

Metodología multimedia en la evaluación del Pensamiento Matemático Ordinal en escolares de 3 a 6 años.

Pedro Hernández Hernández
I.E.S. Manuel Alcántara. Málaga
phernandez07@gmail.com

Resumen

En esta comunicación se presentan algunos de los resultados de un estudio sobre la relevancia de la metodología multimedia en la evaluación de la etapa preinductiva del Pensamiento Matemático Ordinal en escolares de 3 a 6 años. Concretamente, los correspondientes al estudio del orden lineal.

Los resultados avalan la validez de la misma no solo como instrumento de investigación en Educación Matemática en las etapas infantil y primaria, sino también como recurso educativo de primer orden capaz de detectar casos individuales que hacen posible el diagnóstico y tratamiento de la diversidad a estas edades.

Este estudio se llevó a cabo en la Universidad de Málaga en el año 2004.

Palabras clave: educación, matemáticas, evaluación, multimedia, infantil, primaria, orden, ordinal, pensamiento, diagnóstico, tic.

Title

Methodology multimedia in the evaluation of the Ordinal Mathematic Thought in students of 3 to 6 years.

Abstract

In this communication appear some of the results of a study on the relevance of the methodology multimedia in the evaluation of the preinductive stage of the Ordinal Mathematic Thought in students of 3 to 6 years. Concretely, the corresponding ones to the study of the linear order.

The results guarantee the validity of the same one not only like instrument of investigation in Mathematic Education in the stages infantile and primary, but also like educative resource of first order able to detect individual cases that they makes the diagnosis and treatment possible of the diversity to these ages.

This study was carried out in the University of Málaga in 2004.

Key words: education, mathematics, evaluation, multimedia, infantile, primary, order, ordinal, thought, diagnosis, ict.

Introducción

Esta comunicación constituye una breve síntesis de una parte de la memoria de Tercer Ciclo titulada *Desarrollo metodológico multimedia para la evaluación del Pensamiento Numérico Ordinal en escolares de 3 a 6 años*, dirigida por el Dr. D. Alfonso Ortiz Comas del área de conocimiento de Didáctica de la Matemática del Departamento de Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Málaga, y realizada por el autor en el año 2004.

En esa investigación se planteaba el problema de construir tareas multimedia que permitieran avanzar en la evaluación de la evolución del Pensamiento Matemático Ordinal, etapa preinductiva, en escolares de 3 a 6 años y en la diagnosis de las dificultades de aprendizaje en este aspecto del Pensamiento Matemático, tomando como referencia los siguientes pilares básicos:

1. Las construcciones ordinales de los números naturales en Matemáticas.
2. Los paradigmas piagetiano y del procesamiento de la información, modelo de integración de habilidades, en la construcción del número natural en psicología.
3. Los resultados de los trabajos de Ortiz (1997) sobre razonamiento inductivo numérico, en su modelo de desarrollo del mismo y en su conjetura relativa al origen del número, anterior al nivel aditivo, en cuanto a los aspectos preinductivos no justificados por el inductivismo. De Fernández (2001) y de Fernández y Ortiz (2005), en los que se prueba la existencia de una construcción ordinal, desde el punto de vista psicológico, en paralelo con la construcción cardinal, del número natural por parte del niño de 3 a 6 años y se construye un modelo evolutivo de la misma.
4. La metodología psicométrica de evaluación de competencias intelectuales.
5. El estado actual de las investigaciones sobre el impacto de las tecnologías multimedia, y de las TIC, en el desarrollo de las capacidades cognitivas en general y del pensamiento matemático en particular.

Con el objeto de abordar y resolver el problema de investigación planteado se elaboró un modelo teórico evolutivo de competencias ordinales de cuatro estados sobre el que se apoyan las tareas que el niño debe realizar y que proporciona información sobre el estado de competencias ordinales en el que se halla (Hernández, 2005).

Las tareas multimedia desarrolladas se agruparon en cuatro conjuntos en consonancia con los cuatro estados del modelo evolutivo propuesto. Los resultados que siguen resumen el estudio correspondiente al primer estado. Remitimos al trabajo de Hernández (2005) para más detalles.

El desarrollo multimedia se llevo a cabo con Macromedia Director y los programas obtenidos pueden ejecutarse tanto en entorno Windows como en Guadalinex, a través de Wine.

La elección de los personajes que intervienen en las mismas se detalla de nuevo en Hernández (2005).

Tareas de orden topológico u orden lineal infralógico.

Mediante un conjunto de nueve tareas se pretende observar y evaluar, en primera aproximación, la capacidad para establecer un orden lineal por parte de los sujetos de la muestra.

En ellas planteamos la ordenación de objetos que aparecen colocados sobre caminos o recorridos y en las que el niño debe responder a cuestiones de orden lineal: *estar en primer lugar, estar en último lugar, estar antes que, estar después que, estar entre*; sin que intervengan relaciones lógicas de orden.

Desarrollo.

Estas tareas se llevaron a cabo mediante entrevistas clínicas individualizadas, practicadas a muestra aleatoria de 25 niños de edades comprendidas entre tres años y medio y seis años, tomando el material multimedia como base de la interacción entre el investigador y el niño.

Se realizaron de modo secuencial, de la primera a la décima, terminando este conjunto, bien al finalizar la décima y última o bien en el momento en que el niño no deseaba continuar por encontrar niveles que no alcanzaba.

La intervención del investigador en las mismas ha consistido en aclarar dudas, prestar una ayuda muy puntual en alguna dificultad con el ratón, insistir de modo totalmente imparcial en las cuestiones planteadas al niño en forma audiovisual en ocasiones puntuales, y observar y tomar nota de los aspectos considerados relevantes.

Descripción

El conjunto comienza con una primera ventana de recogida de información relativa a cada niño de la muestra:



The image shows a screenshot of a software window titled "Orden.1". The window has a blue title bar and a green background with a forest scene. On the left, there is a small illustration of a bear in a cave. The main content area is a white form titled "Datos Personales" with the following fields:

- Clave:
- Apellido:
- Nombre:
- Curso: Grupo:
- Fecha de nacimiento:
- Edad: años meses
- Sexo:
- Colegio:
- Localidad:

A blue arrow points to the right at the bottom right of the form.

Ilustración 1

Es decir, la clave asignada a cada niño, sus apellidos, nombre, curso y grupo en que se encuentra, su fecha de nacimiento, su edad en años y meses y finalmente su sexo.

Estos datos quedan almacenados en variables globales definidas en el programa para su posterior tratamiento y análisis.

La primera tarea observacional es la **segunda**, en la que se pide al niño mediante el mensaje sonoro: "Haz clic en el camino que tiene que seguir Mowgli para coger **primero** el plátano", que identifique el primer elemento de una serie sencilla de dos elementos:



Ilustración 2

Todas las respuestas y acciones del niño se recogen en las variables:

| Tarea 2 | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|----|---------|
| v21 | n21 | v22 | n22 | t2 | listaR2 |

Las nombradas mediante la letra “v” identifican en primer lugar la tarea, en este caso se trata de la segunda, de ahí que el primer índice sea 2; y en segundo lugar los caminos que intervienen en ella, en este caso 1 para el camino azul y 2 para el amarillo. De ahí que resulten las variables v21 y v22, cuyos únicos valores son: 1 para v21 y 2 para v22.

La misión de estas variables consiste en informar de si el niño hace clic sobre el camino 1, de color azul y correcto, o sobre el camino 2, amarillo e incorrecto, en la tarea 2.

Para seguir un criterio uniforme, en las tareas posteriores también hemos asignado el valor 1 del segundo índice al camino que es solución de la cuestión planteada.

Las variables nombradas mediante la letra “n”, también están indexadas mediante dos índices cuya función es idéntica a la anterior, esto es, el primer índice informa del número de la tarea, del 2 al 10, y el segundo del camino sobre el que el niño ha hecho clic.

Estas variables recogen el número de intentos que el niño ha realizado sobre cada camino, esto es, el número de veces que ha hecho clic sobre cada uno de ellos.

La tarea finaliza la primera vez que el niño hace clic sobre el camino correcto, que es el camino 1, por lo que n21 solo puede tomar el valor 1. La variable n22 puede tomar cualquier valor natural, aunque por operatividad el valor máximo se restringió a 10 (Elegimos no considerar más de 10 errores en la tarea).

La variable t2 almacena el tiempo, en segundos, que tardó el niño en realizar la tarea 2. En las tareas siguientes las variables ti almacenan los tiempos invertidos por el niño en realizar las tareas correspondientes. Si alguna de estas variables almacena el valor cero significa que el niño no ha realizado la tarea correspondiente.

Finalmente, la variable listaR2 recoge las acciones del niño tal como se produjeron: sobre qué caminos hizo clic y el número de intentos realizados en cada momento y en qué orden.

Esta lista es en realidad una lista de pares (vij, nij) que reproducen las acciones sucesivas del niño en la tarea.

Ejemplos de valores de esta variable son los siguientes:

- ❖ [1, 1], que informa de que el niño ha hecho clic sobre el camino correcto en el primer intento.
- ❖ [2, 1, 2, 2, 2, 3, 1, 1], que informa de que el niño ha comenzado la tarea haciendo clic tres veces sobre el camino incorrecto y que en el cuarto intento la resolvió finalmente.

La utilidad de esta variable con solo dos caminos es limitada, sin embargo muestra su utilidad cuando en la tarea están presentes más de dos caminos.

El sistema de codificación de respuestas y acciones es el mismo para las tareas siguientes, variando tanto el número de la tarea como el número de caminos.

Por lo que se refiere a la tarea 2, cuando el niño hace clic sobre el camino azul, que es el correcto, el personaje se pone en movimiento, recorre dicho camino, recoge las frutas que se hallan en él y se muestra la ventana de solución a la cuestión planteada, desde la que también es posible pasar a la tarea siguiente:

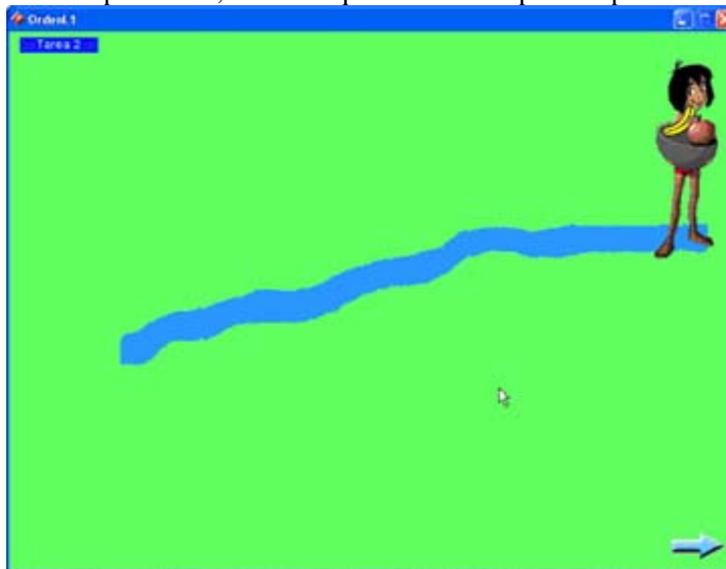


Ilustración 3

En las tareas restantes se sigue el mismo método y la misma codificación.

Las siguientes se plantearon como se indica a continuación.

La **tercera tarea** comienza con el mensaje sonoro: “Haz clic en el camino que tiene que seguir Mowgli para coger primero la manzana”.

Su misión consiste en reducir al mínimo la probabilidad de que se haya resuelto por azar la cuestión anterior, por tanto, consideraremos que el niño es capaz de identificar el primer elemento de una serie sencilla solo cuando resuelva positivamente las tareas segunda y tercera.

La **cuarta tarea** comienza con el mensaje sonoro: “Haz clic en el camino que tiene que seguir Mowgli para coger en último lugar la manzana”.

En ella se plantea al niño que identifique el último elemento de una serie sencilla de dos.

La **quinta tarea** comienza con el mensaje sonoro: “Haz clic en el camino que tiene que seguir Mowgli para coger en último lugar el plátano”.

En ella volvemos a plantear al niño que identifique el último elemento de una serie sencilla de tres.

Su propósito es doble. Por una parte, y al igual que la tercera tarea, reduce al mínimo la probabilidad de que se haya resuelto por azar la cuestión anterior. Y por otra, incrementa el grado de dificultad en la identificación del último elemento de una serie sencilla.

Por tanto, consideraremos que el niño es capaz de identificar el último elemento de una serie sencilla cuando resuelva positivamente las tareas cuarta y quinta.

La **tarea sexta** se presenta con el mensaje: “Haz clic en el camino que tiene que seguir Mowgli para coger la naranja antes que el plátano”.

En ella se plantea al niño la localización del **anterior inmediato** a un objeto en una serie ordenada linealmente.

Para resolver la tarea, debe identificar previamente el plátano como último elemento de la serie caracterizada por el camino rojo, que es solución. Por tanto esta tarea es de nivel superior a las dos anteriores.

La **séptima tarea** comienza con el mensaje sonoro: “Haz clic en el camino que tiene que seguir Mowgli para coger la naranja después que el plátano”.

En ella se plantea al niño la localización del **siguiente inmediato** a un objeto en una serie ordenada linealmente.

Para resolver la tarea, debe identificar previamente el plátano primer elemento de la serie caracterizada por el camino azul, que es solución. Por tanto esta tarea es de nivel superior a las tareas segunda y tercera.

En la **octava tarea** se plantea al niño: “Haz clic en el camino que tiene que seguir Mowgli para coger **primero** la manzana, **luego** la pera y por **último** la naranja”

Por tanto debe identificar una serie ordenada completa de tres elementos. Esta tarea refuerza la anterior, ya que al ser el primer elemento común a las tres series propuestas, la solución, camino amarillo, está determinada por el *siguiente inmediato* a la manzana, que es la pera en este caso.

Consideramos esta tarea de nivel superior a las anteriores, tanto por su enunciado que cambia claramente, como por su nuevo contenido, es decir, por la existencia de tres caminos o alternativas a analizar que aumentan el número de posibilidades a tener en cuenta.

La **novena tarea** comienza mediante el mensaje sonoro: “Haz clic en el camino que tiene que seguir Mowgli para coger **primero** la manzana, **después** la naranja, **luego** la pera y por **último** el plátano”.

En ella se plantea al niño que identifique una serie ordenada completa de cuatro elementos. Las dos alternativas a considerar, caminos amarillo y rojo, tienen iguales el primer y el último elemento, por lo que la solución, camino rojo, está determinada por el orden de los elementos intermedios o, equivalentemente, por la consideración de la naranja como *siguiente inmediato* del primer elemento o la pera como *anterior inmediato* del último elemento.

Consideramos la tarea de nivel superior a las anteriores.

Finalmente, la **décima tarea** comienza con el mensaje: “Haz clic en el camino que tiene que seguir Mowgli para coger la pera **después** que la manzana y el plátano **antes** que la naranja”.

Al igual que en la tarea anterior se plantea al niño que identifique una serie ordenada completa de cuatro elementos, pero partiendo, en este caso, de posiciones intermedias. También puede determinarse la solución, camino amarillo, considerando la naranja como *último elemento* de la serie descartando previamente el camino azul, cuyo primer elemento no es la manzana.

Consideramos esta tarea de nivel superior a las anteriores, dadas las relaciones ordinales que el niño debe establecer para resolverla.

Desde la ventana de solución de la décima tarea, el investigador pasa a la última ventana del conjunto de tareas, haciendo clic en la flecha que aparece en la esquina inferior derecha, o bien desde la opción *Fin* de la lista desplegable de las ventanas de planteamiento, si el niño no las ha completado todas.

Desde ella es posible:

- Pasar a la primera ventana del conjunto para iniciar una nueva entrevista, haciendo clic sobre el botón **Inicio**.
- Repetir una tarea concreta sin que se modifiquen los datos recogidos para las demás, haciendo clic sobre el botón **Elegir tarea**.
- Guardar los valores almacenados en las variables en un archivo de texto para su análisis posterior, haciendo clic sobre el botón **Guardar datos**.

A modo de resumen, el conjunto de variables almacenado por tareas fue el siguiente:

| Tarea 2 | | | | | | Tarea 3 | | | | | | Tarea 4 | | | | | | Tarea 5 | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|----|---------|---------|-----|-----|-----|----|---------|---------|-----|-----|-----|----|---------|---------|-----|-----|-----|----|---------|
| v21 | n21 | V22 | n22 | t2 | listaR2 | v31 | n31 | v32 | n32 | t3 | listaR3 | v41 | n41 | v42 | n42 | t4 | listaR4 | v51 | n51 | v52 | n52 | t5 | listaR5 |

| Tarea 6 | | | | | | Tarea 7 | | | | | | Tarea 8 | | | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|----|---------|---------|-----|-----|-----|----|---------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|----|---------|
| v61 | n61 | v62 | n62 | t6 | listaR6 | v71 | n71 | v72 | n72 | t7 | listaR7 | v81 | n81 | v82 | n82 | v83 | n83 | t8 | listaR8 |

| Tarea 9 | | | | | | Tarea 10 | | | | | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|----------|---------|------|------|------|------|------|------|-----|----------|
| v91 | n91 | v92 | n92 | v93 | n93 | t9 | listaR9 | v101 | n101 | v102 | n102 | v103 | n103 | t10 | listaR10 |

Aspectos a considerar

Mediante este conjunto de tareas se pretende:

- Averiguar si la tecnología multimedia es o no adecuada como instrumento de evaluación y diagnóstico del pensamiento matemático ordinal en el intervalo de edades de 3 y medio a 6 años.
- Determinar si las propias tareas desarrolladas son o no adecuadas a dicho fin, en relación con la capacidad de establecer órdenes lineales infralógicos por niños de estas edades.
- Averiguar, en base a estas tareas, hasta qué punto el niño es capaz de establecer un orden lineal infralógico, en secuencias de hasta cuatro objetos, determinando sus componentes más sencillos: *primer elemento*, *último elemento*, *anterior a*, *siguiente a*.
- Identificar estados de competencia y/o desarrollo, en este aspecto del orden, en base a los resultados recogidos que posibiliten el diagnóstico y el posterior tratamiento.

Resultados obtenidos

Introducción

A continuación se hace un breve análisis de los resultados obtenidos y nos remitimos para más detalles al trabajo de Hernández (2005).

Como se ha indicado anteriormente, los datos almacenados en las variables globales del conjunto de tareas se recogieron, en primera instancia, en un fichero de texto que posteriormente fue importado a un gestor de bases datos relacionales.

El estudio de dichos datos se realizó mediante consultas a la base datos y conexiones con una hoja de cálculo y un procesador de textos.

Análisis

Para una justificación completa del sistema de evaluación y codificación elegido volvemos a remitirnos a Hernández (2005).

La síntesis de resultados se recoge en la siguiente tabla. En cuya primera columna, además de la clave asignada a cada niño, consignamos los siete bloques en los que se agruparon las nueve tareas, la suma de puntuaciones, la misma suma en escala 10 y las medias por grupos de edad en esta misma escala.

Las correspondencias de los bloques restantes son:

- **L1A** sintetiza las tareas segunda y tercera correspondientes al "*primer elemento*".
- **L2A** sintetiza las tareas cuarta y quinta correspondientes al "*último elemento*".
- **L3**: sexta tarea, se refiere al concepto "*antes que*".
- **L4**: séptima tarea, se refiere al concepto "*después que*".
- **L5**: octava tarea, se refiere a la ordenación de tres elementos con tres caminos posibles.
- **L6**: novena tarea, referente a la ordenación de cuatro elementos con tres caminos posibles.
- **L7**: décima tarea, en la que se demanda una respuesta simultanea a una cuestión referente a los conceptos "*después que*" y "*antes que*" en la que intervienen cuatro elementos y tres caminos.

Se ha asignado el valor 0 cuando no se resuelve la tarea o tareas del bloque, el valor 1 cuando se resuelve sin fallos y el valor 0,5 cuando se comete un solo fallo en el bloque.

| clave | L1A | L2A | L3 | L4 | L5 | L6 | L7 | Suma | Suma (10) | Medias GE |
|---------------|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-------|-----------|-----------|
| 3AYM1 | 1 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,5 | 2 | |
| 3AYM2 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 0 | 0,5 | 0,5 | 4,5 | 6 | |
| 3AYM3 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | |
| 3AYM4 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 3,5 |
| 4A1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 5 | 7 | |
| 4A2 | 0,5 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 0 | 0 | 4 | 6 | |
| 4A3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 4 | 6 | |
| 4A4 | 0 | 0 | 0,5 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| 4A5 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 5 | 7 | 5,4 |
| 4AYM1 | 0,5 | 1 | 1 | 0 | 0,5 | 1 | 1 | 5 | 7 | |
| 4AYM2 | 0 | 0,5 | 1 | 1 | 0,5 | 1 | 1 | 5 | 7 | |
| 4AYM3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0,5 | 0 | 2,5 | 4 | |
| 4AYM4 | 1 | 1 | 0,5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3,5 | 5 | 5,75 |
| 5A1 | 0 | 0,5 | 1 | 0,5 | 1 | 1 | 0 | 4 | 6 | |
| 5A2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 10 | |
| 5A3 | 0,5 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 1 | 0 | 5 | 7 | |
| 5A4 | 0 | 0,5 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,5 | 4 | 6 | 7,25 |
| 5AYM1 | 0,5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6,5 | 9 | |
| 5AYM2 | 0,5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 5,5 | 8 | |
| 5AYM3 | 1 | 1 | 0,5 | 1 | 0 | 1 | 1 | 5,5 | 8 | |
| 5AYM4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 10 | 8,75 |
| 6A1 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 3,5 | 5 | |
| 6A2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 | 9 | |
| 6A3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 7 | |
| 6A4 | 0,5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 4 | 6 | 6,75 |
| Suma T | 11 | 19,5 | 22 | 18 | 10 | 16 | 11,5 | Media | 6,2 | |

Tabla 1

Resaltemos que el sistema pretende clasificar los resultados obtenidos y proporcionar una base numérica que posibilite calcular medias y observar tendencias que clarifiquen el análisis.

La última fila resume las respuestas positivas en cada tarea sobre un total de 25, lo que permite observar el grado de adecuación de las propias tareas, grado que consideramos positivo.

Las medias por grupos de edad las observamos mejor en el gráfico siguiente.

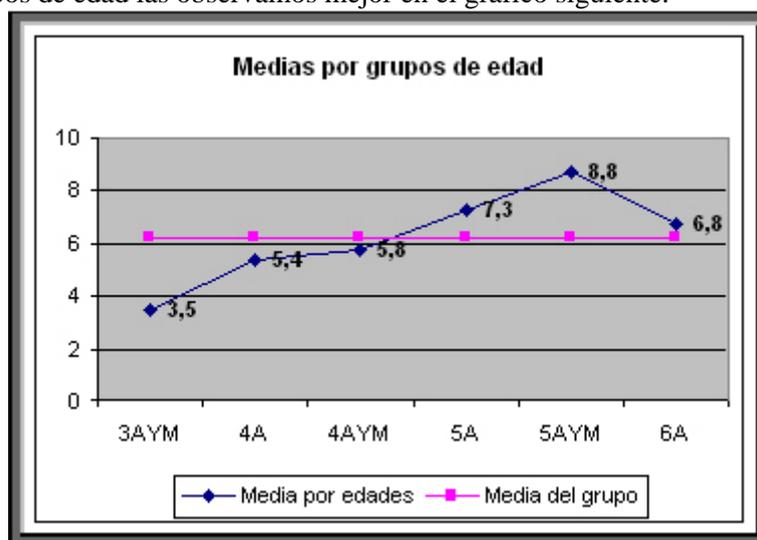


Gráfico 1

De un primer análisis de los resultados podemos obtener las conclusiones:

- 1ª. Las tareas multimedia referentes al orden lineal infralógico distinguen diferentes estados de competencias ordinales en el intervalo de edad de 3 y medio a 6 años de edad.
- 2ª. Son adecuadas para asignar un estado de competencia ordinal infralógica a cada niño de la muestra, esto es con ellas podemos evaluar en primera aproximación el grado de competencia en que se encuentra.
- 3ª. Podemos encontrar patrones de desarrollo singulares respecto al grupo de edad: altos, bajos e inestables; que pueden ayudar en el diagnóstico tanto de niños que presentan un desarrollo precoz como de los que pudieran requerir una atención individualizada.
- 4ª. Observamos que, en promedio, el estado competencial evoluciona positivamente con la edad, de forma cuasi-lineal.
- 5ª. Consideramos que los intervalos de edad de seis meses elegidos para este estudio son adecuados; puesto que, salvo en los intervalos de 4 años y cuatro años y medio, encontramos entre ellos diferencias apreciables en promedio.

Estados hallados.

La distribución de estados resultó ser la siguiente:

| Estado | Frecuencia | Niños |
|--------|------------|-----------------------------|
| 1 | 1 | 4A4 |
| 2 | 1 | 3AYM1 |
| 3 | 2 | 3AYM3 3AYM4 |
| 4 | 1 | 4AYM3 |
| 5 | 2 | 4AYM4 6A1 |
| 6 | 6 | 3AYM2 4A2 4A3 5A1 5A4 6A4 |
| 7 | 6 | 4A1 4A5 4AYM1 4AYM2 5A3 6A3 |
| 8 | 2 | 5AYM2 5AYM3 |
| 9 | 2 | 5AYM1 6A2 |
| 10 | 2 | 5A2 5AYM4 |

Que podemos apreciar con mayor claridad en el siguiente gráfico.

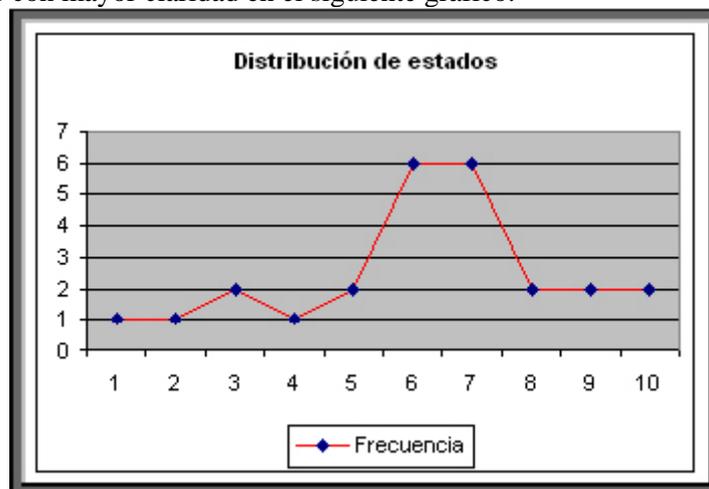


Gráfico 2

Distribución cuyo aspecto recuerda al de la normal, lo que apunta a la validez de la prueba en consonancia con los resultados de la psicometría.

A partir del análisis de los estados hallados, podemos concluir:

- 1º. Los niños que se encuentran en un estado inferior al quinto responden positivamente solo a alguno de los bloques **L1A** a **L4**, lo que significa que tienen un conocimiento parcial y aislado de los conceptos correspondientes, o bien un conocimiento incipiente. En estos

estados encontramos, como era de esperar, a la mayoría de los niños del grupo 3AYM y a dos niños de cuatro y cuatro años y medio (4A4, 4AYM3) que requerirían una atención específica al menos en este aspecto ordinal.

- 2º. Solo a partir del quinto estado todos esos conceptos comienzan a conocerse de modo coherente. Lo que sucede a partir de los cuatro años, pudiéndose encontrar algún niño de seis años que aún no los domina completamente. En concreto, ningún niño de seis años de la muestra elegida resolvió completamente los cuatro primeros bloques, aún en el caso de resolver los tres últimos. Aunque encontramos un niño de tres años y medio, 3AYM2, que lo consigue de forma precoz.
- 3º. Solo a partir del sexto estado comienzan a resolverse de forma aislada e incompleta los tres últimos bloques, habiendo superado completamente o no los cuatro anteriores. Y no se consigue resolver positivamente los tres bloques hasta el estado 9, por niños de cinco y medio y seis años. Aunque un niño de cinco años, 5A2, lo consigue quizá de forma un poco precoz.
- 4º. Además de los indicados en la primera conclusión, se reconocen otros patrones de respuestas que pudieran requerir atención especial de cara al diagnóstico: 4AYM4, 6A1, 6A3, 6A4.

Análisis temporal

| clave | t2 | t3 | t4 | t5 | t6 | t7 | t8 | t9 | t10 | Total niño(min) | Media/Grupo |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|----|------|----|-----|-----|---------------------|---------------------|
| 3AYM1 | 13 | 9 | 12 | 56 | 26 | 55 | 62 | 0 | 0 | 3,9 | |
| 3AYM2 | 35 | 92 | 10 | 29 | 26 | 26 | 32 | 23 | 56 | 5,5 | |
| 3AYM3 | 19 | 26 | 14 | 18 | 13 | 19 | 47 | 16 | 0 | 2,9 | |
| 3AYM4 | 68 | 86 | 19 | 35 | 25 | 28 | 78 | 0 | 0 | 5,7 | 4,5 |
| 4A1 | 13 | 12 | 24 | 10 | 9 | 10 | 26 | 26 | 14 | 2,4 | |
| 4A2 | 40 | 11 | 22 | 11 | 13 | 18 | 30 | 48 | 26 | 3,7 | |
| 4A3 | 18 | 22 | 11 | 10 | 13 | 12 | 25 | 18 | 34 | 2,7 | |
| 4A4 | 37 | 26 | 12 | 17 | 13 | 19 | 25 | 19 | 33 | 3,4 | |
| 4A5 | 17 | 67 | 21 | 17 | 12 | 16 | 93 | 29 | 22 | 4,9 | 3,42 |
| 4AYM1 | 40 | 9 | 11 | 10 | 11 | 61 | 17 | 13 | 14 | 3,1 | |
| 4AYM2 | 11 | 21 | 10 | 15 | 13 | 10 | 20 | 32 | 25 | 2,6 | |
| 4AYM3 | 21 | 18 | 19 | 18 | 13 | 17 | 30 | 22 | 36 | 3,2 | |
| 4AYM4 | 18 | 28 | 16 | 12 | 51 | 50 | 67 | 59 | 0 | 5 | 3,475 |
| 5A1 | 3 | 11 | 11 | 6 | 5 | 10 | 11 | 9 | 13 | 1,3 | |
| 5A2 | 9 | 11 | 16 | 11 | 24 | 13 | 17 | 16 | 22 | 2,3 | |
| 5A3 | 17 | 10 | 14 | 11 | 10 | 11 | 17 | 14 | 35 | 2,3 | |
| 5A4 | 29 | 14 | 33 | 13 | 5 | 13 | 12 | 25 | 26 | 2,8 | 2,175 |
| 5AYM1 | 38 | 12 | 13 | 25 | 65 | 14 | 19 | 37 | 42 | 4,4 | |
| 5AYM2 | 32 | 12 | 11 | 10 | 9 | 12 | 17 | 13 | 61 | 3 | |
| 5AYM3 | 11 | 7 | 17 | 8 | 33 | 12 | 28 | 10 | 11 | 2,3 | |
| 5AYM4 | 9 | 11 | 13 | 13 | 38 | 47 | 13 | 49 | 41 | 3,9 | 3,4 |
| 6A1 | 9 | 9 | 12 | 10 | 11 | 14 | 21 | 68 | 35 | 3,2 | |
| 6A2 | 14 | 12 | 17 | 18 | 13 | 15 | 22 | 17 | 15 | 2,4 | |
| 6A3 | 38 | 17 | 14 | 11 | 14 | 11 | 19 | 15 | 14 | 2,6 | |
| 6A4 | 17 | 9 | 13 | 11 | 15 | 18 | 18 | 16 | 19 | 2,3 | 2,625 |
| Total tareas | 9,6 | 9,4 | 6,4 | 6,8 | 8 | 8,85 | 13 | 9,9 | 9,9 | 81,8 | 3,3 |
| | | | | | | | | | | Total global | Media global |

Tabla 2

Los resultados temporales por niños y tareas se recogen en la tabla anterior. Los tiempos de cada niño en las tareas se expresan en segundos, sin embargo los totales y medias se han expresado en minutos para su mejor comprensión.

En dicha tabla observamos, en general, patrones temporales con menores tiempos en las tareas intermedias a pesar de tener mayor o igual grado de dificultad que las primeras.

Esto se observa mejor en el gráfico siguiente.

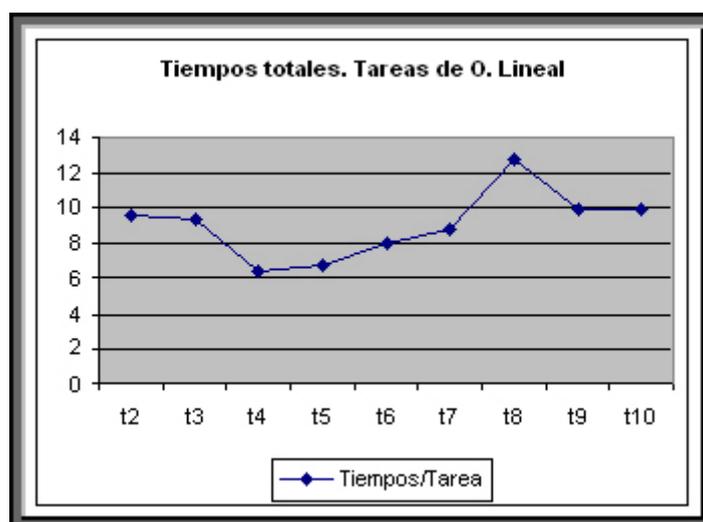


Gráfico 3

Observamos también que en las dos tareas iniciales los tiempos totales son más altos que en las dos siguientes, de grado de dificultad similar o mayor.

En resumen, del análisis del tiempo total empleado por cada niño en el conjunto de tareas, de las medias temporales obtenidas y del estudio de los patrones temporales individuales y por grupos de edad, concluimos:

- 1ª. En las dos tareas iniciales los tiempos totales son más altos que en las dos siguientes, de grado de dificultad similar. El resultado es coherente con lo encontrado en el análisis de los resultados sobre la muy probable necesidad de adaptación de los niños al tipo de tareas y el sobre el **aprendizaje** que parecen desarrollar a lo largo del conjunto. Conclusión que se confirma al observar la misma situación para la tarea 8 en relación con las anteriores y siguientes.
- 2ª. Se observa que los tiempos totales por tarea crecen con la dificultad de las mismas.
- 3ª. El 75% de los niños de la muestra realizan las nueve tareas en un intervalo temporal de comprendido entre 2 y 4 minutos. Situándose la media en los tres minutos y medio.
- 4ª. Las medias temporales por grupos de edad disminuyen con la misma, situándose entre los 4,5 y 2,2 minutos como valores máximo y mínimo, correspondientes a los grupos 3AYM y 5A. Aunque en general esta disminución puede relacionarse con una mejora en los resultados, no sucede siempre así, como lo demuestra el grupo 6A.
- 5ª. Los patrones temporales individuales tienden a uniformizarse con la edad.

Número de intentos

Por lo que se refiere al número de intentos, los resultados se recogen en la tabla siguiente.

| clave | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | Suma | Media grupo |
|--------------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|-------------|
| 3AYM1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 6 | 9 | 13 | 0 | 33 | |
| 3AYM2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 5 | |
| 3AYM3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4 | 0 | 0 | 9 | |
| 3AYM4 | 2 | 7 | 0 | 0 | 0 | 3 | 7 | 0 | 0 | 19 | 16,5 |
| 4A1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 13 | |
| 4A2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 2 | 10 | |
| 4A3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 3 | 7 | |
| 4A4 | 3 | 5 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 20 | |
| 4A5 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 23 | 14,6 |
| 4AYM1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 7 | |
| 4AYM2 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | |
| 4AYM3 | 0 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 1 | 3 | 12 | |
| 4AYM4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 14 | 10 | 0 | 25 | 12 |
| 5A1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 6 | |
| 5A2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5A3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 5 | |
| 5A4 | 0 | 3 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 14 | 6,25 |
| 5AYM1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | |
| 5AYM2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 14 | |
| 5AYM3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | |
| 5AYM4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,75 |
| 6A1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 8 | 3 | 15 | |
| 6A2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | |
| 6A3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | |
| 6A4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | 8 | 7,25 |
| Total | 22 | 39 | 8 | 12 | 6 | 23 | 75 | 42 | 33 | | |

Tabla 3

Resumiendo, del análisis del número de intentos erróneos de cada niño en el conjunto de tareas, de las medias de intentos erróneos por grupos de edad y del estudio del número de intentos erróneos por tareas, cuyos gráficos se muestran a continuación, concluimos:

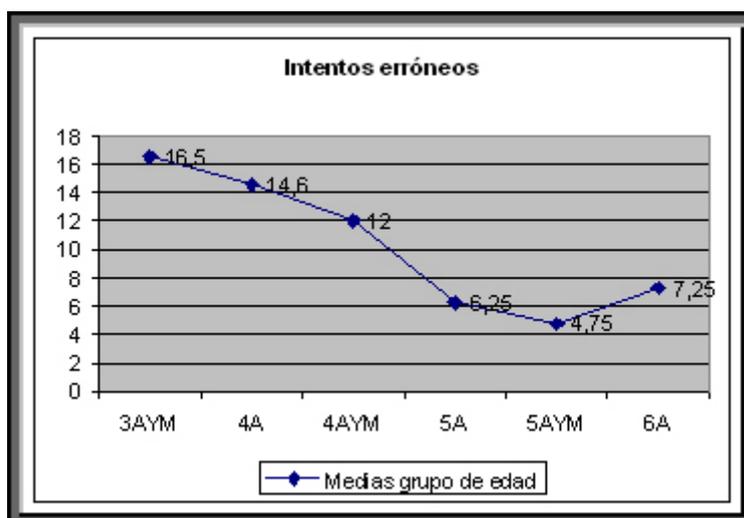


Gráfico 4

- 1ª. Los mayores números de intentos erróneos se corresponden con niños de menor edad, con niños de estados inferiores al sexto o si el niño supera este estado, ha encontrado bastantes dificultades en algunas tareas concretas, caso 4A5 en la tercera y octava.
- 2ª. Se observa que el número medio de errores disminuye con la edad y que hay una relación inversa con el aumento en el número del estado.
- 3ª. El análisis y comportamiento del número de intentos erróneos por tarea se corresponde por completo con el que describe los tiempos totales por tareas.

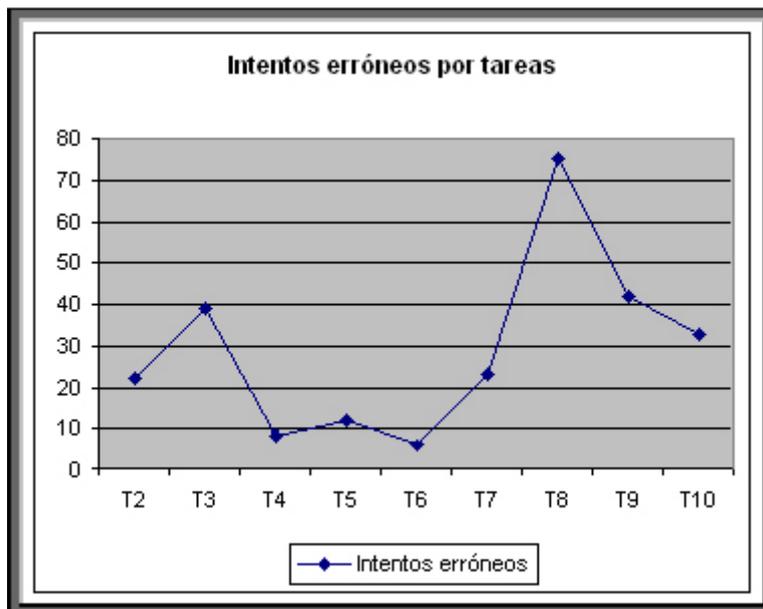


Gráfico 5

De la información que muestra el gráfico anterior deducimos que el comportamiento y análisis de los intentos erróneos por tareas se corresponde por completo con el que describe los tiempos totales por tareas. Salvo que en el caso presente se identifica la tercera tarea como fuente de mayor número de errores en los bloques L1A y L2A.

No creemos que esta tarea presente mayor dificultad que el resto de las tareas de ambos bloques, por lo que pensamos de nuevo en la necesidad de adaptación al juego en su primera fase y en el aprendizaje que se desarrolla a lo largo del conjunto de tareas.

Conclusiones últimas

- 1º. Las tareas multimedia desarrolladas permiten, en primera aproximación, evaluar competencias ordinales y detectar estados evolutivos diversos.
- 2º. Con ellas podemos recoger gran cantidad de información sobre el niño y sus acciones de forma sencilla, mientras que con otras metodologías de observación esta información puede ser difícil de recoger o puede pasar desapercibida. Lo que supone una ventaja de la tecnología multimedia como instrumento de investigación.
- 3º. Se observa con claridad que las tareas multimedia estimulan la puesta en juego de diversos tipos de inteligencia (Gardner, 1983), favorecen en un grado muy alto la motivación del niño frente a la tarea y minimizan la influencia del investigador. Lo que constituye otra ventaja de esta metodología.
- 4º. Es necesario realizar estudios más profundos para optimizarlas, perfeccionarlas y aplicarlas a un estudio definitivo que permita establecer conclusiones más fiables. Y también para calibrar la posibilidad de extenderlas a otros ámbitos del pensamiento matemático y a otras edades, lo que es posible basándonos en los resultados del presente estudio.
- 5º. A partir del estudio es posible establecer condiciones y criterios para diseñar y construir con criterios científicos, en cuanto a la forma y a los contenidos, material didáctico para la

introducción de las tecnologías multimedia en el sistema educativo y para el tratamiento de la diversidad.

Bibliografía

FERNÁNDEZ, C. (2001). *Modelo evolutivo de competencias ordinales (3- 6 años)*. Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Sociales y de las ciencias Experimentales. Universidad de Málaga.

FERNÁNDEZ, C. y ORTIZ, A. (2005), *La evolución del pensamiento ordinal en los escolares de 3 a 6 años*. En prensa (2004).

GARDNER, H. (1983). *Frames of Mind: the theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.

HERNÁNDEZ, P. (2005). *Desarrollo metodológico multimedia para la evaluación del Pensamiento Numérico Ordinal en escolares de 3 a 6 años*. Memoria de Tercer Ciclo. Departamento de Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga.

ORTIZ COMAS, A. (1997). *Razonamiento inductivo numérico. Una experiencia con escolares de Educación Primaria*. Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada.