Implicaciones del innatismo en el estudio psicológico del origen del conocimiento matemático

MANUEL DE JESÚS MORALES EUZÁRRAGA*

The Effects of Innatism on the Psychological Study in the Origin of Mathematical Knowledge

Abstract. *Some studies prove a theory of the innately mathematical knowledge which states that the child's numerical learning is highly constrained by innate principles.*

The analysis shows that in the studies that claim to have proved the innate character of mathematical knowledge, the empirical data do not give support to this postulate, due to the fact that the concept of innateness is inadequate for the scientific study. Some implications of this approach to the theory of learning are analyzed. An alternative approach is suggested to the study of the origin of mathematical knowledge.

Introducción

En los campos de la educación y la psicología se realizan estudios para conocer el origen del conocimiento matemático, con base en el argumento de que éste no se aprende. Ese enfoque surgió como respuesta a la teoría piagetiana acerca de la adquisición del número en niños preescolares (Gelman y Gallistel, 1978).

Algunos investigadores atribuyeron a un inadecuado control experimental el fracaso de los niños pequeños en las tareas de conservación del número[1] (Bever, 1968; Bryant, 1974; McGarrigle y Donalson, 1975; Markaman, 1979, citados por Karmiloff, 1992). Posteriormente Gelman y Gallistel (1978), concluyeron que el concepto de conservación del número es inadecuado para comprender cómo se adquiere la cardinalidad, y optaron por el argumento innatista como alternativa epistemológica.

Actualmente, varios investigadores asumen –tácita o explícitamente– el argumento innatista, pero los datos de sus estudios no confirman sus hipótesis ni encajan en su propia lógica.[2]

Sin embargo, las deficiencias lógicas de este enfoque no anulan su influencia en la psicología, en la enseñanza y en la forma de pensar de los matemáticos (Miller y Heeren, 1979), de modo que resulta conveniente analizar algunos estudios representativos.

I. Características de los estudios innatistas

En el paradigma típico de los experimentos innatistas, se presentan conjuntos no mayores de seis objetos o eventos, en una fase de habituación en la que se mide la duración de las fijaciones visuales hasta que se estabiliza dentro de un rango. Luego se realiza una fase de prueba en la que se cambia la cantidad, y se mide la duración de las fijaciones; generalmente los datos demuestran que hay un aumento en la duración, como consecuencia de esta operación.

Este tipo de estudios se ha realizado con bebés de cuatro meses de edad, empleando dos grupos experimentales y uno de control, y conjuntos de cuatro y cinco puntos con variación de tamaño y distribución de puntos, en la dos fases. En la fase de prueba, un grupo fue expuesto a conjuntos con +1 punto y otro a -1 (Treiber y Wilcox, 1984).

A niños de cinco meses de edad se les presentaron dos muñecos. Una vez que se habituaron a la cantidad, se cambió en +1 o en -1, en cada ensayo

* *Profesor e investigador de la Academia de Investigación en Psicologia y Educación de la Facultad de Ciencias de la Conducta de la UAEM. Boulevard Filiberto Gómez s/n. Tels. 72 00 76 y 72 15 18 (también fax).* *Artículo realizado dentro del proyecto 1050/95 de la UAEM "Aprendizaje y desarrollo de la conducta matemática en niños".*

1. Las tareas de conservación consisten en variar la distribución de los conjuntos, sin modificar la cantidad; se considera que los niños conservan la cantidad cuando cuentan correctamente los conjuntos, aunque cambie su distribución.
2. Si se asume, junto con Platón y Descartes, que las formas no dependen de los objetos sino de un alma (o mente) inmaterial, no es lógicamente adecuado estudiar el conocimiento experimentalmente.

(Wynn, 1992). Las variantes en la duración de la atención visual observadas en este tipo de estudios se han interpretado como evidencias confirmatorias de que los bebés son sensibles a la numerosidad y pueden determinar los resultados de operaciones simples de adición y sustracción (Wynn, 1992 y 1992a).

Treinta niños realizaron una misma tarea en tres ocasiones: a los cinco, a los ocho y a los trece meses de edad. En una pantalla de televisión les presentaron rectángulos blancos y de varios tonos de gris, que contenían grupos de dos, tres y cuatro rectángulos negros. En cada ensayo un rectángulo gris con un número fijo de rectángulos negros se movía siguiendo uno de once movimientos curvilíneos. De un ensayo a otro cambiaba la distribución de los rectángulos negros y se mantenía constante la numerosidad. Se realizaron ensayos de habituación a la cantidad y luego se presentaron cambios de +1 y -1, en la cantidad de rectángulos negros que contenía el rectángulo gris (Loosbroek y Smitsman, 1990).

Eventualmente, los innatistas han incluido en sus experimentos otras respuestas, como seleccionar o estimar una cantidad.

Wynn (1992) utilizó dos series de pares de tarjetas, con grupos de figuras. En todos los pares de la primera serie, una tarjeta tenía 1 figura, la otra n+1. En cada ensayo se le presentaba al niño un par de tarjetas y se le decía, por ejemplo: ¿Puedes mostrarme dónde hay cuatro balones? En la segunda serie cada par de tarjetas tenía una tarjeta con n figuras y otra con n+1 (n+1 siempre fue menor que 6). De acuerdo con un análisis de varianza se determinó que en la primera serie los niños respondieron correctamente, en la mayoría de los ensayos, pero no fue así en la segunda serie. La interpretación de los datos de la primera serie fue que los niños conocían el "principio de cardinalidad" o, por lo menos, la cardinalidad de una cantidad: por ejemplo, relacionar "dos" con 2 y "tres" con cualquier otra cantidad. Los datos de la segunda serie se interpretaron como evidencia de que los niños identificaban la palabra "uno" con la numerosidad 1 y las otras palabras numéricas con cualquier pluralidad, como "varios" o "muchos".

Con Smitsman (1982), niños de ocho y doce años y adultos realizaron una misma tarea de estimación de cantidades. Se utilizaron tres conjuntos formados con cuadros y círculos no mayores de tres centímetros (cm) de lado y de diámetro, respectivamente, presentados en una pantalla de computadora en tres formas: 1) distribuidos alternativamente sin formar grupos de dos o más figuras iguales o desiguales; 2) cuadros no agrupados y mezclados con círculos dispuestos en grupos de dos, tres y cuatro, y 3) cuadros dispuestos en grupos de dos, tres y cuatro, mezclados con círculos no agrupados. El orden de presentación de los conjuntos fue aleatorio, la tarea consistió en decir de cuáles figuras había más en cada conjunto. Los conjuntos tenían tres proporciones: 0.40, 0.50 y 0.60. La mayoría de los sujetos estimaron mayor la cantidad de objetos agrupados; el entrenamiento mejoró la ejecución de los niños de ocho años.

Los innatistas han intentado reforzar sus evidencias apoyándose en estudios con animales en los que, supuestamente, se ha demostrado que los mecanismos perceptivos que se requieren para el desarrollo de las habilidades numéricas están presentes en especies subhumanas (Starkey, Spelke y Gelman, 1991) como las ratas (Garnham, 1991; Davis y Bradford, 1987 y 1991; Davis, MacKenzie y Morrison, 1989), los pichones (Alsop y Honig, 1991), y los macacos (Loosbroek y Smitsman, 1990; Starkey, Spelke y Gelman, 1990).

II. Suposiciones de la teoría innatista

Los innatistas radicales (Gelman y Gallistel, 1978; Wynn, 1992) explican el origen del conocimiento matemático dentro del marco de las ideas innatas. Postulan que el aprendizaje del número, por parte de los niños, depende de principios innatos que los habilitan para enfocar su atención sobre aspectos numéricos del ambiente, y para representarlos en su memoria; que dichos principios estipulan al niño cuáles son y cuáles no son las instancias de conteo válidas, y le dicen cómo aprender a contar. Según esta perspectiva, la capacidad matemática no es aprendida. Los niños piensan matemáticamente, observan y actúan naturalmente (espontáneamente) como "pequeños científicos"; son capaces de clasificar, ordenar y enumerar; se especializan en probar conjeturas, en generalizar y en usar varios procesos lógicos (ensayo y error, causalidad condicional y analogía).

Particularmente, suponen que es innato el conocimiento de la numerosidad y de los axiomas psicológicos correspondientes a la aritmética y a la geometría; no como consecuencia directa de la selección natural, sino como un producto secundario de adaptaciones orgánicas más generales.[3] Suponen que la aritmética proviene de un mecanismo acumulador y de la capacidad para pensar acerca de entidades individuales; también opinan que la geometría surge de la capacidad para visualizar y combinar representaciones mentales de objetos. No afirman que, nece-

3. "¿Todo aprender no es más que recuperar el conocimiemto latente que siempre poseyó el alma inmortal?" (Platón).

sariamente, los niños nacen con un módulo mental numérico, pero postulan predisposiciones innatas que canalizan selectivamente su atención hacia aspectos del ambiente que son relevantes en dominios específicos como la lingüística, la física, la matemática y la psicología (Karmiloff, 1992).

Las principales suposiciones del innatismo son:

1. El pensamiento matemático es innato (Wynn, 1992; Gelman y Gallistel, 1978).

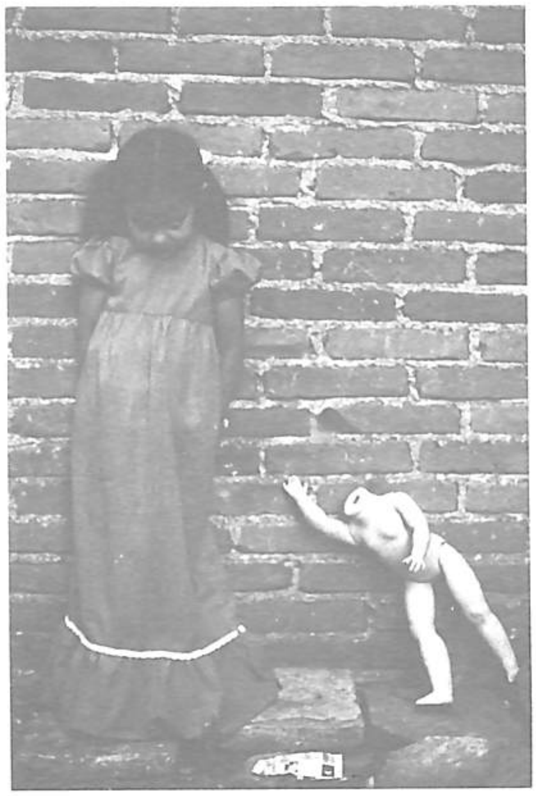
2. El pensamiento matemático antecede a la adquisición del lenguaje (Wynn, 1992). En la teoría de "los principios de conteo" se afirma que los niños nacen dominando tres principios de conteo que son: la correspondencia uno a uno, la estabilidad del orden y el principio de cardinalidad. Que los niños no poseen de manera innata el conocimiento de las palabras numéricas pero nacen con una capacidad para ordenarlas y representarlas mentalmente, la cual se manifiesta en cuanto aprenden a hablar (Gelman y Meck, 1983).

3. La sensibilidad a la numerosidad (propiedad abstracta de colecciones de objetos y eventos) no depende del desarrollo del lenguaje, ni de acciones complejas, ni de la experiencia cultural con los números (Starkey, Spelke y Gelman, 1990).

4. Los niños nacen con la capacidad de ordenar y representar mentalmente las palabras numéricas (Gelman y Meck, 1983; Gallistel, 1990). Según la "teoría del acumulador" (Wynn, 1992), durante el conteo cada palabra numérica se transforma en una representación mental de incrementos iguales, y la última palabra empleada representa la numerosidad del conjunto contado. De acuerdo con Wynn, el significado cardinal de las palabras numéricas tiene dos componentes: a) el conocimiento de que la palabra numérica se refiere a una cantidad, sin importar de qué numerosidad se trata, y b) el conocimiento de la numerosidad precisa a la que se refiere el "significado cardinal". Este conocimiento se adquiere en etapas; al principio los niños resuelven las tareas de cardinalidad, con pequeñas numerosidades; no cuentan porque no saben que ésta es la forma general de resolver la tarea. Luego, aplican su conocimiento a pequeñas numerosidades, poco a poco, y aprenden más palabras numéricas, dentro de cierto rango.

II.1. Comentarios

La suposiciones innatistas se basan en la interpretación errónea de los estudios realizados con animales y con bebés. En los estudios efectuados con animales, las respuestas supuestamente numéricas son patrones de conducta alimenticia que no tienen nada



que ver con la numerosidad (Davis y Pérusse, 1988). Las respuestas que se incluyeron en los experimentos con bebés (Treiber y Wilcox, 1984; Loosbroek y Smitsman, 1990; Starkey, Spelke y Gelman, 1991; Wynn, 1992 y 1992a) no son necesariamente numéricas (orales o no), y fueron controladas por el movimiento, el cambio de estructura, es decir, por propiedades físicas complejas, no numéricas.[4]

Los aumentos en la duración visual no fueron diferentes para +1 y -1, por lo que no se puede asegurar que la fijación visual cumplió una función de conteo o de estimación; estos estudios no incluyen signos numéricos ni de relación (+, -, x, =), y aunque los incluyeran junto con alguna respuesta realmente discriminativa de la numerosidad, el procedimiento no anula las experiencias anteriores. Además, el significado de la cardinalidad (Wynn, 1992) se vuelve ambiguo al referirse igualmente a una cantidad específica de objetos que a "varios" o "muchos".

Los innatistas suponen que los cambios en la duración de la atención visual son evidencias no lingüísticas del pensamiento matemático innato y de que la sensibilidad a la numerosidad no depende del desarrollo del lenguaje ni de acciones complejas, ni de experiencias culturales o concretas con números.

Pero esta suposición ha sido invalidada por otras evidencias de los estudios innatistas y por algunos aspectos de su propia teoría. En el estudio de

4. La tarea empleada por Loosbroek y Smitsman (1990) y por Wynn (1992a) es semejante a las tareas de elección forzada, utilizadas en experimentos recientes para estudiar la detección del movimiento (Dannemiller, 1994) y la preferencia por la novedad (Quinn, Burke y Rush, 1993).

Smitsman (1982), los datos demostraron que la precisión de la estimación dependió del agrupamiento y del entrenamiento, más que de la edad, la mayoría de los sujetos estimaron mayor la cantidad de objetos agrupados, y el entrenamiento mejoró la ejecución de los niños de ocho años. En la teoría de los "diferentes contextos" (Wynn, 1992) explican que las palabras numéricas adquieren diferentes significados, dependiendo de los contextos en que se usen, donde la secuencia, el conteo y la cardinalidad son los contextos más relevantes para estas palabras. En el contexto de una secuencia, las palabras numéricas no tienen referente; en el contexto del conteo, cada palabra corresponde a uno de los objetos del conjunto que se cuente, y en el contexto de la cardinalidad, se refieren a la numerosidad de un conjunto de objetos.

Aunque la atención y varias respuestas discriminativas –que se presentan muy tempranamente en el desarrollo de los niños y son controladas por contingencias directas– son necesarias para la adquisición de sistemas reactivos tan complejos como el lenguaje y la conducta matemática, no puede asegurarse que son respuestas numéricas sólo porque antecedan a las respuestas orales, puesto que ocurren indistintamente ante aspectos numéricos y no numéricos del ambiente. Por otra parte, aunque la adquisición de las palabras numéricas no garantiza la comprensión de los números y los niños aprenden su lenguaje natural antes de aprender a contar,[5] las palabras numéricas lo son sólo dentro del sistema formal de la matemática, en la medida en que mantienen su correspondencia inequívoca con numerosidades y con las relaciones numéricas concretas históricamente construidas, sólo así adquieren una función verbal matemática y constituyen sistemas de respuestas para que los individuos exploren y analicen lingüísticamente el ambiente y construyan su conocimiento matemático (Bruner, 1986, citado por Burton, 1992).

La suposición de que los niños nacen con la capacidad específica de ordenar y representar mentalmente las palabras numéricas (Gelman y Meck, 1983; Gallistel, 1990) se basa en la suposición más general de que la especie humana, al igual que otras, nace con una arquitectura neural y mental. Para los innatistas radicales (Fodor, 1985, citado por Karmiloff, 1992), esta arquitectura consiste en módulos genéticamente preespecificados, fijos e insensibles a las metas cognoscitivas centrales. Para los menos radicales (Karmiloff, 1992), es resultado de un proceso de modularización en el que determinados circuitos cerebrales se especializan en algún dominio específico y se vuelven relativamente refractarios a la información que corresponda a otro dominio. Uno de estos módulos determina las formas de representación (interna, mental, no observable) de los objetos matemáticos (representaciones externas y materiales).

Los investigadores que trabajan de acuerdo con la perspectiva innatista construyen representaciones (modelos, analogías) para explicar las relaciones entre hipotéticos eventos mentales e hipotéticas estructuras (Putnam, Lampert y Peterson, 1990), a pesar de sus frecuentes e inevitables referencias a la conducta verbal y a las condiciones en que ésta ocurre, los innatistas la consideran una mera manifestación de principios internos.

El innatismo conduce a un concepto de la educación de la especie humana en el que, de acuerdo con sus características filogenéticas y con las diferencias individuales, cada niño construiría su propio conocimiento y diseñaría su ambiente, mientras que sus padres sólo podrían afectarlo a través de sus genes y sus maestros influirían poco o nada; los padres y maestros dependerían en gran medida de sus conocimientos de genética (o de su creencia en lo innato) para educar a los niños. El profesor debería conocer los procesos de pensamiento de los niños sólo para facilitar sus estrategias de aprendizaje.[6]

Ante la crítica innatista de que "si en un salón de clases convencional se estructura la enseñanza y el pensamiento como lo indican los libros de texto el pensamiento de los niños puede ser desconocido y menospreciado", ante su recomendación de "reconocer que el pensamiento matemático es innato y que no se debe enseñar a pensar explícitamente" (Burton, 1992), cabe la consideración de que si la mayor parte de los comportamientos individuales estuvieran genéticamente e inflexiblemente determinados el aprendizaje cumpliría un papel mínimo, el comportamiento sería insensible a la experiencia o se adaptaría al entorno sólo para sobrevivir y podríamos predecir el comportamiento individual en diferentes circunstancias, con muy poco margen de error (Palacios, Marchesi y Coll, 1990).

Si los niños nacen con la capacidad de generar su procesos y estrategias de aprendizaje, si esta capacidad es autónoma respecto al ambiente y si los profesores reconocen que el pensamiento matemático es innato e independiente del ambiente, cabe preguntar ¿cómo podrían resultar afectados los niños por los programas y por las prácticas de los profesores?, ¿para qué sería necesaria la enseñanza?

5. A los 34 meses identifican la palabra "dos" con objetos pero no con la numerosidad (Munn y Stephen, 1993); en una muestra de 48 niños de tres años, apenas 16% identificaron la numerosidad cinco; 19%, la numerosidad cuatro; 58%, la numerosidad tres y 69%, la numerosidad dos (Gelman y Tucker, 1975).

6. ¿Mayéutica?

II.2. Conclusiones

La postulación de principios innatos y mentales, al apoyarse en evidencias empíricas, verbales o no, viola la lógica propia del innatismo.[7] Al considerar que la conducta verbal (siendo una variable cultural) no afecta a la adquisición del número, se sustenta en la descalificación de los únicos datos con que cuenta, y que son relativos a: los estímulos verbales y no verbales que emplean en sus experimentos y, las respuestas verbales y no verbales observadas.

Al postular principios mentales, los innatistas suplantan a las variables culturales y sociales que caracterizan a la enseñanza y al aprendizaje de la matemática con hipotéticos procesos innatos, mentales, neuronales o cibernéticos.

III. Propuesta

En contraposición al innatismo, es necesario organizar los datos que se pueden obtener en las situaciones cotidianas de enseñanza de la matemática y en experimentos que sinteticen los factores críticos que intervienen en la enseñanza y el aprendizaje; así como explicar ambos procesos a partir de los datos, sin agregar instancias imaginarias o pertenecientes a disciplinas diferentes de la psicología y la educación.

Para estudiar el origen del conocimiento matemático es innecesario postular entidades imaginarias o suplantar los procesos psicológicos con términos de otras disciplinas.

Desde los primeros estudios (Warren, 1897; Taves, 1941) se ha demostrado que las propiedades físicas de los estímulos, como la duración de la presentación y la distribución, producen diferencias mensurables en las respuestas aritméticas. Los niños cometen menos errores y dan más respuestas correctas al contar objetos movibles, ordenados y heterogéneos (Damián, Villar y García, 1978; Díaz y García, 1980; González y García, 1984), el tipo de contactos, la velocidad de adquisición y el porcentaje de respuestas correctas, dependen del tipo de objetos y eventos que se cuenten (Morales y García, 1994; Morales, 1994).

Los estudios con monos han demostrado que las respuestas pueden ser falsamente controladas por la numerosidad (Ferster y Hammer, 1966).

García (1994) demostró que los niños requieren de referentes numéricos concretos para adquirir el lenguaje matemático, que es posible identificar los componentes estímulo y los componentes respuesta que intervienen en las competencias matemáticas, que al entrenar relaciones de equiva-

lencia entre dos componentes éstas se generalizan a otros pares de componentes y que los paradigmas conductuales son una alternativa viable para estudiar la conducta matemática. Él adaptó un paradigma conductual (Sidman, 1982) para: 1) manipular experimentalmente los componentes críticos de la conducta matemática, como las propiedades físicas y cuantitativas de los conjuntos, los signos, los números y las palabras numéricas, 2) emplear parámetros como la latencia y la velocidad de adquisición, 3) analizar la generalización por medio de sondeos de transferencia y, 4) emplear procedimientos de control y de medición sumamente precisos, confiables y replicables, basados en el empleo de la computadora.

Aunque estos aspectos no son novedosos en este campo de investigación, sí lo es su empleo basado en paradigmas conductuales en los que no se postulan entidades imaginarias, ni suplantan los procesos psicológicos con términos de otras disciplinas, en particular, si se consideran dentro de una teoría de campo como sigue.

---

7. Además, los innatistas emplean el término con la pretensión de manipular variables genéticas, sin usar diseños para controlarlas aunque sea indirectamente. Por otra parte, desde Galton, ante la imposibilidad de aislar variables genéticas, se han estudiado gemelos idénticos educados en ambientes separados, niños adoptados y no adoptados e, irónicamente, se han encontrado evidencias acerca de la influencia del ambiente, como que las similitudes o diferencias de inteligencia de los niños se correlacionan con la educación de las familias que los educan (Plomin, Lohelin y DeFries, 1985; Papalia y Olds, 1987; Eaves, 1989); asimismo, se han hallado correlaciones entre los niveles educativos de las familias de origen y las familias que los adoptan.

IV. La interconducta matemática

Hasta en los niveles funcionales más simples, la aptitud matemática es una clase de interconducta muy compleja en la que confluyen varias competencias. Como competencia motriz se incluye mover, tocar y señalar los objetos que se cuentan, contar con los dedos y hacer marcas para apoyar el conteo. Como competencia escritural se considera tomar dictado y copiar dígitos, cantidades, fórmulas y problemas matemáticos. Como competencia oral pueden incluirse varias capacidades, desde el conteo de pequeñas cantidades de objetos y eventos hasta la lectura, comprensión y resolución de fórmulas.

Estas competencias están implicadas en las relaciones matemáticas que, en distintos niveles de complejidad, se establecen entre estímulos y respuestas, es decir, en la construcción de los diferentes objetos matemáticos, como los define Kantor (1978).

V. Los objetos matemáticos

De acuerdo con Kantor (1978), los objetos matemáticos consisten en relaciones de muchos tipos y variedades, como la aritmética, las algebras y las geometrías. El desarrollo de estos objetos comienza con el proceso de abstraer relaciones de las situaciones ambientales por medio de contactos del organismo con objetos y eventos físicos, así como con las convenciones de su medio cultural, dando lugar a varios tipos de objetos matemáticos como:

1. Objetos matemáticos originales

Consisten en la abstracción de relaciones elementales entre las cosas (como la extensión espacial y la sucesión temporal), dicha abstracción se origina con base en contactos directos entre el individuo y las cosas. Son ejemplos el conteo, la abstracción del orden y el uso de los números naturales.

2. Objetos matemáticos sustitutos

Consisten en una gran variedad de símbolos, signos y estructuras de signos y símbolos que sirven para organizar relaciones; aquí se incluyen los signos de relación, las ecuaciones, fórmulas, figuras y diagramas.

3. Objetos matemáticos complejos

Consisten en las relaciones estructuradas entre diversos objetos sustitutos y en los teoremas y sistemas matemáticos. La función de los objetos matemáticos es esencialmente representativa o descriptiva; el que las representaciones y descripciones sean válidas y adecuadas depende de la comprobación directa, es decir, de la *interconducta* con los objetos y eventos matemáticos y no matemáticos.

Sin embargo, aunque la validez de los objetos matemáticos dependa de la comprobación directa, la cualidad matemática de las competencias implicadas en su construcción no depende de la morfología de las respuestas ni de las propiedades físicas de los estímulos, sino del orden, la lógica y la consistencia de las relaciones de las convenciones matemáticas con los estímulos y las respuestas. El hecho de que las respuestas, en tanto que son convencionales, están desligadas de las propiedades físicas de los estímulos, permite estudiarlas de acuerdo con una teoría de la conducta (Ribes y López, 1985).[8] ◆

8. García (1994) realizó una extensión del paradigma de Sidman (1982) para hacer un análisis de la conducta matemática, actualmente se trabaja con una extensión del paradigma de Ribes (1985).

Bibliografía

Alsop, B. y Honig, K. (1991). "Sequential stimuli and relative numerosity discriminations in pigeons", en *Journal of Experimental Psychology Animal Behavior Processes.* 17(4). pp. 386-395.

Burton, L. (1992). "Do young children think mathematically?", Special Issue: Mathematics in the early years, en *Early Child Development and Care.* Núm. 82. pp. 57-63.

Damián, M.; Villar, G. y García, V. (1978). "La conducta de contar en niños preescolares: un análisis inicial", trabajo presentado en el *IV Congreso Mexicano de Análisis de la Conducta.* Noviembre. Monterrey, Nuevo León. México.

Dannemiller, J. (1994). "Reliability of motion detection by young infants measured with a new signal detection paradigm", en *International Journal of Behavioral Development.* Núm. 17(1). pp. 101-105.

Davis, H.

____ y Bradford, A. (1987). "Simultaneous numerical discriminations by rats", en *Bulletin of the Psychonomic Society.* Núm. 25(2). pp. 113-116.

____ y Pérusse, R. (1988). "Numerical competence in animals", Definitional issues, current evidence, and a new research agenda, en *Behavioral and Brain Sciences.* Núm. 11. pp. 561-615.

____ y Bradford, A. (1991). "Numerically restricted food intake in the rat in a free-feeding situation", en *Animal Learning and Behavior.* Núm. 19(3). pp. 215-222.

___ MacKenzie, A. y Morrison, S. (1989). "Numerical discrimination by rats (*Rattus norvegicus*) using body and vibrissal touch", en *Journal of Comparative Psychology*. Núm. 103(1). pp. 45-53.

Diaz, D. y Garcia, V. (1980). "Análisis descriptivo de la conducta de contar en niños preescolares", en *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*. Núm. 6. pp. 59-72.

Eaves, J. (1989). *Genes, culture and personality*. Academic Press. London.

Ferster, B. y Hammer, E. (1966). "Síntesis de los componentes de la conducta aritmética", en Honig, K. (Comp.) *Conducta operante: investigación y aplicaciones*. Trillas. México. pp. 749-797.

Gallistel, R. (1990). *The organization of learning*. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts.

García, V. (1994). *Discriminación condicional y conducta matemática*. Tesis doctoral, Facultad de Psicología, UNAM.

Garnham, A. (1991). "Did two farmers leave or three?", Comment on Starkey, Spelke, and Gelman: Numerical abstraction by human infants, en *Cognition*. Núm. 39(2). pp. 167-170.

Gelman, R.

____ y Gallistel, R. (1978). *The child's understanding of number*. Harvard University Press.

_____ y Meck, E. (1983). "Preschooler's counting: Principles before Skills", en *Cognition*. Núm. 13. pp. 343-359.

_____ y Tucker, F. (1975). "Further investigations of the young child's conception of number", en *Child Development*. Núm. 46. pp. 167-175.

González, R. y García, V. (1984). "La conducta de contar en niños preescolares: un análisis comparativo", en *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 10, 2. pp. 113-123.

Kantor, R.

_____ (1975). *Psicología interconductual*. Trillas. México.

_____ (1975a). *The science of psychology: An interbehavioral survey*. The Principia Press. Chicago, Illinois.

_____ (1978). *Psicología interconductual*. Trillas. México.

Karmiloff, A. (1992). *Beyond modularity: a developmental perspective on cognitive science*. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts.

Loosbroek, E. y Smitsman, W. (1990). "Visual perception of numerosity in infancy", en *Developmental Psychology*. Núm. 26(6). pp. 911-922.

Miller, D. y Heeren, E. (1979). *Introducción al pensamiento matemático*. Trillas. México.

Morales, M.

_____ (1994). "El aprendizaje inicial del conteo", en *Foro Regional de Investigación Educativa*. 23, 24 y 25 de noviembre. Toluca, Estado de México.

_____ y García, V. (1994). "Variaciones de las características de la conducta de contar en función de objetos y eventos", en *XII Congreso Mexicano de Análisis de la Conducta*. 16, 17 y 18 de febrero. Cocoyoc, Morelos. México.

Munn, P. y Stephen, C. (1993). "Children's understanding of number words", en *British Journal of Educational Psychology*. Núm. 63(3). pp. 521-527.

Palacios, J.; Marchesi, A. y Coll, C. (Comps.) (1990). "Desarrollo psicológico y educación", en *Psicología Evolutiva I*. Alianza Editorial. Madrid.

Papalia, E. y Olds, W. (1987). *Psicología*. McGraw-Hill. México.

Plomin, R.; Lohelin, C. y DeFries, C. (1985). "Genetic and environmental components of environmental influences", en *Developmental Psychology*. Núm. 21(3). pp. 392-402.

Putnam, T.; Lampert, M. y Peterson, L. (1990). "Alternative perspectives in knowing mathematics in elementary schools", en Cazden, C. (Ed.) Review of Research in Education. Núm. 16. pp. 57-150. American Educational Research Association. Washington, D. C.

Quinn, C.; Burke, S. y Rush, A. (1993). "Part whole perception in early infancy: evidence for perceptual grouping produced by lightness similarity", en *International Journal of Behavioral Development*. Núm. 16. pp. 19-42.

Ribes, E. y López, F. (1985). *Teoría de la conducta: un análisis de campo y paramétrico*. Trillas. México.

Sidman, M. y Tailby (1982). "Conditional discrimination vs. matching to sample via mediated transfer: An expansion of testing paradigm", en *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37, 1. pp. 5-22.

Smitsman, W. (1982). "Perception of number", en *International Journal of Behavioral Development*. Núm. 5. pp. 1-31.

Starkey, P.; Spelke, S. y Gelman, R.

_____ (1990). "Numerical abstraction by human infants" en *Cognition*. Núm. 36(2). pp. 97-127.

_____ (1991). "Toward a comparative psychology of number", en *Cognition*. Núm. 39(2). pp. 171-172.

Treiber, F. y Wilcox, S. (1984). "Discriminación of number by infants", en *Infant Behavior and Development*, 7. pp. 93-100.

Warren, C. (1897). "The reaction timing of counting: Studies from the Princenton psychological laboratory", en *The Psichological Review*, IV, 6. pp. 569-591.

Wynn, K.

_____ (1990). "Children's understanding of counting", en *Cognition*. Núm. 36. pp. 155-193.

_____ (1992). "Children's acquisition of the number words and the counting system", en *Cognitive Psychology*. Núm. 24. pp. 220-251.

_____ (1992a). "Addition and subtraction by human infants", en *Nature*. Vol. 358. pp. 749-750.