



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

CENTRO UNIVERSITARIO UAEM-ZUMPANGO

Licenciatura en Diseño Industrial

Área: Tecnología

Unidad de aprendizaje: Nuevos materiales

Tema: Materiales metálicos  
cerámicos

C. Dr. Francisco Platas López  
Octubre, 2016



# Forma de uso

El presente material se expondrá ante grupo con el fin de explicar de manera más exhaustiva los aspectos referidos en las diapositivas y a la vez que el alumno tenga una mayor facilidad para aquilatar el conocimiento.

Se abordarán temas de que le permitan al alumno conocer distintos tipos de materiales compuestos metálicos cerámicos así como sus aplicaciones a la industria y al diseño. A medida que se presenta el material se dará el link a videos de youtube

## **ORDEN Y CONTINUIDAD DE LA EXPOSICIÓN**

1. Contexto dentro del Programa de Estudios por Competencias
2. Antecedentes: Clasificación de materiales
3. Materiales compuestos metálicos cerámicos:
  - 3.1 Carburo cementado
  - 3.2 CERMETS
4. Aplicaciones de materiales metálicos cerámicos de última generación para la industria y el diseño
5. Consideraciones finales

# 1. CONTEXTO. NUEVOS MATERIALES: PROGRAMA DE ESTUDIOS POR COMPETENCIAS



Universidad Autónoma del Estado de México

Secretaría de Docencia

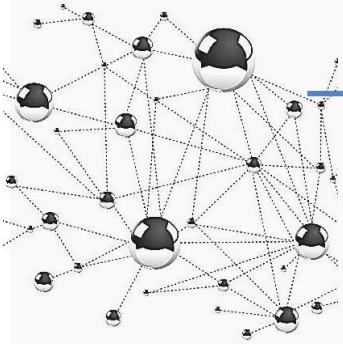
Coordinación General de Estudios Superiores

Programa Institucional de Innovación Curricular

## Programa de Estudios por Competencias NUEVOS MATERIALES

### I. IDENTIFICACIÓN DEL CURSO

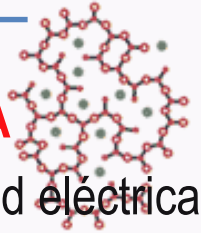
ORGANISMO ACADÉMICO: Facultad de Arquitectura y Diseño, CU UAEM Valle de Chalco, CU UAEM Zumpango								
Programa Educativo: Nuevos Materiales				Área de docencia: Tecnología				
Aprobación por los H.H. Consejos Académico y de Gobierno		Fecha: 07 y 09 de Diciembre		Programa elaborado por: Tonatiuh Vázquez González Jesús Rogel Mercado Juan Rodríguez Millán			Fecha de elaboración : Agosto del 2010	
Clave	Horas de teoría	Horas de práctica	Total de horas	Créditos	Tipo de Unidad de Aprendizaje	Carácter de la Unidad de Aprendizaje	Núcleo de formación	Modalidad
	4	2	6		CURSO	OPTATIVA		PRESENCIAL
Prerrequisitos Conocimientos Previos: Matemáticas, Física y Mecanismos, Materiales y Procesos y Resistencia de Materiales.				Unidad de Antecedente		Unidad de Aprendizaje	Unidad de Consecuente	
Programas educativos en los que se imparte: Licenciatura en Diseño Industrial								



### **METALES FERROSOS, Y ALEACIONES NO FERROSOS •Y ALEACIONES**

- Conductividad eléctrica
- Conductividad térmica
- Dúctiles (estirar) y maleables (laminar)
- Duros y resistentes.
- Brillo

### **CERÁMICOS, VIDRIOS DIAMANTES VITROCERÁMICA**

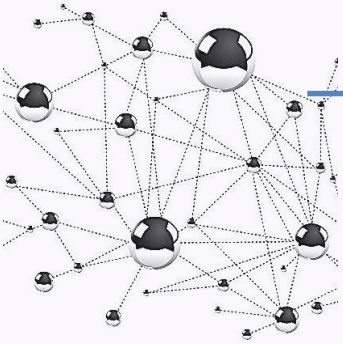


- Baja conductividad eléctrica
- Baja conductividad térmica
- Baja ductilidad y maleabilidad.
- Fragilidad y alta dureza
- Alto punto de fusión

### **. EXPLICACIÓN OPORTUNA DE TECNICISMOS**

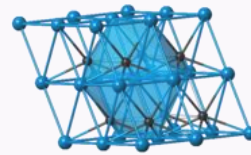
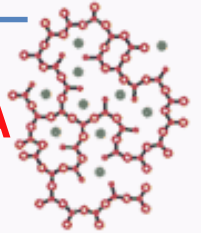


### **POLÍMEROS TERMOPLÁSTICOS**



**METALES FERROSOS,  
Y ALEACIONES  
NO FERROSOS  
Y ALEACIONES**

**CERÁMICOS,  
VIDRIOS  
DIAMANTES  
VITROCERÁMICA**



**COMPOSITES**



**POLÍMEROS  
TERMOPLÁSTICOS**

## 2. MATERIALES COMPUESTOS: CARACTERÍSTICAS

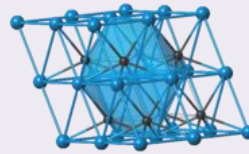
**METALES**

**CERÁMICOS**

**. EXPLICACIÓN OPORTUNA DE TECNICISMOS**

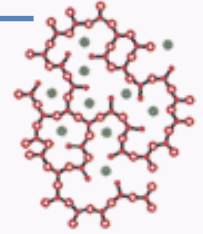
Formados por varios componentes

Poseen sinergia

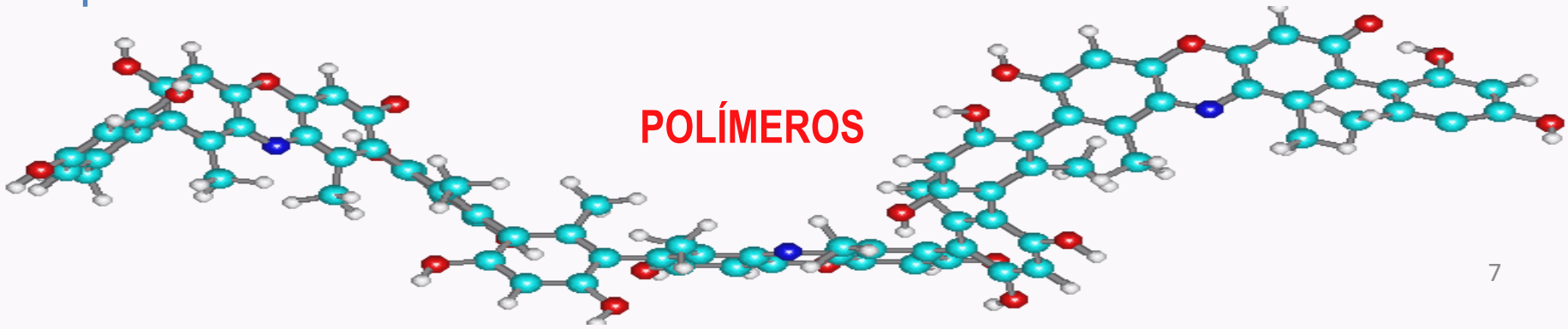


Constituidos por distintas fases

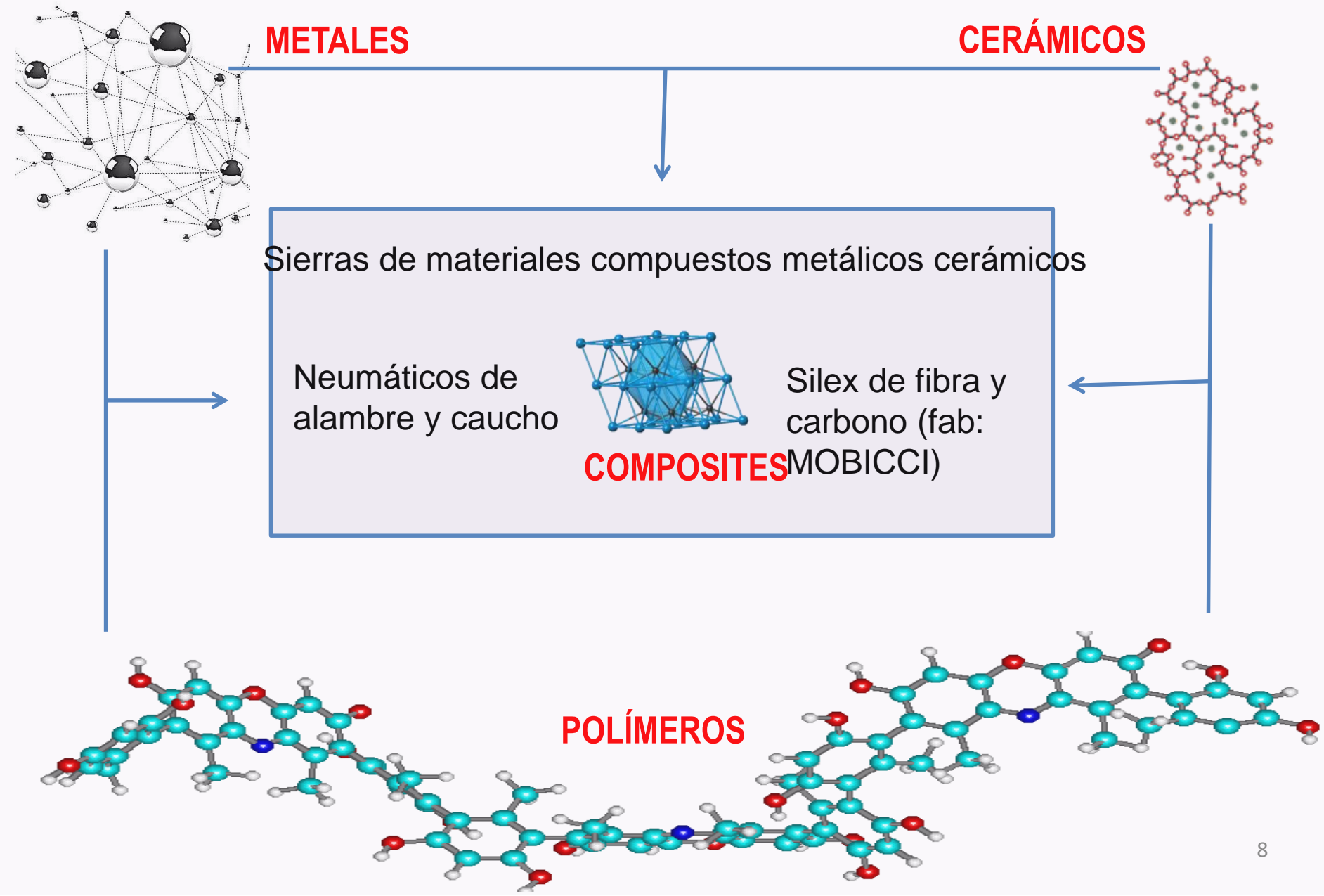
**COMPOSITES**



**POLÍMEROS**



## 2. MATERIALES COMPUESTOS: EJEMPLIFICACIÓN





# 3. MATERIALES COMPUESTOS METÁLICOS CERÁMICOS. PULVIMETALURGIA



Técnica de conformado de materiales a partir de polvo metálico, cerámico o mezcla.

## EXPLICACIÓN OPORTUNA DE TECNICISMOS



- ✓ Formas complejas
- ✓ Homogeneidad
- ✓ Temperaturas inferiores



# 3. MATERIALES METÁLICOS CERÁMICOS: CARBURO CEMENTADO o METAL DURO

## Material compuesto

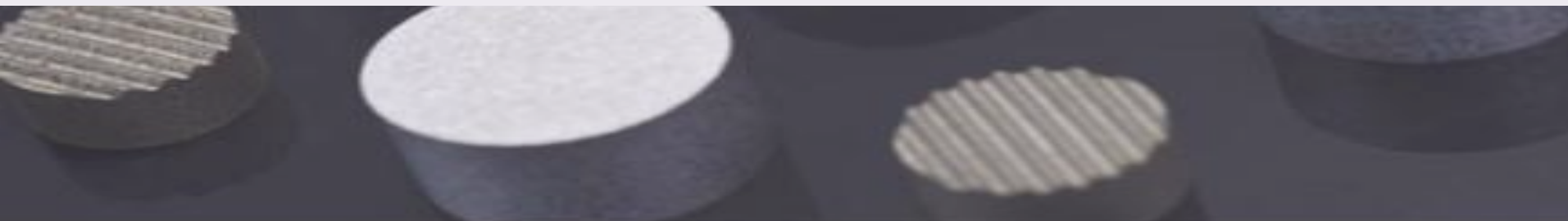
### Fase discontinua (dispersa):

Carburo de wolfranio (tungsteno)  
VIDIA (en alemán widia, como abreviatura de wie diamant ('como el diamante')).



### EXPLICACIÓN OPORTUNA DE TECNICISMOS

*Aplicación: Fabricación de herramientas de corte y conformado*





### 3. EJEMPLIFICACIÓN MATERIALES METÁLICOS CERÁMICOS HECHOS EN MÉXICO, 2015

CARBURO  
de TUNGSTENO



BR-53  
RECTA DOS FILLOS

6.4mm 1/4"



Molodumex Perfectas de Corte, S.A. de C.V.

FOTO DEL PROFESOR FRANCISCO PLATAS

### 3. ENFASIS EN PUNTOS IMPORTANTES: CARBURO CEMENTADO o METAL DURO

#### Material compuesto

Carburo de wolframio (tungsteno)

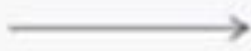
Cobalto



*Aplicación: Fabricación de herramientas de corte y conformado*

Alto y fluctuante **precio** del Co

**Toxicidad** de WC-Co  
(2011: 12<sup>th</sup> Report of carcinogens)



*¿Alternativa?*  
**Cermets**

#### EXPLICACIÓN OPORTUNA DE TECNICISMOS:

**McGraw-Hill Dictionary of Scientific & Technical Terms, 6E, Copyright © (Consultado y actualización 2016. The McGraw-Hill Companies, Inc.)**

#### **cermet**

**[ˈsər,met](materials)Any of a group of composite materials made by mixing, pressing, and sintering metal with ceramic; examples are silicon-silicon carbide and chromium-alumina carbide.**

**Also known as ceramal;  
ceramet;  
metal ceramic materials.**

**ENFASIS EN PUNTOS IMPORTANTES**

**METALES FERROSOS,  
Y ALEACIONES**

**NO FERROSOS**

**•Y ALEACIONES**

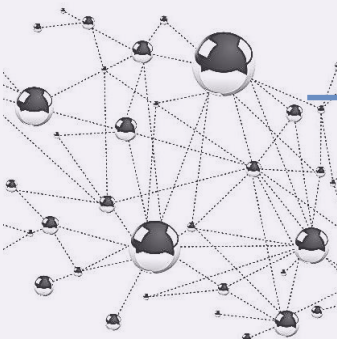
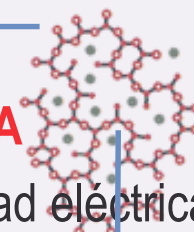
- Conductividad eléctrica
- Conductividad térmica
- Dúctiles (estirar) y maleables (laminar)
- Duros y resistentes.
- Brillo

**CERAMICOS,  
VIDRIOS**

**DIAMANTES**

**VITROCERÁMICA**

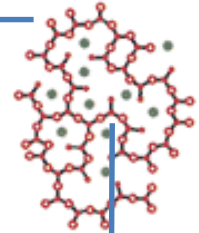
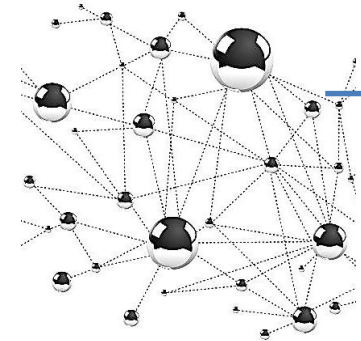
- Baja conductividad eléctrica
- Baja conductividad térmica
- Baja ductilidad y maleabilidad.
- Fragilidad y alta dureza
- Alto punto de fusión



**CERMETS**



# CERMETS



**De los metales: Ductilidad y ser susceptibles a transformarse en superconductores**

**Del refuerzo cerámico: Alta resistencia al desgaste y capacidad de mantener su dureza a altas temperaturas**

**Mayor tenacidad que los metales duros**

**Mayor capacidad para trabajar a altas velocidades de corte**

**Alta dureza y resistencia a la abrasión**

**Alta resistencia a la corrosión**

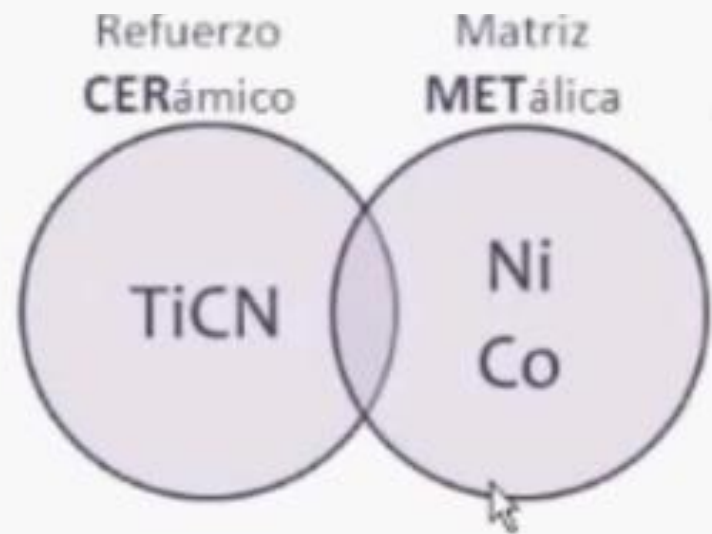
Carburo de Wolfranio (Tungsteno)  
Cobalto

**CARBURO CEMENTADO**



Carburo de Titanio o carbonitruro de Titanio  
Níquel o Cobalto

**CERMET** (cerámica y metal)



La cerámica proporciona la resistencia al desgaste, y el metal proporciona la tenacidad.

Se procesan mediante pulvimetalurgia y sinterización en fase líquida



# 1. MATERIALES METÁLICOS CERÁMICOS: SINTERIZACIÓN EN FASE LÍQUIDA

## EXPLICACIÓN OPORTUNA DE TECNICISMOS:

La sinterización en fase líquida sucede cuando alcanza el punto de fusión de la matriz metálica (sin embargo las partículas de níquel o cobalto tienen pobre mojabilidad hacia el refuerzo cerámico de carbonitruro de titanio)

Refuerzo  
CERámico

Matriz  
METálica

TiCN

Ni  
Co

Sinterización en fase líquida:  
*Pobre mojabilidad*



No Moja  
 $\theta > 90^\circ$



Moja  
 $\theta < 90^\circ$

## ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA MOJABILIDAD

Se agrega un pequeño porcentaje de carburos de elementos de transición:

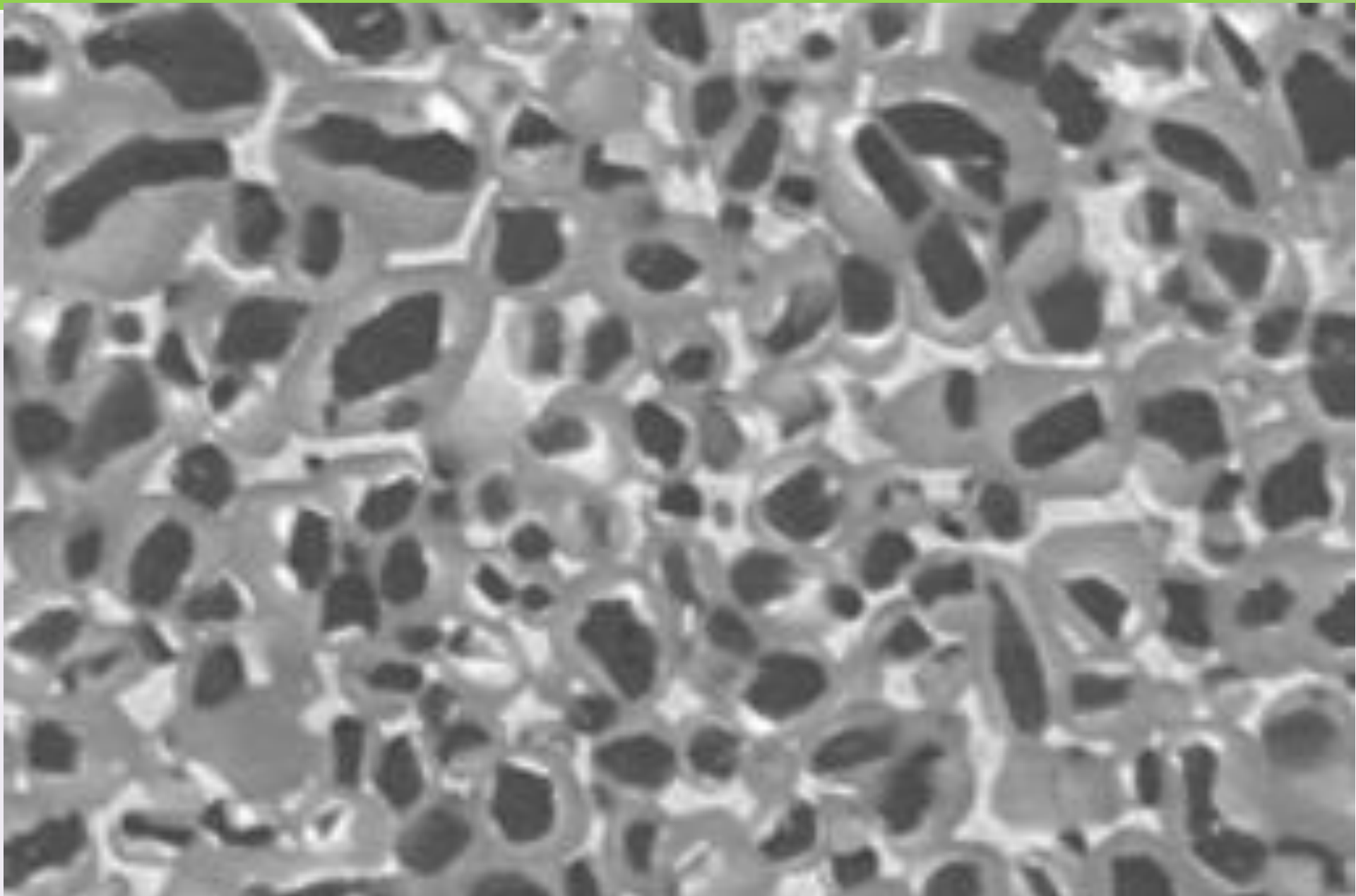
De Wolfranio

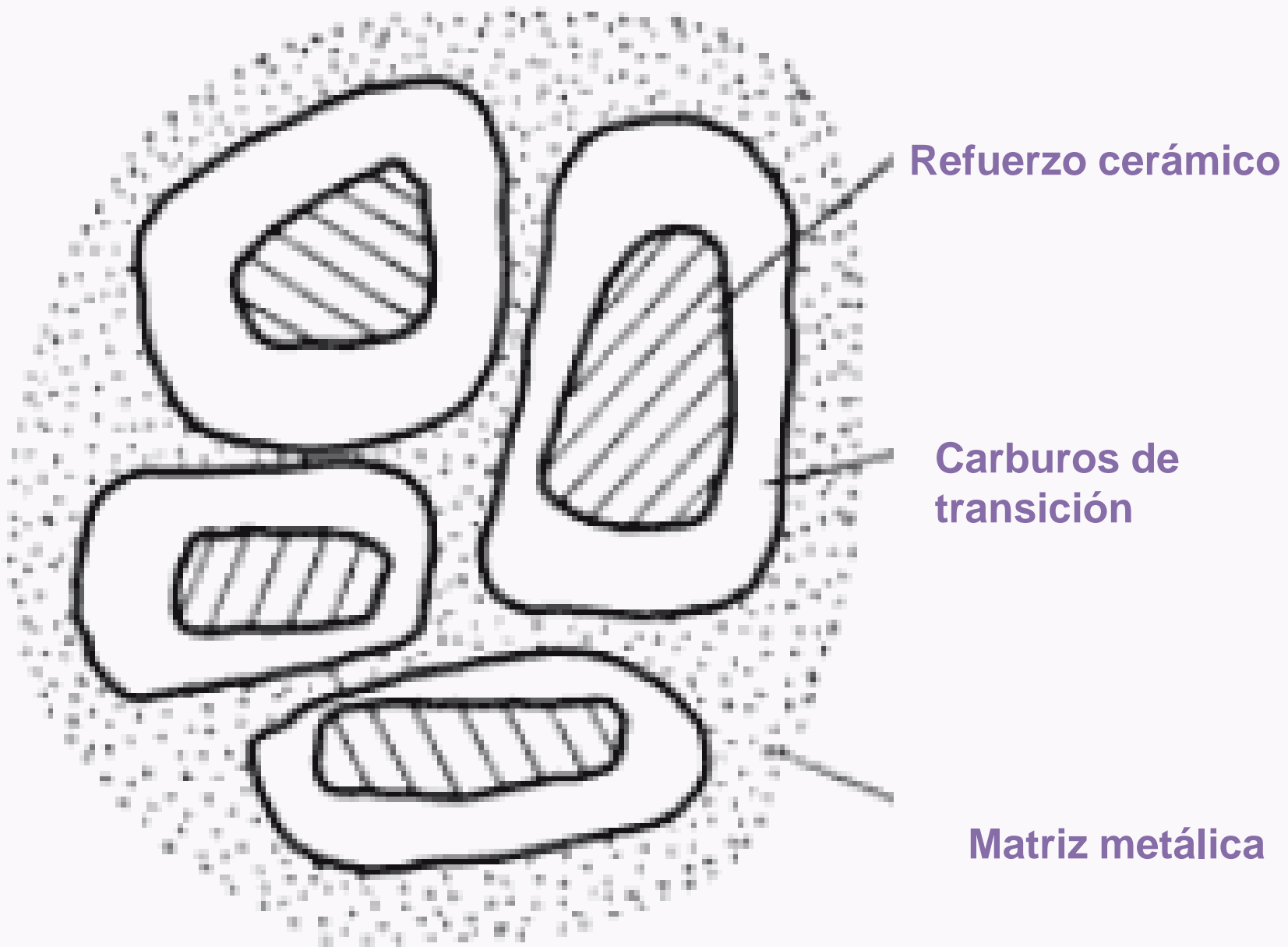
De Molibdeno

De Tantalio

De Niobio

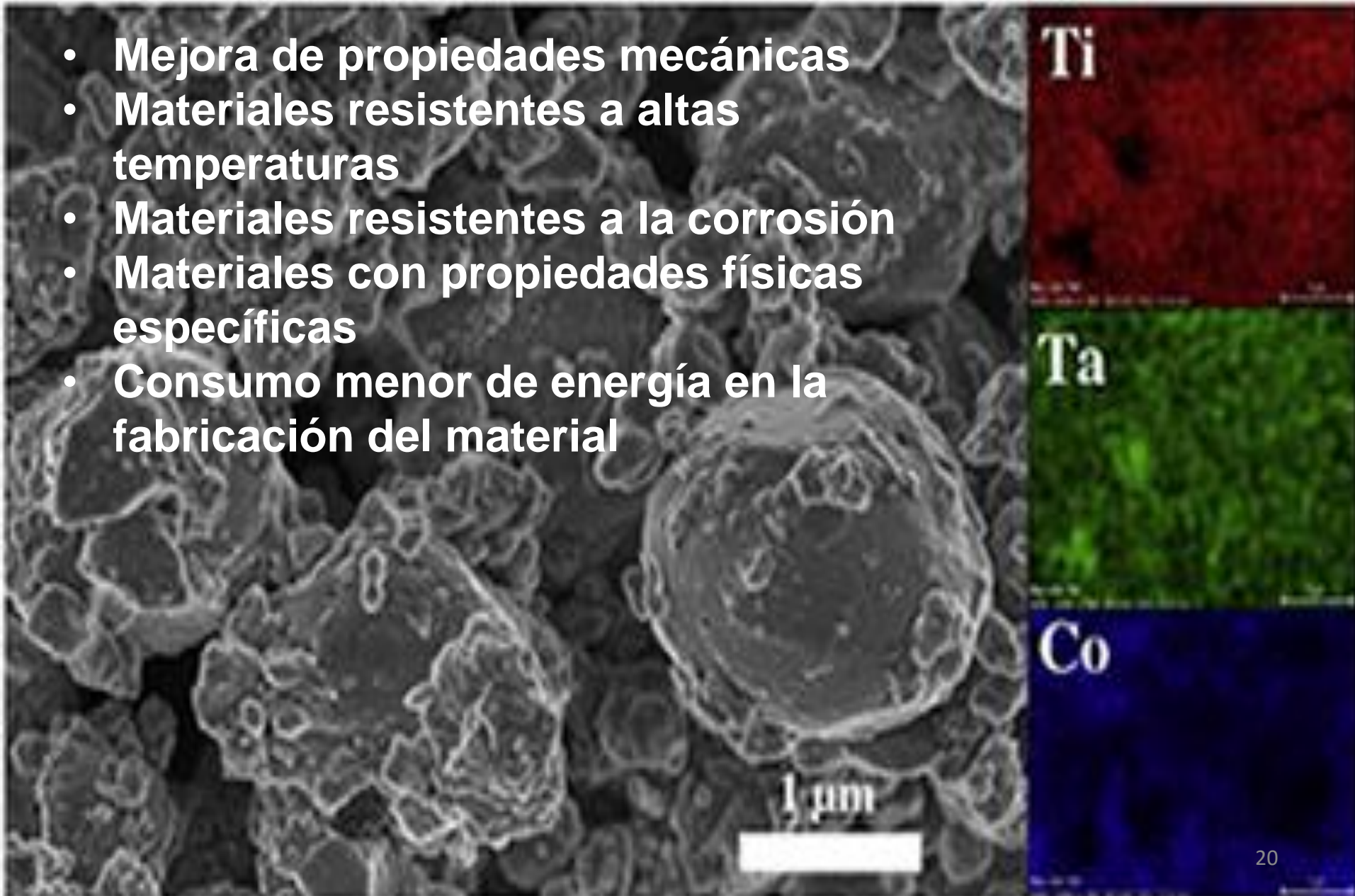
+ Carburos de  
elementos de transición  
WC, Mo<sub>2</sub>C, TaC, NbC...

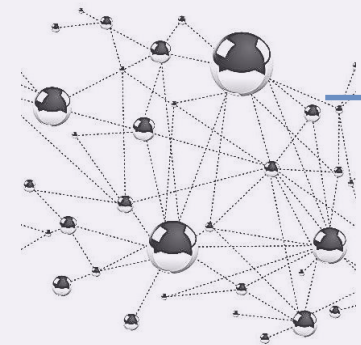




## ENFASIS EN PUNTOS IMPORTANTES

- Mejora de propiedades mecánicas
- Materiales resistentes a altas temperaturas
- Materiales resistentes a la corrosión
- Materiales con propiedades físicas específicas
- Consumo menor de energía en la fabricación del material

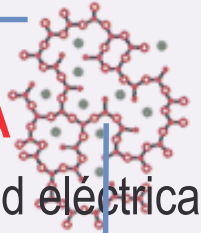




#### **METALES FERROSOS, Y ALEACIONES NO FERROSOS •Y ALEACIONES**

- Conductividad eléctrica
- Conductividad térmica
- Dúctiles (estirar) y maleables (laminar)
- Duros y resistentes.
- Brillo

#### **CERÁMICOS, VIDRIOS DIAMANTES VITROCERÁMICA**



- Baja conductividad eléctrica
- Baja conductividad térmica
- Baja ductilidad y maleabilidad.
- Fragilidad y alta dureza
- Alto punto de fusión

#### **CERMETS**

**De los metales: Ductilidad y ser susceptibles a transformarse en superconductores**

**Del refuerzo cerámico: Alta resistencia al desgaste y capacidad de mantener su dureza a altas temperaturas**

**Mayor tenacidad que los metales duros**

**Mayor capacidad para trabajar a altas velocidades de corte**

**Alta dureza y resistencia a la abrasión**

**Alta resistencia a la corrosión**



# 4. APLICACIONES EJEMPLIFICACIÓN



## 4. Aplicaciones industriales y de diseño (Ejemplificación, participación, énfasis, comprensión)



Carbonitruro de Titanio

Niquel y Cobalto



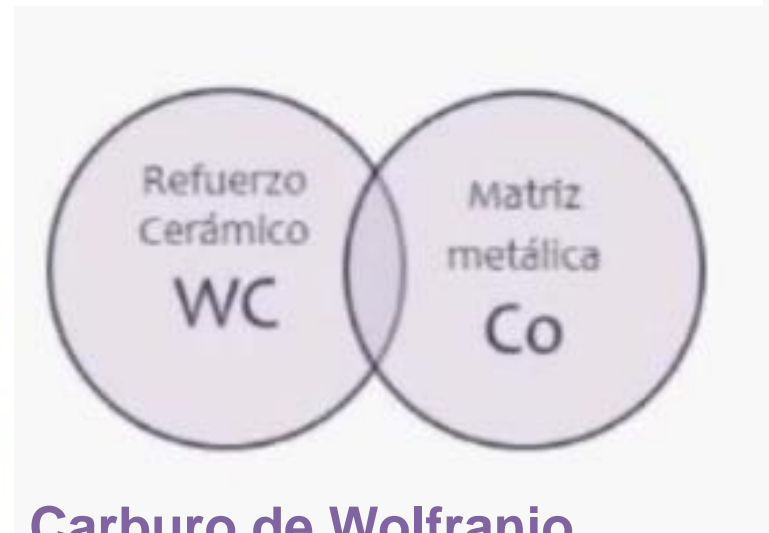
Fuente: <http://www.grupodumex.com/moldumex.php>

← Cuchillas HSS para canteador y cepillo.

### Broca recta dos filos en carburo de tungsteno.

Publicado el [abril 18, 2011](#)

**Carburo  
cementado**



**Carburo de Wolfranio  
(Tungsteno) + Cobalto**



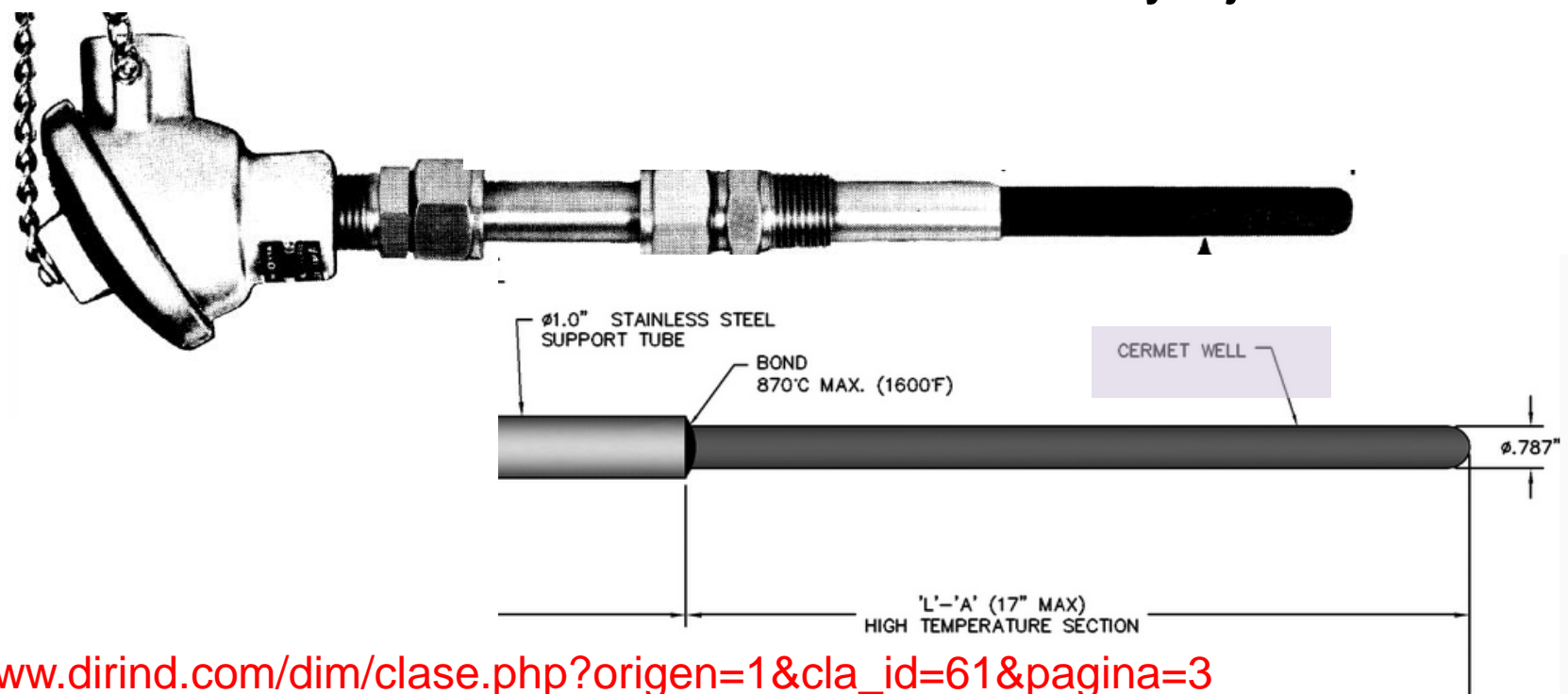
# 4. Aplicaciones industriales y de diseño (Ejemplificación, participación, énfasis, comprensión)



Refuerzo  
cerámico de  
Carburo de  
Wolfranio  
(Tungsteno)  
(WC) + Renio  
(Re) de matriz  
metálica



**CERMET TERMOPARES INDUSTRIALES: Para sitios corrosivos y sujetos a 1600 C "**



#### 4. Aplicaciones industriales y de diseño (Ejemplificación, participación, énfasis, comprensión)

[http://www.dirind.com/dim/clase.php?origen=1&cla\\_id=61&pagina=3](http://www.dirind.com/dim/clase.php?origen=1&cla_id=61&pagina=3)



**WC - 10% Co - 4% Cr**

**Refuerzo cerámico de Carburo de Wolfranio (Tungsteno) + Cobalto y Cromo de matriz metálica**



**El CermaClad es de entre diez a 100 veces más rápido en la soldadura láser que el sistema de plasma térmico**

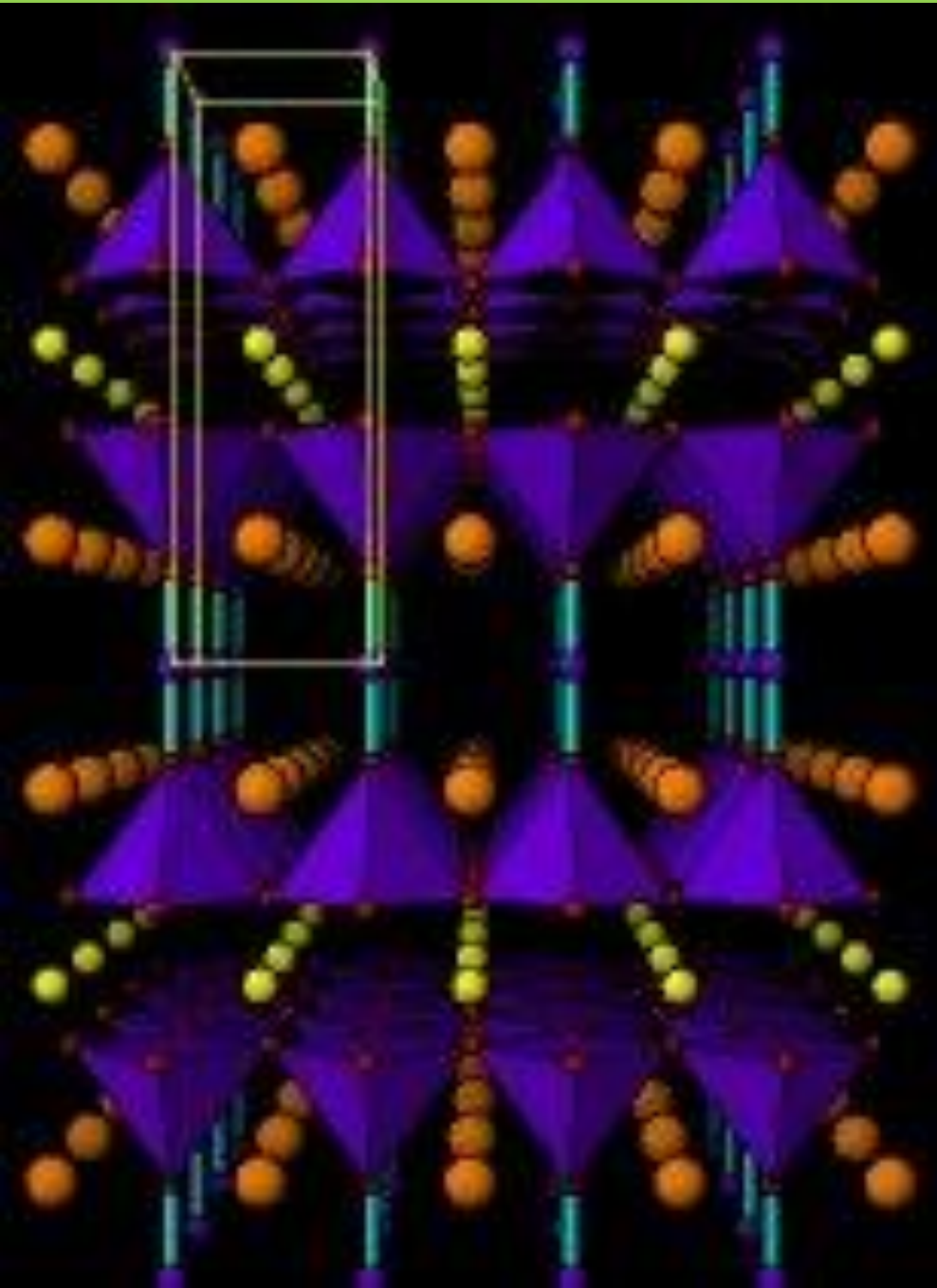
**El CermaClad produce una mayor uniformidad y fiabilidad en su uso**

JAEGER-LECOULTRE DEEP SEA

CHRONOGRAPH CERMET

Refuerzo cerámico  
Carburo de Niobio (NbC),  
y  
Matriz metálica de  
Molibdeno (Mo)





La propiedad de ciertos materiales que les permite conducir electrones sin resistencia se llama superconductividad.

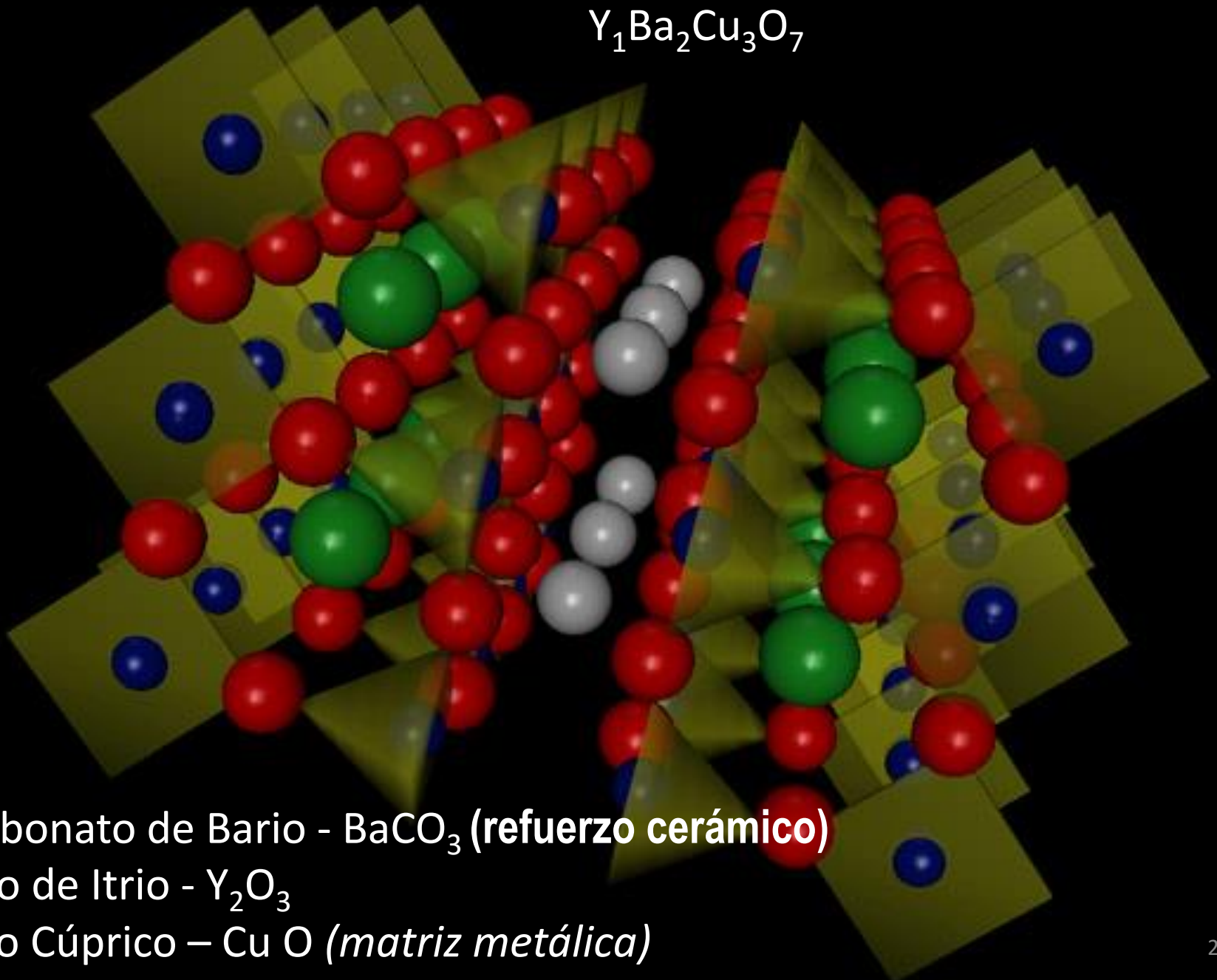
Los superconductores “de alta temperatura” presentan superconductividad a  $-180^{\circ}\text{C}$

La estructura de los superconductores es como un sandwich gigante. Hay capas de átomos metálicos y de oxígeno (jamón) que se alternan con capas de otros metales (pan). Y esta sucesión abarca un número enorme de capas.



# Óxido de cobre de bario itrio

$Y_1Ba_2Cu_3O_7$



- Carbonato de Bario -  $BaCO_3$  (refuerzo cerámico)
- Óxido de Itrio -  $Y_2O_3$
- Óxido Cúprico –  $CuO$  (*matriz metálica*)

# Levitation of a superconducting disc over the YBCO superconductor !



<https://www.youtube.com/watch?v=Z4XEQVnIFmQ>



## Arquitectura de Naves Espaciales, Confiablez y Redundancia de Sistemas Espaciales

May 11 at 10:03am on Hacia el Espacio

Follow

93 followers

# Desafíos en el Diseño de la propulsión de naves espaciales

Nave espacial de combustible termo-nuclear


Vent: Diseño reducido en peso y altos índices de empuje

Desv: Uso de materiales radiactivos en el espacio


**53rd JANNAF Propulsion Meeting/Id Spacecraft Propulsion Subcommittee Meeting, December 2005**

Videos Social Stream Chat


**Arquitectura de Naves Espaciales,...** (75:38)  
1 weeks ago  
170 views




**Astrobioenergética: Fuentes de energía para...** (82:23)  
3 weeks ago  
231 views



**Seminario "TV Vía Satélite, ¿Cómo se..."** (42:31)  
4 weeks ago  
67 views



**Conferencia Ingeniería Biomédica en el Espacio** (54:02)  
1 month ago  
219 views





# Arquitectura de Naves Espaciales, Confiabilidad y Redundancia de Sistemas Espaciales

May 11 at 10:03am on Hacia el Espacio [Follow](#) 93 followers

Vela solar  
Vent. Diseño barato, utiliza viento solar  
Desv: Baja la aceleración, no ha sido probado en el espacio y es menos efectivo cuanto más lejos del Sol

**53rd JANNAF Propulsion Meeting/Id Spacecraft Propulsion Subcommittee Meeting, December 2005**

Videos Social Stream Chat

- Arquitectura de Naves Espaciales,...** (75:38)  
 1 weeks ago  
 170 views
- Astrobioenergética: Fuentes de energía para...** (82:23)  
 3 weeks ago  
 231 views
- Seminario "TV Vía Satélite, ¿Cómo se..."** (42:31)  
 4 weeks ago  
 67 views
- Conferencia Ingeniería Biomédica en el Espacio** (54:02)  
 1 month ago  
 219 views



## 4. Aplicaciones industriales y de diseño (Ejemplificación, participación, énfasis, comprensión)



### Arquitectura de Naves Espaciales, Confiabilidad y Redundancia de Sistemas Espaciales

May 11 at 10:03am on Hacia el Espacio

Follow

93 followers

Nave espacial de combustible químico:

Vent: Alto empuje probado en el espacio

Desv: Caro, voluminosos

**53rd JANNAF Propulsion Meeting/Id Spacecraft Propulsion Subcommittee Meeting, December 2005**

Videos Social Stream Chat

Arquitectura de Naves Espaciales,... (75:38)

1 weeks ago  
170 views



Astrobioenergética: Fuentes de energía para... (82:23)

3 weeks ago  
231 views



Seminario "TV Vía Satélite, ¿Cómo se... (42:31)

4 weeks ago  
67 views



Conferencia Ingeniería Biomédica en el Espacio (54:02)

1 month ago  
219 views



**COMBUSTIBLE  
CERAMICO (CERMET)  
Refuerzo cerámico de  
Carburo de Wolfranio  
(Tungsteno) (WC) +  
Dioxido de uranio (UO<sub>2</sub>)  
de matriz metálica**

**El hidrógeno se calienta a medida que pasa a través de la matriz  
El hidrógeno caliente expulsado produce el empuje de la nave**

- Clasificación de materiales
- Materiales compuestos metálicos cerámicos:
- Carburo cementado
- CERMETS
- Aplicaciones de materiales metálicos cerámicos de última generación para la industria y el diseño
- Usos futuros

# Bibliografía

- AEMA. Actas del I Congreso Nacional de materiales compuestos. (1995). Sevilla.
- ARQUIMACOM'96 (octubre 1996) Libro de Actas de la 1ª Conferencia Internacional de los materiales compuestos aplicados en Arquitectura y Construcción. Sevilla.
- Burkes, D. E., Wachs, D. M., Werner, J. E., and Howe, S. D., "An Overview of Current and past W-UO<sub>2</sub> CERMET Fuel
- Fink, J. K., "Thermophysical Properties Review of Uranium Dioxide," Journal of Nuclear Materials, Vol. 279, 2000
- Hickman et al, 2015, Fabrication of High Temperature Cermet Materials for Nuclear Thermal Propulsion. 53rd JANNAF Propulsion Meeting/1d Spacecraft Propulsion Subcommittee Meeting, December 2005
- Lyon, L. L., "Performance of (U,Zr)C-Graphite (Composite) and of (U,Zr)C (Carbide) Fuel Elements in the Nuclear
- M. Rosso, Ceramic and metal matrix composite, route and properties, Proceedings of the 12th Scientific International
- Olivares Santiago, M. (1997). "Composites: los nuevos materiales de la construcción. Composición y características técnicas".
- Thevenot, F., "Boron Carbide, A Comprehensive Review," Journal of the European Society, Vol. 6, 1990, pp. 205–225