

---

## Materiales Cerámicos y su utilización en los procesos tecnológicos

Ceramics materials and subject technology process

**M. Sc. Arsenio Andrés Pedris Hurtado\***

<arsenioaph@ucpejv.edu.cu> <https://orcid.org/0000-0003-3270-2317>

**Dr. C. Cristina Orlanda Tarrió Martínez\*\***

<cristinaotm@ucpejv.edu.cu> <https://orcid.org/0000-0002-1050-0557>

\* Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, La Habana, Cuba y \*\* Ministerio de Educación Superior, La Habana, Cuba.

---

### RESUMEN

El objetivo del artículo es describir un material de estudio con los contenidos desarrollados para el tema “Cerámicos” de la unidad “Materiales no metálicos”. El trabajo constituye el resultado obtenido con la aplicación del trabajo de diploma de la carrera licenciatura en Educación Mecánica de la Facultad de Educación en Ciencias Técnicas de la Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, La Habana, Cuba. Se contribuyó a resolver el problema existente en la asignatura Ciencia y Tecnología de los Materiales del segundo año de la carrera Licenciatura en Educación Mecánica, por la insuficiente bibliografía de apoyo a profesores y estudiantes.

**Palabras clave:** materiales no metálicos, cerámicos, tecnología.

### ABSTRACT

The objective of this article is to propose of study material elaborated with the contents developed for the Ceramic topic of the unit nonmetallic Materials of the study program, contributing to the appropriation of the contents of this specialty. The work constitutes the result obtained with the application of the work of diploma of the career licentiate in Mechanical Education of the Ability of Education in Technical Sciences of the University of Pedagogic Sciences Enrique Jose Varona, Havana, Cuba. It is a contributing to solve the existent problem in the subject Science and Technology of the Materials, for the insufficient support bibliography to professors and students.

**Keywords:** nonmetallic materials, ceramic, technology.



## INTRODUCCIÓN

La asignatura Ciencia y Tecnología de los Materiales (CTM) se imparte en el segundo semestre del segundo año de la carrera Educación Mecánica de la Facultad de Educación en Ciencias Técnicas de la Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, La Habana, Cuba. Es una materia que resulta básica en el área de formación técnica del plan de estudios, debido a que el sistema de contenidos que en ella se estudian sirven de base para la comprensión científica del comportamiento de los materiales de uso industrial y la profundización del conocimiento mediante los métodos investigativos propios de la Mecánica, así como la obtención de nuevos materiales para altas tecnologías.

Articula con la asignatura Resistencia de Materiales, la disciplina Procesos de Fabricación de Piezas en su conjunto y con las tecnologías de modelación y simulación computacional que se abordan en el currículo propio y optativo. Estas tecnologías permiten analizar sistema tensional en los materiales, el comportamiento de las deformaciones y desplazamientos, que van a depender del material, mediante modelos matemáticos que representan desde la estructura cristalina de la aleación hasta la macroestructura de una pieza.

La asignatura CTM tiene sus antecedentes en la asignatura Tecnología de los Metales del Plan A, posteriormente en el Plan B sus contenidos se incorporaron a la asignatura Metalografía y Tratamiento Térmico y en el Plan C a Ciencia de los Metales. Históricamente en estas asignaturas se han abordado las generalidades de los procesos de obtención, caracterización y selección de los materiales sin profundizar en la relación composición estructura y propiedades de los materiales empleados en la industria metal mecánica, pero haciendo énfasis en sus propiedades tecnológicas y los métodos de ensayo e investigación para su caracterización y control de propiedades, así también, los procesos de fabricación de piezas sin arranque de virutas y sus tratamientos térmicos.

En el actual Plan E de la carrera Licenciatura en Educación en la especialidad de Mecánica se ubica en la disciplina Proyección Constructiva, centra su objeto de estudio en el análisis de la estructura cristalina de los metales y aleaciones, transitando en un orden lógico que parte desde las interacciones atómicas, las estructuras y simetrías de las redes cristalinas, hasta el comportamiento del material en correspondencia con sus propiedades mecánicas y tecnológicas, poniéndose de manifiesto un énfasis en la relación composición estructura propiedades. En correspondencia con este objeto de estudio se abordan los métodos de investigación de las estructuras, composición y propiedades de los materiales, así como las

transformaciones estructurales y de composición que se producen mediante cambios de temperatura (Se incluye el estudio de los materiales no metálicos: polímeros, cerámicos y compuestos). Dentro de ellos sus correspondientes estructuras, propiedades y tratamientos tecnológicos sobre la base de sus diagramas de fases. Como un tema no menos importante se abordan las propiedades y tratamientos anticorrosivos de los materiales y sus aplicaciones industriales.

Ciencia de los Materiales mantiene una estrecha relación con su precedente, Tecnología de los Materiales, dando respuesta a innumerables interrogantes acerca del comportamiento de los materiales durante los procesos tecnológicos estudiados. Relacionando los aspectos prácticos y tecnológicos con la teoría de las transformaciones que sufren los materiales durante su historial tecnológico. Se completa y profundiza en el sistema conceptual, los principios de la teoría de las aleaciones, el tratamiento térmico, y la deformación plástica de los materiales simples y compuestos.

Numerosas son las investigaciones que han avanzado en los Medios de Enseñanza-Aprendizaje en la asignatura Ciencia y Tecnología de los Materiales, entre las que se destacan a: el doctor Vicente González Castro<sup>1</sup>, se asumió la definición de este autor en el IV Seminario Nacional del Ministerio de Educación, donde expresó que: “Son materiales por medio de los cuales se transmite la información científica y se realiza la influencia instructivo-educativa sobre los alumnos, constituyen fuentes de conocimientos y medios para la dirección de la actividad cognoscitiva y la educación de los escolares”.

El Dr. Vicente González Castro<sup>2</sup> plantea: “...Los medios de enseñanza son todos aquellos componentes del proceso docente – educativo que le sirven de soporte material a los métodos de enseñanza (instructivos o educativos) para posibilitar el logro de los objetivos planteados...”

Según Porto<sup>3</sup>, “Es todo aquel componente material o materializado del Proceso Pedagógico que en función del método sirve para:

1ro. Construir las representaciones de las relaciones esenciales forma contenido, es decir, el significado y sentido de los conocimientos y habilidades a adquirir que expresa el objetivo.

2do. Motivar y activar las relaciones sujeto-objeto, sujeto-objeto-sujeto, o sujeto-sujeto, así como la internalización y externalización de contenidos y acciones individuales o conjuntas presentes en tal Proceso Pedagógico.”

A partir de lo anteriormente planteado se determina que existe una insuficiente cantidad de medios de enseñanza con respecto a la asignatura y no satisface las exigencias sociales en

cuanto a la necesidad de un fácil acceso a los temas de la asignatura Ciencia y Tecnología de los Materiales.

En el bosquejo realizado exploratoriamente, a partir de las observaciones a las visitas a clases realizadas, en las reuniones de los colectivos de disciplinas, años y carrera, desde la experiencia de los autores y a través del diagnóstico realizado mediante la aplicación del análisis documental y la realización de indagaciones empíricas.

Se pudo constatar en el análisis del banco de problemas de la Facultad de Ciencias Técnicas en el Departamento de Industrial que la situación problemática está dada fundamentalmente por los siguientes elementos:

- No son suficientes los medios de enseñanza para la asignatura
- Poca bibliografía impresa para la asignatura
- La bibliografía digital es poco afín a la asignatura.

El objetivo del artículo es proponer un material de estudio del Tema “Cerámicos” para la asignatura CTM que se imparte a los estudiantes de 2do año de la carrera Mecánica en la Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, La Habana, Cuba.

## DESARROLLO

Para la realización del trabajo de investigación se partió del estado inicial de los Medios de Enseñanza-Aprendizaje en la asignatura CTM en la Facultad de Educación en Ciencias Técnicas de la Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona se elaboraron tres instrumentos que se relacionan a continuación:

1. Guía de observación a clases,
2. Guía de encuesta a estudiantes,
3. Guía de entrevista a profesores.

Dichas observaciones arrojaron los siguientes resultados:

Aspectos	Bien	Regular	Mal
1. Empleo de Medios de Enseñanza referentes al tema “Cerámicos.			X
2. Preparación del profesor.	X		
3. Uso correcto del lenguaje técnico.	X		

4. Interés mostrado por parte de los estudiantes hacia el tema.		X	
5. Asimilación de los contenidos por parte de los estudiantes		X	

Se aplicó una encuesta fue realizada a los estudiantes 2do año de la carrera Licenciatura en Educación Mecánica para conocer los elementos que intervienen en el proceso enseñanza-aprendizaje de la asignatura CTM.

1. ¿Se utilizaron medios de enseñanza para impartir el tema “Cerámicos”?
2. ¿Resultó interesante la forma en que recibió el tema “Cerámicos”?
3. ¿El acceso a los contenidos del tema “Cerámicos” resultó fácil?
4. ¿Consideras necesario el empleo de un material de estudio para el tema “Cerámicos”?

Preguntas	Sí	No
1	0%	100%
2	25%	75%
3	0%	100%
4	100%	0%

De la misma manera se aplicó una entrevista a profesores:

Para una mejor comprensión, el lector debe trabajar con las preguntas que se encuentran en la tabla de la guía de entrevista elaborada hacia los profesores que imparten la asignatura CTM.

Preguntas	Sí	No
1. ¿Es suficiente la bibliografía existente referente al tema “Cerámicos”?		X
2. ¿Está actualizada la bibliografía pertinente al tema “Cerámicos”?		X
3. ¿Considera necesaria la elaboración de un Material de Estudio para el tema “Cerámicos”?	X	

### **Propuesta de Material de Estudio *Los materiales Cerámicos***

El Material de Estudio consta con la siguiente estructura:

**Portada:** título del material, organismo o institución a la que pertenece, autor/es, Ciudad y año de confección.

**Índice:** contenidos en orden lógico, número de página de la ubicación de los mismos.

**Prólogo:** aborda un preámbulo del material de estudio.

**Orientaciones metodológicas para el profesor:** se ofrecen sugerencias para un mejor desempeño del docente con el material.

**Orientaciones metodológicas para el trabajo de los estudiantes con el material de estudio:** se le brinda a los estudiantes elementos para un mejor desempeño con el material y el estudio de sus contenidos.

**Desarrollo:** Epígrafes con sus contenidos abordados e imágenes.

**Ejercicios:** se distribuyen en cuatro ejercicios propuestos y cuatro resueltos. Los cuales atienden a los dos primeros niveles de asimilación. Reproductivo y aplicativo.

**Bibliografía:** consultas realizadas para la elaboración del Material de Estudio que sirven para la profundización del contenido tanto para profesores como para estudiantes.

## **El contenido del material de estudio**

### **Definición**

Según la British Ceramic Society<sup>4</sup>, una cerámica es un material sintético, sólido que no es ni metálico, ni inorgánico, en cuya elaboración es necesario utilizar tratamientos térmicos a altas temperaturas.:

Otra definición ampliamente aceptada, es que son productos (piezas, componentes, dispositivos, etc.) constituidos por materiales inorgánicos formados por elementos metálicos y no metálicos unidos por enlace iónico y/o covalente. Consolidados mediante tratamientos térmicos a altas temperaturas.

El término “cerámicos avanzados”, es un nuevo término usado desde hace 50 años para definir una variada gama de materiales inorgánicos, policristalinos, no metálicos generalmente obtenidos a partir de materias primas de gran pureza, con un tamaño de partícula submicrónica, grandes presiones de conformado y consolidados en estado sólido a altas temperaturas de sinterización, que dan lugar a cuerpos casi totalmente densificados (ausencia de grietas, poros y defectos internos) que le confieren altas prestaciones técnicas<sup>5</sup>.

### **Tipos de enlaces**

Como se conoce de Química los elementos metálicos tienen una fuerte tendencia a donar electrones (es decir, son electropositivos), mientras que los no metálicos tienden a ganarlos

(electronegativos). Esto hace que se produzca una fuerte atracción mutua (coulómbica) entre los elementos que componen los materiales cerámicos, lo que da lugar a sus características químicas, físicas y mecánicas.

Al formarse el material cerámico, dado por la diferencia de electronegatividades entre los elementos reaccionantes se establecen enlaces de tipo iónico o covalente.

### **Estructura molecular**

Los materiales cerámicos por lo general son cristalinos (con la excepción notable de los vidrios) y exhiben principalmente enlaces iónicos, aunque pueden presentar también enlaces covalentes, es decir, que se produce una transferencia de electrones entre los átomos, por lo que a diferencia de los metales éstos no tienen electrones libres. De aquí que en general los cerámicos mantienen relaciones estequiométricas constantes. Sus enlaces son rígidos y de gran fortaleza lo que determina el comportamiento de sus propiedades químicas, físicas y mecánicas<sup>6</sup>.

Otra característica estructural importante de los cerámicos es la influencia del tamaño relativo de sus iones en la geometría de los arreglos cristalinos.

### **Estructura cristalina**

Un gran número de materiales cerámicos poseen estructuras típicas como la estructura del NaCl, de blenda (ZnS) y de fluorita (CaF<sub>2</sub>). Sin embargo la mayoría de los cerámicos tienen estructuras cristalinas más complicadas y variadas. Entre estas estructuras podríamos destacar las más importantes como son:

- Estructura perovskita (CaTiO<sub>3</sub>). Ejemplo: BaTiO<sub>3</sub>, en la cual los iones de bario y oxígeno forman una celda unidad cúbica centrada en las caras con los iones bario en los vértices de la celda unidad, y los iones oxido en el centro de las caras, el ion titanio se situará en el centro de la celda unidad coordinado a seis iones oxígeno.
- Estructura del corindón (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Es similar a una estructura hexagonal compacta; sin embargo, a cada celda unidad están asociados 12 iones de metal y 18 de oxígeno.
- Estructura de espinela (MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>). Donde los iones oxígeno forman un retículo cúbico centrado en las caras y los iones metálicos ocupan las posiciones tetraédricas u octaédricas dependiendo del tipo de espinela en particular.
- Estructura de grafito. Tiene una estructura hexagonal compacta<sup>5</sup>.

### **Características**

Las cerámicas tradicionales están compuestas de arcilla, sin embargo, en la actualidad existen numerosos materiales cerámicos de diferente composición que tienen muchas aplicaciones, por

ejemplo, en la industria aeronáutica y en medicina. La pasta cerámica más básica es el barro común, o barro rojo que está formado por silicatos de aluminio procedentes de la descomposición de otras rocas primarias y puede tener diferentes impurezas como óxido de hierro que le da el tono rojizo. Para obtener objetos de cerámica a partir del barro es imprescindible un horno que caliente el material a altas temperaturas. Aunque los materiales cerámicos no son metales, pueden incluir en su composición átomos metálicos como el hierro o el aluminio. Los materiales cerámicos avanzados se fabrican a base de materias primas de alta pureza y composición química controlada, como el titanato de bario. El procesado está sujeto a un control preciso de tal forma que el producto final cuenta con una microestructura definida que asegura una alta fiabilidad para el fin para el que se ha diseñado, por ejemplo en medicina para huesos y articulaciones artificiales o implantes dentales. Las propiedades de estos materiales solo se consiguen después de un tratamiento térmico en el que se somete el material original a altas temperaturas, lo cual le confiere las características que se desean obtener.

#### **Los materiales cerámicos se caracterizan por:**

- Alta dureza y fragilidad.
- Malos conductores de la energía eléctrica y térmica.
- No poseen brillo metálico.
- Poseen alta estabilidad química, lo que les confiere alta resistencia a los agentes químicos y a la corrosión.
- Poseen una alta temperatura de fusión, superior a los metales y aleaciones.
- En algunos casos son traslúcidos como el vidrio ( $\text{SiO}_2$ ).

Tienden a ser materiales porosos. Los poros y otras imperfecciones microscópicas actúan como entallas o concentradores de esfuerzo, reduciendo la resistencia a los esfuerzos de tensión y elasticidad.

Los materiales cerámicos tienen baja ductilidad, baja dureza y, generalmente, puntos de fusión altos, debido a los enlaces que presentan.

Una cerámica tradicional es una mezcla de óxidos y arcillas cuyo proceso de aglutinamiento se realiza a altas temperaturas. Arcillas (alúmina-silicatos), feldespato, sílice.

Los materiales cerámicos de alta tecnología son superconductores, altamente resistentes al calor, carburos, nitruros, grafito, componentes de motores, cemento, cerments (cerámicos con una matriz metálica), vidrio y cerámica vítrea.

Alúmina densa



SiC, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>

ZrO<sub>2</sub> + aditivos

### **Propiedades**

Los materiales cerámicos pueden tener una estructura cristalina o no cristalina (amorfa), en ocasiones una mezcla de ambas. Por ello las propiedades son diferentes dependiendo del tipo de material. Por su baja conductividad en general se comportan como aislantes eléctricos y térmicos, presentan gran dureza, elevado punto de fusión ( $T_m \approx 2000^\circ\text{C}$ ), gran resistencia a la compresión al desgaste y a la corrosión.

También forman parte de sus propiedades:

- Módulos elásticos grandes
- Elevadas resistencias en compresión
- Resistencia al desgaste
- Químicamente inertes
- Rigidez ( $E \approx 200 \text{ GPa}$ )

Algunos inconvenientes que presentan este tipo de materiales es que suelen presentar problemas de fragilidad, es decir tendencia a quebrarse o partirse con cargas de impacto bajas. Por ello se están desarrollando nuevos materiales cerámicos con mayor resistencia a la fractura. No se deforman plásticamente a temperatura ambiente y son muy sensibles a pequeñas grietas<sup>7</sup>.

### **Propiedades mecánicas**

Son duros y frágiles a temperatura ambiente debido a su enlace iónico/covalente (al aplicarles una fuerza los iones de igual carga quedan enfrentados provocando la rotura del enlace), este hecho supone una gran limitación en su número de aplicaciones. Esta fragilidad se intensifica por la presencia de imperfecciones.

Son deformables a elevadas temperaturas ya que a esas temperaturas se permite el deslizamiento de bordes de grano.

### **Propiedades magnéticas**

No suelen presentar propiedades magnéticas, sin embargo podemos encontrar cerámicas con propiedades magnéticas de gran importancia como ferritas y granates. Éstas son las llamadas cerámicas ferromagnéticas. En estas cerámicas los diferentes iones tienen momentos magnéticos distintos, esto conduce a que al aplicar un campo magnético se produzca como resultado una imantación neta.

### **Propiedades eléctricas**

Son en su mayoría aislantes eléctricos debido a que tienen una alta resistencia dieléctrica y baja constante dieléctrica.

Algunos de ellos presentan otras propiedades dieléctricas como es la facilidad de polarizarse.

### **Propiedades térmicas**

La mayoría de los materiales cerámicos tienen bajas conductividades térmicas debido a sus fuertes enlaces iónico/covalentes. La diferencia de energía entre la banda de valencia y la banda de conducción en estos materiales es demasiado grande como para que se exciten muchos electrones hacia la banda de conducción, por este hecho son buenos aislantes térmicos. Debido a su alta resistencia al calor son usados como refractarios, y estos refractarios son utilizados en las industrias metalúrgicas, químicas cerámicas y del vidrio<sup>8</sup>.

### **Curiosidades**

- Algunas cerámicas son tan resistentes que un cable de 1 pulgada de diámetro puede levantar 50 automóviles.
- Se ha instalado suficiente cable de fibra óptica como para ir y volver a la luna 160 veces.
- Se producen al día más de 3 millones de bujías.
- Los sistemas de control cerámicos de emisiones en los automóviles han eliminado 1500 millones de toneladas de contaminación desde 1975-2000.
- Cada año fragua en la Tierra una tonelada de cemento por persona.
- Algunas cerámicas conducen la electricidad mejor que los metales.
- El diamante, el rubí y la zirconia cúbica son también cerámicos.
- Microesferas de vidrio más pequeñas que un pelo proporcionan un prometedor tratamiento del cáncer de hígado.
- Se producen suficientes baldosas cerámicas al año como para pavimentar un camino de 100m de ancho alrededor de la Tierra.
- Los aislantes de fibra de vidrio cerámica han conseguido ahorrar 25 000 000 000 000 000 000 J en calefacción.

### **CONCLUSIONES**

La sistematización de los referentes teóricos que sustentan los medios de enseñanza de la asignatura CTM que se imparte en el 2do año de la carrera Lic. Educación Mecánica de la Facultad de Educación en Ciencias Técnicas de la UCP Enrique José Varona permitió asumir

los conceptos de medios de enseñanza y material de estudio definidos por otros autores y ayudó al autor de la presente investigación a tomar un basamento teórico respecto a los mismos para el desarrollo de la misma.

La aplicación de los métodos del nivel empírico permitió determinar el estado inicial del objeto de la investigación en la asignatura CTM particularmente para el tema “Cerámicos” en el segundo año de la carrera Licenciatura en Educación. Mecánica de la Facultad de Educación en Ciencias Técnicas.

Se elaboró un Material de Estudio del tema “Cerámicos” para la asignatura CTM. El cual en su concepción consta de: portada, prólogo, orientaciones metodológicas para el profesor, orientaciones metodológicas para el trabajo de los estudiantes con el material, además de desarrollo, ejercicios y anexos lo que contribuye al proceso enseñanza-aprendizaje de la asignatura.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- 1 MINED. IV Seminario Nacional, citado por Vicente González Castro en Teoría y Práctica de los Medios de Enseñanza, p. 78 Rodríguez R. Introducción a la Informática Educativa. Ciudad Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación; 2000.
- 2 González V. Diccionario de medios de enseñanza y términos afines. La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación; 1990.
- 3 Porto Ramos AG. Tareas para capacitarse para el trabajo con los MEDIOS (Tesis doctoral). La Habana: UCPEJV; 1995.
- 4 Schey J.A. Procesos de manufactura. México D.F. McGRAWHILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V. 2002.
- 5 Martínez López M. Carpeta de Tecnología de los Materiales. Actividad 65. Estructura molecular de los materiales cerámicos. La Habana: ISPETP; 2007.
- 6 Cerámicos (ingeniería). (Base de datos fuera de línea). Fundación Wikipedia. Fecha de acceso 15 de marzo 2020. URL disponible en <http://www.kiwix.org>. Enciclopedia Wikipedia; 2018.
- 7 Martínez López M. Carpeta de Tecnología de los Materiales. Actividad 66. Materiales cerámicos. La Habana: ISPETP; 2014.
- 8 Martínez López M. Carpeta de Tecnología de los Materiales. Actividad 67. Materiales cerámicos de avanzada. La Habana: ISPETP; 2014.

## BIBLIOGRAFÍA

Addine F, García G. Componentes del proceso de enseñanza aprendizaje. Alfonso Cuba I. Los medios de enseñanza y el modelo educativo virtual. La Habana, Cuba: CEPES; 2003.

Cátedra de Medios de Enseñanza. Dirección de Tecnología Educativa. ISPEJV; 2001.

Chávez Rodríguez J. Aproximación a la Teoría Pedagógica Cubana. Curso1: IPLAC. Cátedra UNESCO en Ciencias de la Educación. Pedagogía 2003. La Habana; 2003.

Cordoví Ch. Material de estudio de la asignatura Tecnología Básica (Tesis de maestría). La Habana, Cuba: ISPETP; 2008.

González V. Teoría y Práctica de los medios de enseñanza. La Habana: Editorial: Pueblo y Educación; 1986.

Herrero DI. La utilización de medios y recursos didácticos en el aula; 2004.

Martínez M. Ciencia y Tecnología de los Materiales; 2007.

Menéndez Padrón A. La dirección del proceso de enseñanza – aprendizaje en la formación profesional. La Habana, Cuba; 2011.

Recibido: 5 de marzo de 2022

Aceptado con recomendaciones: 24 de abril de 2022

Aceptado: 12 de junio de 2022

El (los) autor(es) de este artículo declara(n) que:

Este trabajo es original e inédito, no ha sido enviado a otra revista o soporte para su publicación.

Está(n) conforme(s) con las prácticas de comunicación de Ciencia Abierta.

Ha(n) participado en la organización, diseño y realización, así como en la interpretación de los resultados.

Luego de la revisión del trabajo, su publicación en la revista Pedagogía Profesional.

NO HAY NINGUN CONFLICTO DE INTERÉS con otras personas o entidades