

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



## **Agradecimientos**

*A la directora de la tesis Dra. Janete Bolite Frant*

*Al tutor ponente de la tesis Dr. Joaquím Giménez*

*A los profesores y funcionarios del Departamento de Ciencias Experimentales y  
de la Matemática de la UB*

*A mis compañeros y compañeras de estudio del Programa de Doctorado en CC  
Experimentales y la Matemática:*

*Marcelo, Margarita, Jaqueline, Jorge, Thamara, Naiky, Sabrina, Ximena, Ana,  
Xavi, Lupita...*

*A los profesores y funcionarios del Departamento de Matemática y el  
Departamento de Física de la Facultad de Ingeniería de la UC*

*A los estudiantes de los Estudios Básicos de Ingeniería de la UC*

*A Zaida Antonieta*

*A Elba Cristina y Lluís*

*A mis familiares y amigos*

*A mis profesores de Matemática:  
Mesié (Monsieur) Rodríguez, Ely, Virginia, Alfredo, Gustavo (P), Enrique, Julio  
y muy especialmente a Julián*



## ***Dedicatoria***

*A mi mamá,*

*A mi papá,*

*A mi hermana Zaida Laudelina,*

*A mi hermano Sergio Tulio...*



## RESUMEN

---

El objetivo de la presente investigación es analizar el proceso interactivo que ocurre en el desarrollo del conocimiento de los estudiantes que inician la carrera de ingeniería, y contribuir con la enseñanza de las matemáticas a nivel universitario. En particular con la enseñanza del Cálculo Diferencial, en lo que se refiere a los gráficos cartesianos que representan movimientos rectilíneos.

Para llevar a cabo este objetivo, analizamos procesos dinámicos en el discurso de los estudiantes, del segundo semestre de Ingeniería, cuando, después de una clase de física en el Ciclo Básico, trabajaban en las soluciones de distintas tareas que envolvían el cálculo de la velocidad y el dibujo de gráficos cartesianos posición/ tiempo.

En el marco teórico, hemos focalizado la atención, en la teoría de la corporeidad y en el modelo de estrategia argumentativa, centrando nuestro interés, en el papel que juega el discurso de la profesora, en el desarrollo de las soluciones de sus estudiantes, al resolver en pequeños grupos varias tareas extra-clase propuestas. Hemos observado y analizado los argumentos que utilizan los estudiantes participantes y los posibles mapeamientos cognitivos presentes en sus discursos.

La construcción de los datos se hizo a partir de videos, transcripciones, y el material escrito producido por los estudiantes y por la profesora.

Como contribuciones teóricas y metodológicas, proponemos una articulación de la teoría de la corporeidad, con el modelo de la estrategia argumentativa para los estudios de las interacciones en clase de matemática, que considere, no solamente las características del contexto educacional venezolano, sino también, otros casos similares, que tengan cursos de ingeniería, con la misma estructura programática. Presentamos también, singulares posibilidades de análisis cualitativo para los procesos interactivos que se mostraron.

Constatamos que las especificidades del discurso en los distintos espacios, la clase y la extra-clase, actúan sobre los aspectos del contenido del conocimiento de los estudiantes.

Concluyendo, subrayamos la importancia del lenguaje utilizado por el profesor/a en su clase. Dicho lenguaje establece un género de discurso o habla, que muchas veces es aparentemente apropiado por los estudiantes, pero con una investigación más profunda, se muestra que, parte del discurso del alumno es como un adorno, lo utiliza porque la profesora lo valora, y no porque le sirve como una herramienta, que verdaderamente los ayude a solucionar un problema.

Indicamos, de la misma forma, que el análisis realizado a partir de la perspectiva lingüística, y con la articulación acá utilizada, ayudó tanto a la profesora/ investigadora como a la profesora participante en el estudio, a abrir nuevas ventanas para tener miradas distintas a las usuales (insights) en la comprensión del conocimiento de los estudiantes.



# ÍNDICE

---

	<b>Pág.</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>7</b>
<b>Capítulo 1</b>	
<b>Introducción</b>	<b>15</b>
1.1. El problema de la investigación	19
1.2. Objetivos y preguntas de la investigación	19
1.3. Estructura general de la tesis	21
<b>Capítulo 2</b>	
<b>Marco Teórico</b>	<b>27</b>
2.1 Lenguaje, discurso y argumentaciones	28
2.1.1 El Lenguaje	28
2.1.2 El Discurso	30
2.1.3 La Argumentación	35
2.1.3.1 La argumentación entre retórica y ciencia	35
2.1.3.2 Los estudios contemporáneos y las tendencias recientes de la argumentación	37
2.2 El Modelo de Estrategia Argumentativa	43
2.3 La Teoría de la Cognición Corporizada	50
2.3.1 Una mirada a las teorías de Grounded Cognition	52
2.3.1.1 Teorías de la lingüística cognitiva	54
2.3.1.2 Teorías de la acción situada	58
2.3.1.3 Teorías de Simulación Cognitiva	59
2.3.1.4 Teorías de Simulación Social	60
2.4 La Teoría de la Ciencia Cognitiva de la Matemática	63
2.5 La Teoría de la Metáfora Conceptual y La Teoría del Montaje (Blending) Conceptual	64
2.6 La matemática del movimiento	68
2.7 Las investigaciones consultadas	75
2.7.1 Investigaciones sobre el discurso en el aula	76
2.7.2 Investigaciones sobre la enseñanza de la argumentación	83
2.7.3 Investigaciones relacionadas con producción de significado y uso de la metáfora en el discurso del aula	87

2.7.4 Investigaciones en relación con el aprendizaje de las matemáticas	90
2.7.5 Investigaciones en relación con el aprendizaje de las matemáticas a través de experiencia de la física	94
<b>Capítulo 3</b>	
<b>Marco Metodológico</b>	<b>103</b>
3.1 La Metodología del Desing Experiments (DE)	106
3.1.1 Características relevantes de los DE	107
3.1.2 El rol del profesor/investigador en los DE	110
3.1.3 Nuestra investigación y los elementos del desing experiments considerados	111
3.2 Las Fases de la Investigación	113
3.2.1 La Fase 1 Revisión bibliográfica y planificación	114
3.2.1.1 El estudio piloto: explorando conocimientos sobre la representación del movimiento rectilíneo:	116
3.2.1.2 El Contexto de nuestra investigación	125
3.2.1.3 El Trabajo en Pequeños Grupos y las Tareas de la Investigación	143
3.2.1.4 Descripción de las Tareas de la Investigación	144
3.2.1.5 Las tareas: lugar de ejecución y participantes	149
3.2.2 PARTE I: Fase 2 - Implementación y reflexión.	150
3.2.2.1 Observación, grabación de las clases y aplicación de actividades iniciales.	150
3.2.2.2 Formación de los grupos de estudiantes participantes	152
3.2.2.3 Cronograma de las tareas	154
3.2.3 PARTE II: Fase 2 - Implementación y reflexión.	154
3.2.3.1 Metodología utilizada para examinar, reducir, transcribir y organizar los videos para su análisis	155
<b>Capítulo 4</b>	
<b>Resultados y Análisis de Episodios</b>	<b>161</b>
4.1 Fase 1.- Resultados del estudio piloto	161
4.2 PARTE II. Fase 2.- Implementación y reflexión: Tarea 1 y Tarea 3	166
4.2.1 Descripción, implementación y análisis de la Tarea 1	166

4.2.1.1 Episodio 1. El dibujo: ¿Como herramienta o como adorno?	168
4.2.1.1.1 La clase de física	168
4.2.1.1.2 La tarea-extra clase	170
4.2.1.2 Episodio 2. La apropiación de géneros del habla	180
4.2.1.3 Episodio 3. La velocidad positiva... ¿significa?...	182
4.3 Resultados y análisis de los episodios: implementación de la Tarea 3 y cambios en la Tarea 6	189
4.3.1 Descripción, implementación y análisis de la Tarea 3	189
4.3.1.1 Episodio 4. Del dibujo a la acción	196
4.3.1.2 Episodio 5. Del dibujo al gráfico posición/ tiempo	199
4.4 Fase 3.- Resultados y análisis de los episodios: implementación de la Tarea 6	210
4.4.1 Descripción, implementación y análisis de la Tarea 6	210
4.4.2 El programa de simulación para computadoras.	213
4.4.3 Una mirada reflexiva a la elaboración de la Tarea 6	216
4.4.4 Episodio 6. Del Simulador al gráfico posición/ tiempo	218
<b>Capítulo 5</b>	
<b>Conclusiones</b>	<b>231</b>
5.1 Reflexiones sobre las tres tareas, incluyendo la clase	232
5.2 Conclusiones sobre las preguntas de investigación	237
5.3 Consideraciones finales e implicaciones	239
<b>Bibliografía</b>	<b>245</b>
<b>Anexos</b>	<b>261</b>
Anexo 1: La Prueba Piloto y las Respuestas	263
Anexo 2: Las Actividades Iniciales y las Tareas	277
Anexo 3: Los Índices de las Transcripciones de las Tareas (Reducciones de Datos)	287
Anexo 4: Las Transcripciones de las Tareas	313
Anexo 5: Las Hojas Resueltas de la Tarea 3	383
Anexo 6: El Índice de la Clase	387

