

DEPARTAMENT DE DIDÀCTICA DE LES CIÈNCIES  
EXPERIMENTALS I DE LA MATEMÀTICA

PROGRAMA DE DIDÀCTICA DE LES CIÈNCIES EXPERIMENTALS  
I DE LA MATEMÀTICA

BIENNI 2000-2002

**LA REPRESENTACIÓN CARTESIANA DEL  
MOVIMIENTO RECTILÍNEO: UN ESTUDIO DE LAS  
ARGUMENTACIONES DE LOS ESTUDIANTES DEL  
BÁSICO DE INGENIERÍA**

Tesi doctoral per optar al títol de Doctor de la Universitat de Barcelona

Presentada per

**NADIA LIZABETA GONZALEZ DAZA**

Dirigida per

Dra. JANETE BOLITE FRANT

Tutor Ponente

Dr. JOAQUIM GIMÉNEZ RODRÍGUEZ

UNIVERSITAT DE BARCELONA

BARCELONA, 2008



## Capítulo 1 INTRODUCCIÓN

“¿Qué tipo de argumentaciones expresan los estudiantes, a través del lenguaje oral, gestual y escrito, al participar en tareas relacionadas con la representación gráfica cartesiana del movimiento rectilíneo?”



## **CAPITULO 1**

### **INTRODUCCIÓN**

---

Desde finales de los 90 las universidades venezolanas han sido orientadas a reestructurar, rediseñar y racionalizar sus normativas y programas académicos como consecuencia de la problemática presupuestaria que padecen tales instituciones, a las necesidades de desarrollo del país y al acceso al mercado de trabajo de la población egresada de éstas.

Los lineamientos en el orden académico de estas nuevas reformas se centran principalmente en la reducción de la cantidad de horas-clase semanal para cada asignatura y en el diseño y aplicación de nuevos métodos y estrategias de enseñanza-aprendizaje, para diversificar las formas de distribución del conocimiento, incorporando nuevas tecnologías y modalidades de enseñanza y aprendizaje no tradicionales, pasantías y/o prácticas profesionales obligatorias, actividades que se supone permitirán que el estudiante no dependa exclusivamente del profesor y de clases presenciales para lograr un aprendizaje que le permita su desarrollo personal y profesional.

Como resultado de estas orientaciones, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo (Venezuela), se han implementado, una serie de alternativas para hacer frente a un sistema educativo tradicionalista. En este sentido, se ha establecido que, entre otros aspectos, las asignaturas que conforman el área de la Matemática debían:

*“Contribuir a la formación integral del individuo, propiciando el desarrollo de estructuras cognoscitivas, que determinan el razonamiento lógico, inductivo, deductivo, analógico, hipotético y analítico-sintético, el pensamiento estratégico y la creatividad e inventiva”. (Plan de Estudios. Facultad de Ingeniería, UC. 2000. p. 22).*

En contraste con estas orientaciones, el aumento consecutivo de los índices de alumnos reprobados (Rivas y Rodríguez, 1993; González y Miliani, 1997; Oliveros, 2000, Fagúndez, 2003; Hernández, 2006), en las asignaturas Análisis Matemático I (cálculo diferencial y sus aplicaciones) y Física I (mecánica clásica) en los semestres iniciales de nuestra Facultad, evidencian los conflictos presentes en relación a la enseñanza y el aprendizaje de estas asignaturas.

Por otra parte, estas asignaturas que se enseñan en forma secuencia, se han convertido en un obstáculo que no permite, a la mayoría de los estudiantes, continuar con la carrera, debido, entre otros aspectos, a: los múltiples contenidos a dictar, la metodología empleada por los profesores/as al enseñar, los hábitos de estudios de los estudiantes, la cantidad de tiempo de la que realmente se dispone para distribuir los objetivos a presentar, la escasez de recursos didácticos, el tipo de evaluación que se utiliza y la novedad de los contenidos a aprender, (Betancourt y Rodríguez, 1997; Guerra, 2006).

Particularmente, en estudios realizados con estudiantes, en la resolución de problemas de aplicaciones a la Física y la caracterización del movimiento rectilíneo (González, 2002a, 2006), los resultados obtenidos, reflejaron que la mayoría de los alumnos al describir los procedimientos utilizados para resolver problemas relacionados con el fenómeno del movimiento rectilíneo, usaban algunos conceptos matemáticos y físicos implicados, pero presentaron fallas de diferenciación, además de notar, que utilizaban escasas argumentaciones, por escrito, para justificar sus procedimientos.

En general, los alumnos presentaron confusiones para distinguir los conceptos de recorrido, distancia, posición, trayectoria al interpretar gráficos posición/

tiempo y velocidad/ tiempo. Asimismo, encontramos que la mayoría presentó dificultades para interpretar y hacer el análisis, en un intervalo, de gráficos posición-tiempo y gráficos velocidad-tiempo, así como también, para realizar la deducción de gráficos velocidad-tiempo, a partir de gráficos posición-tiempo.

Ante esta problemática específica, y en coherencia con la preparación matemática fundamental que se quiere lograr en el profesional de la ingeniería, en nuestra Facultad, nos hemos interesado en conocer acerca del aprendizaje de los estudiantes, de una forma más próxima a éstos, dar una mirada reflexiva a lo que realizamos en nuestras aulas de clase, dirigiéndola -antes que nada- hacia el estudiante. No sólo se trata de observar lo que sucede usualmente, ya que, precisamente, las actividades organizadas por los profesores en el aula, parecieran no ir más allá, de revisar la forma en que se presentan los contenidos y estimar los conocimientos “recibidos o conseguidos” por el estudiante, a través del estudio de evaluaciones, que generalmente, se componen de una lista de problemas y ejercicios a resolver por escrito.

Nuestra preocupación esta centrada en el estudiante y en reconocer lo que “comprende”, especialmente cuando se trata de conocimientos matemáticos, cómo los aprende, cómo los utiliza, bajo qué condiciones o características lo considera válido, qué le puede servir, cómo lo percibe, cómo lo expresa, cómo lo comparte con sus compañeros de clase... Estimamos que, independientemente de la forma en que se enseña, es fundamental antes que nada mirar los procesos que pueden ser capaces de manifestar los estudiantes a partir de lo que se le enseña en el salón de clases.

Así que, en la búsqueda de explicaciones a nuestras inquietudes y siempre con la idea de centrar la atención en lo que sucede con los estudiantes y sus formas de aprender, encontramos que, para reconocer ideas, concepciones y razonamientos matemáticos en los estudiantes, era preciso conocer, lo que ellos dicen y comparten entre ellos, cuando se enfrentan al proceso de aprender.

Paralelamente a nuestras consideraciones, y en correspondencia con nuestras inquietudes, en los últimos años hemos venido presenciando, un aumento significativo, en las investigaciones sobre la enseñanza y el aprendizaje, centradas en el análisis del discurso, (Campaner y De Longhi, 2005; Revel y otros, 2005; Bolite Frant y otros, 2005a; English, 2007; Fagúndez, 2006; Ferrara y otros, 2006; Dall'anese, 2006; entre otros), el cual, es un campo interdisciplinario en cuya composición, se encuentran aportes de diversas disciplinas, que se centran en el estudio del lenguaje: lingüística, pragmática sociolingüística, estilística, retórica y teoría de la argumentación, teoría social y psicología cognitiva.

Ante estas circunstancias, decidimos orientar nuestro trabajo en esta área de estudio, analizando el discurso de los estudiantes en situaciones de aprendizaje colaborativo, para reconocer los procesos interpersonales e intrapersonales que se generan, al percibir el lenguaje dentro de una perspectiva integradora como acción e interacción social (Bakhtin, 1995). En nuestro estudio hemos considerado analizar el discurso de los estudiantes dentro de la teoría de la argumentación (Perelman y Olbrechts-Tyteca, 1989), basándonos, en el Modelo de Estrategia Argumentativa de Castro y Bolite Frant (2008), articulada con la teoría de la cognición o mente corporizada (Lakoff y Nuñez, 2000; Fauconnier y Turner, 2002; Nuñez, 2000), en relación a los posibles proyecciones o mapeamientos cognitivos -montajes (*blending*) y metáforas conceptuales- que se puedan reconocer en el discurso de los estudiantes.

Estimamos que al analizar el discurso de los estudiantes, en correspondencia con lo que ocurre en el aula de clase, bajo las perspectivas antes señaladas, podemos conseguir dar esa mirada reflexiva a lo que sucede en nuestras aulas de clase, para proponer vías de "servicio" o vías alternativas, que acompañen o sustituyan, a los procesos actuales que allí se desarrollan y que den posibles respuestas a la problemática planteada. Este enfoque nos lleva a considerar, en particular, que para que los estudiantes consigan aplicar conceptos y procedimientos matemáticos en la resolución de problemas de representación gráfica del movimiento, es necesario que, previamente, miremos con

detenimiento lo que ocurre en el salón de clases, tratemos de reconocer lo que dicen nuestros estudiantes, escuchando sus diálogos y dialogando con ellos, para tener un punto de partida desde donde discutir, organizar y desarrollar nuestras experiencias y nuestras propuestas.

## **1.1 EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

El objetivo de la presente investigación, es explorar y analizar el proceso interactivo que ocurre, en el desarrollo del conocimiento de los estudiantes de un primer curso de física, a través del estudio de sus argumentaciones, para contribuir con la enseñanza de las matemáticas a nivel universitario.

Específicamente, nos interesamos en la enseñanza y aprendizaje del cálculo diferencial, en lo que se refiere a sus aplicaciones, particularmente a la producción de significado para gráficos cartesianos que representan movimientos rectilíneos. Buscamos analizar los procesos dinámicos en el discurso de los estudiantes, a través de sus argumentaciones, cuando, después de una clase de física, en el básico de ingeniería, trabajaban en las soluciones de distintas tareas, que envolvían el cálculo de la velocidad y el dibujo del grafico posición / tiempo de un objeto en movimiento.

## **1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS Y PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN**

Para el estudio de la problemática planteada nos hemos fijado los siguientes objetivos específicos:

- Observar, describir y analizar, las argumentaciones expresadas por estudiantes novales de ingeniería, al enunciar, representar y dar a conocer a otros, a través del lenguaje escrito, oral, gestual, sus conocimientos y experiencias, al participar en tareas, relacionadas con la representación cartesiana del movimiento rectilíneo.



- Reconocer, a partir del análisis de las argumentaciones de los estudiantes, las proyecciones conceptuales que emergen en su discurso: metáforas y montajes (*blending*).
- Reconocer, a partir del análisis de las argumentaciones de los estudiantes, relaciones entre la representación cartesiana del movimiento rectilíneo y la comprensión de conceptos matemáticos implicados.
- Reconocer, las implicaciones que puedan producirse en los procesos de aprendizaje, pensamiento y comunicación de estudiantes noveles universitarios, al considerar tales procesos bajo la perspectiva de la teoría de la cognición corporizada (*embodiment*) y la teoría de la argumentación.

Los aspectos que se quieren estudiar en la investigación, mencionados anteriormente, nos llevan a organizar nuestro trabajo de acuerdo a las siguientes preguntas:

- ¿Qué tipo de argumentaciones expresan los estudiantes, a través del lenguaje oral, gestual y escrito, al participar en tareas relacionadas con la representación gráfica cartesiana del movimiento rectilíneo?
- ¿Que modelos de proyección conceptual emergen durante las actividades de descripción, interpretación y representación del movimiento rectilíneo?
- ¿Qué papel juegan las argumentaciones de los estudiantes, en el reconocimiento de la producción de significados matemáticos y la comprensión de la representación cartesiana del movimiento rectilíneo?

### 1.3 ESTRUCTURA DE LA TESIS

El trabajo de investigación ha sido organizado en cinco capítulos: el Capítulo 1 contiene el planteamiento del problema, indicando su enunciado, un resumen del contexto en el que se desarrolla y las preguntas y objetivos de la investigación. En el Capítulo 2, se desarrolla el marco teórico referencial, exponemos las teorías en las cuales se inscribe la investigación, describiendo aspectos importantes de la teoría de la argumentación, del Modelo de Estrategia Argumentativa, la teoría de la cognición corporizada y sobre el proceso cognitivo del montaje (blending) conceptual.

Asimismo, hemos registrado estudios y planteamientos, sobre el análisis del discurso -centrados, específicamente, en el estudio de las argumentaciones-, algunos relacionados con la teoría de la cognición corporizada, así como también, la revisión de ciertas investigaciones sobre cálculo diferencial, desde la teoría de la ciencia cognitiva de la matemática.

En el Capítulo 3 presentamos el marco metodológico. Allí se describe, en primera instancia, la metodología empleada en la investigación, luego, se detalla el estudio piloto realizado para conocer las necesidades específicas que tenían estudiantes del básico de ingeniería al comenzar la investigación, y a continuación, los espacios en *macro* -los Estudios Básicos de Ingeniería de la UC, los Departamentos de Matemática y Física y las cátedras involucradas- y los espacios en *micro*, en los que se organizaron y desarrollaron la clase y las tareas extra-cátedra, procesos en los cuales, se tenía como denominador común, los contenidos sobre la representación cartesiana del movimiento rectilíneo.

Se describen también en ese capítulo, los estudiantes (17-19 años) cursantes de la asignatura Física I del 1er. año de Ingeniería. Además, se presentan las fases de la investigación y la metodología empleada para la identificación, reducción y análisis de la información, en cada fase del trabajo, recabada a

partir de los videos, que se grabaron durante la ejecución de la clase y las tareas.

El Capitulo 4 se compone del análisis de fondo, de la información obtenida a partir de los análisis particulares de las fases de la investigación, se disponen también los resultados del análisis, implementando así el marco operativo de la investigación.

El Capitulo 5 contiene las conclusiones, implicaciones y recomendaciones que se derivan de los objetivos propuestos en la investigación, así como también las limitaciones y el desarrollo futuro de ésta.

Como una síntesis podemos estructurar el trabajo de la investigación de la siguiente forma:

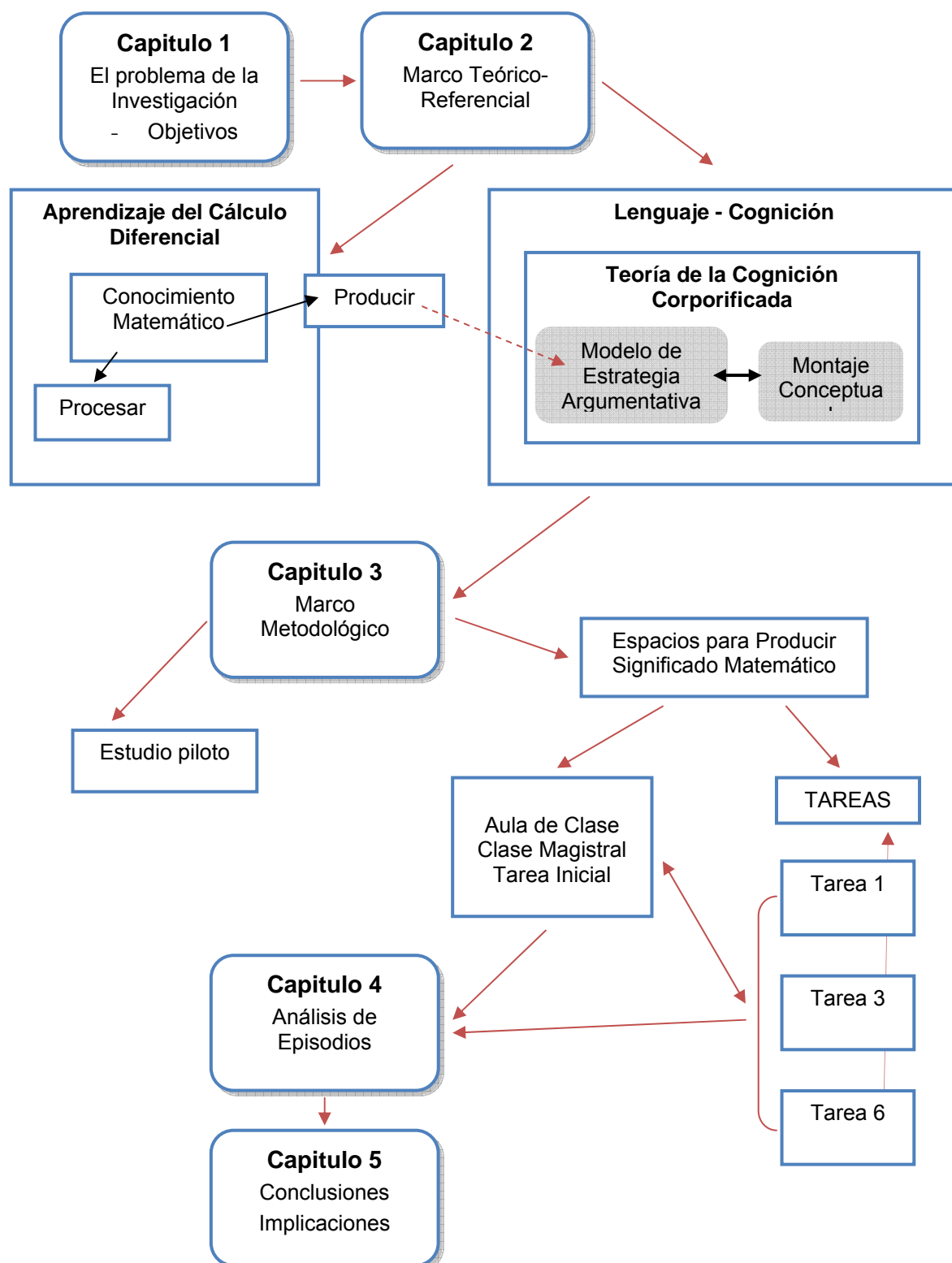


Figura 1.1. Estructura de la Tesis

