

Índice general

Agradecimientos	VII
Resumen	IX
Resum	XI
Abstract	XIII
Lista de figuras	XX
Lista de tablas	XXVII
1 Motivación, objetivos y estructura de la tesis	1
1.1 Motivación	2
1.2 Objetivos	4
1.3 Estructura de la tesis doctoral	5
Referencias	7
2 Estado del arte:	
Composites de circonita-alúmina y sus propiedades	9
2.1 Propiedades de la alúmina	10
2.1.1 Formas alotrópicas de la alúmina	10
2.1.2 Aplicaciones de la alúmina	11
2.2 Propiedades de la circonita	12
2.2.1 Fases cristalográficas de la circonita	13
2.2.1.1 ZrO ₂ estabilizada con Y ₂ O ₃	16

2.2.1.2	ZrO ₂ estabilizada con CeO ₂	16
2.2.2	Mecanismo de aumento de tenacidad	18
2.2.3	Aplicaciones de la circona	21
2.2.4	Degradación hidrotermal de la circona	22
2.2.4.1	Principales factores que influyen en la degradación	23
2.2.4.2	Cinética de transformación durante la degrada- ción hidrotermal	25
2.2.4.3	Mecanismos de degradación. Efecto del agua en la transformación de fase	29
2.3	Composites circona-alúmina	33
2.3.1	Composites ZTA	33
2.3.2	Composites ATZ	34
	Referencias	35
3	Estado del arte: Tecnología de microondas	41
3.1	Sinterización en estado sólido	42
3.1.1	Mecanismos de transporte en la sinterización	43
3.1.2	Cinética de sinterización	45
3.2	Sinterización convencional	47
3.3	Sinterización por microondas	49
3.3.1	Fundamentos básicos del calentamiento por microondas .	52
3.3.1.1	Mecanismos del calentamiento por microondas .	54
3.3.1.2	Interacción dieléctrica de los materiales con las microondas	55
3.3.2	Componentes del equipo de microondas	56
3.3.3	Calentamiento dieléctrico: aspectos teóricos	60
3.3.4	Calentamiento híbrido: calentamiento bidireccional	64
	Referencias	66
4	Técnicas y métodos experimentales	69
4.1	Técnicas de sinterizado	70
4.1.1	Horno convencional	70
4.1.2	Horno microondas	70

4.1.2.1	Equipo de microondas a 2,45 GHz	70
4.1.2.2	Equipo de microondas a 5,8 GHz	75
4.2	Determinación de fases cristalinas	75
4.2.1	Difracción de rayos X	76
4.2.2	Espectroscopía Raman	77
4.3	Determinación de la densidad aparente	78
4.4	Análisis de propiedades mecánicas	79
4.4.1	Nanoindentación	80
4.4.2	Tenacidad a fractura	84
4.5	Técnicas de caracterización microestructural	85
4.5.1	Microscopía electrónica de barrido de emisión de campo (FE-SEM)	86
4.6	Otros ensayos	87
4.6.1	Degradación hidrotermal: condiciones de simulación	88
4.6.1.1	Microscopía de fuerza atómica (AFM, siglas del inglés)	89
4.6.2	Ensayo de tribología	91
4.6.2.1	Microscopía confocal	92
Referencias	95
5	Composites de circonita-alúmina: 10Ce-TZP/Al₂O₃	97
5.1	Introducción	98
5.2	Material de partida	99
5.3	Sinterización	103
5.4	Caracterización del material consolidado	104
5.4.1	Densificación tras el sinterizado	104
5.4.2	Microestructura y tamaño de grano	106
5.4.3	Dureza	108
5.4.4	Módulo de Young	109
5.4.5	Tenacidad a fractura	111
5.5	Estudio tribológico y resistencia al desgaste	113
5.6	Degradación hidrotermal del composite 10Ce-TZP/Al ₂ O ₃	121
5.6.1	Transformación de fases	122

5.6.2	Topografía y rugosidad en la superficie	123
5.6.3	Microscopía óptica Nomarski	126
5.6.4	Efecto en las propiedades mecánicas	128
5.7	Conclusiones	129
5.7.1	Caracterización del material consolidado	129
5.7.2	Estudio tribológico y resistencia al desgaste	130
5.7.3	Degradación hidrotermal del composite 10Ce-TZP/ Al_2O_3	131
	Referencias	133
6	Composites de zircona-alúmina: ATZ	137
6.1	Introducción	138
6.2	Material de partida	139
6.3	Sinterización	141
6.4	Caracterización del material consolidado	141
6.4.1	Densificación tras el sinterizado	141
6.4.2	Microestructura y tamaño de grano	143
6.4.3	Dureza	145
6.4.4	Módulo de Young	146
6.4.5	Tenacidad a fractura	147
6.5	Estudio tribológico y resistencia al desgaste	148
6.6	Degradación hidrotermal del composite ATZ	153
6.6.1	Transformación de fases	154
6.6.2	Topografía y rugosidad en la superficie	156
6.6.3	Microscopía óptica Nomarski	159
6.6.4	Efecto en las propiedades mecánicas	160
6.7	Conclusiones	161
6.7.1	Caracterización del material consolidado	161
6.7.2	Estudio tribológico y resistencia al desgaste	162
6.7.3	Degradación hidrotermal del composite ATZ	163
	Referencias	164
7	Conclusions	167
7.1	Conclusions	168

7.1.1	Mechanical and microstructure characterization of micro-wave sintered zirconia-alumina composites	168
7.1.2	Tribological study and wear resistance of zirconia-alumina composites	169
7.1.3	Hydrothermal degradation at low temperature of micro-wave sintered zirconia-alumina composites	169
7.2	Future work	170
Anexo I. Publicaciones en revistas		173
Anexo II. Participaciones en congresos		175