

Índice de contenidos

Índice de símbolos	ii
Índice de contenidos	iv
Índice de figuras	vii
Resumen	xi
Abstract	xii
1. Motivación	1
1.1. ¿Qué es el cáncer?	1
1.1.1. Las “huellas” del cáncer	1
1.1.2. El desarrollo de un tumor maligno	2
1.2. Tratamientos convencionales para el cáncer	3
1.3. Hipertermia	4
1.3.1. La hipertermia magnética como tratamiento para el cáncer	5
1.3.2. Beneficios de la hipertermia magnética	5
1.4. Estado del arte	7
2. Antecedentes	9
2.1. Modelos previos	9
2.2. Magnetosomas	10
2.3. Arreglos de nanopartículas	12
2.4. Estructura de la tesis	13
3. Fundamentos de magnetismo y nanopartículas	15
3.1. Magnetismo	15
3.2. Energías magnéticas	16
3.2.1. Energía Zeeman	16
3.2.2. Energía de anisotropía	17
3.2.3. Energía de intercambio	19

3.3. Dominios y monodominios magnéticos	19
3.4. Relajación magnética	20
3.4.1. Ecuación maestra	21
3.4.2. Mecanismos de relajación	22
3.5. Regímenes superparamagnético y bloqueado	23
3.5.1. Magnetización en el régimen superparamagnético: Límite de alta T	24
3.5.2. Régimen bloqueado e histéresis	25
3.6. Tasa de absorción específica (<i>SAR</i>)	27
4. Modelo e implementación	29
4.1. El modelo no lineal	29
4.1.1. Sin interacciones	29
4.1.2. Con interacción dipolar	31
4.2. Implementación	33
5. Estudio preliminar	35
5.1. El efecto de las interacciones	35
5.2. ¿Cómo interpretamos los cambios en los ciclos?	37
5.2.1. Campo efectivo	37
5.2.2. Anisotropía efectiva	38
5.3. Estudio en función de la anisotropía	38
5.4. Estudios en función de H_0 y f	42
5.5. Resumen	44
6. Estudio de la región I: Baja anisotropía	45
6.1. Introducción	45
6.2. Orientación paralela ($\phi_n = 0$)	45
6.3. Otras orientaciones	48
6.3.1. Orientación perpendicular ($\phi_n = \frac{\pi}{2}$)	50
6.4. Efectos de las interacciones sobre los ciclos	51
6.4.1. Cadenas orientadas al azar	52
6.5. Resumen	53
7. Estudio de la región II: Anisotropía media	55
7.1. Introducción	55
7.2. Orientación paralela ($\phi_n = 0$)	55
7.3. Otras orientaciones	58
7.3.1. Orientación perpendicular ($\phi_n = \frac{\pi}{2}$)	60
7.4. Efectos de las interacciones sobre los ciclos	62
7.4.1. Influencia de la distribución y circulación de los ciclos de h_{dip}	64

7.4.2. Cadenas orientadas al azar	67
7.5. Resumen	69
8. Estudio de las regiones III y IV: Alta anisotropía	70
8.1. Introducción	70
8.2. Región III: Equilibrio dinámico	70
8.2.1. Sin interacciones	71
8.2.2. El efecto de agregar interacciones	73
8.2.3. La evolución de los ciclos	75
8.2.4. ¿Qué pasa al orientar las partículas?	76
8.3. Región IV: Muy alta anisotropía	77
8.3.1. Orientación paralela	77
8.3.2. Otras orientaciones	79
8.4. Resumen	80
9. Conclusiones	81
A. Terapia magnética combinada	84
A.1. ¿Cómo surgió el proyecto?	84
A.2. Objetivos	84
A.3. Destrucción magneto-mecánica	85
A.4. Técnicas experimentales	85
A.4.1. Síntesis y funcionalización de nanopartículas magnéticas	85
A.4.2. Síntesis de microdiscos	86
A.4.3. Ensayos <i>in vitro</i>	86
A.4.4. Tratamientos	87
A.5. Resultados	87
A.5.1. Caracterización morfológica	87
A.5.2. Magnetometría	88
A.5.3. Mediciones de SAR	88
A.5.4. Calorimetría	89
A.5.5. Interacciones entre partículas	89
A.5.6. Ensayos <i>in vitro</i>	90
A.5.7. Tratamientos	91
A.6. Conclusiones	92
A.7. Desafíos a futuro	93
Bibliografía	94
Agradecimientos	100