
Un método de investigación en didáctica de la matemática*

Fredefinda Nava y María Josefina Escalona

*Centro de Estudios Matemáticos, Facultad de Humanidades y Educación,
Universidad del Zulia-Venezuela.*

Resumen

Las investigaciones sobre didáctica de la matemática son pocas, a nivel mundial. Sin embargo existen diversas metodologías para realizar indagaciones sobre la misma. Una de estas alternativas la constituye el empleo de un procedimiento el cual considere la complejidad del funcionamiento de la clase con los tres polos, maestro, alumno, y saber. Más aún, si estos últimos son relativamente controlados, a esta metodología se la denomina "Ingeniería Didáctica". Este trabajo muestra el uso que se hace de la Ingeniería Didáctica en una pesquisa en didáctica de la matemática para el subsistema Educación Preescolar en la ciudad de Maracaibo, Venezuela.

Palabras claves: Ingeniería Didáctica, Didáctica de la Matemática, Métodos de Investigación en Educación Matemática.

A methodology of research in didactic of mathematic

Abstract

The research in didactics of mathematics are limited on around the world. Nevertheless, there are different methods to perform these investigation models. Choosing between many forms, the study of teachers, disciples and context in control situation is an alternative that denotes "Didactical Engineering". This paper is a small sample of use

Recibido: 03-11-93 • Aceptado: 15-03-94

* Este informe forma parte del proyecto financiado por el Consejo de Desarrollo de la Universidad del Zulia (CONDES). Bajo el número CONDES/1403-91.

(*) e-mail: mescalon @ dino. conicit. ve

the Didactical Engineering for research about didactical mathematics in Maracaibo, Venezuela.

Key words: Didactic Engineering, Didactic of Mathematics, Research of Mathematical Education.

1. Introducción

Los resultados a nivel regional indican un alto número de reprobados en la asignatura matemáticas¹. Esta situación puede deberse a causas muy variadas. Sin embargo, este trabajo asume que la falta de una didáctica de la matemática, más adecuada al medio, es la causa de esta escasa productividad en los aprendizajes de los alumnos activos en nuestro sistema educativo. Además, se presume que los docentes están utilizando técnicas de enseñanza de poco o ningún provecho para el aprendizaje de contenidos matemáticos. Es probable que, en la mayoría de sus clases, el maestro transmite contenidos adquiridos de memoria; y en todo caso éstos no han sido interiorizados.

Sin embargo, para los maestros de preescolar y los primeros grados de la Educación Básica, la situación de enseñanza-aprendizaje es muy particular. En este caso, los docentes deben conocer profundamente a sus alumnos en aspectos tanto físicos, como síquicos. Todo esto, con el fin de proveerles, mediante sus estrategias de enseñanza, la construcción de aprendizajes adecuados y propios. Bajo las consideraciones anteriores, después de algunas indagaciones y reflexiones teóricas se definieron acciones conducentes a proporcionar medios didácticos para este subsistema educati-

vo. Estas propuestas fueron experimentadas por maestros y alumnos de preescolares del área urbana de Maracaibo; así como también, por alumnos y docentes del primer grado en áreas rurales próximas a Maracaibo. Toda la actividad se ejecutó bajo el contexto metodológico denominado Ingeniería Didáctica (Perrin-Glorian, 1992).

Durante la fase de diagnóstico se realizaron actividades de investigación inicial. En cuanto a la fase de ejecución, la labor consistió en la elaboración de materiales instruccionales. Finalmente la propuesta se sometió a revisión en la segunda fase del proceso.

Durante los análisis previos se evidenció la existencia de materiales instruccionales de poca o ninguna adaptación al aprendizaje de contenidos matemáticos, amén de ser escasos. Para Alvarado y Sánchez (1991) los textos de matemáticas a disposición de los párvulos, en Venezuela, deben mejorarse.

Otra realidad que se observó, durante los diagnósticos, es la necesidad de utilizar técnicas de enseñanza ajustadas a procedimientos que consideren la psicogénesis y sociogénesis de los conceptos matemáticos (Vicarioli, 1986). Una muestra de estas investigaciones diagnósticas (Bracho y otros, 1991) reveló que son

1 Memoria y Cuenta del Ministerio de Educación, 1990.

superiores, en internalización de conceptos matemáticos, aquellos niños orientados bajo estas didácticas constructivas (Berbaum, 1988).

Este informe ilustra cómo se encauzaron las acciones para producir actividades que beneficiaran tanto a los docentes como a sus alumnos. Especialmente, se revisaron reflexiones epistemológicas sobre los conceptos matemáticos que debe enseñar el maestro en el preescolar. Esto permitió: Diseñar materiales instruccionales (Tecnología Didáctica) para la enseñanza y el aprendizaje de estos contenidos; proporcionar información que le permita al docente y a los padres planificar y programar actividades

2. Propuesta Pedagógica

La función de la educación se asume, en este trabajo, como formadora de sujetos activos, creativos, capaces de defender sus propios puntos de vista y respetuosos de las decisiones colectivas. Esta postura educativa considera una didáctica educativa estrechamente vinculada a una teoría del aprendizaje interaccionista - constructivista (Berbaum, 1988). Además, se consideran los valores significativos, coherentes y vigentes para el medio sociocultural en el cual el proceso educativo se ejecuta (Denies, 1989).

Esta propuesta pedagógica propone identificar los temas a enseñar, definir objetivos, y escoger los medios para enseñar y aprender; todos ellos bajo un contexto constructivista. Y es por esto último que los objetivos responden a los postulados, actualizados, del desarrollo del niño (Arrieta, 1989).

de enseñanza, dominio de los contenidos o saberes, y preparación del trabajo docente propiamente dicho.

Con esta estrategia se pretende responder, a corto y mediano plazo, las siguientes preguntas: ¿Cómo tratar al niño que asiste a un preescolar? ¿Cómo aprende un niño del preescolar conceptos matemáticos?. ¿Cómo se deben orientar los aprendizajes de conceptos matemáticos en los párvulos?. ¿Cuáles contenidos matemáticos deben enseñarse en el preescolar?. ¿Qué tipo de material instruccional debe usarse?. ¿Cómo evaluar aprendizajes, sobre contenidos matemáticos, en los párvulos?.

Los medios ofrecidos son las denominadas unidades didácticas. Estas contienen dos componentes, en la primera se ofrecen elementos teóricos, y en la segunda se presentan las guías de aprendizaje (Moronta y Reyes, 1984). Estas unidades fueron organizadas de acuerdo a la sicogénesis de los conceptos matemáticos; en otras palabras, a la evolución intelectual de los párvulos (Phillips, 1977). Y por supuesto, los factores del desarrollo intelectual que se consideraron fueron los sicofísicos y los lógico-matemáticos. De ahí que, se tienen tres unidades didácticas, las cuales proporcionan tres situaciones instruccionales para la enseñanza-aprendizaje de: Clasificaciones, seriaciones y el número. Cada guía de aprendizaje aporta sugerencias y experiencias para trabajos colectivos o en pequeños grupos -según el caso-.

3. El método para proporcionar datos

Todo el proceso para revisar y evaluar los materiales diseñados se desagrega en tres grandes fases o etapas: Estudios previos; elaboración de la propuesta didáctica; y retroalimentación. El Cuadro 1, muestra una síntesis de este proceso.

3.1. Estudios Previos. Algunos planificadores la conocen como fase diagnóstica. Durante esta actividad se hacen observaciones a las situaciones de aprendizaje en el aula o en el entorno socio-ambiental de los niños en edad preescolar, estén estos últimos activos o no en el sistema educativo formal.

En este trabajo, se denomina situación de aprendizaje a las actividades que abarcan el acto de enseñanza-aprendizaje en distintos ambientes. Esta definición considera las categorías pedagógicas: Educador, educando y técnicas ubicadas en un macrocontexto. Esto quiere decir, que el papel del educador puede ser ejercido por los padres, los hermanos, personas del entorno, y los profesionales capacitados para esta labor. Los métodos y técnicas pueden usarse en ambientes escolares formales, como en ambientes no escolares.

En la introducción de este informe se mencionó un trabajo de investigación (Bracho y otros, 1991) que sirvió de apoyo al diseño del proyecto de pesquisa para producir soluciones a las situaciones descubiertas durante la realización de los

mismos. Estas investigaciones se realizaron en ambientes escolares formales del sistema educativo venezolano.

Los resultados de la primera indagación (Bracho y otros, 1991), que sirvió de apoyo a este proyecto, indicaron que los infantes asistidos con métodos didácticos constructivistas (Berbaum)² internalizaron adecuadamente los conceptos matemáticos propuestos por el programa de matemática para preescolar. Los estudios en el área rural (Angulo y otros, 1991) descubrieron problemas en la abstracción del cardinal y los procesos de conteo. En este trabajo se muestra cómo aumenta el número de niños con errores en conceptos matemáticos, cuando aumenta el uso de las abstracciones.

Estas búsquedas condujeron a estudios más precisos sobre el uso de una estrategia didáctica en particular de tipo constructivista. Las exploraciones iniciales permitieron elaborar materiales ajustados a los niveles preescolar y primeros grados del Subsistema Educación Básica. Todo este conjunto de acciones se denomina "Fase de Ejecución" y se detalla a continuación.

3.2. Elaboración de la propuesta didáctica

Una vez que se tuvo ubicado el problema se procedió a realizar los estudios específicos para diseñar la propuesta. Estas observaciones denominadas

2 La ley orgánica de educación establece igualdad de oportunidades para los miembros activos del Sistema Educativo Venezolano en áreas tanto urbanas como rurales. Sin embargo, al momento de realizar esta investigación no se conoció la existencia de locales para preescolar en el área rural del Municipio Maracaibo.

Cuadro 1
Fases de la Ingeniería Didáctica

Fases	Pasos	Actividades
1 Diagnóstica	Estudios Previos	Investigación diagnóstica Revisión bibliográfica, Diseño de proyectos de investigación.
	Estudios a priori	Ejecución de investigaciones explicativas,, Talleres para actualización
2 Elaborar Propuesta	Producción Material Didáctico	Diseño de material didáctico Experimentación con el material didáctico. Producción del material didáctico. Evaluación del material didáctico.
	Análisis a Posteriori y Validación Revisión y validación	Revisión y experimentación del material didáctico Nuevas evaluaciones
3 Retroalimentación		

"estudios a priori" están orientadas a obtener propuestas innovadoras de carácter tecno-educativo. El objetivo central de las mismas será aliviar los problemas detectados previamente de modo amplio.

Otro aspecto que se garantiza en esta fase es el diseño y producción de los métodos o técnicas didácticas basadas en teorías y experimentación de las mismas. El siguiente paso de esta fase consiste en experimentar el diseño propuesto; esto garantiza una producción de material didáctico impreso evaluado.

***Estudio a Priori**

El estudio más reciente fue una muestra de observaciones a treinta y cinco (35) niños de preescolares del área urbana de Maracaibo (Alvarado y otros, 1992). Los resultados de este trabajo indican que los infantes fueron orientados por docentes que conocían las técnicas didácticas constructivistas. Los mismos señalan que hay influencia de las percepciones sensomotrices en la abstracción del número cardinal. Concluyendo esto que, la relación encontrada evidencia: **"A mejor internalización de intuiciones y procedimientos sico-físicos es mayor la internalización del concepto del cardinal de un número, en los niños de la muestra"**. Los valores encontrados indican que, el 71.43% de los niños obtuvieron aprendizajes satisfactorios en experiencias sico-físicas; de éstos, el 76% internalizó el concepto de cardinal del número. Para el grupo control, el 28.57% obtuvo aprendizajes óptimos en experiencias sico-físicas y; de éstos últimos, el 80% internalizó el concepto de cardinal del número.

Estos estudios exploratorios, post diagnósticos, confirmaron la necesidad

de producir materiales que fuesen utilizados por docentes y alumnos. Y los mismos debían consolidar los postulados teóricos, sustentados, con los resultados probatorios del 'estudio a priori'.

La propuesta instruccional diseñada y producida por el equipo de investigadores consistió en un material instruccional impreso y desagregado en dos partes (Nava y Escalona, 1992). La primera presenta los aspectos teóricos que apoyan la segunda parte del texto. Esta última parte está conformada por tres unidades didácticas, las cuales proponen actividades o situaciones de aprendizaje sobre las clasificaciones, las seriaciones y el número. Todo el material fue adaptado para ser utilizado con y por niños cuyo desarrollo evolutivo corresponde al pensamiento concreto.

***Experimentación y Observación**

El paso siguiente a la obtención de información, consiste en experimentar el diseño instruccional y probar su efectividad. Para ello, se observan actividades de clase de los alumnos y se miden los resultados del aprendizaje; conjuntamente los docentes asientan su opinión sobre los materiales en los instrumentos elaborados para el efecto (Nava y Escalona, 1991).

En el caso que sirve de ejemplo, los instrumentos de observación y entrevista permiten obtener valores de las variables: -internalización de las relaciones de orden. - internalización de la noción de correspondencia término a término. - concordancia entre la palabra, el símbolo y la escritura del número.

Para observar y probar la efectividad del diseño se trabajó con dos grupos

esta investigación. El experimental, el cual conoce y utiliza los materiales diseñados; y el grupo control, para el cual la estrategia no le es extraña al docente, pero no usa los materiales.

***Análisis a Posteriori**

La información recogida a través de los instrumentos fue procesada mediante técnicas estadísticas que permitieron: Revisar y evaluar el diseño producido inicialmente. Después de las correcciones ejecutadas se produjo la primera versión publicable del material instruccional.

4. Conclusiones

Es imposible prever que la tecnología producto de la Ingeniería Didáctica, usada como método de investigación, ver cuadro 1, va a resolver los resultados deficientes del aprendizaje de contenidos matemáticos de todos los parvularios en Venezuela.

La metodología usada trata de consolidar la experiencia en didáctica de la matemática para preescolar de la Escuela de Educación en la Universidad del Zulia (L.U.Z.)³, y los resultados de inves-

Bibliografía

Angulo E., Fernández D., Matos A., y Soto A. (1991) 'La internalización de los conceptos y procedimientos de la adición de los niños en 1er grado de la Escuela Básica (área rural)', proyecto de investigación Seminario I y II, Escuela de Educación Mención

3.3. Revisión

El proceso sugiere continuar experimentando con los materiales; y por supuesto, esto puede redundar en una actualización y mejoramiento de los mismos.

Para actualizaciones y revisiones de los materiales, los procesos didácticos deberán ser observados y evaluados con otras investigaciones. Estas indagaciones deben responder a planificaciones proyectivas de los centros, y las mismas deben realizarse con otras muestras en diversos períodos académicos.

tigaciones en la región. Todo ello para producir una ingeniería que se aboque al servicio de la enseñanza y el aprendizaje de la matemática en el área metropolitana de la ciudad de Maracaibo - Venezuela.

Utilizando esta ingeniería didáctica, todos los materiales y recursos resultantes podrán ser mejorados y actualizados. Además esto permitirá reducir la improductividad de los sujetos activos del sistema educativo venezolano.

Cs. Matemática y Física, CEM, LUZ, Maracaibo, octubre.

Alvarado Z., Dugarte J., Guerrero R., Meleán R., Puente E., y Vilchez A. (1992), 'Relaciones de las percepciones sensorio -motrices con la internalización del concepto de número en

3 Se refiere al método utilizado en la asignatura Didáctica de la Matemática para Preescolares. Escuela de Educación, Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad del Zulia (L.U.Z.).

- los niños**, proyecto de investigación Seminario I y II, Escuela de Educación Mención Cs. Matemática y Física, CEM, LUZ, Mcho.
- Alvarado C., y Sánchez M. (1991), '**Análisis crítico de los textos de matemática para preescolar en Venezuela**', Tesis para Licenciado en Educación, Mención preescolar, ULA, Mérida, 184 pp.
- Arrieta J. (1989), 'La adquisición del concepto de número y de las operaciones de adición y sustracción: Un dominio de investigación encuadrado en el paradigma post piagetiano. **Studia Paedagogia**, Revista de la Universidad de Salamanca, Num 21, enero-dic., pp 49-57.
- Berbaum J., (1988) '**Aprendizaje y Formación: Una pedagogía por objetivos**', Ed. Fondo de Cultura Económica, México, 1 edición en español, 148 pp.
- Bracho, N.; Leal, A; Páez, E.; Portillo, N; Quero, S., y Sandoval, Y. (1991), '**Cómo el niño internaliza el concepto de número**', Informe de investigación, Seminario I y II, Escuela de Educación, Mención Cs. Matemática y Física, CEM, LUZ, Maracaibo, octubre.
- Denies C. de, (1989), '**Didáctica del nivel inicial o preescolar**', Ed. El Ateneo, Buenos Aires, se, 165 pp.
- Phillips J. (1977) '**Los orígenes del intelecto según Piaget**', Serie Conducta Humana No. 4, Ed. Fontanella, Barcelona, 201 pp.
- Moronta R., y Reyes A. (1984), '**Percepción del espacio, Diseño de guías de aprendizaje para alumnos de Escuela Básica con el fin de desarrollarles la intuición geométrica**', Tesis de grado, UCV, Caracas, Escuela de Educación, Escuela de Física y Matemáticas.
- Nava F., y Escalona M. (1991) '**La simbolización del número en niños preescolares**', Proyecto de investigación, CEM, Fac. de Humanidades y Educación, LUZ, Maracaibo, julio, 16 pp.
- Nava F., y Escalona M. (1992) '**La simbolización del número en niños preescolares**', 1er informe parcial del Proyecto de investigación, CEM, Fac. de Humanidades y Educación, LUZ, Maracaibo, julio.
- Perrin-Glorian M. (1992), '**Place de l'ingenierie didactique parmi les methodologies de recherche en didactique des mathematiques en France**', Equipe DIDIREM, Universite de Paris 7, papel de trabajo presentado en 7 Congreso Mundial de Enseñanza de la Matemática ICME-7, Quebec, agosto, 11 pp.
- Vicarioli G. (1986), 'Psicogénesis y sociogénesis', **Rev. Filosofía** Universidad de Costa Rica, XXIV (59), pp. 67-74.