

# TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN SOBRE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA GEOMETRÍA AL AULA

GREGORIA GUILLÉN,  
ROSA MARÍA CORBERÁN  
MARIANA SÁIZ  
OLIMPIA FIGUERAS

## RESUMEN

En este trabajo presentamos algunos ítems del test que hemos diseñado con objeto de obtener información sobre la Geometría que se enseña en escuelas de Primaria de algunos estados de México y así poder, por un lado, valorar si la Geometría que se contempla en el currículum de primaria mexicano se corresponde con la que imparten estos maestros y, por otro, determinar las posibles causas que han llevado a la enseñanza de la geometría a la situación actual. En este informe hacemos también referencia a un estudio que estamos realizando en el que analizamos algunos libros de texto de primaria mexicanos y algunos de los test utilizados en este país para la evaluación de los estudiantes de este nivel.

## ABSTRACT

*In the study we are now reporting, we present some questions of a test designed in order to obtain data related to the Geometry that is being taught in Mexican primary schools, in different states of that country. In this way, we pretend to establish if, what teachers are teaching in primary schools and what is posed in the official Mexican primary school curriculum, coincide. We also pretend to determine some causes of the current situation revealed by the data. In this report we also refer to a study that we are developing in which we analyze some Mexican primary textbooks and some tests used in this country to measure students in primary school level performance.*

## PRESENTACIÓN

Lo que describimos aquí es parte de un Proyecto de investigación que se está desarrollando en México, titulado «Procesos de transferencia de resultados de

investigación al aula: el caso del bajo rendimiento escolar en matemáticas»<sup>1</sup>. Este proyecto versa sobre tres problemáticas generales: la de los procesos de transferencia de resultados de investigación al aula, la del bajo rendimiento escolar, la de la evaluación de los conocimientos y la del acceso a la información.

Los objetivos generales del Proyecto corresponden a cada una de las tres líneas centrales de trabajo centrando la atención sobre el nivel de la primaria de la educación básica. Son los siguientes:

1. Caracterizar ideas o concepciones acerca del bajo rendimiento escolar en matemáticas de profesores y personas relacionadas con el acto educativo que se lleva a cabo en las aulas.
2. Iniciar la construcción de bases informáticas que contengan información sobre diversos aspectos vinculados con la problemática del bajo rendimiento escolar en matemáticas en la escuela primaria.
3. Evaluar el uso de una página web en internet como un medio para buscar alternativas de solución a los problemas del bajo rendimiento escolar en matemáticas (Figueras, Buenrostro, García, López y Sáiz, 2001, p. 5).

Para la organización del trabajo los contenidos de la matemática escolar se han subdividido en 5 partes: Geometría, Aritmética –primero a tercer grados, Aritmética– cuarto a sexto grados, Azar y Probabilidad y Tratamiento de la información. Lo que vamos a presentar aquí corresponde al trabajo realizado hasta ahora por el grupo de geometría.

Miembros de otros grupos del Proyecto han diseñado un test con objeto de iniciar un proceso de toma de datos para investigar las ideas que tienen los docentes sobre el rendimiento escolar en matemáticas. En particular, en el grupo de geometría nos proponemos analizar los datos obtenidos al administrar este test a maestros en ejercicio con objeto de confirmar o refutar la hipótesis 3 de partida que se refiere a la geometría:

Hipótesis 3: Los maestros no consideran que los usos de los conocimientos de geometría, medición, azar y probabilidad, y tratamiento de la información sean causas directas del bajo rendimiento escolar en matemáticas, aún cuando hay contenidos de estas áreas que ellos no dominan o inclusive para los cuales ellos enfrentan dificultades para emplearlos (op. cit. 2001, p. 11).

En nuestro grupo hemos precisado esta hipótesis 3 matizando cual es la situación actual de la geometría y su enseñanza. Esta nueva hipótesis explicará por qué los maestros no consideran que los usos de los conocimientos de geometría no sean causas directas del bajo rendimiento escolar en matemáticas. Así, suponemos como hipótesis previa, que nos proponemos corroborar con las experimentaciones que

<sup>1</sup> Proyecto de investigación, modalidad grupal, co-financiado por el Colegio Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) (con clave G37301-S).

realicemos, que los maestros no enseñan toda la geometría que hay en el currículum de Primaria. Suponemos que en las aclaraciones que aporten los maestros entre las causas más frecuentes figuren: a) la falta de tiempo para impartir todo el currículum, b) la ausencia de estos contenidos en los test nacionales de evaluación de los estudiantes de primaria, c) la falta de materiales adecuados de los que se dispone para preparar las clases, e incluso, d) la falta de preparación que se tiene para impartir geometría en este nivel.

Considerando estas hipótesis previas hemos delimitado como objetivos generales objeto de investigación los siguientes:

1. Obtener información sobre la Geometría que se enseña en algunas escuelas de enseñanza primaria del Distrito Federal y de los estados de México, Nayarit, Oaxaca y Tamaulipas.
2. Valorar si la Geometría que se contempla en el currículum de primaria mexicano se corresponde o no con lo que imparten los maestros que participan en nuestro estudio. Pretendemos también obtener las razones que dan estos maestros para explicar lo que enseñan o no enseñan.
3. Valorar si la evaluación nacional de la Geometría se corresponde con lo que imparten los maestros en servicio que participan en nuestro estudio.
4. Analizar algunos libros de texto de primaria centrando la atención en aquellas actividades sobre geometría que pueden conducir a ideas erróneas y/o conllevar dificultades para los estudiantes de primaria.
5. Elaborar materiales de diferente tipo para el trabajo en escuelas primarias:
  - Crear secuencias de actividades para experimentarlas con maestros en ejercicio con objeto de ampliar sus conocimientos sobre la enseñanza de la geometría presentando diferentes enfoques con los que se puede abordar su estudio en Primaria.
  - Crear una base de actividades y sugerencias didácticas que puedan servir de apoyo a los maestros de Primaria para preparar sus clases de Geometría.
  - Elaborar «trozos» de videos y de audio que sustenten la información sobre las explicaciones que damos sobre actuaciones de los estudiantes.

El trabajo que vamos a presentar aquí se refiere a los cuatro primeros objetivos. Continuando con el estudio que han realizado otros miembros del proyecto, en nuestro estudio pretendemos diseñar un test que tiene los siguientes objetivos, referidos a los maestros que participan en nuestro estudio:

- Establecer los motivos por los que no imparten geometría.
- Establecer sus concepciones sobre la enseñanza de la geometría.
- Determinar los contenidos geométricos que imparten en Enseñanza Primaria.
- Identificar los contenidos específicos a los que dan más importancia en geometría.
- Valorar su predisposición para cambiar su propia concepción de la enseñanza de la geometría.

- Determinar algunas ideas que poseen sobre el bajo rendimiento escolar en geometría.

Para cubrir el segundo y tercer objetivo, después de proveernos del currículum de Primaria de México y de algunos test que se usan para la evaluación nacional de estudiantes de primaria analizaremos éstos comparando los resultados obtenidos con los que obtengamos a partir del test específico que diseñemos.

## ANTECEDENTES. UN MARCO DE REFERENCIA

Como antecedentes del trabajo vamos a distinguir 3 líneas de investigación que vamos a indicar a continuación.

Cabe subrayar la que se refiere a observación de procesos de aprendizaje. Tendremos como referencia líneas de investigación desarrolladas por las integrantes de este grupo que se refieren al estudio de la áreas de superficies planas y volúmenes de sólidos y a la Geometría de los sólidos; todas ellas relacionadas con la observación de procesos de aprendizaje de estas áreas de la geometría; parte de esta investigación se reporta en tesis doctorales (Corberán, 1996; Guillén, 1997; Sáiz 2002). Con la investigación previa desarrollada por los integrantes del grupo disponemos de información sobre a) dificultades que enfrentan algunos estudiantes sobre determinados contenidos geométricos, b) análisis de contenidos geométricos que pueden servir de estructura para encajar los contenidos geométricos de la escuela primaria, o que sustentan estos contenidos, c) tendencias en la enseñanza/aprendizaje de algunos contenidos geométricos, d) sugerencias para llevar a cabo la instrucción, y e) experiencias realizadas con estudiantes de primaria trabajando contenidos geométricos.

Otro antecedente que cabe destacar es el relativo a análisis, diseño y desarrollo curricular. Todas las autoras de este trabajo hemos participado en proyectos ligados de algún modo a procesos de reformulación de contenidos matemáticos de la enseñanza básica. Por ejemplo, en Guillén (1997) se ha diseñado una unidad de enseñanza para la geometría de los sólidos; y a partir de éste se elaboró «Formas planas e espaciales» (Guillén, 1999) para apoyar a maestros y padres de familia brasileños. También en Corberán (1989) se muestra una unidad de enseñanza para los polígonos y cuadriláteros y en Dellor, Figueras, Hart, Spence y Sinkinson, (1989a, 1989b) se proponen materiales para la enseñanza de la medida.

Otro antecedente que vamos a considerar es el que se refiere a la línea de investigación sobre Pensamiento del profesor. Consideraremos los estudios que han señalado la influencia de las concepciones de los individuos sobre su modo de actuar (véase por ejemplo, Peterson, Fennema, Carpenter y Loef, 1989, citado por Llinares, 1996) y los estudios relacionados con las creencias y concepciones de los profesores de geometría sobre la geometría y sobre su enseñanza (por ejemplo, véase Sáiz, 2002).

## METODOLOGÍA Y CONTEXTO PARA LA EXPERIMENTACIÓN

Para conseguir los objetivos generales, considerando también las fases que se distinguen en el Proyecto y las actividades a realizar vinculadas con estudios relacionados con la geometría seguiremos la metodología que se indica en el diseño del Proyecto (op.cit. p. 12). Esto es, la investigación planeada se pretende desarrollar por medio de tres hilos conductores asociados a cada uno de los objetivos generales del Proyecto. Para el análisis de los datos y dada su diferente naturaleza se utilizarán diferentes técnicas teniendo éste fundamentalmente un carácter cualitativo. Entre las herramientas que se utilizarán se encuentra el software Nvivo y el paquete comercial de técnicas estadísticas SPSS.

El cuadro de la figura 1 muestra el esquema de trabajo programado para esta primera fase.

## LA RECOGIDA Y ANÁLISIS DE DATOS

Como se indica en el diseño del Proyecto (op.cit. p. 12) el estudio que estamos realizando sobre creencias, vinculado con el primer objetivo general y con las hipótesis previas que hemos indicado, se ha diseñado de forma que se obtengan datos de varias fuentes: encuestas por correo postal, encuestas por medios electrónicos y entrevistas individuales. El trabajo se planea en tres etapas principales que corresponden a tres estudios distintos que se complementan. Cada una de estas etapas consta de tres fases: Diseño, operatividad y análisis.

Para la primera fase (diseño) se ha planeado diseñar una encuesta (test), una entrevista y el bosquejo de una página web que posibilite el montaje de la encuesta en internet de manera que el usuario pueda responder vía este medio electrónico. La parte del trabajo que vamos a presentar aquí se refiere al diseño del test.

En la segunda fase (operatividad) se ha planeado realizar dos tipos de estudio: uno con grupos pilotos a pequeña escala que se llevará a cabo en el Distrito Federal y en los Estados de México, Nayarit, Oaxaca y Tamaulipas en la que la presencia de un investigador es esencial, estudio del que vamos a hablar aquí, y otro estudio que se puede denominar a gran escala, en el cual se pretende ampliar la muestra empleando visitas individuales a escuelas de las sedes, recuperación de información por medio del correo postal y por medio de internet.

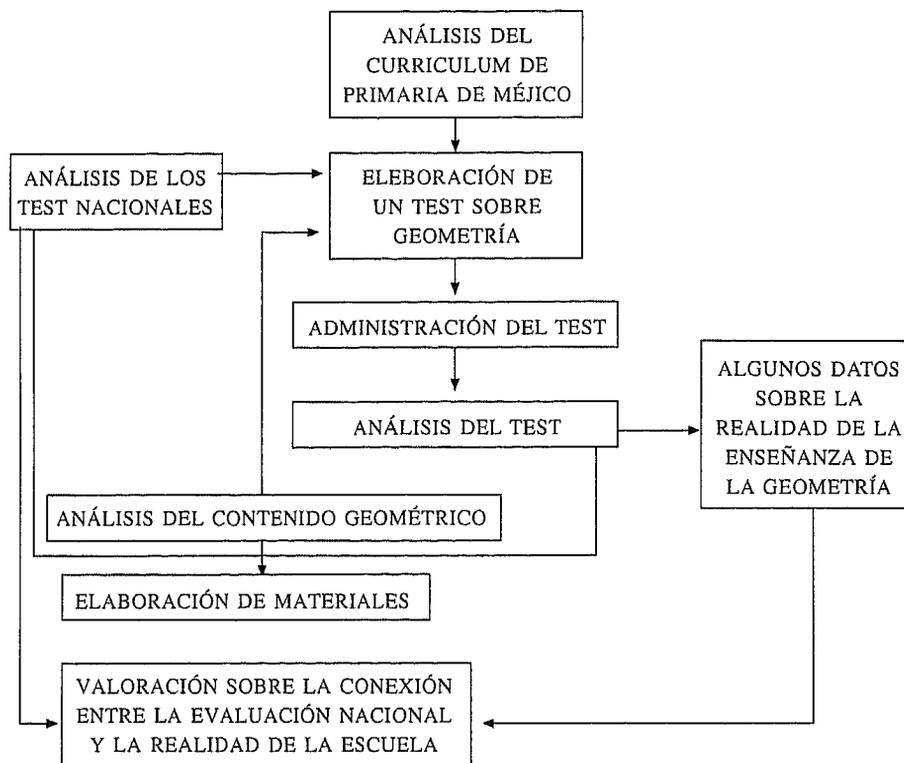
En la tercera fase (análisis de datos) analizaremos cada bloque de datos derivados de las tres fuentes mencionadas y de los análisis teóricos que hemos realizado (del contenido geométrico, del currículum de Educación Primaria y de los test de evaluación nacional).

Como ya hemos indicado en los antecedentes, disponemos y de un análisis detallado de diversos contenidos geométricos y de dificultades y errores asociados a estos contenidos, así como de horas de video y audio grabados en los diferentes estudios que se han realizado sobre la problemática de la enseñanza/aprendizaje de la Geometría. Realizaremos pues un análisis de estos trabajos para elegir partes que puedan sustentar aquellas actividades o comentarios

que presentemos o las explicaciones que demos de las actuaciones de los estudiantes.

Centrándonos en datos obtenidos mediante la experimentación, contrastaremos los resultados obtenidos de las tres fuentes mencionadas y centraremos la atención en la construcción de bases informáticas sobre los principales intereses o carencias de los maestros identificados en esta parte de la investigación. Para este análisis, se emplearán las herramientas informáticas ya mencionadas.

Figura 1



## ALGUNOS RESULTADOS

El trabajo desarrollado hasta ahora no ha producido muchos resultados que no se hayan presentado ya en trabajos previos. Se está en una etapa muy avanzada de la construcción de un esbozo del test, (encuesta) a partir del que pretendemos obtener datos al administrarlo a profesores en ejercicio del Distrito Federal y de otros estados que hemos mencionado. Los tres ítems que adelantamos en la figura 2 son algunos de los que incluimos en el test. Pero queremos aclarar que este test todavía forma parte de un estudio exploratorio.

Figura 2: Algunos ítems del test

1. ¿Enseñas toda la Geometría que se contempla en el currículo? Sí <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
2. Si tu respuesta es NO marca con una cruz la razón o razones por lo que no lo haces	
2.1 Porque no me gusta.	<input type="checkbox"/>
2.2 Porque no la domino.	<input type="checkbox"/>
2.3 Porque no hay materiales apropiados.	<input type="checkbox"/>
2.4 Porque no la considero importante.	<input type="checkbox"/>
2.5 Porque al tratar otros contenidos me quedo sin tiempo.	<input type="checkbox"/>
2.6 Porque no es adecuada para primaria.	<input type="checkbox"/>
2.7 Otras razones. Indica cuales.	
3. Señala las razones por las que enseñas Geometría. Con el número 1 indica la que consideras más importante, con el 2 la que le sigue en importancia, y así con todas las que elijas.	
3.1 Porque es necesaria para la Geometría de Secundaria.	<input type="checkbox"/>
3.2 Porque está en el Currículo.	<input type="checkbox"/>
3.3 Porque evalúan a los alumnos en Geometría.	<input type="checkbox"/>
3.4 Porque evalúan a los maestros en Geometría.	<input type="checkbox"/>
3.5 Porque es la parte de las Matemáticas que conecta con las formas que hay en el entorno cotidiano.	<input type="checkbox"/>
3.6 Porque con ella puedo trabajar procesos como describir, clasificar, definir, demostrar,...	<input type="checkbox"/>
3.7 Porque contribuye a desarrollar el razonamiento deductivo.	<input type="checkbox"/>
3.8 Porque va a sentar las bases de la Geometría Analítica.	<input type="checkbox"/>
3.9 Porque con algunos modelos geométricos se pueden comprender mejor otros conceptos matemáticos.	<input type="checkbox"/>
3.10 Otras razones. Indica cuales.	

Otros ítems del test consideran los puntos del currículum de enseñanza primaria de México, después de haber delimitado los contenidos diferentes que se incluyen en los diferentes grados (cursos). Se aportan estos contenidos a los encuestados y se les pide que:

- Señalen aquellos contenidos que impartan en clase, marcando con una X el grado en el que lo impartan.
- Escojan los que consideren más importantes en la enseñanza de la Geometría en primaria marcando con una X el grado en el que lo impartirían.
- Escojan los que dejarían de impartir en caso de no disponer de tiempo suficiente para su estudio.

El test también contiene ítems que se plantean después de aportar información sobre aspectos de la geometría que se pueden desarrollar en primaria. En estos

ítems a) se cuestiona a los entrevistados si les gustaría aprender Geometría y si piensan dedicar en la escuela más tiempo a la enseñanza de la Geometría de lo que lo hacen en la actualidad; b) se hace referencia a los ejes que se contemplan en el currículo escolar (Aritmética, Geometría y Medición, Azar, Tratamiento de la Información, y Procesos de Cambio) y se pide que ordenen marcando con 1, 2 ó 3 los ejes de contenidos del currículum de primaria que se eliminarían en primer lugar, en segundo lugar, y en tercer lugar, respectivamente, suponiendo que se dispone de más tiempo que actualmente pero aún no se tiene el suficiente para impartirlos todos. Esta selección se propone también en los contenidos que se han delimitado como puntos a desarrollar del currículum de geometría en primaria.

Asimismo el test incluye un ítem en el que se pide que, considerando la geometría que imparte el entrevistado (se da la posibilidad de que se pueda indicar que no imparte) en diferentes cursos de primaria, intente explicar, para cada curso en el que imparta geometría, cuándo considera que un alumno posee un bajo rendimiento escolar en esta materia.

Respecto de los objetivos 3 y 4 del grupo de geometría, si bien aún no podemos presentar resultados queremos avanzar que estamos realizando un análisis de algunos textos escolares centrando la atención en el tipo de actividades sobre geometría que contienen, en las actividades que se proponen que pueden conducir a ideas erróneas y en las que conllevan dificultades para los estudiantes de primaria. También hemos realizado una selección de los test que se están utilizando en México para la evaluación de los estudiantes de primaria y los hemos analizado utilizando como referencia los puntos que hemos delimitado como contenidos que se incluyen en el currículum de primaria. Si bien el estudio aún está en proceso, cabe hacer referencia a él por el estado tan avanzado en el que se encuentra.

## REFERENCIAS

- Alatorre, S.; de Bengoechea, N.; López Amador, L.; Mendiola, E.; Sáiz, M. (1999). *Propósitos y contenidos de la enseñanza de las matemáticas en el nivel de educación primaria en México*. Informe no publicado. Conacyt, UPN y Sociedad Matemática Mexicana, México.
- Corberán, R. M. (1996). *Análisis del concepto de área de superficies planas. Estudio de su comprensión por los estudiantes desde primaria a la universidad*. (Tesis Doctoral). Valencia: Universitat de València (Publicada en 2002. Col·lecció: Tesis doctorals en Microfitxes. Valencia: Universitat de València).
- Corberán, R. M.; Huerta, P.; Margarit, J. B.; Peñas, A. y Ruiz, E. (1989). *Didáctica de la geometría: modelo de Van Hiele*. Valencia: Servei de Publicacions. Universitat de València.
- Dellor, M.; Figueras, O.; Hart, K.; Spence, P. y Sinkinson, A. (1989a y 1989b). *Measurement: Time, Level Three. 29 pags. Y Level Four. 27 pags*. Versión experimental del Proyecto de desarrollo curricular Nuffield Secondary Mathematics. Londres, Reino Unido: Nuffield-Chelsea Curriculum Trust.
- Figueras, O.; Buenrostro, A.; García, F.; López, G. y Sáiz, M. (2001). *Diseño del proyecto «Procesos de transferencia de resultados de investigación al aula: el caso del bajo rendimiento escolar en matemáticas*. Proyecto de investigación, modalidad grupal,

- co-financiado por el Colegio Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) (con clave G37301-S).
- Guillén, G. (1997). *El modelo de Van Hiele aplicado a la geometría de los sólidos. Observación de procesos de aprendizaje*. (Tesis doctoral). Valencia: Universitat de València (Publicada en 1999. Colección: Tesis doctorals en Microfitxes. Valencia: Universitat de València).
- Guillén, G. (1999). Formas planas e espaciais. Figuras no plano ou bidimensionais. Os corpos geométricos ou figuras tridimensionais, en Coll, C. y Teberosky, A. (1999). *Aprendendo Matemática. Conteúdos essenciais para o Ensino Fundamental de 1ª a 4ª série*. São Paulo: Ática, pp. 195-232.
- Llinares, S. (1996). Contextos y aprender a enseñar matemáticas: el caso de los estudiantes para profesores de primaria, en Jiménez, J.; Llinares, S. Y Sánchez, V. (Eds.). *El Proceso de llegar a ser un profesor de primaria, cuestiones desde la educación matemática*. Granada: Comares, pp. 13-36.
- Sáiz, M. (2002). *El pensamiento del maestro de Primaria acerca del concepto volumen y de su enseñanza*. (Tesis Doctoral). México: Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN.