DESARROLLO DE NANOCOMPOSITES DE ALÚMINA-CARBURO DE NIOBIO OBTENIDOS POR SINTERIZACIÓN NO-CONVENCIONAL

Laís Ribeiro Rodrigues Alecrim
lairirod@doctor.upv.es

PROGRAMA DE DOCTORADO EN INGENIERÍA Y PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

INTRODUCCIÓN

- ✓ El carburo de niobio (NbC) tiene propiedades deseables como materiales cerámicos de alto rendimiento. No obstante, son necesarias algunas mejoras en las propiedades mecánicas y tribológicas para el desarrollo de nuevos materiales, como son las herramientas de corte.
- ✓ Las características del polvo y las técnicas de procesamiento influyen directamente en las propiedades de los materiales nanoestructurados.
- ✓ La molienda de alta energía posibilita la obtención de polvos nanométricos y viabiliza el refinamiento de la microestructura.
- ✓ *Spark Plasma Sintering* (SPS): alta densificación con bajo crecimiento de grano y temperaturas más bajas en comparación con la sinterización convencional.

OBJETIVO GENERAL

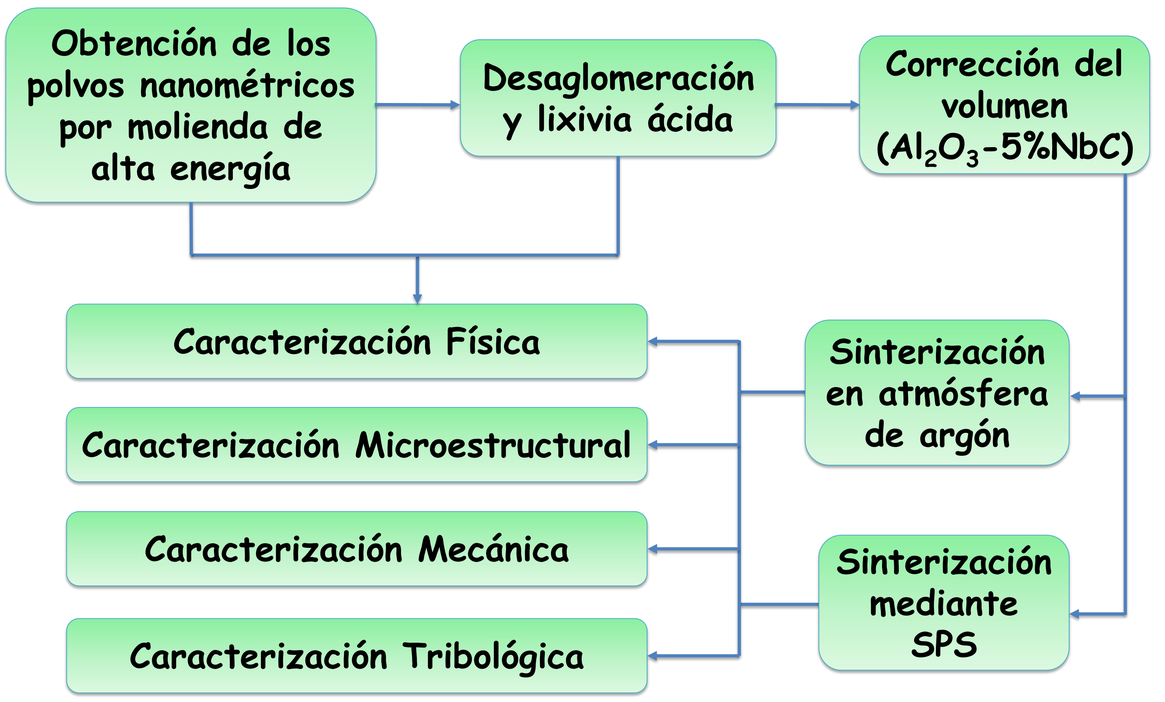
- ✓ Obtención y caracterización de nanocomposites de Al_2O_3 reforzados con un 5 vol.% de nanopartículas de NbC obtenidos por molienda reactiva de alta energía y sinterizados mediante diferentes métodos: horno convencional (SC) y SPS.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Obtención y caracterización de los polvos nanométricos de NbC, utilizando molienda reactiva en molino tipo Spex.
- ✓ Sinterización en horno convencional con atmósfera controlada de argón y sinterización no-convencional mediante SPS.
- ✓ Caracterización física, microestructural y mecánica de los nanocomposites.
- ✓ Caracterización tribológica *ball-on-disc*. Las cargas serán de 30 y 60 N para la bola de WC-6%Co y de 15 y 30 N para la bola de Al_2O_3.

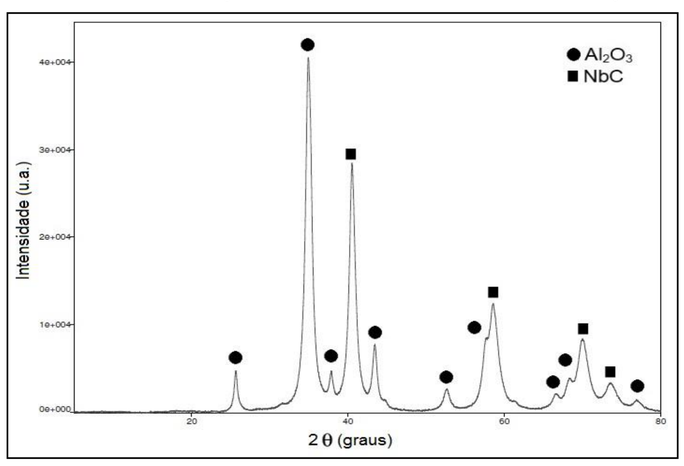
METODOLOGÍA

$10/3Al + Nb_2O_5 + 2C + 4/5Al_2O_3 \rightarrow 5/2Al_2O_3 + 2NbC$
(Ecuación estequiométrica de la reacción)



RESULTADOS PREVIOS

✓ **Caracterización por Difracción de rayos X**



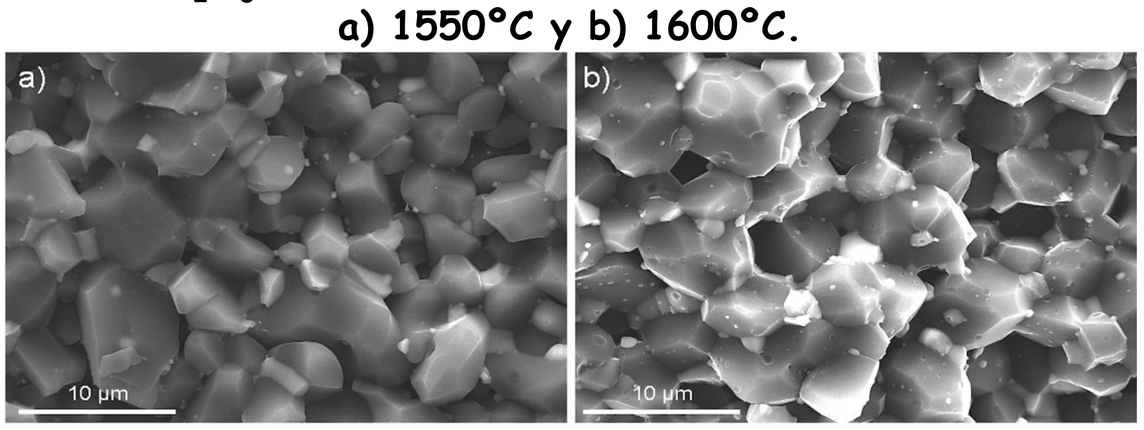
Difractograma de rayos x del polvo resultante de la molienda de alta energía. Se observa solamente los picos de los productos de la reacción.

✓ **Propiedades mecánicas dos nanocomposites de Al_2O_3-5vol.% NbC sinterizados en horno convencional (SC) y mediante SPS.**

Propiedades mecánicas	Sinterizaciones					
	SC (°C)		SPS (°C)			
	1550	1600	1450	1500	1550	1600
Densidad aparente (%DT)	92,2	93,6	99,8	99,8	99,7	99,5
Dureza (GPa)	21,3	23,4	25,4	25,2	25,1	24,4
Módulo young (GPa)	390	209	462	454	466	444
Tenacidad ($MPa \cdot m^{1/2}$)	4,1	2,4	2,9	2,8	3,0	3,5
Resistencia a la fractura (MPa)	–	–	318	532	460	430

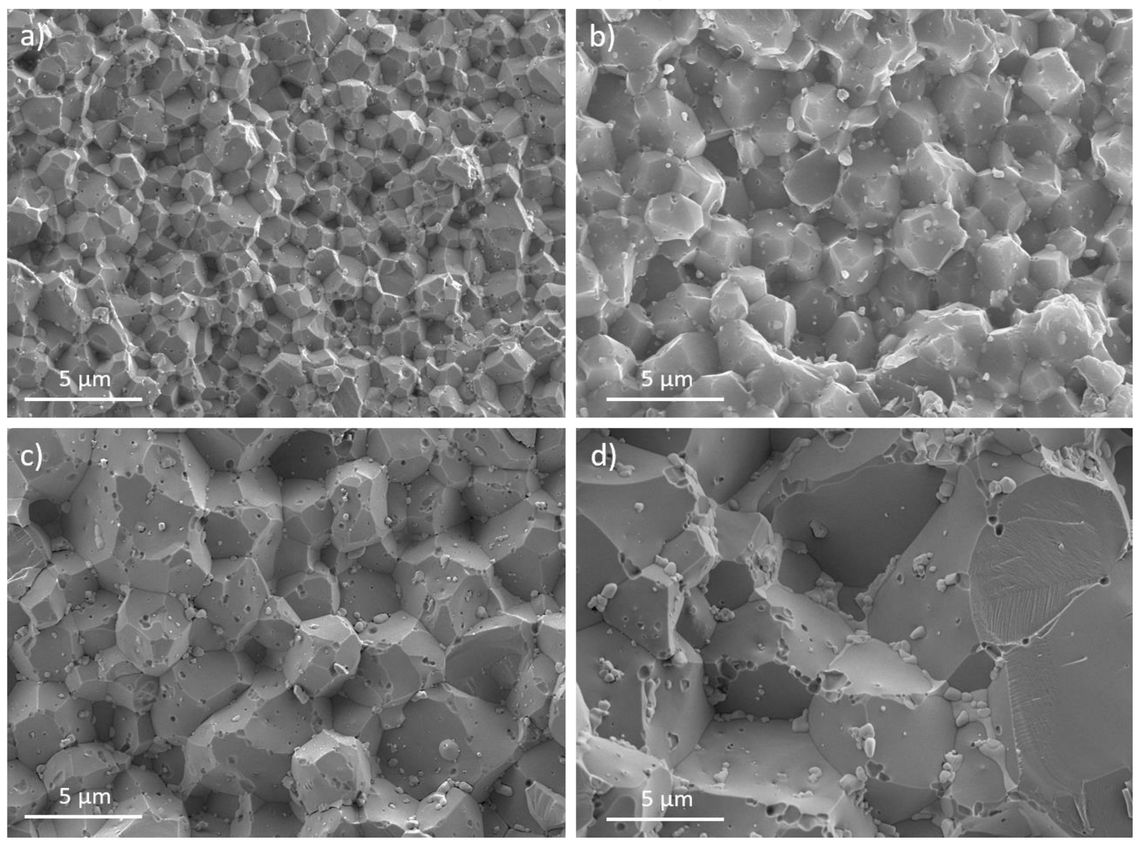
La sinterización convencional presentó una baja densificación mientras que por SPS fue posible obtener una densificación completa. Los nanocomposites sinterizados mediante SPS presentaron mejores propiedades mecánicas en comparación con los sinterizados convencionalmente.

✓ **Micrografías de la superficie de fractura de los nanocomposites de Al_2O_3-5vol.% NbC sinterizados convencionalmente a) 1550°C y b) 1600°C.**



Distribución homogénea de NbC (nanopartículas blancas) en una matriz de Al_2O_3. Alta porosidad y 5-7 µm de tamaño de grano promedio de Al_2O_3.

✓ **Micrografías de la superficie de fractura de los nanocomposites de Al_2O_3-5vol.% NbC sinterizados mediante SPS a) 1450°C, b) 1500°C, c) 1550°C y d) 1600°C.**



Evolución del tamaño de grano de Al_2O_3 de acuerdo con la temperatura de sinterización. El NbC está disperso homogéneamente en una matriz de Al_2O_3, situado en una posición inter/intragranular.

Directoras: Dra. María Dolores Salvador Moya (UPV - España),
Dra. Amparo Borrell Tomas (UPV - España),
Dra. Eliria M. J. Agnolon Pallone (USP - Brasil).

Agradecimientos: a CAPES por el apoyo financiero proporcionado por la beca de doctorado y por el proyecto CAPES-PVE (proceso nº 23038.009604/2013-12), aviso 71/2013.

Colaborador: Centro de Investigación en Nanomateriales y Nanotecnología (CSIC, Universidad de Oviedo – España).