



Ra Ximhai

ISSN: 1665-0441

[raximhai@uaim.edu.mx](mailto:raximhai@uaim.edu.mx)

Universidad Autónoma Indígena de  
México  
México

García-Lira, Jesús; Castillo-Sánchez, Martín Darío; Arena-Romero, Juan José  
CREACIÓN DE MATERIAL DE APOYO PARA LA ENSEÑANZA DE CIENCIA DE LOS  
MATERIALES

Ra Ximhai, vol. 11, núm. 4, julio-diciembre, 2015, pp. 327-334

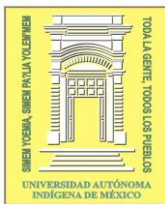
Universidad Autónoma Indígena de México  
El Fuerte, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46142596024>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



**uaim**

**RA XIMHAI ISSN 1665-0441**

Volumen 11 Número 4 Edición Especial

Julio - Diciembre 2015

1-19

## **CREACIÓN DE MATERIAL DE APOYO PARA LA ENSEÑANZA DE CIENCIA DE LOS MATERIALES**

### **BUILDING MATERIAL SUPPORT FOR TEACHING OF MATERIALS SCIENCE**

Jesús **García-Lira**; Martín Darío **Castillo-Sánchez** y Juan José **Arena-Romero**

Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Azcapotzalco. Av. de las Granjas No. 682, Col. Sta. Catarina Azcapotzalco, C.P. 02550, México. [avinfer@hotmail.com](mailto:avinfer@hotmail.com).

#### **RESUMEN**

El presente trabajo muestra una serie de materiales que se han elaborado para facilitar y mejorar el proceso de aprendizaje de la asignatura de ciencia de los materiales hacia los estudiantes que cursan la carrera de ingeniería mecánica, teniendo como presente siempre la posibilidad de su utilización en otras carreras comunes o afines. Estos materiales pueden ser accesibles a los alumnos dentro del campo virtual, ya que se presentan nuevas metodologías docentes más activas y participativas, enfocadas al aprendizaje.

**Palabra claves:** proceso de aprendizaje, carrera de ingeniería mecánica, alumnos, estructura atómica.

#### **SUMMARY**

The present work shows a number of materials that have processor is presented to facilitate and enhance the learning process of the subject of materials science by students who are studying mechanical engineering, with the always present possibility of use in other common or related field. These materials can be accessible to students in the virtual field, as new more active and participatory teaching methodologies focused on learning are presented.

**Key words:** learning process, mechanical engineering career, students, atomic structure.

#### **INTRODUCCIÓN**

Uno de los problemas graves con los que debe enfrentar un profesor a la hora de impartir su docencia en la asignatura de ciencia de los materiales, impartida en la carrera de ingeniero mecánico es la amplitud del programa, la consta de los temas como la estructura atómica de los metales, en los nuevos planes de estudio esta situación no tiene visos de mejorar.

El Espacio Europeo de Educación Superior perfila un modelo de aprendizaje centrado en el alumno, en el que el profesor es un facilitador del aprendizaje, el alumno tiene una autonomía creciente y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) desempeñan un papel relevante, por cuanto que la enseñanza presencial abre cada vez más paso a la virtual y a la investigación del alumno y la construcción de su propio aprendizaje.

Las acciones de innovación y mejora relacionadas con el Campus Virtual, constituyen una herramienta de primera importancia para la innovación docente, ya que se presta al desarrollo de nuevas metodologías docentes, más activas y participativas, enfocadas al aprendizaje (Chamorro, 2005). Por ello el desarrollo y creación de materiales correspondientes a determinadas materias curriculares para su uso en el Campus Virtual favorece sin duda el proceso de formación.

Aunque el uso del Campus Virtual, corresponde exactamente con el *e-learning*, sí participa de algunos de los conceptos propios de éste. Con el *e-learning* no solamente se introduce una nueva tecnología del aprendizaje (Lewis, 2003). Las personas pueden aprender de formas diversas mediante el acceso a una información bien diseñada, por el uso de herramientas que mejoran el desempeño por medio de la experiencia y de otros factores. El objetivo que se ha perseguido es, por tanto, la creación de materiales específicos en contacto con la realidad de la ciencia de los materiales o la ingeniería de materiales.

Los materiales que se han elaborado se enmarcan dentro de las iniciativas encaminadas a la implantación de metodologías que faciliten y mejoren el proceso de aprendizaje de los estudiantes que cursan la licenciatura de Ingeniería mecánica (Lewis, 2003).

En todo momento se ha buscado la adecuación de los temas tratados al programa de la asignatura, pero sin olvidar la posibilidad de su utilización en otros estudios del área de Ciencias de la Materiales. En ningún momento se ha pretendido que los materiales diseñados sustituyan la labor del profesor o la de un buen libro. Se trata únicamente de materiales que faciliten la labor del alumno aclarando conceptos básicos e interrelacionando las explicaciones recibidas en clase con la problemática más afín a sus estudios.

## METODOLOGÍA

Los materiales elaborados pueden agruparse en dos tipos:

- 1) Estructura cristalina de los materiales.
- 2) Diagramas de fase

Los materiales correspondientes al primer tipo son quizá los más sencillos, pero no por ello menos útiles. Una de las dificultades con la que tropiezan los alumnos de la licenciatura de Ingeniería Mecánica cuando intentan ampliar sus conocimientos de ciencias de materiales. Por esta razón se han elaborado una serie de documentos que resaltan los aspectos básicos de los temas del programa de la asignatura, complementando así las explicaciones dadas en el aula y facilitando el estudio.

En la presentación de los contenidos teóricos se ha buscado la claridad y la concisión, haciendo un amplio uso de imágenes adecuadas, dada la naturaleza de la asignatura y de la tendencia cognitiva al procesamiento predominantemente visual de los alumnos. Como muestra se presentan a continuación una serie de ejemplos tomados de algunos de estos temas:

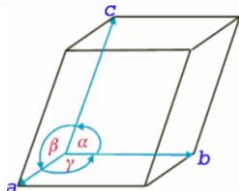
### 1) Estructura atómica de los materiales

La estructura cristalina, formada por la distribución de átomos, iones o moléculas, es en realidad la que constituye la base material que forma el cristal. Mientras que la red cristalina refleja el hecho de que el cristal es periódico y por ello, determina la simetría tratada hasta el momento, la estructura del cristal no sólo determina su periodicidad, marcada por la red y por la celda unitaria de la misma, sino que determina el motivo, es decir, la parte material constituida por átomos, iones y moléculas que llenan la citada celda unitaria. A continuación se dan ejemplos para la explicación (Donald, Pradep, 2010; William F. 2004 y William D., 1999).

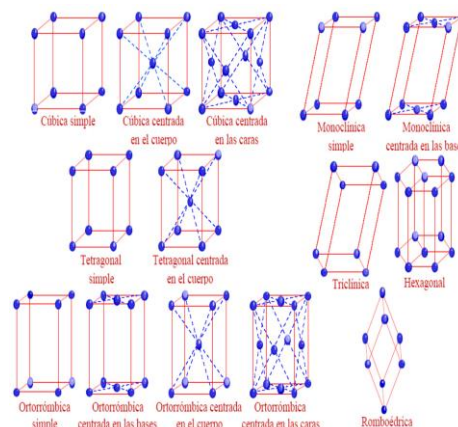
## Redes cristalinas Sistemas cristalinos

Dimensiones de las celdillas unidad para los siete sistemas cristalinos

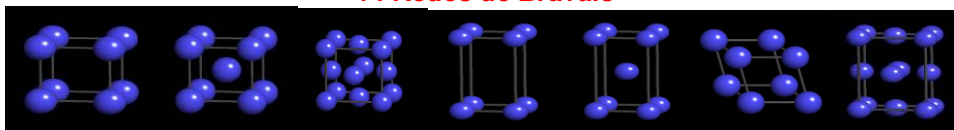
Sistema	Longitudes	Ángulos	Ejemplo
Cúbico	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	NaCl (sal de roca)
Tetragonal	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	TiO <sub>2</sub> (rutilo)
Ortorrónico	$a \neq b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O (epsomita)
Monoclínico	$a \neq b \neq c$	$\alpha = \gamma = 90^\circ; \beta \neq 90^\circ$	CaSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O (yeso)
Triclínico	$a \neq b \neq c$	$\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
Hexagonal	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = 90^\circ; \gamma = 120^\circ$	SiO <sub>2</sub> (silíce)
Romboédrico	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$	CaCO <sub>3</sub> (calcita)



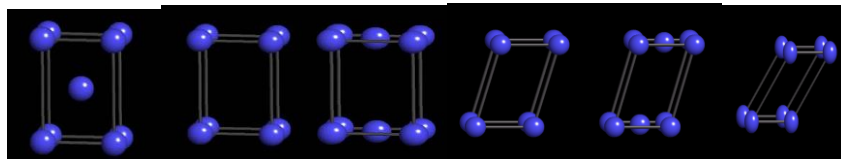
## 14 Redes de Bravais



## 14 Redes de Bravais

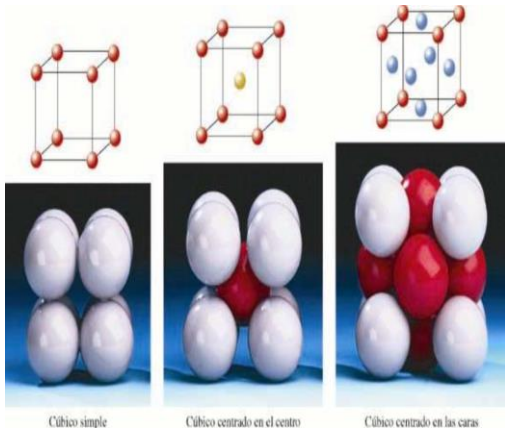


Cúbica simple Cúbica de cuerpo centrada Cúbica de cara centrada Tetragonal simple Tetragonal de cuerpo centrado Romboédrico Romboédrico de cara centrada



Ortorrónico de cuerpo centrado Ortorrónico simple Ortorrónico de bases centrada Monoclínico simple Monoclínico de bases centradas Triclínico

## Estructuras cristalinas más comunes en los metales



Cúbica simple

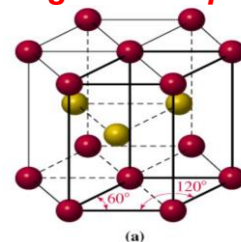
Cúbica centrada en el centro

Cúbica centrada en las caras

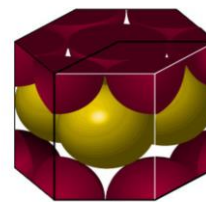
NC = 6 NC = 8

NC = 12

## Estructura cristalina hexagonal compacta



(a)

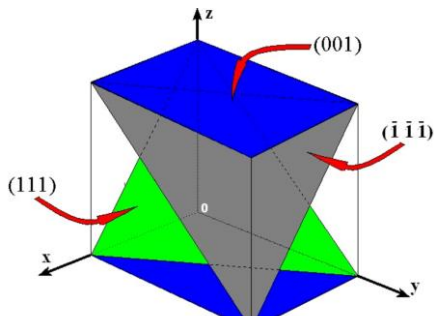


(b)

### Índices de Miller

#### Coordenadas Celda Unitaria:

se pueden localizar puntos en una celda estableciendo un sistema de coordenadas, con un eje 0,0,0 que sirva de referencia. Un punto cualquiera se designa (x,y,z).

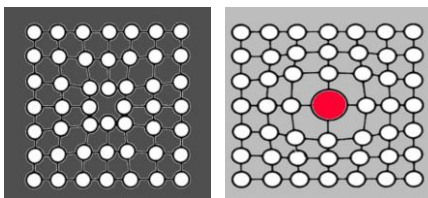


### Defectos cristalinos

Realmente no existen cristales perfectos sino que contienen varios tipos de imperfecciones y defectos, que afectan a muchas de sus propiedades físicas y mecánicas y también influyen en algunas propiedades de los materiales a nivel de aplicación ingenieril tal como la capacidad de formar aleaciones en frío, la conductividad eléctrica y la corrosión.

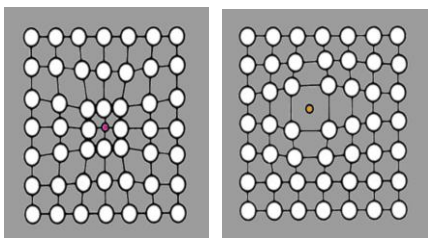
- Defectos puntuales
- Defectos lineales

### Defectos puntuales



Vacancia

Átomo sustitucional

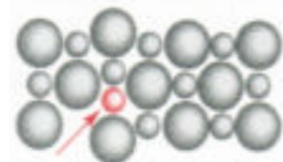


Impurezas  
Sustitucionales  
(de menor radio)

Impurezas  
intersticiales

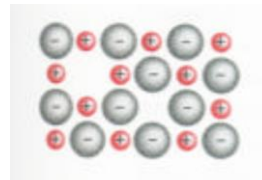
### DEFECTO FRENKEL

Es una imperfección combinada Vacancia – Defecto intersticial.



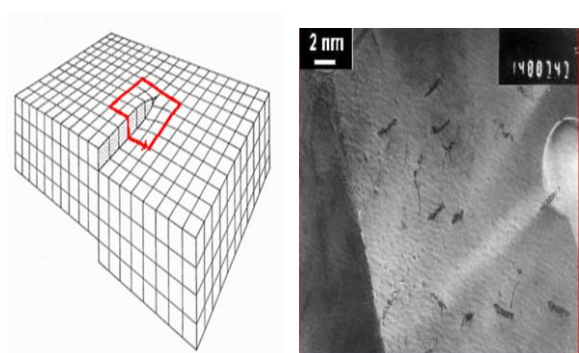
### DEFECTO SCHOTTKY

Es un par de vacancias en un material con enlaces iónicos.



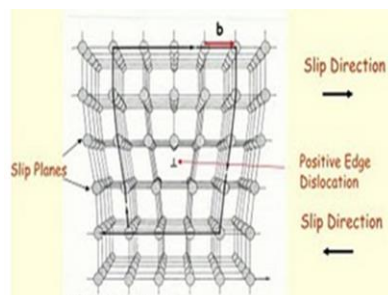
### Dislocación de Tornillo

Esta dislocación se forma cuando se aplica un esfuerzo de cizalladura en un cristal perfecto que ha sido separado por un plano cortante.



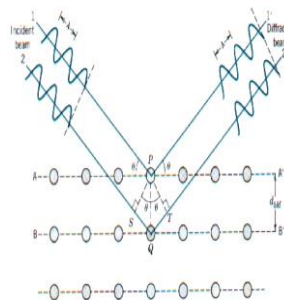
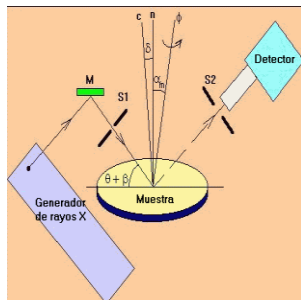
### Dislocación de Borde

La presencia de las dislocaciones en la estructura cristalográfica de los metales está directamente relacionada con la capacidad de estos de resistir deformaciones plásticas sin romperse. Estas dislocaciones se convierten en planos de deslizamiento en las zonas límites de los cristales.

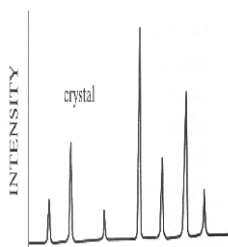


### Difracción de rayos X

El fenómeno de difracción ocurre cuando una onda encuentra una serie de obstáculos espaciados regularmente, que: (1) son capaces de dispersar la onda y (2) el espaciado entre ellos es comparable en magnitud a la longitud de onda.



$$\text{Ley de Bragg: } n\lambda = 2d_{hkl}\sin\theta$$



**Difractograma**

## 2) Diagramas de fase

El material correspondiente al segundo tipo pretende facilitar el aprendizaje del alumno, que la mayoría de las aplicaciones de materiales metálicos diseñados se usan aleaciones en vez de elementos puros. Una aleación se define como un material que exhibe propiedades de un material metálico y está conformado por múltiples elementos [Young, Sidney (1998), James, Kildoff (1994), Ambon (1990)]. Por ejemplo, tenemos un acero al carbono simple es una aleación de Hierro (Fe) y carbono (C), un acero inoxidable resistente a la corrosión son aleaciones que contienen hierro (Fe), carbono (C), cromo (Cr), níquel (Ni), y otros elementos; de manera similar existen aleaciones basadas de aluminio (Al), cobre (Cu), cobalto (Co), níquel (Ni), titanio (Ti), zinc (Zn) y zirconio (Zr), etc.

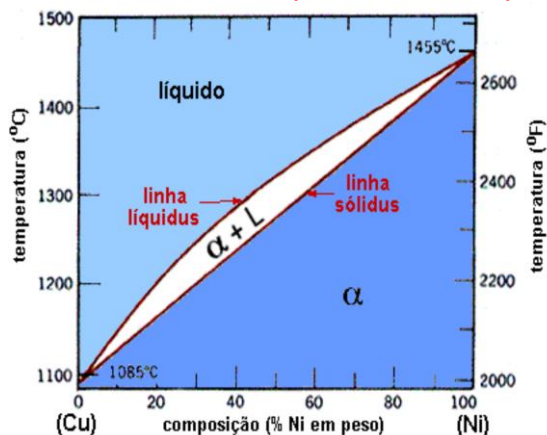
### Diagrama de fase

Son representaciones gráficas de las fases que están presentes en un sistema de materiales a varias temperaturas, presiones y composiciones. La mayoría de los diagramas de fase han sido construidos según condiciones de equilibrio (condiciones de enfriamiento lento), siendo utilizadas por ingenieros y científicos para entender y predecir muchos aspectos del comportamiento de los materiales. Los diagramas de fases más comunes involucran temperatura versus composición.

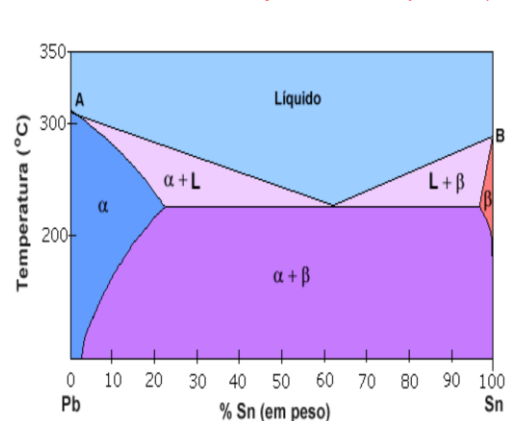
### Información que podemos obtener de los diagramas de fase:

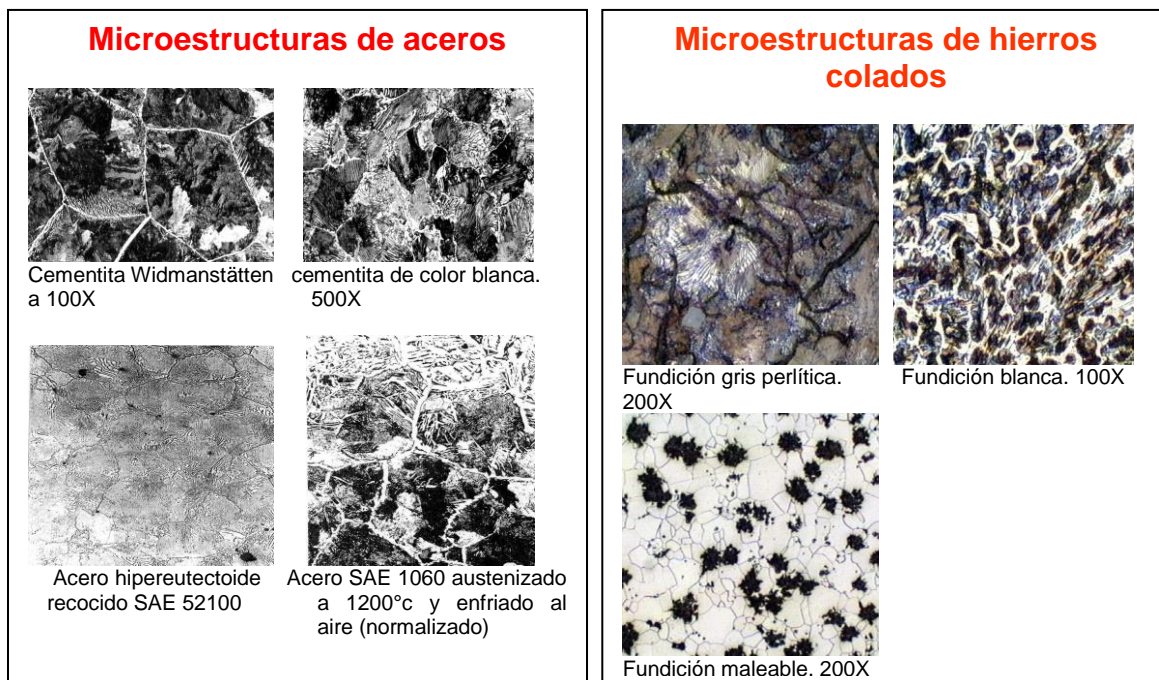
1. Conocer que fases están presentes a diferentes composiciones y temperaturas bajo condiciones de enfriamiento lento (equilibrio).
2. Averiguar la solubilidad, en el estado sólido y en el equilibrio, de un elemento (o compuesto) en otro.
3. Determinar la temperatura a la cual una aleación enfriada bajo condiciones de equilibrio comienza a solidificar y la temperatura a la cual ocurre la solidificación.
4. Conocer la temperatura a la cual comienzan a fundirse diferentes fases.

#### Sistema Isomorfo (Solubilidad total)



#### Sistema eutéctico (Solubilidad parcial)





El material generado, corresponde principalmente a los primeros temas que el alumno debe de entender rápidamente y que permite compaginar las clases teóricas expuestas en el aula, usando una página web los alumnos podrán consultar diversos materiales didácticos con el que profundizaran en determinados temas relacionados con los materiales que son utilizados en la industria metal-mecánica. Se incluyen brevemente de una manera general microestructuras de aceros y hierros colados para una mejor visión y comparar la estructura de un acero con un hierro.

## RESULTADOS

Con este tipo de material el estudiante tiene un mejor aprendizaje de las clases teóricas y prácticas en las que el participará. Por otro lado, la reducción de horas presenciales es una iniciativa que pretende que el alumno disponga de mayor tiempo durante la semana a fin de que pueda asumir realmente una posición más activa en relación con su propio aprendizaje. Con ello se espera que el alumno pueda dedicarse de forma más activa a la preparación de la materia, a la obtención de información, a la realización de ejercicios y trabajos, etc.

La experiencia llevada a cabo ha sido valorada positivamente por los alumnos, el 50% de alumnos que cursan la asignatura de ciencia de materiales ha accedido sistemáticamente el uso de este material. Los alumnos que han usado este material lo califican como positivo, habiendo alcanzado mayores puntuaciones de la importancia de los materiales dentro de la ingeniería.

El alumno da sugerencias sobre posibles mejoras en el material de la asignatura, se pretende en un futuro incluir ejercicios tipo test interactivos sobre los temas que contempla el programa de la asignatura y no únicamente temas directos, sino que este material sirva para la preparación de los exámenes.

## CONCLUSIONES

La experiencia llevada a cabo ha sido valorada positivamente por los alumnos, los alumnos que han usado habitualmente estos materiales los han calificado de forma positiva. Los resultados son bastante obtenidos son de gran motivación que presentan los alumnos de la Carrera de Ingeniería y con la asistencia habitual a las clases, lo que nos ha confirmado la utilidad de las herramientas diseñadas para facilitar el aprendizaje de los alumnos realmente interesados.

Los alumnos dan sus sugerencias sobre posibles mejoras en el material de la asignatura, y se pretende incluir en un futuro próximo la posibilidad de realizar ejercicios tipo tests interactivos sobre los temas tratados, y no únicamente sobre nomenclatura, así como materiales adecuados para la preparación de los exámenes departamentales y a título de suficiencia.

## LITERATURA CITADA

- Ambon, S. H. (1990). *“Learning with interactive multimedia”*, Microsoft Press, Redmond, Washington.
- Chamorro, P. Ma. C. y Sánchez, D. (2005) *“Iniciación a la docencia universitaria. Manual de ayuda”*. Madrid: Instituto de Ciencias de la Educación, UCM., Primitivo.
- Donald, R. A., y Pradeep, P. F. (2010). *“Fundamentos de Ingeniería y Ciencia de Materiales”*, Editorial CENGAGE Learning.
- James, A. J., y Kildoff, T. F. (1994). *“Engineering Materials Technology”*; 2da. Edition, Editorial Prentice-Hall; pp. 4-134.
- Lewis, R. y Whitlock. (2003). *“How to Plan and Manage an E-Learning Programmed”*. Abingdon, Oxon, Gran Bretaña: Gower Publishing Ltd. Reproducido parcialmente en <http://site.ebrary.com/lib/universidad complutense/Docid,10046811>, pp.148.
- William, F. S. (2004). *“Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales”*, 4ta. Edición; Editorial McGraw-Hill, (Tutorial).
- William D. Callister, Jr.; *“Materials Science and Engineering An Introduction”*, Fifth Edition; Editorial John Wiley & Sons, Inc; 1999
- Young J. F., Sidney, M., Robert, J. G. y Arnon, B. *“The Science and Technology of Civil Engineering Materials”*, Editorial Prentice-Hall, pp 3-63, 1998.