

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
DEPARTAMENT DE FÍSICA APLICADA

SIMULACIÓN MONTE CARLO DE LA  
POBLACIÓN DE ENANAS BLANCAS DE LA  
GALAXIA

MEMORIA PRESENTADA POR

SANTIAGO TORRES GIL

PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE DOCTOR EN CIENCIAS

DIRECTOR DE TESIS: ENRIQUE GARCÍA-BERRO MONTILLA

*Barcelona, marzo de 2002*



*A mis padres*



# Agradecimientos

Quisiera agradecer, en primer lugar y con especial énfasis, el apoyo, orientación y esfuerzo que de manera constante durante estos años me ha ofrecido de forma incondicional el director de mi tesis, Dr. Enrique García-Berro. Este agradecimiento es doble, pues sin duda, si su colaboración no hubiera sido posible la realización del presente trabajo, mientras que gracias a su dedicación entusiasta ha contribuido de manera impagable en mi formación personal como investigador.

Por otra parte, numerosas son las personas que han contribuido con su generosidad a la elaboración y desarrollo de la presente tesis. De manera destacada quisiera hacer explícito mi agradecimiento al Dr. Jordi Isern, del Institut de Ciències de L'Espai de Catalunya (CSIC), por la permanente revisión de ideas y conceptos, así como al Dr. Andreas Burkert, del Max-Planck-Institut für Astronomie, por la innumerable aportación de sugerencias y generosa colaboración durante mi estancia en Heidelberg.

De igual modo quisiera agradecer al grupo Interdepartamental de Astronomía de la UPC por su acogida y compañerismo ofrecido durante estos años, en especial a Eduardo Bravo, Domingo García, Jordi Gutiérrez, Jordi José y Andreea Munteanu. Al igual que a las personas de Cesca Figueres y Jordi Torra, del departamento de Astronomía de la Universitat de Barcelona, y a Margarita Hernanz, del Institut de Ciències de L'Espai de Catalunya (CSIC), y Maurizio Salaris de la John Moores University of Liverpool, por su colaboración en diversos aspectos de la astronomía.

Mencionar también mi más sincero agradecimiento al Dr. Manuel Hernández-Pajares, del departamento de Matemática Aplicada de la UPC, por su inestimable aportación de los algoritmos neuronales de clasificación.

Al departamento de Física Aplicada de la UPC, a todos sus miembros, y en particular a Amador Alvarez y a Silvia Soriano, por el apoyo prestado en incontables ocasiones, al igual que a l'Escola Politècnica de Mataró, y en especial al profesor Jordi Sardà, por su compañerismo y comprensión ofrecidos.

De manera muy grata he de mencionar a Pilar Gil por compartir, no sólo un mismo espacio físico, sino con su amable simpatía los esfuerzos diarios que una tesis requiere. Su ejemplo de compañerismo y entusiasmo me ha alentado de manera muy especial, por lo que sin duda mi agradecimiento es totalmente sincero.

Por último, con nostálgico cariño quisiera agradecer a Patricia Capdevila, por su apoyo personal que durante muchos años me ha ofrecido de forma incondicional.



A UNA ESTRELLA

*Chispa de luz que, fija en lo infinito,  
absorbes mi asombrado pensamiento:  
tu origen, tu existencia, tu elemento,  
menos alcanzo cuanto más medito.*  
[...]

**Carolina Coronado** (1821-1911)

# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Introducción histórica . . . . .	1
1.2. Propiedades básicas de las enanas blancas . . . . .	3
1.3. Fundamentación teórica de las enanas blancas . . . . .	5
1.4. El proceso de enfriamiento . . . . .	8
1.5. Aplicaciones de las enanas blancas . . . . .	9
1.6. Objetivos . . . . .	13
<b>2. Simulación de la población de enanas blancas del disco</b>	<b>15</b>
2.1. Construcción de la muestra . . . . .	15
2.2. Propiedades cinemáticas de la población de enanas blancas . . . . .	22
2.2.1. Propiedades cinemáticas generales de las muestras . . . . .	23
2.2.2. Comportamiento temporal de las muestras . . . . .	26
2.2.3. Una observación final sobre la fiabilidad de las muestras . . . . .	31
2.3. La función de luminosidad de las enanas blancas . . . . .	33
2.3.1. Distribución espacial y completitud de la población de enanas blancas . . . . .	33
2.3.2. Simulaciones de la función de luminosidad de las enanas blancas	40
2.3.3. Análisis bayesiano de las muestras simuladas . . . . .	45
2.3.4. La edad del disco . . . . .	49
<b>3. Los efectos de un episodio de acreción violento en el disco galáctico</b>	<b>53</b>
3.1. Simulaciones Monte Carlo . . . . .	54
3.2. Muestra observacional . . . . .	57
3.3. Resultados y discusión . . . . .	58
3.3.1. Episodio de acreción masivo . . . . .	58
3.3.2. Episodio de acreción menos masivo o menos eficiente . . . . .	63
3.3.3. El papel de la altura patrón en los episodios de acreción . . . . .	66
3.4. Análisis estadístico de los resultados . . . . .	69
3.4.1. Test de compatibilidad $Z^2$ . . . . .	69
3.4.2. Test de Kolmogorov–Smirnov . . . . .	71



<b>4. Identificación de las enanas blancas del halo</b>	<b>75</b>
4.1. Metodología . . . . .	76
4.1.1. Algoritmos de redes neuronales . . . . .	76
4.1.2. Mapa auto-organizativo de Kohonen . . . . .	77
4.1.3. El catálogo observacional: un análisis en componentes principales	79
4.1.4. Las poblaciones sintéticas de enanas blancas . . . . .	82
4.2. Resultados . . . . .	85
4.2.1. Aplicación del algoritmo . . . . .	85
4.2.2. Objetos candidatos a enanas blancas del halo . . . . .	90
4.2.3. Función de luminosidad preliminar de las enanas blancas del halo . . . . .	91
<b>5. Simulación de la población de enanas blancas del halo</b>	<b>95</b>
5.1. Construcción de la muestra . . . . .	96
5.1.1. Simulación del halo luminoso . . . . .	96
5.1.2. Simulación de microlentes en la dirección de la Gran Nube de Magallanes . . . . .	100
5.2. La función de luminosidad del halo . . . . .	101
5.2.1. Análisis de completitud . . . . .	101
5.2.2. Dependencia de la función de luminosidad con respecto a la IMF y la densidad local de materia oscura . . . . .	103
5.3. Microlentes en la dirección de la Gran Nube de Magallanes . . . . .	106
5.4. Enanas blancas en el Hubble Deep Field . . . . .	113
<b>6. Conclusiones</b>	<b>119</b>
<b>A. Sistemas de Referencia</b>	<b>125</b>
<b>B. Rotación galáctica</b>	<b>129</b>
<b>C. Potencial gravitatorio galáctico</b>	<b>135</b>
<b>D. Microlentes gravitacionales</b>	<b>139</b>
<b>. Bibliografía</b>	<b>145</b>