

## ANÁLISIS DE UN PROCESO DE ESTUDIO EN EDUCACIÓN MEDIA GENERAL MEDIANTE LOS CRITERIOS DE IDONEIDAD COGNITIVA Y MEDIACIONAL

RAMOS Yraima y MARTÍNEZ Angelica

Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico “Rafael Alberto  
Escobar Lara”. (Venezuela)

[yraimaramos@gmail.com](mailto:yraimaramos@gmail.com); [angelicmar5@gmail.com](mailto:angelicmar5@gmail.com)

### RESUMEN

Esta investigación está centrada en el análisis de un proceso de estudio sobre Volumen de Cuerpos Geométricos mediante los criterios de Idoneidad Didáctica. Los fundamentos teóricos se encuentran en el Enfoque Ontosemiótico de la Cognición e Instrucción Matemática. Metodológicamente se fundamenta en el paradigma mixto que combina los métodos cualitativos y cuantitativos. La faceta instruccional se enfocará mediante el estudio de casos. La recolección de datos se realizará a través del análisis documental, la encuesta, observación participante, aplicación de test, evaluaciones orales y escritas, entre otros. En la obtención de los resultados se usará la técnica del Análisis Semiótico.

**Palabras Clave:** Volumen, cuerpos geométricos, idoneidad didáctica.

Uno de los objetivos del currículo para el Subsistema de Educación Secundaria Bolivariana (2007) en Venezuela es formar al adolescente con potencialidades y habilidades para el pensamiento crítico, cooperador, reflexivo y liberador. Para la consecución de estos objetivos se conforman seis áreas de aprendizaje, dentro de las cuales se sitúa a la Matemática en un área denominada “Ser humano y su interacción con los otros componentes del ambiente”; específicamente, es en el estudio de modelos y estructuras matemáticas aplicadas al entorno donde se establece el estudio de la Geometría, llegando a los temas de Área y Volumen.

En tal sentido Sáiz (2003) afirma que un conocimiento geométrico básico es indispensable para desenvolverse en la vida cotidiana: para orientarse reflexivamente en el espacio; para hacer estimaciones sobre formas y distancias; para hacer apreciaciones y cálculos relativos a la distribución de los objetos en el espacio. La geometría está presente en múltiples ámbitos del sistema productivo de las sociedades actuales (producción industrial, diseño, arquitectura, topografía, etc...). Las formas geométricas, el volumen y los conceptos de capacidad son también un componente esencial del arte, de las artes plásticas, y representan un aspecto importante en el estudio de los elementos de la naturaleza.

Sin embargo, pese a la importancia que tienen estos contenidos como eje transversal en la enseñanza de la Geometría, y dada la experiencia docente de la investigadora, se ha venido observando desde hace varios años el desconocimiento de las formas geométricas y sus propiedades, la incapacidad de los alumnos para estimar el área aproximada de cualquier superficie, la falta de comprensión acerca de los conceptos de volumen y capacidad, y la relación que existe entre ellos; situación que se presenta de igual manera en la Unidad Educativa Hipólito Cisneros.

Particularmente, está el hecho de que el tema de “Volumen” no suele enseñarse con ningún recurso didáctico adicional, casi siempre los dibujos y esquemas relacionados se realizan sobre la pizarra y los alumnos emplean para copiar en los cuadernos sus juegos geométricos de regla, escuadra y compás, motivado también a que los recursos y materiales son escasos en el aula, a lo difícil y abstracto del tema, y en ocasiones se ha observado que algunos docentes omiten la enseñanza del volumen de cuerpos geométricos en su planificación.

En concordancia con lo anterior, Freudenthal (1983) plantea que el desconocimiento de la Geometría desde niveles básicos en la educación secundaria acarrea como consecuencia que los estudiantes de niveles avanzados tengan grandes dificultades en la construcción mental de conceptos abstractos tales como: la noción de paralelismo, perpendicularidad, representaciones en dos y tres dimensiones, ubicación de un punto en el espacio, representación de vectores en el espacio, la noción de espacio vectorial, volumen de sólidos de revolución; entre otros.

Lo que se persigue con esta investigación es abordar el problema desde distintos ángulos, tomando el aprendizaje como algo que siempre es influenciado por la enseñanza. En las investigaciones realizadas por Godino, Bencomo, Font y Wilhelmi (2007), se han introducido un conjunto de descriptores que pueden ayudar en el análisis y valoración de la idoneidad didáctica de un proceso de estudio matemático, siendo parte de las bases teóricas a seguir en esta investigación, guiada a su vez por trabajos cuya consecución muestran el uso del EOS, como en Arrieche (2003), Martínez (2008), Capace (2008); entre otros.

Atendiendo a la importancia que tiene la Geometría dentro de la enseñanza de la Matemática y las dificultades que se presentan en su proceso de estudio, se propone una investigación que dé respuesta a las siguientes interrogantes, clasificadas dentro de los criterios parciales de idoneidad presentados en Godino y otros (2007):

**Idoneidad Cognitiva:**

¿Los alumnos poseen los conocimientos previos necesarios para el estudio del tema?

¿Qué dificultades de comprensión presenta el tema de Volumen de Cuerpos Geométricos para los estudiantes?

¿Los diversos modos de evaluación evidencian de manera objetiva y confiable la apropiación de los conocimientos pretendidos?

**Idoneidad Mediacional:**

¿Será idóneo el uso de la estrategia de enseñanza implementada en el proceso de estudio de volumen de cuerpos geométricos?

¿El número y la distribución de los alumnos permiten llevar a cabo la enseñanza pretendida?

¿Es factible el uso de materiales concretos para la enseñanza del volumen, tomando en cuenta las características del plantel?

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **Objetivo General**

Analizar un proceso de estudio sobre volumen de cuerpos geométricos mediante los criterios de idoneidad cognitiva y mediacional, en un curso de primer año de educación media general.

### **Objetivos Específicos**

Describir el desarrollo histórico – epistemológico sobre Volumen de Cuerpos Geométricos.

Determinar la Idoneidad Cognitiva de un proceso de estudio sobre volumen de cuerpos geométricos, específicamente el cono, el cilindro, la esfera, el cubo y la pirámide de base cuadrada; evaluando los significados personales globales y logrados por estudiantes de primer año de la Unidad Educativa Hipólito Cisneros.

Establecer el grado de adecuación de los recursos materiales y temporales que se utilizarán para llevar a cabo la estrategia de enseñanza – aprendizaje de volumen de cuerpos geométricos, fundamentada en el uso de materiales concretos, en un curso de primer año de la Unidad Educativa Hipólito Cisneros.

## **MARCO TEÓRICO**

Esta investigación establece sus bases teóricas en el modelo EOS (Godino, 2003), donde se plantea que la investigación de tipo educativo debe articular las diversas dimensiones epistémica, cognitiva e instruccional que se ponen en juego en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la asignatura. En cada una de las dimensiones se pueden identificar un conjunto de elementos (tareas, lenguaje, acciones, procedimientos, argumentos).

Arrieche (2003), señala que las dimensiones vienen dadas en: epistemológica (la naturaleza del contenido matemático); cognitiva (procesos de comprensión de los

estudiantes; dificultades y obstáculos), e instruccional (procesos de enseñanza y aprendizaje en contextos escolares, currículo y procesos de estudio).

En el transcurrir del tiempo en el EOS se han generado nuevas nociones con el propósito de lograr optimizar el proceso enseñanza y aprendizaje en la didáctica de la matemática. Entre las cuales se encuentra la Idoneidad Didáctica, definida en Godino, Bencomo, Font y Wilhelmi (2007), como "...el criterio sistémico de pertinencia o adecuación de un proceso de instrucción al proyecto educativo, cuyo principal indicador empírico puede ser la adaptación entre los significados personales logrados por los estudiantes y los significados institucionales pretendidos/ implementados" (p.1)

Para llevar a cabo esta noción, dichos autores introducen seis criterios parciales de idoneidad didáctica de acuerdo a las siguientes dimensiones: epistémica, cognitiva, mediacional, emocional, interaccional y ecológica, descritos cada uno de la siguiente manera:

- Idoneidad epistémica, se refiere al grado de representatividad de los significados institucionales implementados (o previstos), respecto de un significado de referencia.
- Idoneidad cognitiva, expresa el grado en que los significados pretendidos/implementados estén en la zona de desarrollo potencial de los alumnos, así como la proximidad de los significados personales logrados a los significados pretendidos/implementados.
- Idoneidad interaccional, grado en que las configuraciones y trayectorias didácticas permiten, por una parte, identificar conflictos semióticos potenciales (que se puedan detectar a priori), y, por otra parte, resolver los conflictos que se producen durante el proceso de instrucción mediante la negociación de significados.
- Idoneidad mediacional, grado de disponibilidad y adecuación de los recursos materiales y temporales necesarios para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Idoneidad emocional, grado de implicación (interés, motivación) del alumnado en el proceso de estudio.

-Idoneidad ecológica, grado de adaptación del proceso de estudio al proyecto educativo del centro las directrices curriculares, las condiciones del entorno social, etc. (p.5)

En la presente investigación serán determinadas las idoneidades cognitiva y mediacional, los componentes y descriptores a través de los cuales se llevará a cabo el análisis se especifican a continuación en los siguientes cuadros:

**Cuadro 1.**

**Componentes y descriptores de la Idoneidad Cognitiva**

Godino, Bencomo, Font y Wilhelmi (2007). (p. 2).

<b>COMPONENTES</b>	<b>DESCRIPTORES</b>
<b>Conocimientos previos</b>	- Los alumnos tienen los conocimientos previos necesarios para el estudio del tema (bien se han estudiado anteriormente o el profesor planifica su estudio)  - Los significados pretendidos se pueden alcanzar (tienen una dificultad manejable) en sus diversas componentes.
<b>Adaptaciones curriculares a las diferencias individuales</b>	- Se incluyen actividades de ampliación y de refuerzo.
<b>Aprendizaje</b>	Los diversos modos de evaluación muestran la apropiación de los conocimientos / competencias pretendidas o implementadas.

**Cuadro 2.**

**Componentes y descriptores de la Idoneidad Mediacional**

Godino, Bencomo, Font y Wilhelmi (2007). (p. 3).

<b>COMPONENTES:</b>	<b>DESCRIPTORES:</b>
---------------------	----------------------

### **Recursos materiales**

(Manipulativos,  
calculadoras,  
ordenadores)

- Uso de materiales manipulativos e informáticos que permiten introducir buenas situaciones, lenguajes, procedimientos, argumentaciones adaptadas al significado pretendido

- Las definiciones y propiedades son contextualizadas y motivadas usando situaciones y modelos concretos y visualizaciones.

- El número y la distribución de los alumnos permite llevar a cabo la enseñanza pretendida

### **Número de alumnos, horario y condiciones del aula**

- El horario del curso es apropiado (por ejemplo, no se imparten todas las sesiones a última hora)

- El aula y la distribución de los alumnos es adecuada para el desarrollo del proceso instruccional pretendido.

### **Tiempo**

(De enseñanza  
colectiva/tutorización;  
tiempo de aprendizaje)

- Adecuación de los significados pretendidos /implementados al tiempo disponible (presencial y no presencial)

- Inversión del tiempo en los contenidos más importantes o nucleares del tema

- Inversión del tiempo en los contenidos que presentan más dificultad de comprensión.

En este mismo orden de ideas y para la elaboración de la estrategia didáctica de enseñanza de la magnitud Volumen, esta investigación se apoya en lo establecido en el Proyecto “Didáctica de la Matemática para Maestros”, dirigido por Godino (2004), el cual plantea las siguientes orientaciones curriculares respecto a las magnitudes y su medida:

- La obtención y uso de fórmulas para la medida de longitudes, áreas y volúmenes de figuras y cuerpos geométricos se incluye en las propuestas curriculares, incluso desde el nivel de primaria.

- Es recomendable que los niños no usen nunca las fórmulas sin que hayan participado en el desarrollo de dichas fórmulas. El desarrollo de las fórmulas por los propios niños es una actividad mucho más importante y significativa que la introducción de números en tales fórmulas.
- También se puede proponer cuerpos sólidos para comparar según su volumen. Para ello será necesario usar un método de desplazamiento del material suelto o líquido al ser introducidos en un recipiente apropiado y midiendo las variaciones de nivel.
- Como unidades no estándar de volumen y capacidad se pueden usar cubos de cartón, cucharas, etc. (p. 393)

## MARCO METODOLÓGICO

Las características del problema en estudio conducen a la selección de una metodología de tipo mixta entre métodos cualitativos y cuantitativos. Hernández, Fernández y Baptista (2006) plantea que “el enfoque mixto es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema” (p. 755).

El diseño de esta investigación está estructurado en distintas fases, las cuales se corresponden con los objetivos específicos propuestos. En la primera fase se realizará un estudio epistemológico sobre el volumen de cuerpos geométricos regulares, que precise su origen, evolución histórica y aplicación en otras ciencias, identificando los problemas y obstáculos que dieron origen a esta noción. Es decir, se centra en una investigación documental, para indagar sobre el origen y el desarrollo del volumen de cuerpos geométricos en el transcurrir del tiempo.

A través de la revisión y del análisis documental, se extraerá información de diversas fuentes en cuanto al desarrollo histórico del volumen de cuerpos geométricos, con el propósito de describir los sucesos más importantes que permitieron su origen y evolución.

Para la recolección de datos se revisaran libros de textos, revistas, trabajos de grados y artículos relacionados con el tema. Teniendo como instrumentos la elaboración de fichas, los registros en computadora y la clasificación de categorías.

En la segunda fase se realizará un seguimiento detallado de los estudiantes para conocer sus significados previos y establecer los significados personales logrados una vez desarrollada la estrategia didáctica para la enseñanza de volumen de cuerpos geométricos.

Se tomará como técnica de investigación la observación; según Arias (2006) esta es “una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos” (p.69).

Mediante esta técnica se podrá observar de manera participante el desarrollo de seis clases en un curso de matemática de 1er año de Educación Media General, con la finalidad de analizar un proceso de aprendizaje sobre el volumen de cuerpos geométricos, el cual se llevará a cabo a través de grabaciones audiovisuales de las sesiones de clase impartidas por la docente que realiza esta investigación.

Adicionalmente, será también considerada la técnica de la encuesta escrita. Para esto, se aplicarán dos cuestionarios, el primero a manera de pre test, con la finalidad de determinar los conocimientos previos que poseen los alumnos respecto a la magnitud volumen de cuerpos geométricos; y el segundo cuestionario es la prueba de conocimiento que se realizará ya finalizada la aplicación de la estrategia didáctica para la enseñanza de la magnitud volumen. Este último cuestionario, estará compuesto por varios ítems de preguntas referidas a la comprensión conceptual y a la exploración de habilidades procedimentales respecto al cálculo del volumen del cono, el cilindro, la esfera, el cubo y la pirámide de base cuadrada, con la finalidad de determinar lo aprendido, las aplicaciones, los errores y dificultades que los alumnos manifiesten al momento de responder.

En la tercera fase se determinará la idoneidad mediacional evaluando el grado de adecuación de los recursos materiales y temporales destinados para el desarrollo de la estrategia de enseñanza – aprendizaje de volumen de cuerpos geométricos.

En esta fase se tendrá como base la entrevista, la cual, según Tamayo y Tamayo (1998) es la relación “establecida entre el investigador y su objeto de estudio a través de individuos o grupos con el fin de obtener testimonios orales” (pag. 100). Para esto se contará con un guión de preguntas tanto abiertas como cerradas, las cuales serán

respondidas por los estudiantes durante el trabajo en clase, ayudado por una lista de cotejo que la investigadora preparará para constatar el desarrollo general de las diferentes actividades e interacción de los mismos educandos. Todo esto tendrá como finalidad determinar el grado de adecuación de los recursos materiales y temporales destinados para el desarrollo de la estrategia de enseñanza – aprendizaje de volumen de cuerpos geométricos.

Adicionalmente, para determinar los significados personales de los estudiantes con respecto a la magnitud volumen, se realizará el Análisis Semiótico propuesto por Godino (2003). Este consiste en realizar un análisis sistemático de los objetos y funciones semióticas que se ponen en juego en un determinado momento de la actividad matemática, además permite realizar aseveraciones pertinentes en relación con los posibles conflictos semióticos que se pueden encontrar a la hora de analizar una prueba de conocimiento. Para ponerlo en práctica, Godino (2003) agrega:

“Para aplicar esta técnica se requiere disponer de los textos con la planificación del proceso instruccional, transcripciones del desarrollo de las clases, entrevistas y respuestas escritas a las pruebas de evaluación aplicadas. El análisis ontológico-semiótico será pues, para nosotros, la indagación sistemática de los significados puestos en juego a partir del protocolo de respuestas de los sujetos en interacciones efectivas, este análisis permitirá caracterizar los significados personales atribuidos de hecho por los emisores de las expresiones”. (p.156).

Por esto mismo, a las respuestas dadas por los estudiantes, una vez entregados los cuestionarios, se les realizará el análisis considerando seis elementos primarios: situación problema, lenguaje, conceptos, procedimientos, propiedades y argumentos; determinando cómo se presentan cada uno de ellos.

Se describen a continuación las fases que se llevarán a cabo para lograr los objetivos:

**Fase 1:** Comprende el análisis documental que permitirá describir el Desarrollo Histórico del concepto de Volumen de Cuerpos Geométricos.

**Fase II:** Consiste en el desarrollo del proceso de estudio sobre Volumen de Cuerpos Geométricos, que comprende:

1. Planificación y desarrollo de una estrategia didáctica para la enseñanza del volumen de cuerpos geométricos, por parte de la autora de esta investigación, en un curso de 1er año de educación media general.
2. Implementación de la estrategia didáctica para la enseñanza del volumen de cuerpos geométricos, la cual se desarrollará en seis clases en las cuales los estudiantes manipularán material concreto para el aprendizaje del volumen de los siguientes cuerpos: cono, cilindro, esfera, cubo y la pirámide de base cuadrada. Algunas de las actividades que se proponen, de manera general, son las siguientes:
  - a. Actividades de comparación entre distintos cuerpos y recipientes introduciendo líquidos o materiales sueltos en los recipientes cuyo volumen o capacidad se comparan.
  - b. Hacer repartos justos (de pan, masa, plastilina, líquido).
  - c. Comparar y reproducir sólidos (con otra forma).
  - d. Medir el volumen del cono, el cilindro, la esfera, el cubo y la pirámide de base cuadrada.
  - e. Construir cuerpos de igual área y volúmenes diferentes.
3. Para evaluar los conocimientos adquiridos se aplicará un cuestionario que estará compuesto por varios ítems de preguntas referidas a la comprensión conceptual y a la exploración de habilidades procedimentales respecto al cálculo del volumen del cono, el cilindro, la esfera, el cubo y la pirámide de base cuadrada, con la finalidad de determinar lo aprendido, las aplicaciones, los errores y dificultades que los alumnos manifiesten al momento de responder.
4. Sobre la prueba de conocimiento, se realizará el análisis de la idoneidad cognitiva.

**Fase III:** Evaluar, a través de una entrevista realizada a los estudiantes y de listas de cotejos y escalas de estimación elaboradas por la investigadora, el grado de adecuación de los recursos materiales y temporales destinados para el desarrollo de la estrategia de enseñanza – aprendizaje de volumen de cuerpos geométricos. Los descriptores que permitirán elaborar las preguntas concernientes a la Idoneidad Mediacional, que se evalúa en esta fase, están en concordancia con lo especificado en el Marco Teórico.

## CONCLUSIONES Y ALCANCES

La presente investigación aún se encuentra en la fase de ejecución y hace parte del proyecto macro, presentado y aprobado por el ONCTI a través del Programa de Estímulo a la Innovación e Investigación (PEII), titulado: “Significados institucionales y personales de los objetos matemáticos puestos en juego en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática”. Sin embargo, se espera lograr con este estudio, en primer lugar, que los estudiantes comprendan y apliquen correctamente los conocimientos sobre volumen de cuerpos geométricos. En este mismo orden de ideas y tomando como base la manipulación de material concreto para la enseñanza, se espera motivar a los estudiantes y mejorar la percepción que posean respecto a la matemática, específicamente de la Geometría. Respecto a las ambiciones de la investigadora se espera determinar si, dadas las condiciones idóneas cognitivas y mediacionales para el desarrollo de este estudio, fue efectiva la estrategia de enseñanza de volumen de cuerpos geométricos. También se persigue determinar los significados personales de los estudiantes respecto al volumen de cuerpos geométricos, y en base a estas conclusiones decidir la idoneidad didáctica de este proceso de estudio. Por último y atendiendo al aporte y contribución al conocimiento que se desea de toda investigación en el campo de la Educación Matemática, se espera que el presente trabajo sea un referente en cuanto al uso del modelo ontosemiótico, que proporcione bases para quienes se interesen en problemáticas afines a la enseñanza y aprendizaje de la geometría, pero sobre todo que propicie una alternativa de apoyo mediacional al momento de enseñanza del concepto de volumen.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F (2006). El Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología Científica. Quinta edición. Editorial Episteme. Caracas.
- Arrieche (2003). Caracterización de los Significados Personales con Respecto a las Nociones Básicas de Teoría de Conjunto en un grupo de Maestros de Educación Primaria en Formación. PARADIGMA, 24(1): 101-106.

- Capace, L. (2008). La Integral en una variable real en la formación Técnica Universitaria: dimensiones presentes en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Tesis Doctoral. Universidad Pedagógica Experimental Libertador de Maracay.
- Freudenthal H., (1983). Didactical Phenomenology of Mathematical Structures. Dordrecht: Reidel. Traducción de Luis Puig, publicada en Fenomenología didáctica de las estructuras matemáticas. Textos seleccionados. México: CINVESTAV, 2001.
- Godino, J. D. (2003). Teoría de las Funciones Semióticas. Un enfoque ontológico-semiótico de la cognición e instrucción matemática [Documento en Línea]. Disponible en: <http://www.ugr.es/local/jgodino/>. [Consulta: 2013, Febrero 11]
- Godino, J.D. (2004). Didáctica de las Matemáticas para Maestros. [Documento en Línea]. Disponible en: <http://www.ugr.es/local/jgodino/edumat-maestros/>. [Consulta: 2013, Febrero 11].
- Godino, J. D. y Batanero, C. (1994). Significado institucional y personal de los objetos matemáticos. Recherches en Didactique des Mathématiques, Vol. 14, nº 3: 325-355. [Significato istituzionale e personale degli oggetti matematici. La matematica e la sua didattica, n3/2000, p. 260-291, trad. Angel Balderas].
- Godino J, Bencomo D, Font V y Wilhelmi M (2007). Análisis y valoración de la idoneidad didáctica de procesos de estudio de las matemáticas. Paradigma, Volumen XXVII, Nº 2 (en prensa).
- Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2006). Metodología de la Investigación. Cuarta Edición. McGraw – Hill Interamericana. México.
- Martínez, A. (2008). Significados personales de la ecuación de segundo grado en la formación inicial de profesores de matemática. Trabajo de Grado de Maestría no publicado. Universidad Pedagógica Experimental Libertador de Maracay.
- Saiz R., M. (2003). Algunos objetos mentales relacionados con el concepto volumen de maestros de primaria. Revista Mexicana de Investigación Educativa, mayo – agosto, año/vol. 8, número 018.
- Subsistema de Educación Secundaria Bolivariana. Liceos Bolivarianos. Orientaciones Metodológicas. (2007, Septiembre 12). Ministerio del Poder Popular para la Educación.
- Tamayo y Tamayo, M. (1998). El Proceso de la Investigación científica. Editorial Limusa S.A. México.