

## LA FORMACIÓN INICIAL DE LA NORMAL PARA LA ENSEÑANZA DEL NÚMERO NATURAL

**María Teresa Carballo Riva Palacio, Marta Elena Valdemoros Álvarez**

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. (México)  
carivpa@yahoo.com.mx, mvaldemo@convestav.mx

**Palabras clave:** enseñanza, cognitivo, número natural, normalistas

**Key words:** teaching, cognitive, natural number, pre-service teachers

### RESUMEN

Reporte de investigación que señala los resultados obtenidos en un estudio cualitativo exploratorio efectuado a normalistas de primer semestre de la Licenciatura en Educación Primaria, bajo un enfoque etnogenético para identificar el proceso evolutivo en la construcción de estructuras cognitivas, con base en la lectura e interpretación de textos especializados en sesiones de *Seminario-taller* y los usos didácticos otorgados para enseñar el número natural a niños de educación primaria. Se analizan las interacciones sociales entre la investigadora, los docentes formadores de formadores, los normalistas y el alumno de primaria, a fin de identificar cómo se construye este conocimiento matemático cuando se enseña en este nivel educativo. El modelo de análisis de datos es de orden epistemológico, cognitivo, de comunicación social y diseño didáctico, con base en los elementos teóricos estudiados por el normalista.

### ABSTRACT

This research report points out the obtained results in the qualitative study applied to pre-service teachers in the first semester of the Primary Education bachelor Degree under an etnogenetic approach to identify the evolutive process in constructing cognitive structures base on the reading and interpretation of specialized texts. The sessions of the Seminar- workshop and the given didactic were used to teach the natural numbers of elementary school children. The social interaction among the researcher, the former of former teacher, the normalist student and the elementary school student are analyzed in order to identify how this mathematical knowledge is constructed when it is taught at this educative level. The model of the analysis is about epistemologic, cognitive, social communication and didactic design based on theoretical elements studied by the pre-service teacher.

### ■ Perspectiva teórica

Se fundó en la identificación de elementos cognitivos, sociales y didácticos. En lo cognitivo, se consideró el proceso de construcción operacional del número natural en los diferentes momentos de estructuración intelectual del normalista, desde la perspectiva de Piaget & Szeminska, (1964), para identificar el proceso de *comprensión* de la construcción cognitiva de operaciones de *encaje* y *clases*, en lo cardinal y en lo ordinal de la secuencia numérica ejecutada en el conteo, al ordenar las diferencias cuantitativas entre los conjuntos de elementos de los diferentes números naturales. Se destacó la importancia del paso gradual de la acción, a la acción mentalizada de la operación lógica, cuando se ha construido la *transitividad* y la *reciprocidad* cuantitativa de la *clase* numérica (Piaget, 1987, p. 76).

Las construcciones intensivas y extensivas se apoyan en la operación de *clasificación* y de *seriación* (Piaget & Inhelder, 1978, p. 182), como herramientas intelectuales para ordenar y recomponer el conocimiento cuantitativo y cualitativo construido. Estas elaboraciones cognitivas se llevan al aula en el plano didáctico en cuatro momentos, que van del contacto directo con los objetos concretos, al plano semi-concreto, al simbólico y, por último, al abstracto desde la perspectiva de Kamii (1994). Bajo esta mira, la construcción lógica de la idea de la *conservación de la cantidad numérica*, según la *identidad*, *reversibilidad* y *compensación* entre las diferentes cardinalidades (por imágenes mentales logradas), facilita pasar de una abstracción empírica a una abstracción reflexiva (Kamii, 1994, p. 18).

Los aportes de Aebli (2002) señalaron el papel y las condiciones de la *enseñanza* para la construcción de los conceptos relativos a los números naturales, en función de ejecutar las acciones necesarias sobre los objetos concretos para integrar las respectivas *imágenes mentales* correspondientes para dar cuenta de ellos a nivel intelectual, con base en la construcción de las *operaciones* reversibles. Este andamiaje cognitivo para el logro de los conceptos respectivos a los números naturales, desde la perspectiva de Aebli (2002), se alcanza cuando se ha construido un alto grado de abstracción de la clase formada por el conjunto de elementos que integra a cada uno de ellos.

La parte del lenguaje se consideró con los aportes de Fuson (1983 y 1988), quien señala la importancia del uso lingüístico en la construcción intelectual necesaria de estos conceptos numéricos. Distingue las palabras *objeto*, en relación directa con los objetos reales, de las palabras *concepto*, cuando se ha alcanzado la construcción semántica de los signos de estos representantes numéricos, las cuales se pueden clasificar según refieran a *conteo*, *secuencia* o *medida*, porque cada una de ellas tiene un significado diferentes, según el uso donde se apliquen en acciones diferentes que se ejecutan sobre los objetos cuantitativos para comprenderlos y utilizarlos correctamente.

Se explicó la construcción del significado del conocimiento matemático por medio del lenguaje desde la perspectiva de Vygotski (1993), quien menciona que la interacción social media procesos comunicativos de ideas o conceptos de conocimiento de este conjunto de números, por lo que la formación de los conceptos de los números naturales es el resultado de la transición de los procesos intelectuales inmediatos logrados cognitivamente y expresados por el sujeto para acordar significados socialmente aceptados por una comunidad determinada.

Según las aportaciones de estos teóricos, la identificación de las características observables de los objetos son la base de toda construcción intelectual, pues es producto de procesos psicológicos elementales, en un primer momento, ya que sirven para poder pasar a procesos psicológicos superiores, cuando se desea que los individuos estructuren un conocimiento conceptual determinado, con base a situaciones de mediación didáctica, como es el caso del uso de la lengua oral, cuando se quiere que el niño se apropie del lenguaje aritmético convencional para ejercer el conteo. Estos sistemas resultan en conexiones y relaciones objetivas o lo que Vygotski (1993) llama *pensamiento en complejos*, ya que “el proceso de formación de conceptos tiene siempre un carácter productivo y no reproductivo, pues el concepto surge y se forma a lo largo de una complicada operación dirigida a la solución de una determinada tarea y que la sola presencia de condiciones externas y de una vinculación entre la palabra y los objetos es insuficiente para su aparición” (Vygotski, 1993, 192), en esta situación, la *palabra* debe de ser portadora de significado y de sentido para que tenga una función efectiva de comunicación.

Las ideas arriba mencionadas describen los procesos cognitivos que favorecen las transformaciones y evoluciones intelectuales de un sujeto que aprende, por la posibilidad de agregar, quitar o combinar características fundamentales que dan identidad a un objeto de conocimiento, acciones que permiten que trascienda el desarrollo intelectual hacia su evolución y complejidad en objetos de conocimiento más estructurados y con mayores relaciones con otros objetos de conocimiento y significados previamente integrados a la estructura intelectual.

### ■ Método

En el orden cualitativo, con enfoque etnogenético e interpretativo, se investigó sobre el siguiente problema: *Estudiar un periodo formativo del alumno de Educación Normal para identificar cómo se desarrolla y se integra la elaboración de conceptos numéricos y didácticos en la construcción del conjunto de los números naturales en los normalistas para su enseñanza a los niños.*

### ■ Objetivos de investigación

Reconocer los procesos cognitivos del normalista que le permitan dar una significación más elaborada, un sentido y una congruencia estable de conocimiento a los contenidos fundamentales del conjunto de los números naturales.

- Identificar si los normalistas pueden aproximarse a explicaciones lógicas en torno a los cuestionamientos generados por los niños en el aula de primaria, cuando trabajan con los **números naturales**.
- Elaborar diseños didácticos propuestos por los normalistas para observar y analizar la construcción de conocimientos relativos al conjunto de los números naturales en sus alumnos, en situaciones reales de práctica docente programadas institucionalmente.
- Explorar la construcción del proceso.
- cognitivo logrado por los normalistas y las maneras de representación del conocimiento de los números naturales.

El campo de investigación fue el aula de formación inicial del normalista y el aula de primaria de escuela regular y oficial. Los sujetos fueron 10 estudiantes normalistas y los niños con los ejecutaron sus prácticas de enseñanza con contenidos programáticos relativos al número natural. La participación de los

maestros titulares de los grupos de práctica docente fue reguladores de las intervenciones didácticas de estos normalistas.

### ■ Instrumentos

Para la recogida de datos fueron diseñados los instrumentos para obtener la mayor información posible sobre el problema de investigación; entre ellos se ubica el Cuestionario 1, con el que se recuperó las ideas iniciales del normalista que sirvieron para la definición final del problema de investigación y el diseño global del estudio y del Seminario-taller, el cual fue considerado un instrumento de investigación muy importante, pues en las 10 sesiones programadas y realizadas se obtuvo información sustancial sobre las causas de tipo cognitivo que dan origen y explicación a las ideas iniciales de los normalistas, respecto a la enseñanza del *número natural* a los niños de educación primaria. El Cuestionario 2, tuvo como propósito identificar los elementos cognitivos que los normalistas pudieron recuperar y elaborar con la interpretación de los textos especializados leídos en las sesiones del *Seminario-taller*. Tales conocimientos se recuperaron en el diseño de las propuestas didácticas llevadas a la práctica docente en el aula de primaria. La reflexión sobre la práctica se basó en las experiencias tenidas en la ejecución de la práctica docente. Estas experiencias de formación permitieron a los normalistas explicaciones sobre su participación didáctica y los procesos de aprendizajes seguidos por los niños con los que realizarían sus intervenciones de enseñanza. Este seguimiento del aprendizaje, promovió en los normalistas, un grado de mejora progresivo, que se vio reflejado en nuevas propuestas didácticas para prácticas docentes sucesivas con los números naturales.

- **Guías de observación:** Se diseñaron estos instrumentos para registrar las sesiones del *Seminario-taller* y para observar la práctica docente en el aula de primaria.
- **Diseños didácticos:** Se trazaron los diseños didácticos, con base en propuestas de enseñanza basadas en los referentes teóricos estudiados en el *Seminario-taller*.
- **Entrevistas estructuradas:** Se diseñaron y aplicaron entrevistas a dos normalistas en estudio de casos. Las acciones de enseñanza y entrevistas fueron audio-grabadas con el fin de contar con un registro con un alto grado de fidelidad para su análisis.

### ■ Modelo de análisis

Se basó en la interpretación de elementos epistemológicos, cognitivos, sociales, didácticos y los relativos al lenguaje. El alcance de la interpretación del análisis de los datos obtenidos con estos instrumentos fue descriptivo y comprensivo, pues se pudo recoger información con manifestaciones de elementos cognitivos fundamentales y necesarios para comprender cómo enfrentan didácticamente los normalistas, la enseñanza del número natural en el aula de primaria.

### ■ Validación de resultados

Los resultados se validaron con triangulaciones entre el desempeño formativo de los sujetos en sesiones llevadas a cabo en las reuniones de *Seminario-taller*, las acciones didácticas desarrolladas en el salón de educación primaria y la reflexión correspondiente sobre el propio diseño y desempeño didáctico en este espacio de enseñanza del número natural. Todos estos espacios de investigación se delimitaron y configuraron con base en los referentes teóricos integrados y estudiados para fundamentar este estudio.

### ■ Resultados en el aspecto cognitivo

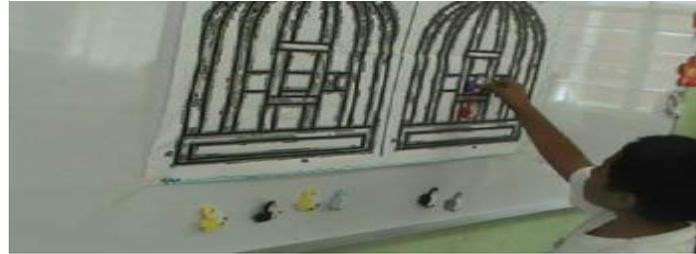
En el aula de normal se identificaron algunas dificultades cognitivas que tuvieron los normalistas para interpretar y comprender a fondo el contenido de la lectura de textos especializados, pues los normalistas partieron de ideas rígidas, poco estructuradas y comprensivas sobre el proceso de construcción que se sigue para asimilar y construir el concepto del número natural y su uso correcto en marcos de referencia basados en la solución de problemas. Fue muy recurrente la confusión entre numeral y número, pues no sabían que un número natural es un concepto y un numeral es el signo que lo representa en el plano real, tal que puede ser diverso su signo para representarlo, según el grupo social de que se trate. Tampoco pudieron distinguir entre número natural y otro tipo de número, entre número cardinal y número ordinal, por la falta de construcción de estos significados, por tanto, las palabras para nombrar estos conceptos estaban carentes de sentido y uso apropiado para comprender qué papel desempeñan para dar solución a los diferentes tipos de problemas aritméticos.

### ■ Resultados en el aspecto didáctico

El proceso de investigación reveló la serie de elementos que trastocan la consolidación de ideas formales en la construcción de conceptos relativos al número natural y su enseñanza acertada en el aula de primaria. Los textos especializados sobre el contenido teórico relativo a los procesos de construcción cognitiva de este conjunto de números favorecieron la construcción de referentes intelectuales necesarios para comprender el proceso de estructuración intelectual. Estas construcciones intelectuales de los normalistas no pudieron ponerlos en ejercicio plenamente, por la intervención del profesor a cargo de “iniciación a la docencia”, quien, de manera no deliberada, interfirió con la puesta en escena en el aula de primaria de algunos planteamientos didácticos de los normalistas, produciendo confusiones conceptuales en ellos, pues les recomendaba o les corregía dichas propuestas sobre la idea común de que los *números se aprenden repitiendo, sin considerar la plena comprensión de su significado*. Pese a lo anterior algunos normalistas llevaron a cabo el reto de ejecutar sus propuestas didácticas consideradas en el *Seminario-taller* para el logro de una comprensión progresiva y estructurada de estos números en los niños a los que enseñaron.

De manera específica, señalamos en este reporte un ejemplo de desempeño didáctico de cada uno de los casos estudiados. Es el caso de José, un estudiante preocupado por su formación académica, que se involucró de lleno en la propuesta de la investigadora para realizar este estudio, pues tuvo por propósito explicarse por qué se logra un nivel tan bajo en los que aprenden matemáticas en la escuela primaria. Consideró que él como futuro docente tendría que tener un conocimiento amplio sobre qué se enseña, para qué se enseña, cómo se enseña y reconoció que no tenía respuestas a estas interrogantes, así que se involucró en la interpretación, explicación y comprensión de la teoría estudiada en el *Seminario-taller* y en el diseño didáctico para las dos jornadas de práctica, las cuales pudo realizar en su grupo de práctica docente. Los resultados que obtuvo fueron muy estimulantes para él, pues comprobó cómo los niños de del grupo de 1<sup>er</sup> grado con el que practicó el tema de “componer y descomponer cantidades”, con materiales didácticos diseñados por el mismo, fueron de gran interés para los niños, pues pudieran cuantificar las cantidades, descomponer su cardinalidad en dos subconjuntos equivalentes y comprender que un cardinal puede estar integrado por diversos subconjuntos, sin que pierda su identidad numérica, como se muestra en la Figura I.

Figura 1. Planteamiento didáctico para que un niño de 1<sup>er</sup> grado descompusiera una cantidad en dos conjuntos equivalentes.



Para la maestra titular del grupo, estos desempeños didácticos le parecieron poco convencionales, pues lo consideró “extraordinario”, ya que no siguió los patrones comunes de enseñanza que se utilizan en el aula de primaria, pues bastaba con pedir al niño que partiera el conjunto cardinal para tener dos subconjuntos. En la práctica cotidiana del profesor de grupo, el planteamiento de estas estrategias de enseñanza-aprendizaje, con el uso de materiales diseñados ex profeso para poder accionar sobre los objetos de conocimiento (en el plano semi-concreto), con la participación directa de los niños en la construcción de su aprendizaje, la retroalimentación directa e inmediata a sus acciones para que él identifique si lo que está realizando es correcto o no, es difícil de observar, pues se requiere de haber interpretado y comprendido ampliamente el proceso y modo de construcción de ese conocimiento para pensar de qué manera el niño se puede involucrar cognitivamente en estas acciones para comparar los diferentes conjuntos y poder saber cuál es la cantidad correcta que le corresponde a cada conjunto. Consideramos que la puesta en escena de estas acciones didácticas de José fue un logro en su formación porque comprendió la secuencia a seguir, la intención pedagógica de los materiales didácticos, la participación acertada de los niños. La interpretación de estos elementos subrayaron las intenciones y el sentido de las actividades didácticas propuestas por él para que los niños logran la construcción de los conceptos de número natural en esa sesión de enseñanza.

El otro estudio de caso recupera la participación de Samantha, quien en su intervención didáctica propuso la caracterización de diferentes conjuntos expresados en una “Lotería de puntos” para que los niños de 1<sup>er</sup> grado trabajaran con diferentes conjuntos e identificaran los números correspondientes, así como el resultado de una suma o una resta, elaborada con cálculo mental.

Samantha propuso esta situación didáctica en un segundo estadio de construcción, pues no utilizó objetos concretos para el conteo, sino se basó en el plano semi-concreto. Esta acción la reflexionó posteriormente, pues no consideró el nivel cognitivo de los niños con los que iba a trabajar, simplemente le pareció adecuado el plano semi-concreto, por considerarlo importante y atractivo para que un niño se interesara en su propuesta didáctica. Además, Samantha señaló que para ella era importante utilizar el plano de representación gráfico, porque era más común para enseñar estos contenidos programáticos, consideró que: *“lo necesitamos para ordenar los conjuntos y saber qué conjunto tiene más o menos elementos”*. En sus argumentos, Samantha mencionó que con este plano de construcción intelectual era suficiente para satisfacer la relación que se necesita tener con los objetos con los que se tiene contacto,

ya también se puede tener una *imagen mental* del conjunto, y además, se puede comprobar, como cierta o como falsa la idea que se ha construido al momento de dar una respuesta acertada o al momento de reproducirla gráficamente para observarla, ajustarla o incorporarla de forma más elaborada a la *imagen mental* inicial, ya que será más compleja, mejor acabada y definida. Si bien, los argumentos expresados por Samantha pueden ser adecuados para ella, como adulto que tiene esquemas y estructuras que le permiten trascender a otros planos más abstractos, aún no había comprendido que no era el caso para los niños de primer grado, pues su acción didáctica debe estar fundada en la acción directa con los objetos concretos. Estas ideas de Samantha se hicieron presentes en su propuesta didáctica al trabajar con los niños de 1<sup>er</sup> grado, a los cuales les propuso que trabajaran con la “Lotería de puntos” para ejercitar el conteo, como se muestra en la Figura 2.

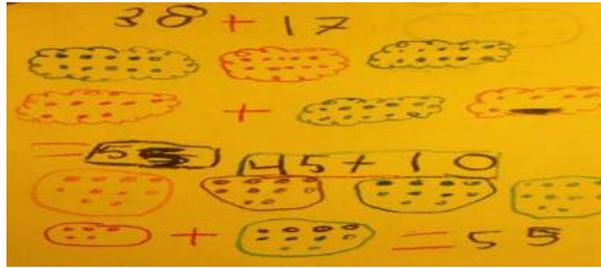
Figura 2 Conteo realizado por un niño para empatar el número de puntos con el resultado obtenido en una suma.



### ■ Resultados en el aspecto al uso del lenguaje

La interpretación de los textos que aportaron los elementos fundamentales para comprender el papel que desempeña el uso del lenguaje en la construcción de los conceptos relativos al número natural favoreció el diseño didáctico de los normalistas, se percataron de la relevancia de los términos utilizados en lengua natural y en lenguaje matemático, para expresar acertadamente lo que se quiere comunicar a los niños, y entre ellos mismos. Estas consideraciones dieron forma y dirección a la ejecución de la enseñanza de estos conocimientos en el aula de primaria, en la cual, el uso de términos adecuados y con relativa certeza de lo que significan, sirvieron para guiar la construcción de significados sobre el número natural en sus clases.

En el caso de Samantha, se observó cómo les explicó a los niños la descomposición de una cantidad en dos subconjuntos, demostrando gráficamente, con palitos que  $2+3 = 5$ , y que además, con la “partición avanzada” puede obtenerse con  $2+2+1=5$ , por ello circula el último elemento, pues no está en correspondencia con ningún otro. Con este ejemplo previo, después pidió a los niños que hicieran lo mismo con cantidades más grandes, pues les propuso cifras de dos dígitos, como las que se muestran en la Figura 3.

**Figura 3 Producción de un niño del grupo de la segunda jornada de práctica de Samantha.**

A pesar de haber traslapado las etapas y los procesos de construcción cognitiva, las relaciones aditivas y su respectiva representación gráfica, para los niños resultaron interesantes y significativas las propuestas de enseñanza, pues hubo intercambio entre los niños y con la normalista cuando dieron las soluciones correctas a los problemas aditivos que ella les planteó.

### ■ Conclusiones

La comprensión del proceso de estructuración cognitiva del normalista y del formador de formadores es fundamental para conocer el proceso de conceptualización del número natural, pues esto determina las posibilidades didácticas de una enseñanza consciente y lógica en el aula de primaria para el logro de aprendizajes y la construcción de su conocimiento. Al dar sentido y relevancia a las etapas de construcción cognitiva y a los marcos de referencia pertinentes para elaborar los elementos fundamentales en la construcción de su significado, se podrán nombrar y usar los números naturales con plena conciencia de sus propiedades aditivas y multiplicativas, cuando se usan en la solución de problemas que los implican. La estrategia de investigación de *Seminario-taller* requiere ser incrementada en número de sesiones, pues las programadas resultaron insuficientes para lograr una mayor consolidación de los conceptos teóricos y matemáticos estudiados para una propuesta didáctica solvente al enseñar constructivamente los números naturales a los niños de primaria, ya que son base para la construcción de otros conjuntos numéricos más complejos y abstractos.

### ■ Referencias bibliográficas

- Aebli, H. (2002). *Doce formas básicas de enseñar. Una didáctica basada en la psicología*. Madrid, España: Narcea Ediciones.
- Fuson, K. C. (1988). *Children's counting and concepts of number*. USA, New York: Springer-Verlag.
- Fuson, K. C. y May, J. W. (1983). The acquisition of early number word meanings: A conceptual analysis and review. En H. P. Ginsburg (Ed.), *The development of mathematical thinking* (pp.49-107). USA, New York: Academic Press.
- Kamii, C. (1994). *El Niño reinventa la aritmética*. Madrid: Visor.
- Piaget, J. y Szeminska, A. (1964). *Génesis del número en el niño*. Buenos Aires: Guadalupe.
- Piaget, J. & Inhelder (1978). *Psicología del niño*. Madrid, España: Morata.
- Piaget, J. (1987). *Introducción a la epistemología genética. I. Pensamiento Matemático*. México: Paidós.
- Vygostki, L.S. (1993). La formación de conceptos. En *obras escogidas II: Problemas de psicología general* (pp.181-286). España: Visor.