realizado en el análisis didáctico de la estructura lógica de seriación, los esquemas lógicos matemáticos que se manifiestan son, entre otros: (a) tramo finito en la sucesión de siguientes (esquemas de primero y último), (b) cada elemento ocupa un lugar determinado (el *sí* siempre está entre dos *no*), y (c) comparativa en dos sentidos, esto es, un término cualquiera es anterior a uno y posterior a otro (un *sí* es anterior y posterior de un *no*).

Según el estudio exploratorio, a los 3 años los niños empiezan a aplicar esquemas lógicos matemáticos propios de este estado.

#### **Estado IV. Relaciones Lógicas Ordinales entre los Términos de una Serie Cualquiera Usando el Conteo como Instrumento de Comparación**

Se utiliza la acción de contar para la comparación lógica ordinal entre los elementos de la serie.

En el estado anterior la secuencia que se usaba como instrumento de etiquetación y comparación era la alternancia, en la que el esquema lógico matemático subyacente era la dicotomía. Ahora, en este estado es necesario que el niño disponga de una secuencia estable y convencional, de acuerdo con el principio de orden estable de Gelman y Gallistel (1978) y con el principio de correspondencia uno a uno de la acción de contar. Además de aplicar los mismos esquemas secuenciales que en el estado anterior (cambiando el instrumento secuencial), será necesario que el niño aplique esquemas secuenciales y relaciones lógicas ordinales propias del conteo tales como:

- ◆ *Relación antisimétrica.* Alude a la comparación a través de la terminología ordinal de dos términos cualesquiera de la serie usando el isomorfismo con el orden secuencial de la secuencia numérica que se establece en la acción de contar. Por lo tanto, con la acción de contar se establece una re-

lación de orden total entre los elementos de la serie que, además, es orden completo y buena ordenación.

- ◆ *Todo elemento es primero y último.* El elemento contado es tratado simultáneamente como primero y último. Esto es, es el primero de los que quedan por contar y el último de los que ya han sido contados.

Así pues, con el dominio del conteo se da:

- ◆ *Etiquetación.* Sucede cuando se etiqueta a cada uno de los elementos de la serie con un término numérico.
- ◆ *Serie comparativa en un sentido.* Se manifiesta cuando el niño tiene que describir lo que ocurre en una posición dada, es decir, determinar una posición ordinal a través del conteo empezando por el primer elemento. Esto corresponde, según nuestro análisis lógico matemático de la secuencia, a que es una sucesión de siguientes que empieza por uno.
- ◆ *Serie comparativa en los dos sentidos.* Se alcanza cuando el niño determina una posición lógica ordinal usando el conteo. Siguiendo el estudio realizado en el análisis didáctico de la estructura lógica de seriación, los esquemas lógicos matemáticos que se manifiestan son: (a) la sucesión de siguientes como característica que se mantiene ante cualquier división realizada en la secuencia numérica (el que un término sea el siguiente de otro es independiente del término elegido para el inicio), y (b) los esquemas acumulativos del conteo que se dan cuando al contar a partir de un término  $a$ , dado como dato, establecemos paso a paso el esquema acumulativo siguiente para localizar otra posición ordinal  $b$ : un término, al ser enumerado, pasa de ser siguiente de uno dado a ser el primero de una nueva división de la secuencia, a partir del cual se puede empezar a contar.

Según el estudio exploratorio, a los 4 años y medio, los niños manifiestan esquemas lógicos matemáticos propios de este estado.

### **Estado V. Relaciones Lógicas Ordinales entre los Términos de la Secuencia Numérica Usando la Alternancia como Instrumento de Comparación**

Se relacionan dos términos cualquiera de la secuencia numérica sometida previamente a una correspondencia serial con la alternancia.

En los estados anteriores se comparaban dos elementos de una serie lineal discreta usando como instrumento de comparación la alternancia (Estado III) o el conteo (Estado IV). En este estado se sustituye la serie lineal por la secuencia numérica y se trata de comparar<sup>5</sup> sus términos a través de la alternancia. Desde el punto de vista evolutivo, este estado es posterior a los anteriores según los resultados del estudio exploratorio. En este estado el niño aplicaría esquemas secuenciales y relaciones lógicas ordinales tales como:

---

<sup>5</sup> El término comparar se debe entender como el establecimiento de relaciones lógicas ordinales.

- ◆ *Primer y último elemento.* Se dan las relaciones inversas “anterior” y “posterior” mediante un método sistemático de construir la secuencia numérica vía la correspondencia serial.
- ◆ *Generación de series.* Cogiendo los correspondientes a los *sí* se da la secuencia “contar de dos en dos empezando por uno”, es decir, la serie de los impares. Y tomando los correspondientes a los *no*, se genera la serie de los pares.

El dominio de la correspondencia serial secuencia numérica/alternancia supone:

- ◆ *Etiquetación.* Ocurre cuando se etiqueta cada uno de los elementos numéricos con un término de la alternancia.
- ◆ *Serie comparativa en un sentido.* Se manifiesta cuando el niño tiene que describir lo que ocurre, respecto a la alternancia, en una posición numérica. Aquí, el niño establece la correspondencia serial de manera “global” empezando desde uno. No tiene en cuenta, explícitamente, las relaciones lógicas ordinales como la de siguiente inmediato; es decir, no manifiesta que el homólogo de un número respecto a la alternancia es complementario a los homólogos correspondientes al anterior y siguiente inmediatos.
- ◆ *Serie comparativa en los dos sentidos.* Se alcanza cuando el niño determina una posición lógica ordinal de la secuencia numérica usando la correspondencia serial dada.

La correspondencia serial conduce a la comparación ordinal entre dos términos cualesquiera de la secuencia numérica a través de la relación establecida por la alternancia. Las relaciones dejarían de estar sometidas a la conexión rígida de la comparación en un sentido, lo que permitiría la conservación de dichas relaciones establecidas en la descripción de la correspondencia serial en la particularización de sus elementos. En este sentido, el siguiente inmediato adquiere su significado según la alternancia. Mejor dicho, el siguiente inmediato se traduce en “sí en a-sí entonces en a-no” desde que se descompone la correspondencia serial para examinar las relaciones lógicas ordinales de un elemento particular con su siguiente inmediato o con cualquier siguiente.

Según el estudio exploratorio, a los 5 años los niños aplican esquemas lógicos matemáticos propios de este estado.

### **Estado VI. Relaciones Lógicas Ordinales entre los Términos de la Secuencia Numérica**

Se relacionan ordinalmente dos términos cualquiera de la secuencia numérica. En ella, cada término puede ser considerado en sí mismo en cuanto a sus relaciones lógicas ordinales con todos los demás.

En este estado los niños alcanzan la sistematización de la secuencia numérica según la estructura lógica de seriación y actúan sobre ella con estrategias ligadas a la estructura serial (seriación cíclica y doble). Todo ello hace que los niños sean

capaces de razonar ordinalmente sobre la secuencia numérica y poseen un dominio de la misma que les permite:

- ◆ Contar de  $n$  en  $n$ .
- ◆ Solucionar ordinalmente  $a+b$  con el llamado recuento progresivo.
- ◆ Solucionar ordinalmente  $a-b$  con el llamado recuento regresivo.
- ◆ Estar en disposición de interpretar las tablas de multiplicar como correspondencias seriales entre los términos de la secuencia numérica y las series generadas a partir de ella como contar de  $n$  en  $n$ .
- ◆ Afrontar toda la aritmética a partir del dominio ordinal de la secuencia numérica.

Dado que este estado se puede identificar con el bloque numérico del modelo teórico de desarrollo del razonamiento inductivo numérico (Ortiz, 1998), se puede indicar que los niños lo alcanzarían alrededor de los 7 años.

## VALIDACIÓN EMPÍRICA DEL MODELO

En las siguientes secciones se describe la fase de la investigación diseñada para la validación empírica del modelo.

### Metodología

Se trató de una investigación empírica cualitativa basada en la recogida de información mediante una entrevista clínica semiestructurada y en el análisis cualitativo de los resultados.

Se diseñó una prueba que constaba de seis tareas, cada una de ellas asociada a cada uno de los estados, de tal manera que manifestaban los esquemas lógicos matemáticos propios de cada uno de ellos. Las seis tareas de la prueba presentaron una jerarquización de menor a mayor dificultad en cuanto que los esquemas lógicos matemáticos implicados para su resolución fueran más o menos evolucionados. Por ello, cuando un niño no realizó dos tareas consecutivas no se le pasó la siguiente.

En el transcurso de la entrevista se provocó, intencionadamente, la interacción constante entre la entrevistadora y el entrevistado, dependiendo el desarrollo de la misma de las respuestas de cada sujeto.

### Elección y Distribución de la Muestra

Participaron 47 escolares, de los cuales 22 fueron niños y 25 niñas. Para la obtención de la muestra se eligieron cinco centros escolares con las siguientes características:

- ◆ Dos centros de la ciudad de Málaga (España), uno público y otro privado.
- ◆ Tres centros de la provincia de Málaga, dos urbanos (uno público y otro privado) y uno público rural.

La composición de la muestra se recoge en la Tabla 2.

Tabla 2  
*Distribución de los escolares por edades y centros educativos*

Clase	Centros educativos					Total
	Málaga		Provincia			
	Público	Privado	Urbano Público	Urbano Privado	Rural Público	
3 años	3	3	3	3	3	15
4 años	3	3	3	4	3	16
5 años	3	3	4	3	3	16
Total	9	9	10	10	9	47

### **Materiales**

El material empleado en esta prueba constó de:

- ◆ Una escalera con 10 escalones. Los peldaños eran todos iguales y estaban unidos unos a otros constituyendo una escalera en bloque. El ancho de cada uno de ellos era de 4 cm y el alto de 1 cm. Por ello la escalera tenía una altura total de 10 cm.
- ◆ 10 muñecos del personaje de dibujos animados *Piolín*<sup>®</sup>. Cada uno de ellos medía 4 cm de alto y estaba pegado a una base circular de unos 3 cm de diámetro para poderlo colocar en los peldaños de la escalera.
- ◆ Trocitos de pan para colocar en los lugares correspondientes de la escalera.
- ◆ Dos tabiques de 14 cm de alto. Ambos tenían en la base marcas de los escalones para apoyarlos en la escalera. Uno de ellos tenía tres marcas y se colocó sobre los peldaños 1, 2 y 3, y el otro tenía cuatro marcas para tapar el tramo de escalera 7-10.

### **Diseño de las Entrevistas**

En este apartado se describen las tareas que conformaron la entrevista, los objetivos que se perseguían y el modo en que se llevaron a cabo.

#### *Tareas*

La primera tarea (etiquetaje) requería colocar pan en todos y cada uno de los escalones siguiendo el orden de sucesión de la escalera. La tarea 2 (relaciones lógicas ordinales usando esquemas infralógicos) consistió en determinar qué pan comería después de uno dado cuando se subía, y análogamente en sentido descendente. En la tarea 3 (relaciones lógicas ordinales versus alternancia como instrumento secuencial) el niño tenía que averiguar el lugar donde comería pan el muñeco teniendo otro como dato y usando la alternancia como instrumento secuencial. En la tarea 4 (relaciones lógicas ordinales versus conteo como instru-

mento comparativo) el niño, a partir de una posición ordinal, debía localizar una lógica ordinal a través del conteo. La tarea 5 (relaciones lógicas ordinales en la secuencia numérica versus alternancia como instrumento comparativo) consistió en, sabiendo que los muñecos comían pan en un escalón sí y en otro no, determinar el siguiente número a uno dado en el que sí comía. En la tarea 6 (relaciones lógicas ordinales entre los términos de la secuencia numérica) el niño debía averiguar en cualquier término de la secuencia numérica (los números dados eran menores que 100) si el muñeco iba a comer o no. Y, a partir de un término dado, el niño debía continuar diciendo los números en los que sí comía.

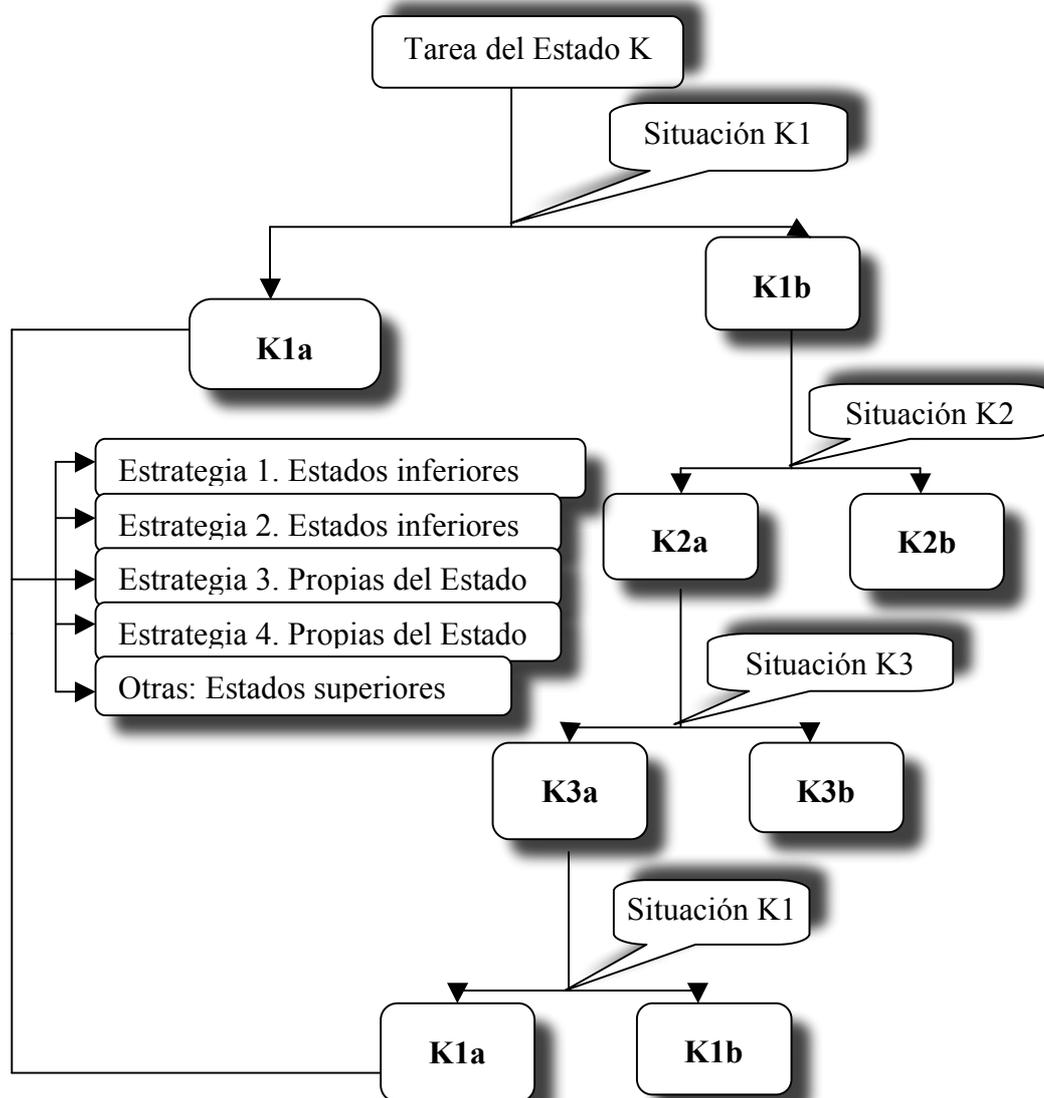
### *Objetivos*

Con la entrevista y a través de las tareas se pretendía estudiar la evolución de las relaciones lógicas ordinales, desde los esquemas infralógicos hasta las relaciones lógicas ordinales entre los términos de la secuencia numérica, pasando por relaciones prenuméricas sencillas como es la alternancia. De manera específica, me propuse:

- ◆ Comprobar si el niño era capaz de diferenciar los elementos de una serie mediante un etiquetaje sencillo.
- ◆ Comprobar si el niño establecía relaciones lógicas ordinales prenuméricas e infralógicas al comparar (frente a la acción de etiquetar) dos elementos consecutivos en la escalera, usando como instrumento de comparación el orden topológico.
- ◆ Averiguar si el niño establecía relaciones lógicas ordinales prenuméricas al comparar dos elementos consecutivos en la escalera, usando como instrumento de comparación una alternancia en una correspondencia serial. Además, vincular este aspecto al resto de aspectos analizados.
- ◆ Estudiar las relaciones lógicas ordinales numéricas usando el conteo como instrumento comparativo y ponerlo en relación con el resto de aspectos que se estaban considerando.
- ◆ Averiguar si el niño establecía relaciones lógicas ordinales en la secuencia numérica al comparar dos números consecutivos, usando como instrumento de comparación una alternancia en una correspondencia serial. Además, poner esto en relación con el resto de aspectos analizados.
- ◆ Estudiar las relaciones lógicas ordinales entre los términos de la secuencia numérica teniendo en cuenta todo lo observado con anterioridad.

### *Desarrollo de la Entrevista*

La forma de proceder en las entrevistas para todas y cada una de las tareas asociadas a los estados del modelo evolutivo teórico es la descrita en la Figura 3. Cada una de las tareas estaba compuesta por tres situaciones. Así, para la tarea asociada al estado K, donde K varía de I a VI, las situaciones eran K1, K2 y K3.



*Figura 3.* Esquema del protocolo de la entrevista en base a las tareas y situaciones empleadas

Como se describe en la Figura 3, dada una tarea K, para la situación K1 (primera de la tarea K) se realizó una clasificación de respuestas atendiendo a que el niño realizara correctamente (denotado con una a) o no (denotado con una b) la actividad. Si la realizaba correctamente, se analizaba el tipo de estrategia y procedimiento seguido; si no lo hacía, entonces se pasaba a realizar la situación K2 (segunda de la tarea K). Si no realizaba con éxito esta nueva situación, se daba por finalizada la tarea K, mientras que si la realizaba correctamente, entonces pasaba a realizar la situación K3 (tercera de la tarea K). Si no realizaba con éxito esta nueva situación, se daba por finalizada la tarea K, mientras que si la realizaba correctamente, entonces se pasaba a realizar nuevamente la situación K1 (primera

de la tarea K). Si la realizaba correctamente, se analizaba el tipo de estrategia y procedimiento seguido. Si no lo hacía, entonces se daba por finalizada la tarea.

Todas las situaciones tenían en común el material manipulativo y concreto que sirvió como soporte a la entrevista.

**Análisis de Respuestas y Conclusiones**

Como muestra de los resultados obtenidos, en la Tabla 3 se presentan las respuestas dadas por los alumnos de un centro educativo concreto: el colegio público provincial urbano.

Tabla 3

*Distribución de respuestas del alumnado del colegio público provincial urbano por tareas, situaciones (1, 2, 3) y estrategias asociadas a los estados (E)*

	EI				EII				EIII				EIV				EV				EVI			
	1	2	3	1	1	2	3	1	1	2	3	1	1	2	3	1	1	2	3	1	1	2	3	1
Al. (3,4)																								
A	4							2																
B																								
Mar. (3,11)																								
A				4	1																			
B																								
Ju. (4,2)																								
A	4				5				3				3				2							
B																								
Ra. (4,4)																								
A	4				4																			
B																								
Al. (5,1)																								
A	3				2																			
B																								
Ma. (5,1)																								
A	4				4																			
B																								
Ma. (5,5)																								
A	4				5				3							3								
B																								

	EI				EII				EIII				EIV				EV				EVI			
	1	2	3	1	1	2	3	1	1	2	3	1	1	2	3	1	1	2	3	1	1	2	3	1
Pa. (5,8)																								
A	4							4				1	3											
B																								
Ma. (5,8)																								
A	4				5				4				5				4				5			
B																								
Un. (6,3)																								
A	4				5				4				5				4							
B																								

Se utiliza el sombreado para indicar la clasificación de las respuestas de cada alumno. Los números del 1 al 4 indican la valoración dada a las estrategias empleadas en cada caso, siendo 1 la menos evolucionada y 4 la más evolucionada.

En base a la distribución de las respuestas proporcionadas por los alumnos, se puede afirmar que los estados I y II son superados por la mayoría de los niños, con estrategias mayores o iguales que 3 respecto a la segunda tarea y con estrategias mayores o iguales que 4 respecto a la primera. Para estos casos, se entiende que los niños son capaces de diferenciar los elementos de una serie (la escalera), al tener que etiquetarlos siguiendo el orden de sucesión de los peldaños. Esto es lo que significa que los niños resuelvan la tarea I con la estrategia 4.

Por otra parte, se observa que son capaces de comparar dos elementos consecutivos de la escalera mediante la relación infralógica de orden topológico “estar al lado de” cuando resuelven la tarea asociada al estado II con una estrategia mayor o igual a 3. Sólo un niño es capaz de superar la tarea asociada al estado VI. Además, lo hace con la estrategia 5.

Al desplazarse por la Tabla 3 de izquierda a derecha según las columnas de los estados, se observa cómo se va dando una mayor dispersión en las respuestas, lo que demuestra la evolución de los estados.

Asimismo, si se observa la misma Tabla 3 de arriba hacia abajo, se percibe como las respuestas tienden a concentrarse en la primera columna dentro de cada estado o terminan por aparecer los números de estrategias indicadores de que han superado con éxito la tarea del estado. Parece ser, por tanto, que éste es un conocimiento que evoluciona con la edad.

Por otra parte, se persigue determinar los perfiles de los niños que conforman una categoría determinada, atendiendo a si han sido capaces o no de realizar la tarea asociada a un estado K del modelo evolutivo. Para ello, se organizan las respuestas de los escolares como se muestra en la Tabla 4 para el caso del colegio público provincial urbano.

Tabla 4  
*Distribución de respuestas por tareas asociadas a los estados de los niños del colegio público provincial urbano*

Alumnos	Estados					
	I	II	III	IV	V	VI
Al. (3, 4)	×	×				
Mar. (3, 11)	×	×				
Ju. (4, 2)	×	×	×	×	×	
Ra. (4, 4)	×	×				
Al. (5, 1)	×	×				
Ma. (5, 1)	×	×				
Ma. (5, 5)	×	×	×	×		
Pa. (5, 8)	×	×	×	×		
Ma. (5, 8)	×	×	×	×	×	×
Un. (6, 3)	×	×	×	×	×	

Del análisis realizado a partir de esta nueva organización de los datos, se extrae que todos los niños que han realizado con éxito la tarea asociada al Estado K del modelo evolutivo, realizan correctamente todas las tareas asociadas a estados inferiores. Por tanto, se obtiene la siguiente conclusión: Los niños de 3 a 6 años se pueden categorizar en seis niveles evolutivos de competencias ordinales. Un niño cualquiera estará en un nivel determinado K si es capaz de realizar con éxito tareas propias del estado K del modelo evolutivo de competencias ordinales aquí definido.

### **Aplicabilidad de los Resultados**

Del estudio descrito podemos extraer algunas consecuencias operativas:

- ◆ Los resultados obtenidos posibilitan una adaptación curricular a las posibilidades reales de los niños de educación infantil, con unos currículos adecuados a los niveles del conocimiento lógico ordinal de la secuencia numérica.
- ◆ La investigación plantea a los maestros de educación infantil el reto de conseguir en sus alumnos la integración de las habilidades y rutinas presentes en la acción de contar en estrategias que manifiesten algún tipo de relación lógica ordinal entre los términos numéricos.
- ◆ Que un niño sepa contar no garantiza que se encuentre en el nivel IV o superior. Por tanto, es necesario ser cautos a la hora de presentar conocimientos numéricos a los niños para su aprendizaje.

- ◆ Los maestros pueden utilizar los niveles del conocimiento lógico ordinal para obtener una información del estado en competencias ordinales de sus alumnos como indicador de sus potencialidades en actividades numéricas.
- ◆ La entrevista clínica individual con escolares de 3 a 6 años constituye un método útil para analizar los esquemas lógicos matemáticos que los niños aplican en el desarrollo de una tarea.

## REFERENCIAS

- Bang, V. (1966). *La méthode clinique et la recherche en psychologie de l'enfant. Psychologie et épistémologie génétique: thèmes piagètiens*. Paris: Dunod.
- Bermejo, V. y Lago, M. O. (1991). *Aprendiendo a contar. Su relevancia en la comprensión y fundamentación de los primeros conceptos matemáticos*. Madrid: CIDE.
- Bliss, J. (1987). *La entrevista*. Documento no publicado, Universidad de Málaga.
- Brainerd, C. J. y Gordon, L. L. (1994). Development of verbatim and gist memory for numbers. *Developmental Psychology*, 30(2), 163-177.
- Claparède, E. (1976). Prefacio. En J. Piaget (Ed.), *Le langage et la pensée chez l'enfant* (p. I-XIV). Neuchâtel: Delachaux et Niestlé .
- Dedekind, R. (1988). *Was sind und was sollen die Zahlen?* Veweg: Braunschweig.
- Dienes, Z. P. (1970). *La construcción de las matemáticas*. Barcelona: Vicens Vives.
- Dieudonné, J. (1989). *En honor del espíritu humano. Las matemáticas hoy*. Madrid: Alianza Universal.
- Fernández, C. (2001). *Relaciones lógicas-ordinales entre los términos de la secuencia numérica en niños de 3 a 6 años*. Tesis Doctoral. Málaga: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga.
- Fernández, C. (2004). *Análisis didáctico de la secuencia numérica*. Málaga: Dykinson.
- Fernández, C. (2007). *Investigación sobre pensamiento numérico mediante entrevistas clínicas*. Málaga: Autor.
- Fernández, C. y Ortiz, A. (2008). La evolución del pensamiento ordinal en escolares de 3 a 6 años. *Infancia y Aprendizaje*, 31(1), 107-130.
- Freudenthal, H. (1983). *Didactical phenomenology of mathematical structures*. Dordrecht: Reidel Publishing Company.
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Fuson, K. (1988). *Children's counting and concepts of number*. Nueva York: Springer-Verlag.
- Gelman, R. y Gallistel, C. R. (1978). *The child's understanding of number*. Cambridge: MA: Harvard University Press.

- Hartnett, P. y Gelman, R. (1998). Early understanding of numbers: paths or barriers to the construction of new understandings? *Learning and Instruction*, 8(4), 341-374.
- Helmholtz, F. (1945). *Las etapas de la filosofía matemática*. Buenos Aires: Lautaru. (Versión original: Zahlen und hessen erkennt nissthoretisch betrachtet. En Brunschvicg, 1887).
- Inhelder, B., Sinclair, H. y Bovet, M. (1996). *Aprendizaje y estructuras del conocimiento*. Madrid: Morata.
- Manzi, A. y Winters, L. (1996). *Mental rotation and sequential ordering in pre-schoolers*. Trabajo presentado en el décimo cuarto encuentro bianual de la International Society for the Study of Behavioral Development, Quebec, Canada.
- Ortiz, A. (1998). *Razonamiento inductivo numérico. Un estudio en educación primaria*. Tesis doctoral no publicada. Universidad de Granada, España.
- Ortiz, A. (2001). Entrevistas semiestructuradas. Una aplicación en educación primaria. En E. Lacasta y J. R. Pascual (Eds.), *Actas del II Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM)* (pp. 33-55). Pamplona: Universidad Pública de Navarra.
- Ortiz, A. y Fernández, C. (2007). Razonamiento inductivo numérico. Modelización de las competencias ordinales en educación infantil. En E. Castro y J. L. Lupiañez (Eds.), *Investigaciones en educación matemática: pensamiento numérico* (pp. 101-128). Granada: Editorial Universidad de Granada.
- Peano, J. (1979). *Los principios de la aritmética*. Oviedo: Pentalfa.
- Piaget, J., Apostel, L., Castorina, J. A. y Gladys, P. (1986). *Construcción y validación de las teorías científicas. Contribución de la epistemología genética*. Barcelona: Piados Studio.
- Piaget, J. e Inhelder, B. (1976). *Génesis de las estructuras lógicas elementales: clasificaciones y seriaciones*. Buenos Aires: Guadalupe.
- Piaget, J. y Szeminska, A. (1964). *Le gènese du nombre chez l'enfant*. Neuchâtel: Editions Delachaux et Niestlé.
- Piaget, J. (1981). *La toma de conciencia*. Madrid: Morata.
- Piaget, J. (1985). *La psicología de la inteligencia*. Barcelona: Grijalbo.
- Schaeffer, B., Eggleston, V. H. y Scott, J. L. (1974). Number development in young children. *Cognitive Psychology*, 6, 357-379.
- Stegmüller, W. (1979). *Teoría y experiencia* (Taró, Trad.). Madrid: Ariel. (Trabajo original publicado en 1970.)
- Sinclair de Zwart, H. (1978). *Adquisición del lenguaje y desarrollo de la mente*. Barcelona: Oikos-Tau.
- Sophian, C. (1995). Representation and reasoning in early numerical development: counting, conservation, and comparisons between sets. *Child Development*, 66(2), 559-577.

Una versión previa de este documento se publicó originalmente como Fernández, C. (2003). Entrevistas clínicas individuales a escolares de 3 a 6 años. Una modelización de las competencias ordinales en educación infantil. En J. Murillo, P. M. Arnal, R. Escolano, J. M. Gairín y L. Blanco (Eds.), *Actas del VI Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM)* (pp. 95-136). Logroño: Universidad de La Rioja.

Catalina Fernández  
Universidad de Málaga  
cfernandez@uma.es