

The background features a complex collage of mathematical concepts. It includes various coordinate systems with points labeled  $(x_1, y_1)$ ,  $(x_2, y_2)$ ,  $(x, 0)$ , and  $(x, y)$ . There are also geometric shapes like triangles and rectangles, and several mathematical formulas such as  $\int \frac{dx}{\sqrt{x^2+a^2}} = \ln|x + \sqrt{x^2+a^2}| + C$ ,  $\int \frac{dx}{\sqrt{x^2-a^2}} = \ln|x - \sqrt{x^2-a^2}| + C$ , and  $\int \frac{dx}{x} = \ln|x| + C$ . The overall theme is mathematical education.

# Aportes del enfoque ontosemiótico a la educación matemática en Venezuela

The background continues with mathematical content, showing a 3D diagram of a pyramid with vertices labeled  $A_1, B_1, C_1, D_1, E_1, F_1$  and a base  $O_1$ . There are also trigonometric formulas like  $x = p \cos \varphi$ ,  $y = p \sin \varphi$ , and  $\rho = \frac{p}{\cos \varphi}$ . A system of equations is shown:  $4x^2 + h^2 = 60$ ,  $z = \frac{60 - h^2}{4}$ , and  $V = f(h) = \pi h \frac{60 - h^2}{4}$ .

**Mario José Arrieche Alvarado**

# Aportes del enfoque ontosemiótico a la educación matemática en Venezuela

## Introducción

La Educación Matemática en Venezuela se encuentra en pleno proceso de desarrollo y de consolidación como disciplina científica, el cual ha sido impulsado por la conformación de Asociaciones, tanto a nivel regional como nacional, integradas por todos los profesionales que laboran en la enseñanza de la Matemática de los diferentes niveles del Sistema Educativo y que se encargan de organizar, coordinar y realizar Simposios, Congresos, Jornadas y toda clase de eventos correspondientes a esta disciplina; constituyéndose estos últimos en escenarios propicios para divulgar y valorar la producción científica generada de los grupos de investigación que coordinan las líneas de investigación que conforman los núcleos y centros de investigación existentes en nuestro país, citándose por ejemplo las líneas dirigidas por Arrieche (2003), Ortiz (2003), González (2003) y Rojas (2003) adscritas al Núcleo de Investigación en Educación Matemática “Dr. Emilio Medina” (NIEM) de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, sede Maracay. Este capítulo tiene como propósito fundamental dar a conocer a la comunidad de educadores matemáticos venezolanos y de Iberoamérica en general los productos investigativos que se han generado hasta el momento, y los que actualmente están en desarrollo, realizados bajo el enfoque ontosemiótico de la cognición e instrucción matemática (Godino, 2003); enfoque, en cuyos fundamentos teóricos se sustenta la Línea de Investigación “*Perspectivas del Enfoque Semiótico Antropológico para la Didáctica de la Matemática*”, y que actualmente se conoce con el nombre del enfoque ontosemiótico de la cognición e instrucción matemática, registrada en la Coordinación General de Investigación de la UPEL-Maracay, y propuesta por Arrieche (2003). El trabajo se realizó tomando como base la descripción de la línea de investigación en referencia y sus productos investigativos.

Cabe destacar que entre los aportes a la Educación Matemática enfatizaremos más los aportes dados a los postgrados, existentes en el país, relacionados con la Educación Matemática en cuanto a trabajos de grado de especialización, maestría y tesis doctorales. La estructura utilizada es la siguiente: Descripción de la línea de investigación: *Perspectivas del Enfoque Semiótico Antropológico para la Didáctica de la Matemática* (LIPESA), objetivos generales de la línea y productos investigativos de la línea de investigación.

## **Descripción de la línea de investigación: perspectivas del enfoque semiótico antropológico para la didáctica de la matemática (LIPESA)**

La línea de investigación LIPESA que proponemos se centra en el área de conocimiento Didáctica de la Matemática, considerada ésta como el campo más general de la Educación Matemática, y una de sus principales finalidades es identificar y resolver los problemas que surgen en la enseñanza, el aprendizaje y la comunicación de conocimientos matemáticos para optimizar los procesos correspondientes.

Consideramos que la investigación en Didáctica de la Matemática debe afrontar el problema del análisis de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en toda su complejidad, situado en el seno de los sistemas didácticos. Aunque una investigación particular tenga que centrarse en aspectos específicos (análisis epistemológico y/o cognitivo de un concepto, o un reducido campo de problemas), no se debe perder de vista la perspectiva sistémica, y tratar de desarrollar modelos teóricos que articulen las facetas: epistemológica, cognitiva e instruccional.

La solución de problemas de investigación en Didáctica de la Matemática (y en cualquier otra área de conocimiento), con criterios de calidad científica, precisa realizar un trabajo sistemático y disciplinado que garantice la validez y fiabilidad de las afirmaciones pretendidas, es decir, debe estar guiada por una metodología adecuada de investigación y por instrumentos teóricos adaptados a las peculiaridades de la investigación requerida. En tal sentido, en esta línea de investigación se pretende analizar las relaciones entre teoría, problemas y métodos de investigación en Didáctica de la Matemática, particularizada en el caso del enfoque que Godino y Batanero (1994) denominan “semiótico-antropológico” en Didáctica de la Matemática en el que vienen trabajando desde 1993 en el seno del grupo de investigación “Teoría y Métodos de Investigación en Educación Matemática” de la Universidad de Granada, España y que actualmente se conoce con el nombre de enfoque ontosemiótico (EOS) de la cognición e instrucción Matemática (Godino, 2003; Godino, Contreras y Font, 2006). (Véase la página Web: <http://www.ugr.es/local/jgodino/semioesp/indices.htm>).

Con la expresión “enfoque semiótico-antropológico” se describe el modelo teórico para la Didáctica de la Matemática que adopta la noción de significado como clave para analizar la actividad matemática y los procesos del conocimiento

matemático. No se trata de un modelo teórico acabado, sino de un sistema de nociones en proceso de elaboración y desarrollo cuya idea impulsora consiste en tratar de articular dentro de un sistema coherente las dimensiones epistemológicas, cognitivas e instruccionales puestas en juego en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, adoptando nociones semióticas como enfoque integrador.

Entre las nociones teóricas adoptadas que usaremos en el estudio de las tres dimensiones mencionadas, propuestas en este modelo para el análisis didáctico, están las de "significado institucional y personal de un objeto matemático" (Godino y Batanero, 1994). Tales significados se conciben como los sistemas de prácticas (operativas y discursivas) realizadas por una persona (o en el seno de una institución) para resolver un campo de problemas matemáticos. En el análisis de los significados institucionales de un objeto matemático interesa distinguir cuatro tipos de significado: de referencia, pretendido, implementado y evaluado (Godino, 2003).

*Significado de referencia:* Es lo que representa el objeto para las instituciones matemáticas y didácticas. Son las prácticas operativas y discursivas inherentes al objeto matemático que se fija como objeto institucional y que es el producto de las orientaciones de los expertos y del análisis de los currículos.

*Significado pretendido:* Es el sistema de prácticas que se planifican sobre un objeto matemático para un cierto proceso de instrucción.

*Significado implementado:* Es el sistema de prácticas (operativas y discursivas) que efectivamente tiene lugar en la clase de matemática, las cuales servirán de referencia inmediata para el estudio de los alumnos y las evaluaciones de los aprendizajes.

*Significado institucional evaluado:* Son las tareas o cuestiones que incluyen las pruebas de evaluación y pautas de observaciones de los aprendizajes.

En cuanto al significado personal (el del estudiante) es posible hablar de significado global, declarado y logrado (Godino, 2003).

*Significado global:* Es la totalidad del sistema de prácticas personales que es capaz de manifestar potencialmente el alumno para resolver un campo de problemas.

*Significado declarado:* Da cuenta de las prácticas efectivamente expresadas a propósito de las pruebas de evaluación propuestas, incluyendo los aciertos y los desaciertos desde la perspectiva institucional.

*Significado personal logrado:* Se corresponde con las prácticas manifestadas y que son conformes con la pauta institucional establecida. El significado declarado en desacuerdo con el establecido institucionalmente es lo que usualmente se denominan *errores de aprendizaje*.

Los sistemas de prácticas que una institución considera apropiados para resolver un tipo de tareas son denominados por Chevallard, Bosch y Gascón (1997) una *praxeología matemática*, noción que podemos asimilar con la que Godino y Batanero denominan "significado institucional de un objeto matemático". La interpretación de las praxeologías como significados de los objetos matemáticos (teorías, contenidos u organizaciones matemáticas) supone la adopción de una epistemología de tipo pragmatista y relativista (en consonancia con la filosofía de las matemáticas de Wittgenstein). Estas entidades se conciben como sistemas formados por distintos elementos agrupables en dos categorías:

(a) Dimensión praxémica (praxis), formada por el campo de problemas, las técnicas (operaciones, procedimientos) y los elementos notacionales o lingüísticos puestos en juego.

(b) Dimensión discursiva (logos), formada por los conceptos, propiedades y argumentaciones que regulan, organizan y estructuran los componentes praxémicos.

La noción de praxeología nos proporciona una herramienta potente para analizar la variedad de significados atribuidos a un contenido matemático cualquiera. Para seleccionar los aspectos de dicho contenido viables en un nivel y contexto educativo es necesario disponer de las diversas posibilidades e identificar sus elementos constituyentes, así como tener en cuenta las relaciones ecológicas entre los objetos matemáticos involucrados (Godino, 1993).

Por otra parte, para describir y explicar los logros y dificultades de los estudiantes tenemos que analizar con suficiente detalle el proceso de estudio, los patrones de interacción docente-discente a lo largo del proceso, así como la trama compleja de objetos matemáticos y relaciones que constituyen el conocimiento pretendido. Con dicho fin las nociones de "praxeología didáctica" y "función

semiótica" pueden ser herramientas conceptuales útiles.

La noción de *praxeología didáctica* (Chevallard, 1997) se corresponde con la de praxeología matemática, pero en este caso el componente praxémico se refiere a las tareas del profesor y del alumno, las técnicas de estudio, y de ayuda al estudio. Para el profesor, en el momento de la planificación de la enseñanza, se trata de diseñar una praxeología matemática viable y en el momento de realización de la instrucción se trata de decidir y aplicar las técnicas de ayuda al estudio mejor adaptadas.

Un aspecto integrante de la praxeología didáctica es la distribución en el tiempo de las diversas funciones docentes y discentes en conjunción con los distintos componentes de las praxeologías matemáticas. Se necesita describir el *diálogo* efectivamente ocurrido entre profesor y estudiante a propósito de cada componente del saber matemático, o prever posibles alternativas para tales diálogos e interacciones. Los distintos elementos que componen la praxeología matemática escolar deberán ser abordados por el docente y discente de acuerdo con patrones de interacción definidos distribuidos en el tiempo, lo que constituye una *trayectoria didáctica*.

Cabe destacar que la noción de *función semiótica* pretende tener en cuenta la naturaleza esencialmente relacional de la actividad matemática y de los procesos de difusión del conocimiento matemático. Se dice que se establece una función semiótica entre dos entidades (ostensivas o no ostensivas) cuando entre ambas se establece una dependencia representacional o instrumental, esto es, una de ellas se "pone en lugar de la otra", o una de ellas "es usada por la otra". Esta noción permite formular en términos semióticos, y de una manera general y flexible el conocimiento matemático y explicar en términos de *conflictos semióticos* las dificultades y errores de los estudiantes.

Por otra parte, en consonancia con el interaccionismo simbólico, el modelo teórico que se propone para la Didáctica de la Matemática, considera como objeto o entidad matemática "todo aquello que puede ser indicado, todo lo que puede señalarse o a lo cual puede hacerse referencia, cuando hacemos, comunicamos o aprendemos matemáticas" (Godino, 2001, p.6). Para analizar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas se considera necesario explicitar los distintos tipos de objetos mediante los cuales describir la actividad matemática y los productos resultantes de la misma.

Asimismo, (Godino, 2001) propone los siguientes tipos de entidades:

(1) *Lenguaje* (términos, expresiones, notaciones, gráficos). En un texto vienen dados en forma escrita o gráfica pero en el trabajo matemático pueden usarse otros registros (oral, gestual). Mediante el lenguaje (ordinario y específico matemático) se describen otros objetos no lingüísticos.

(2) *Situaciones* (problemas más o menos abiertos, aplicaciones extra matemáticas o intra matemáticas, ejercicios); son las tareas que inducen la actividad matemática.

(3) *Acciones* del sujeto ante las tareas matemáticas (operaciones, algoritmos, técnicas de cálculo, procedimientos).

(4) *Conceptos*, dados mediante definiciones o descripciones (número, punto, recta, media, función)

(5) *Propiedades* o atributos de los objetos mencionados, que suelen darse como enunciados o proposiciones.

(6) *Argumentaciones* que se usan para validar y explicar las proposiciones (sean deductivas o de otro tipo).

Estos seis tipos de objetos, que podemos calificar de matemáticos porque se ponen en juego en la actividad matemática, son los constituyentes primarios de otros objetos más complejos u organizaciones matemáticas, como los sistemas conceptuales, teorías, etc.

Las entidades lingüísticas tienen un papel representacional – se ponen en lugar de las restantes- y también instrumental, o sea deben contemplarse además como instrumentos de la actividad matemática. Aunque mucha actividad matemática es mental, poco podríamos avanzar en el trabajo matemático si no tuviéramos el recurso de la escritura, la palabra y los restantes registros materiales.

Las situación-problema matemáticas son las promotoras y contextualizadoras de la actividad matemática, y junto con las acciones (algoritmos, operaciones, procedimientos) constituyen el componente práctico de las matemáticas, la acción dirigida a un fin. Parece apropiado describir a estos dos componentes

(situaciones-problemas y acciones) como *praxis* según propone Chevallard (1997).

Los otros tres componentes (conceptos-definiciones, proposiciones, argumentaciones) desempeñan un papel normativo en las matemáticas. Son el resultado de una actividad reflexiva y regulativa de la *praxis*; conjuntamente se pueden describir como los componentes teóricos o discursivos (*logos*).

Este agrupamiento de las entidades matemáticas en *praxis* y *logos* no quiere decir que entre dichos componentes no existan relaciones de interdependencia. El lenguaje está presente de manera intrínseca y constitutiva tanto en la *praxis* como en el *logos*; el *logos* encuentra su razón de ser en la *praxis* y ésta se desarrolla y rige por el *logos*.

Las entidades matemáticas, según el juego de lenguaje en que participan, pueden ser consideradas desde las siguientes facetas o dimensiones duales (Godino, 2001): personal – institucional, ostensiva - no ostensiva, concreta – abstracta, elemental – sistémica, expresión – contenido.

En el EOS se define *trayectoria muestral* como la que describe la secuencia particular de cada función que ha tenido lugar en el tiempo y especifica seis de estas funciones (Godino, 2003):

*Trayectoria epistémica* es la distribución a lo largo del tiempo de enseñanza de los componentes del significado institucional implementados. Estos componentes se refieren a problemas, acciones, lenguaje, definiciones, propiedades y argumentos se van sucediendo en cierto orden en el proceso de instrucción.

*Trayectoria docente* es la distribución en el tiempo de instrucción de las funciones, tareas y acciones correspondientes al docente.

*Trayectoria discente* es la distribución de las funciones y acciones que desempeñan los estudiantes (una para cada estudiante).

*Trayectoria mediacional* representa la distribución de los recursos tecnológicos usados durante la instrucción, tales como: libros, apuntes, manipulativos, software, etc.



*Trayectoria cognitiva* es la *cronogénesis* de los significados personales de los estudiantes.

*Trayectoria emocional* es la distribución temporal de los estados emocionales, valores, afectos y sentimientos de cada alumno con relación a los objetos matemáticos y el proceso seguido.

Cada una de estas trayectorias es una realización de un proceso estocástico, puesto que el proceso de instrucción tiene característica no determinista. Estas trayectorias una vez implementadas, pueden ser valoradas en su *idoneidad<sup>1</sup> didáctica* mediante los criterios que presentan Godino, Contreras y Font (2006) y que seguidamente presentamos.

*Idoneidad epistémica*: Es el grado de representatividad de los significados institucionales implementados durante un proceso de enseñanza y aprendizaje, respecto a los significados de referencia.

*Idoneidad cognitiva*: Con ella se valora en qué medida los significados implementados están en la zona de desarrollo potencial de los estudiantes (Vygostski, 1934), así también valora el grado de cercanía de los significados personales alcanzados por los estudiantes de acuerdo a los pretendidos o implementados.

*Idoneidad interaccional*: Valora el grado en que las configuraciones y trayectorias didácticas permiten: a) Determinar posibles conflictos semióticos y b) resolver los conflictos que se presentan durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, con la aplicación de la negociación de significados.

*Idoneidad mediacional*: Con este criterio se valora la disponibilidad y adecuación de recursos materiales y temporales fundamentales para el desarrollo del proceso de instrucción y cognición.

*Idoneidad emocional*: Este criterio sirve para valorar el interés y motivación del alumnado por el proceso de estudio y los objetos matemáticos puestos en juego.

---

<sup>1</sup> Según el diccionario de la RAE, *idóneo*, quiere decir adecuado y apropiado para algo. En este caso se refiere al grado en que un proceso de estudio matemático (o una parte del mismo) permite el logro de los fines pretendidos.

*Idoneidad ecológica:* El grado de adaptación que tiene el proceso de estudio al proyecto educativo de la universidad, las orientaciones curriculares, las condiciones del entorno social, etc.

Desde el punto vista metodológico, en las investigaciones desarrolladas dentro del enfoque semiótico-antropológico se deben combinar diversos métodos y técnicas según las distintas facetas de la investigación, dependiendo del problema abordado en las mismas. Al igual que cada problema (o campos de problemas) matemático requiere sus conceptos y técnicas específicas para su solución, se considera emplear en cada caso los enfoques y técnicas de recogida y análisis de datos pertinentes al problema didáctico planteado. En consecuencia, se debe combinar el estudio documental en la componente epistemológica con diversas técnicas y enfoques en las partes experimentales, tanto cognitivas como instruccionales. En el estudio de la evolución de los significados personales de los estudiantes como consecuencia de un proceso instruccional se puede utilizar el método experimental y cuasi-experimental, donde el control de variables, el tamaño de las muestras y su representatividad deben conferir una gran potencia y fiabilidad a los resultados del análisis estadístico de los datos. Por otro lado, y puesto que este enfoque nos indica las tendencias existentes en la población, pero no muestra toda la riqueza de la variabilidad individual, se debe completar el estudio mediante técnicas de tipo cualitativo. Particularmente, el estudio de casos nos permite mostrar la consistencia de los significados personales sobre los objetos puestos en juego. Asimismo, la observación y registro de los episodios instruccionales muestra la complejidad semiótica de los procesos elementales de estudio de las matemáticas.

La línea de investigación Perspectiva del Enfoque Semiótico-antropológico para la Didáctica de la Matemática (LIPESA) nos permite implementar un método denominado “análisis semiótico” (Arrieche, 2002) como herramienta para interpretar los significados de un objeto matemático, que puede aportar explicaciones para las dificultades de los procesos de estudio de dicho objeto basadas en la complejidad semiótica de las tareas demandadas y la negociación de tales significados. Este tipo de análisis puede ser útil para describir procesos de comunicación e interpretación del conocimiento matemático en el seno de los sistemas didácticos, así como identificar factores condicionantes de los mismos.

### **Objetivos generales de la línea:**

Teniendo presente el Sistema de Referencia antes esbozado esta línea se propone impulsar estudios que permitan:

1) Caracterizar los distintos significados institucionales asociados a un contenido matemático e identificar criterios de diseño de praxeologías matemáticas en cualquiera de los contextos y niveles educativos existentes en el país (dimensión epistémica).

2) Caracterizar las distintas praxeologías didácticas relativas a los significados institucionales de pretendidos e identificar criterios de diseño y optimización de tales praxeologías en cualquiera de los contextos y niveles educativos existentes en el país (dimensión instruccional).

3) Caracterizar los significados personales de los estudiantes relativos a los distintos elementos de los significados institucionales implementados en cualquiera de los contextos y niveles educativos existentes en el país y su explicación en términos de los significados de referencia y las praxeologías didácticas puestas en juego en el proceso de estudio (dimensión cognitiva).

4) La utilización de la técnica de análisis semiótico para caracterizar los significados sistémicos (o praxeológicos) y elementales puestos en juego en el proceso de estudio de un tema matemático en cualquiera de los niveles educativos existentes en el país.

5) Evaluar los procesos de enseñanza y aprendizaje de los diferentes contenidos matemáticos que conforman los programas de matemática en los niveles educativos existente del sistema educativo venezolano, mediante los criterios de idoneidad didáctica del EOS.

6) Elaborar y difundir documentos de orientación para la enseñanza y aprendizaje de la Matemática.

7) Contribuir al desarrollo teórico y metodológico del campo de la Educación Matemática con productos sólidos y reconocidos a nivel nacional e internacional.

## Productos investigativos de la línea de investigación LIPESA

En este apartado haremos referencia a los trabajos de grado de especialización, maestría y tesis doctorales, concluidos y en proceso, insertados en la línea de investigación referida y desarrollados en el marco del enfoque ontosemiótico.

### Trabajos concluidos - Año de culminación, Título. Tipo de Trabajo, Autor (Tutor)

#### 2002

- La teoría de conjuntos en la formación de maestros: Facetas y factores condicionantes del estudio de una teoría matemática. Tesis doctoral, Mario Arrieche (Juan Díaz Godino).

#### 2004

- Significados personales de las fracciones en estudiantes del primer año de ciencias en estudiantes del Liceo Nacional José Félix Ribas del Municipio Ribas. Proyecto de investigación de quinto año de educación secundaria, Mary Arrieche (Mario Arrieche)

#### 2005

- El papel de la aritmética en la formación matemática de los estudiantes en la Educación Básica. Trabajo de grado de maestría, Marcos Mayma (Mario Arrieche).
- La resolución de problemas como herramienta de diagnóstico del proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática en educación diversificada y profesional. Trabajo de grado de maestría, Thairo Figueroa (Mario Arrieche)
- Los vectores del plano en la formación matemática de los estudiantes de Educación Básica. Trabajo de grado de maestría, Silvia Briceño (Mario Arrieche).

#### 2006

- Significados personales de los números enteros en la Educación Básica. Trabajo de grado de maestría, Ely Quintana (Mario Arrieche).

- EL uso de los sistemas dinámicos en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las transformaciones del plano. Trabajo de grado de maestría, Lucía Díaz (Mario Arrieche).
- Significados institucionales de las funciones en Educación Básica. Trabajo de grado de maestría, Orlando Hernández (Mario Arrieche).
- Significados institucionales de la parábola. Trabajo de grado de maestría, Yovana Urdaneta (Mario Arrieche).
- Análisis de la evaluación del proceso de enseñanza y aprendizaje de la Educación Básica. Trabajo de grado de maestría, Yaleni Contreras (Mario Arrieche).

## 2007

- Análisis cognitivo y didáctico de los polinomios en la Educación Básica. Trabajo de grado de maestría, Jesús Álvarez (Mario Arrieche).
- Significados personales de las funciones en Educación Básica. Trabajo de grado de maestría, Jenny Romero (Mario Arrieche).
- Significados institucionales de las figuras planas en la Educación Básica. Trabajo de grado de maestría, Mary Carmen Navas (Mario Arrieche).
- Significados personales de los números naturales en Educación Básica. Trabajo de grado de maestría, Anihányela Benítez (Mario Arrieche).

## 2008

- Significados personales de las ecuaciones de primer grado con una incógnita en la Educación Básica. Trabajo de grado de maestría, Ada Aponte (Mario Arrieche).
- La integral en la formación del técnico superior universitario. Dimensiones presentes en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Tesis doctoral, Luis Capace (Mario Arrieche).
- Significados institucionales de geometría del triángulo en la formación inicial de profesores de matemática. Trabajo de ascenso, Belén Arrieche (Mario Arrieche).
- Significados personales de la ecuación de segundo grado en la formación inicial de profesores de matemática. Trabajo de grado de maestría, Angélica Martínez (Mario Arrieche).

- Significados personales del conjunto de los números naturales en la Educación Básica. Trabajo de grado de maestría, Lorena Carruido (Mario Arrieche).
- Significado institucional referencial de la factorización de polinomios en la Educación Básica. Trabajo de grado de maestría, Ángel Alcocer (Mario Arrieche).
- Análisis de un proceso de estudio sobre la elipse mediante los criterios de idoneidad didáctica. Trabajo de grado de maestría, Yaritza Pérez (Mario Arrieche).
- Significados de personales del límite de una función en la formación de profesores de química. Trabajo de grado de maestría, César García (Mario Arrieche).
- Criterio de la idoneidad epistémica de la función afín en Educación Básica. Trabajo de grado de maestría, Ángela Chiavorolli (Mario Arrieche).
- La hoja de cálculo electrónica y su idoneidad motivacional en el aprendizaje de la estadística. Trabajo de grado de maestría, Wendy Mendoza (Mario Arrieche).
- El proceso de instrucción estadística en docentes de educación integral mediante el criterio de la idoneidad mediacional. Trabajo de grado de maestría, Marlene Alvarenga (Mario Arrieche).

## **2009**

- Transición del pensamiento aritmético al algebraico en séptimo grado de Educación Básica. Trabajo de grado de maestría, Heidi Castillo (Mario Arrieche).
- Significados institucionales de las fracciones en sexto grado de Educación Básica, Trabajo de grado de maestría, Anyela Florez (Mario Arrieche).

## **2010**

- Significados personales de las funciones en la formación de Licenciados en Educación Matemática. Trabajo de grado de especialización, Leonard Sánchez (Mario Arrieche).

## **2012**

- Significados institucionales de los Polinomios en segundo año de educación media general. Trabajo de grado de maestría, Dorenis Mota (Mario Arrieche).

## 2015

- Análisis semiótico y didáctico de un proceso de estudio sobre las razones trigonométricas. Trabajo de grado de maestría, Fernando Tesorero (Mario Arrieche).
- Evolución histórica del conjunto de los números naturales como aporte didáctico y epistemológico a la formación de profesores de matemática. Trabajo de grado de maestría, Mary Arrieche (Luis Capace).
- Significados institucionales de la ecuación de segundo grado en segundo año de educación media general. Trabajo de grado de maestría, Mary Núñez (Belén Arrieche).
- Volumen de cuerpos geométricos: análisis de un proceso de estudio mediante los criterios de idoneidad didáctica. Trabajo de grado de maestría, Yraima Ramos (Angélica Martínez).
- La circunferencia y el círculo en educación primaria. Una propuesta desde la idoneidad cognitiva, mediacional y ecológica. Trabajo de grado de maestría, Erica Valera (Angélica Martínez).

## Trabajos en proceso - Año de inicio, Título. Tipo de Trabajo, Autor (Tutor)

### 2012

- Evaluación de un proceso de estudio sobre la integral de línea mediante los criterios de Idoneidad didáctica. Proyecto de Tesis doctoral, Hengleend Rincón (Mario Arrieche).

### 2013

- Significados institucionales y personales de los objetos matemáticos puestos en juego en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática. Proyecto FONACIT, Mario Arrieche (Mario Arrieche).
- Análisis de un proceso de estudio sobre las funciones mediante los criterios de Idoneidad didáctica. Trabajo de grado de maestría, Ana Peña (Mario Arrieche).

### 2015

- La idoneidad didáctica de la multiplicación en niños con dificultades de aprendizaje. Proyecto de Tesis doctoral, Elena Vásquez (Luis Capace).

- La función afín en la economía: Perspectivas semióticas de su enseñanza y aprendizaje. Proyecto de Tesis doctoral, Enedina Rodríguez (Luis Capace).
- La geometría en la formación inicial de profesores de educación integral. Proyecto de Tesis doctoral, Belén Arrieche (Martha Iglesias).

## Referencias

- Arrieche, M. (2002). La teoría de conjuntos en la formación de maestros: facetas y factores condicionantes del estudio de una teoría matemática. Tesis doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada.
- Arrieche, M. (2003). Perspectivas del enfoque semiótico-antropológico para la Didáctica de la Matemática. *Paradigma*, 24 (2), 151-160.
- Chevallard, Y. (1997). Famillière et problématique, la figure du professeur. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 17(3), 17-54.
- Chevallard, Y., Bosch, M. y Gascón, J. (1997). Estudiar matemáticas. El eslabón perdido entre la enseñanza y el aprendizaje. Barcelona, España: ICE/Horsori.
- González, F. (2003). Educación Matemática. Comunicación presentada en la I Jornada de Investigación en Educación Matemática de la UPEL-Maracay.
- Godino, J. D. (1993). La metáfora ecológica en el estudio de la noosfera matemática, *Quadrante*, 2(2), 69-79.
- Godino, J. D. (2001). Un enfoque semiótico de la cognición matemática. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada.
- Godino, J.D. (2003). Teoría de las funciones semióticas: enfoque ontosemiótico de la cognición e instrucción matemática. Memoria presentada para optar a una plaza de catedrático en el Departamento de Didáctica de la Universidad de Granada.
- Godino, J.D., Contreras, A. y Font, V. (2006). Análisis de procesos de instrucción basado en el enfoque ontológico-semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactiques des Mathematiques*, 26(1), 39-88.
- Ortiz, J. (2003). Pensamiento numérico y algebraico. *Paradigma*, 25 (1), 125-139.



Rojas, J. (2003). Perspectivas de la Neurociencia en la Educación Matemática. Comunicación presentada en la I Jornada de Investigación en Educación Matemática de la UPEL-Maracay.

## **Mario Arrieche Alvarado.**

Doctor en Matemáticas por la Universidad de Granada, España. Programa de Doctorado en Didáctica de la Matemática. Magister en Educación Superior, mención Matemática por la UPEL-Maracay. Profesor en la especialidad de Matemática por la UPEL-Maracay. Profesor Titular Jubilado de la UPEL-Maracay, adscrito al Departamento de Matemática. Fue Coordinador de la Maestría en Enseñanza de la Matemática y Coordinador General de Estudios de Postgrado de la UPEL-Maracay. Es un investigador reconocido por el Programa de Promoción al Investigador del Ministerio del Poder Popular de la Ciencia y Tecnología. Miembro de la Comisión Nacional fundadora del Doctorado en Educación Matemática de la UPEL. Conferencista, ponente, forista y tallerista en diversos eventos de Educación Matemática.