



UAEM

Universidad Autónoma
del Estado de México



CENTRO UNIVERSITARIO UAEM VALLE DE MÉXICO

PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

UNIDAD APRENDIZAJE

“INGENIERÍA DE MATERIALES”

UNIDAD DE COMPETENCIA

INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA DE MATERIALES

PROFESOR

DR. EN ING. JOSÉ GPE. MIRANDA HERNÁNDEZ

ABRIL 2016



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

CENTRO UNIVERSITARIO UAEM VALLE DE MÉXICO
COORDINACIÓN DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROGRAMA PERMANENTE DE ELABORACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje

INGENIERÍA DE MATERIALES

Elaborado por:

M. en C. Armando Vargas Gómez
Profesor de Asignatura
Fecha: 10 Diciembre 2004

Actualizado por:

Dr. José Gpe. Miranda Hernández
Profesor-Investigador
Fecha: 10 de Agosto de 2012

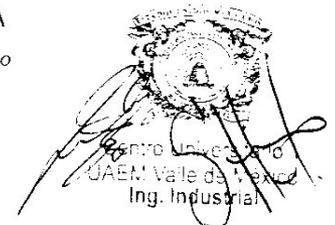
Revisado por:

La Comisión Permanente de Elaboración y Actualización de Unidades de Aprendizaje de
la Academia de Ingeniería Industrial del Centro Universitario UAEM Valle de México
Fecha: 13 de septiembre de 2012

Aprobado y avalado por:

H. Consejo Académico
del Centro Universitario UAEM Valle de México
Acta en Sesión Extraordinaria no.: 28
Fecha: 17 de septiembre de 2012

H. Consejo de Gobierno
del Centro Universitario UAEM Valle de México
Acta en Sesión Extraordinaria no.: 28
Fecha: 17 de septiembre de 2012





I. Datos de identificación de la Unidad de Aprendizaje

Organismo Académico donde se imparte:	Centro Universitario UAEM Valle de México				
Programa Educativo:	Licenciatura en Ingeniería Industrial				
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Ingeniería de Materiales			Clave:	L32223
Carga académica:	2	2	4	6	
	Horas teóricas	Horas prácticas	Total de horas	Créditos	
Prerrequisitos: (Conocimientos previos)	Química				
Tipo de UA:	Curso				

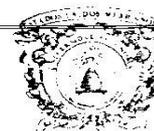


Centro Universitario
UAEM Valle de México
Talleres y Laboratorio

Handwritten signatures and stamps, including a circular stamp of the Centro Universitario UAEM Valle de México.

II. Presentación

La creciente y acelerada revolución tecnológica está íntimamente ligada con el uso de materiales. Las necesidades de la sociedad moderna han revolucionado el uso nuevas tecnologías y así mismo propiciando la innovación en ingeniería que a menudo significa el uso inteligente de un nuevo material viéndose en el compromiso de combinar el conocimiento más clásico con nuevas técnicas que permitan afrontar los retos tecnológicos con mayor confianza, situación por la cual científicos e ingenieros se han visto obligados a diversificar las aplicaciones de los materiales de ingeniería hasta hoy conocidos para obtener de estos el máximo de su funcionalidad. El constante avance en la ciencia y tecnología, requieren que el uso y aplicación de los materiales cumplan con condiciones específicas pero además con el rigor de sustentabilidad



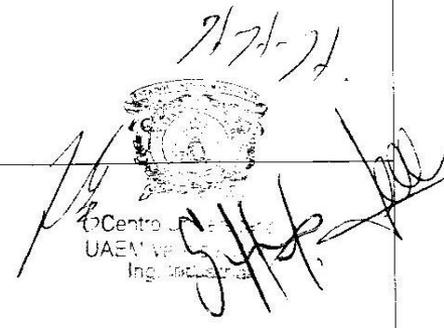
V. ÁMBITOS DE DESEMPEÑO PROFESIONAL

- Empresas productoras de bienes y servicios.
- Empresas de consultoría.
- Selección de materiales en instituciones gubernamentales.
- Centros de investigación y desarrollo en materiales.
- Industria metal-mecánica, metalúrgica, polímeros, cerámica y vidrio.
- Asociaciones profesionales.
- Compras de material y equipo empresas que conforman los sectores de actividad económica de nuestro país.

VI. Estructura de la Unidad de Aprendizaje

Unidades de competencia	Unidades temáticas		Subtemas
1. Introducción a los materiales de ingeniería	1.1	Ciencia de materiales e Ingeniería de materiales.	
	1.2	Los materiales de ingeniería y su evolución	
	1.3	Impacto de los materiales en la ciencia y tecnología.	
	1.4	Aplicaciones y usos de los materiales de ingeniería.	



2. Materia y su naturaleza atómica.	2.1	Estructura del átomo.	
	2.2	Configuración electrónica.	
	2.3	Números cuánticos.	
	2.4	Enlaces atómicos y moleculares.	
3. Estructuras cristalina.	3.1	Sistemas cristalinos.	
	3.2	Redes de Bravais	
	3.3	Parámetros de red, número de átomos por celda, número de coordinación y factor de empaquetamiento.	
	3.4	Índices de Miller, Direcciones y Planos cristalográficos.	
4. Imperfecciones reticulares	4.1	Imperfecciones cristalinas.	
	4.2	Defectos puntuales.	
	4.3	Defectos lineales (o dislocaciones).	
	4.4	Defectos superficiales.	
5. Difusión y procesamiento de materiales	5.1	Mecanismos de difusión y energía de activación.	
	5.2	Leyes de Fick.	
	5.3	Difusión y el efecto en el procesamiento de materiales.	

Ciencias Básicas y Matemáticas

ALGEBRA Y GEOMETRÍA ANALÍTICA 3 3 9	CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL 3 3 9	CÁLCULO VECTORIAL 3 3 9	ÁLGEBRA LINEAL 2 2 6
ESTÁTICA Y DINÁMICA 3 3 9	ELECTROMAGNETISMO 2 2 6	PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA PARA INGENIEROS 4 2 10	ESTADÍSTICA NO PARAMÉTRICA Y TÉCNICAS DE MUESTREO 2 2 6
QUÍMICA 2 2 6		ANÁLISIS NUMÉRICO 2 2 6	HIDRÁULICA Y NEUMÁTICA 2 2 6
			ÓPTICA 2 2 6

Ciencias de la Ingeniería

INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA 2 4 8	TERMODINÁMICA 2 2 6	ELECTRICIDAD INDUSTRIAL 2 2 6	ELECTRÓNICA INDUSTRIAL 2 2 6	METROLOGÍA 2 4 8	CONTROL DE LA CALIDAD Y LA CONFIABILIDAD 4 2 10	SIMULACIÓN 2 4 8	INGENIERÍA ECONÓMICA 2 2 6	FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS 2 2 6
INTRODUCCIÓN A LA COMPUTACIÓN 2 2 6			INGENIERÍA DE MATERIALES 2 2 6	INGENIERÍA DE SISTEMAS 2 2 10				
			INGENIERÍA DE MÉTODOS 2 4 8	INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES 2 4 8				
			CONTABILIDAD INDUSTRIAL 4 2 10	FUNDAMENTOS DE CALIDAD 2 2 6				
				DESIGNO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN 2 2 6				
				DISEÑO TÉCNICO INDUSTRIAL 2 2 6				

Ingeniería Aplicada

ECOLOGÍA 2 2 6		ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN 4 2 10	PROCESO DE FUNDICIÓN 2 4 8	PROCESO DE MAQUINADO 2 4 8	ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA 2 2 6	RESIDENCIA PROFESIONAL* 0 30 30
		COMERCIALIZACIÓN 2 2 6	ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES 3 3 9	MANTENIMIENTO INDUSTRIAL 4 2 10		
		ERGONOMÍA 2 2 6	ADMINISTRACIÓN DE LA CALIDAD 3 3 9	CERTIFICACIÓN DE SISTEMAS DE CALIDAD 3 3 9	HERRAMIENTAS DE CLASE MUNDIAL 3 3 9	
		HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL 2 2 6	MODELOS DE ABASTECIMIENTO 3 3 9	DESIGNO DE EXPERIMENTOS 3 3 9	TÓPICOS DE CALIDAD 3 3 9	
			MANUFACTURA DE CLASE MUNDIAL 3 3 9	PLANEACIÓN AVANZADA EN LOGÍSTICA 3 3 9	SOLUCIONES INFORMÁTICAS PARA LOGÍSTICA 3 3 9	
				SISTEMAS DE LOGÍSTICA 3 3 9	TÓPICOS DE LOGÍSTICA 3 3 9	
				MANUFACTURA FLEXIBLE 3 3 9	SIMULACIÓN DE SISTEMAS DE MANUFACTURA 3 3 9	
				PROCESOS INDUSTRIALES 3 3 9	TÓPICOS DE MANUFACTURA 3 3 9	
				CERTIFICACIÓN DE SISTEMAS AMBIENTALES 3 3 9	LEGISLACIÓN AMBIENTAL 3 3 9	
					PROCESOS INDUSTRIALES ECOLÓGICOS 3 3 9	
					MANEJO DE RESIDUOS INDUSTRIALES 3 3 9	
					TÓPICOS DE SISTEMAS AMBIENTALES 3 3 9	

GUIÓN

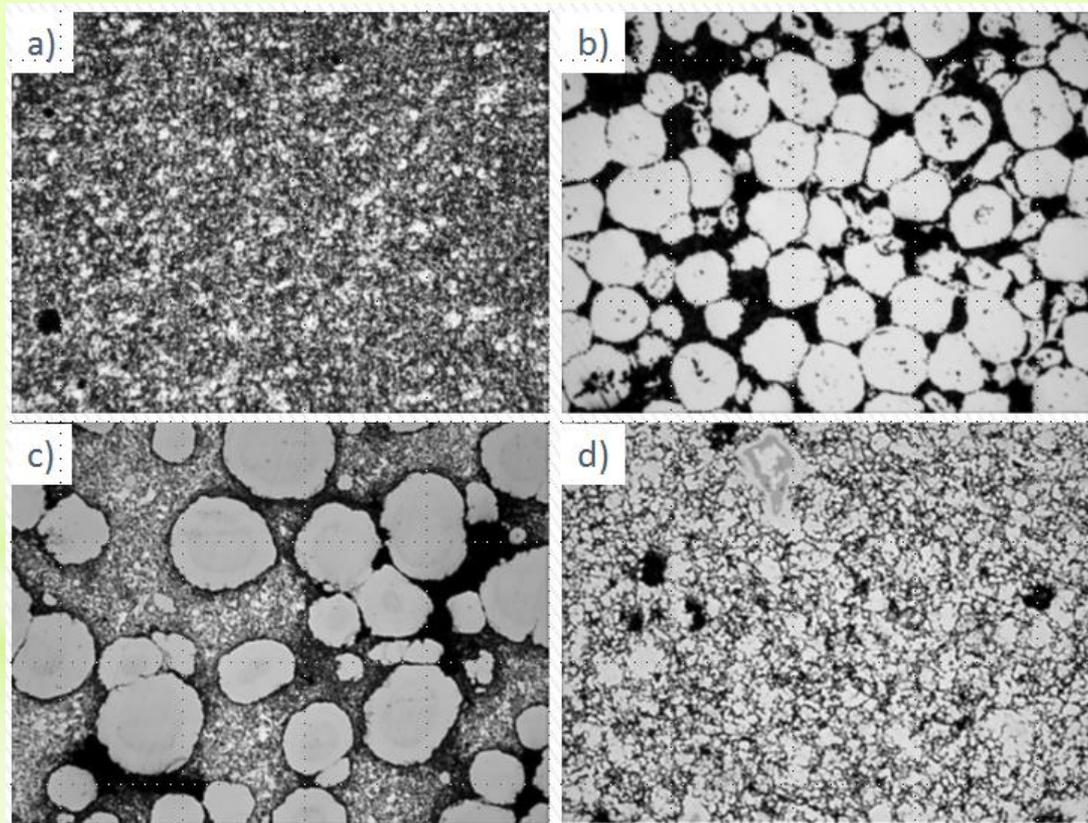
La elaboración de este material tiene la intención de ser un herramienta de apoyo didáctico con el fin de establecer un armonía entre los estudiantes y el profesor en la dinámica de enseñanza-aprendizaje. Este material pretende ser ilustrativo, objetivo y concreto para el mejor entendimiento conceptual de las unidades temáticas abordadas en esta unidad de competencia.

La forma de introducirse a la unidad de competencia inicia con una introducción general al respecto y así mismo también en cada unidad temática se introduce y se desarrolla el tema. En cada sección se encuentra una breve descripción, así como tablas e imágenes que sean representativas en la acción del aprendizaje de los alumnos.

En esta unidad de competencia no hay ejercicios cuantitativo a resolver para el educando debido a la naturaleza de la misma temática. La retroalimentación profesor alumno es por lluvia de ideas y preguntas específicas y finalmente como evidencia se pide un resumen para el reforzamiento de los temas abordados.

UNIDAD DE COMPETENCIA 1

INTRODUCCIÓN A LOS MATERIALES DE INGENIERÍA



Microestructuras de aleaciones Zn-Ni fabricadas por metalurgia de polvos

OBJETIVO

Identificar los materiales más adecuado de acuerdo a su actual aplicación con el fin de entender su uso a través del tiempo en la ingeniería y el impacto en la ciencia y tecnología.

UNIDAD TEMÁTICA

- 1.1 Ciencia de materiales e Ingeniería de materiales.**
- 1.2 Los materiales de ingeniería y su evolución**
- 1.3 Impacto de los materiales en la ciencia y tecnología.**
- 1.4 Aplicaciones y usos de los materiales de ingeniería.**

1.1 CIENCIA DE MATERIALES E INGENIERÍA DE MATERIALES

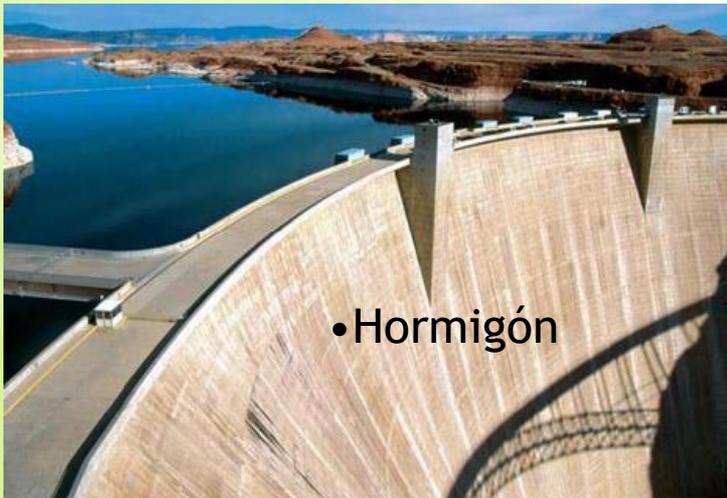
INTRODUCCIÓN

Los primeros materiales utilizados por el ser humano se tomaban directamente de la naturaleza, como la madera y la piedra. Posteriormente, se desarrollaron procedimientos más sofisticados que consiguen extraer del mundo natural aquello que éste no nos proporciona directamente.



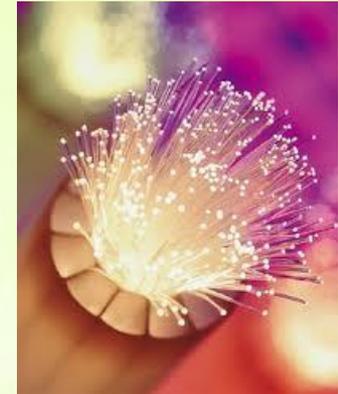
1.1 CIENCIA DE MATERIALES E INGENIERÍA DE MATERIALES

Material: sustancia constituyente de componentes y estructuras



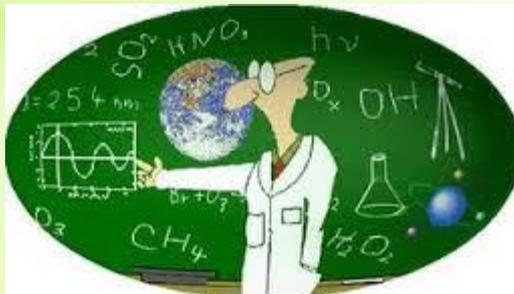
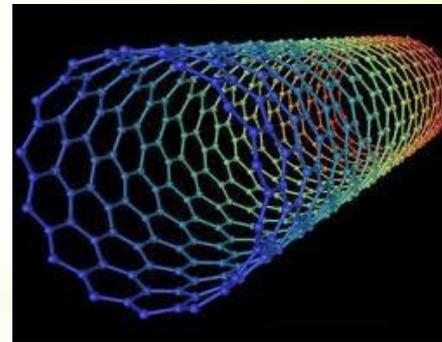
1.1 CIENCIA DE MATERIALES E INGENIERÍA DE MATERIALES

El proceso por medio del cual se diseñan nuevos materiales se conoce como ingeniería de materiales (*materials engineering*). Los ingenieros que se dedican a esta actividad requieren de firmes conocimientos en el campo de la física y la química.



1.1 CIENCIA DE MATERIALES E INGENIERÍA DE MATERIALES

Mientras mayor sea el nivel de sofisticación del material que se esté diseñando, mayor será la necesidad de profundizar en estos campos. El incremento de estos conocimientos se encuentra a cargo de científicos especializados en el estudio de los materiales, quienes estudian los fenómenos físicos y químicos relacionados con sus propiedades. Este campo de la investigación científica se conoce como ciencia de materiales (*materials science*).



1.2 LOS MATERIALES DE INGENIERÍA Y SU EVOLUCIÓN

Principales materiales de la ingeniería



PIEDRA CALIZA Y MARMOL:
para columnas, muros y porciones elevadas de los templos y edificios públicos



LADRILLO:
para las paredes.



MADERA:
para soportes y techos



LA TERRACOTA
Para ornamentos



EL BRONCE:
Como detalles decorativos

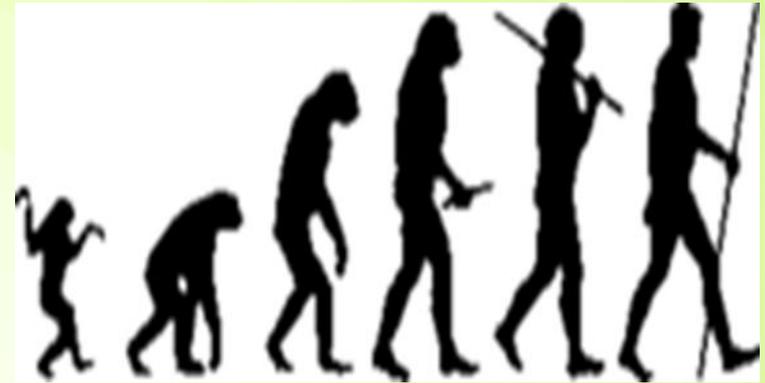


1.2 LOS MATERIALES DE INGENIERÍA Y SU EVOLUCIÓN

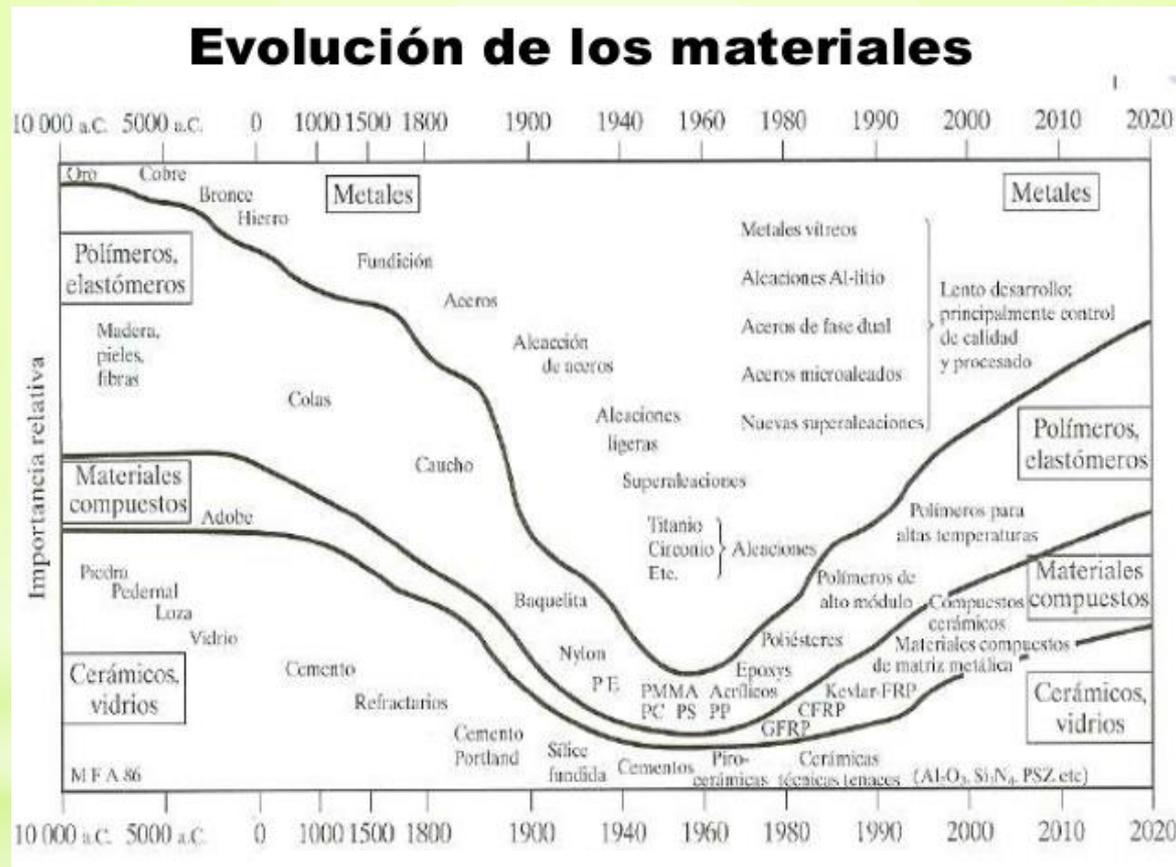
Tipos de materiales.

Metales y aleaciones	Hierro y aceros Aluminio y sus aleaciones Cobre y sus aleaciones Níquel y sus aleaciones Titanio y sus aleaciones
Polímeros	Polietileno (PE) Polimetacrilato de metilo (PMMA) Poliámidas -naillon- (PA) Poliestireno (PS) Poliuretano (PU) Policloruro de vinilo (PVC) Politereftalato de etilenglicol (PET) Polieteretercetona (PEEK) Resinas epoxi (EP) Elastómeros, como el caucho natural (NR)
Cerámicos y vidrios*	Alúmina -esmeril, zafiro- (Al_2O_3) Magnesia (MgO) Sílice (SiO_2), vidrio y silicatos Carburo de silicio (SiC) Nitruro de silicio (Si_3N_4) Cemento y hormigón
Materiales compuestos	Polímeros reforzados con fibra de vidrio (GFRP) Polímeros reforzados con fibras de carbono (CFRP) Polímeros cargados Cermets
Materiales naturales	Madera Piel Algodón, lana, seda Hueso

*Las cerámicas son cristalinas, inorgánicas, no metálicas. Los vidrios son sólidos no cristalinos (o *amorfos*). La mayoría de los vidrios para ingeniería son no metálicos, pero hoy existe un gran número de vidrios metálicos con propiedades útiles.



1.2 LOS MATERIALES DE INGENIERÍA Y SU EVOLUCIÓN



Ashby vol 1. 978-84-291-7255-3 © Ed. Reverté, 2008

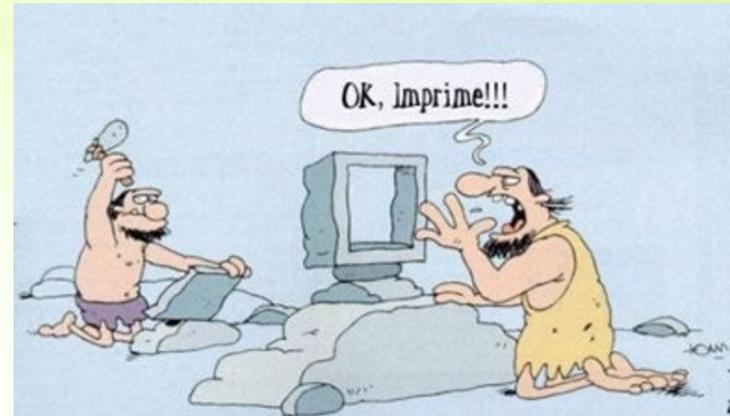
1.2 LOS MATERIALES DE INGENIERÍA Y SU EVOLUCIÓN

El desarrollo de nuevos materiales tiene influencia en otras áreas de la ingeniería como:



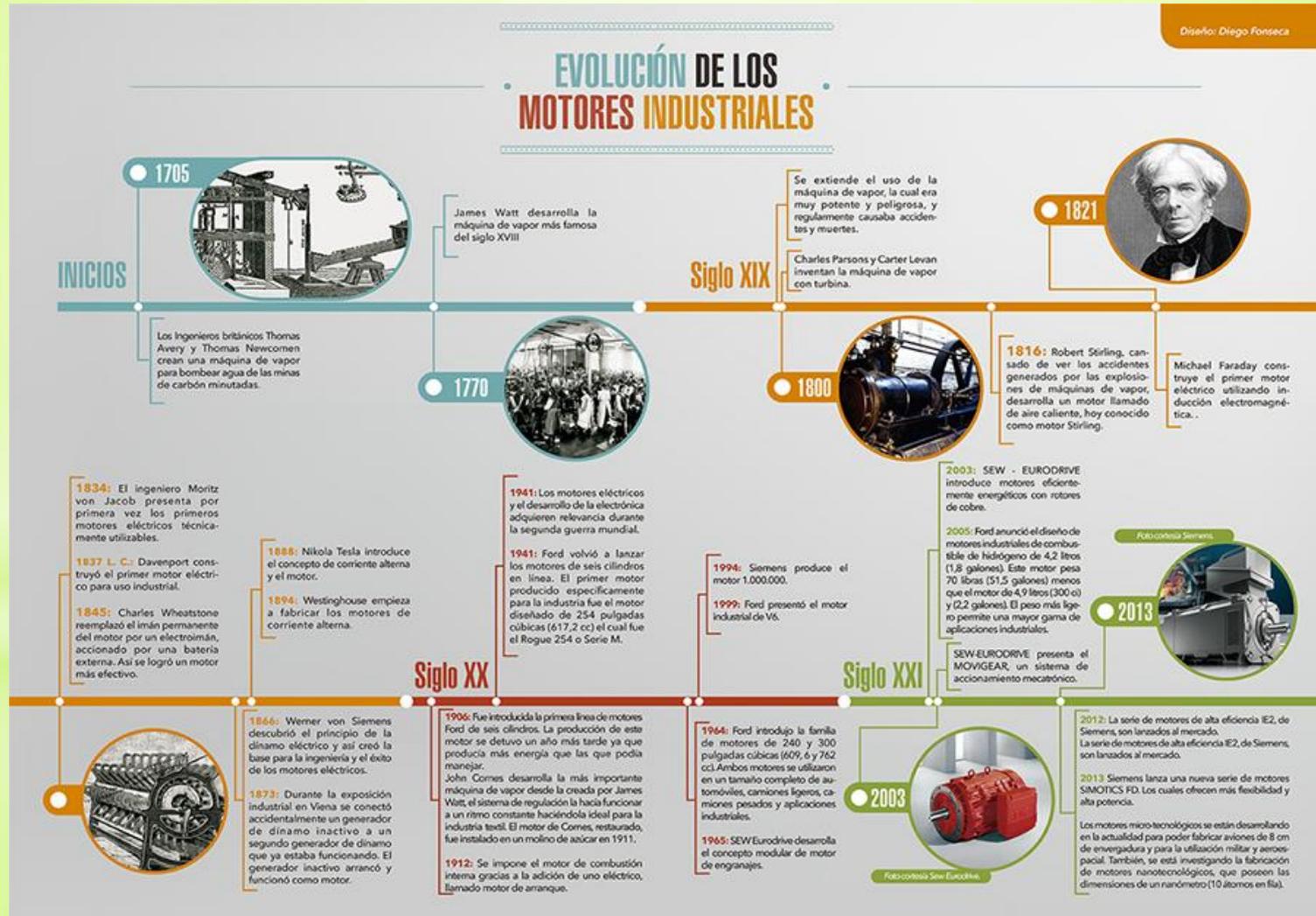
1.2 LOS MATERIALES DE INGENIERÍA Y SU EVOLUCIÓN

El desarrollo de nuevos materiales tiene influencia en otras áreas de la ingeniería como:



1.2 LOS MATERIALES DE INGENIERÍA Y SU EVOLUCIÓN

El desarrollo de nuevos materiales tiene influencia en otras áreas de la ingeniería como:



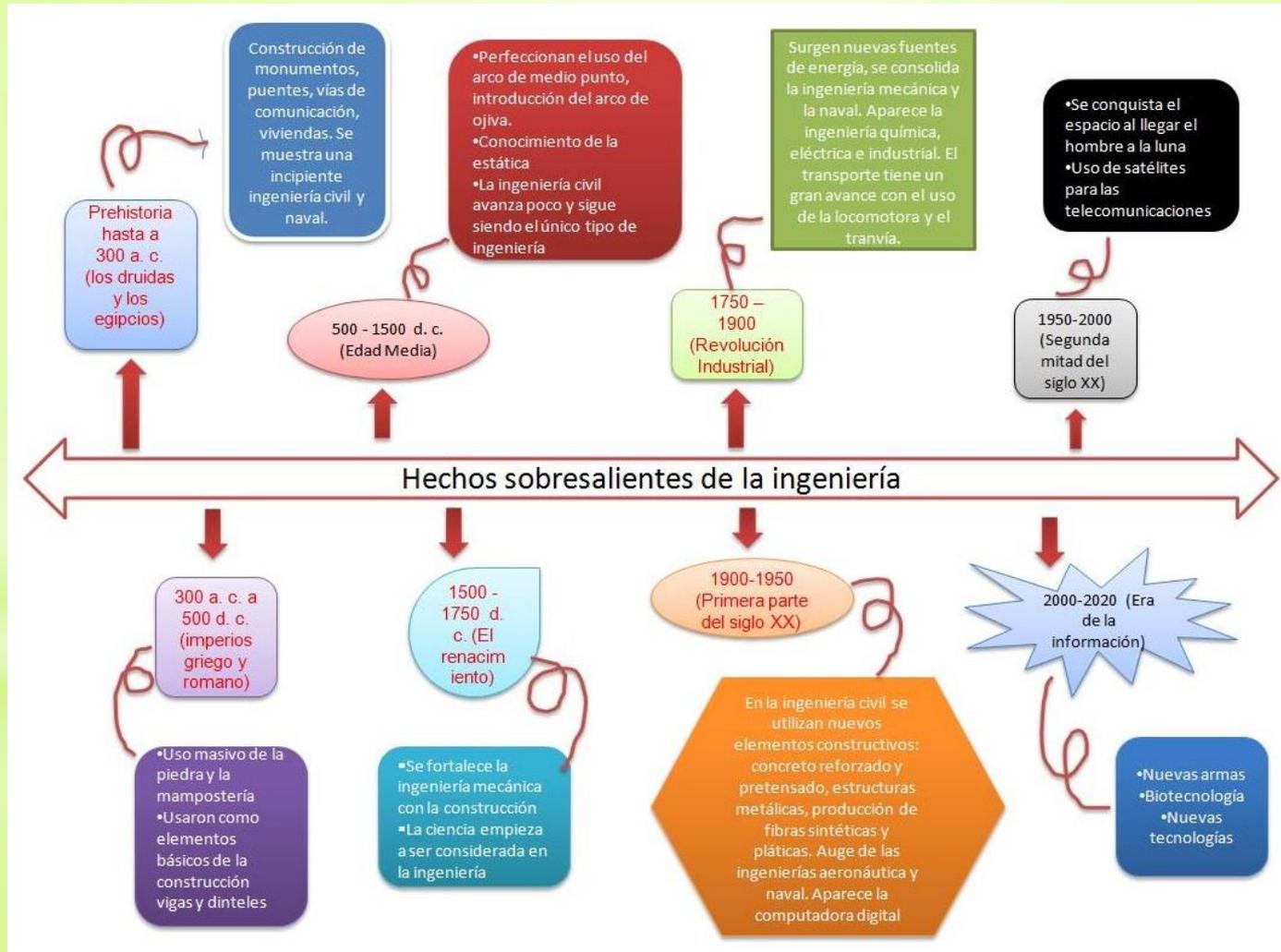
1.2 LOS MATERIALES DE INGENIERÍA Y SU EVOLUCIÓN

El desarrollo de nuevos materiales tiene influencia en otras áreas de la ingeniería como:



1.2 LOS MATERIALES DE INGENIERÍA Y SU EVOLUCIÓN

El desarrollo de nuevos materiales tiene influencia en otras áreas de la ingeniería como:



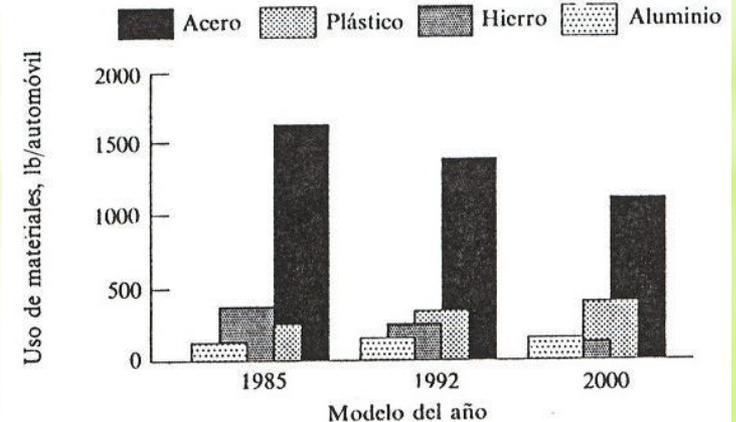
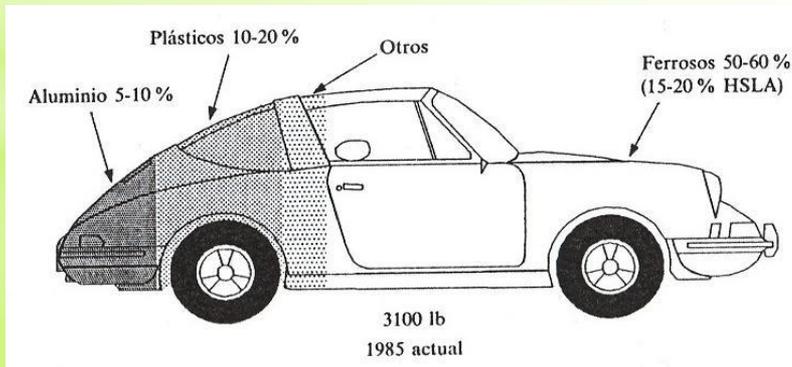
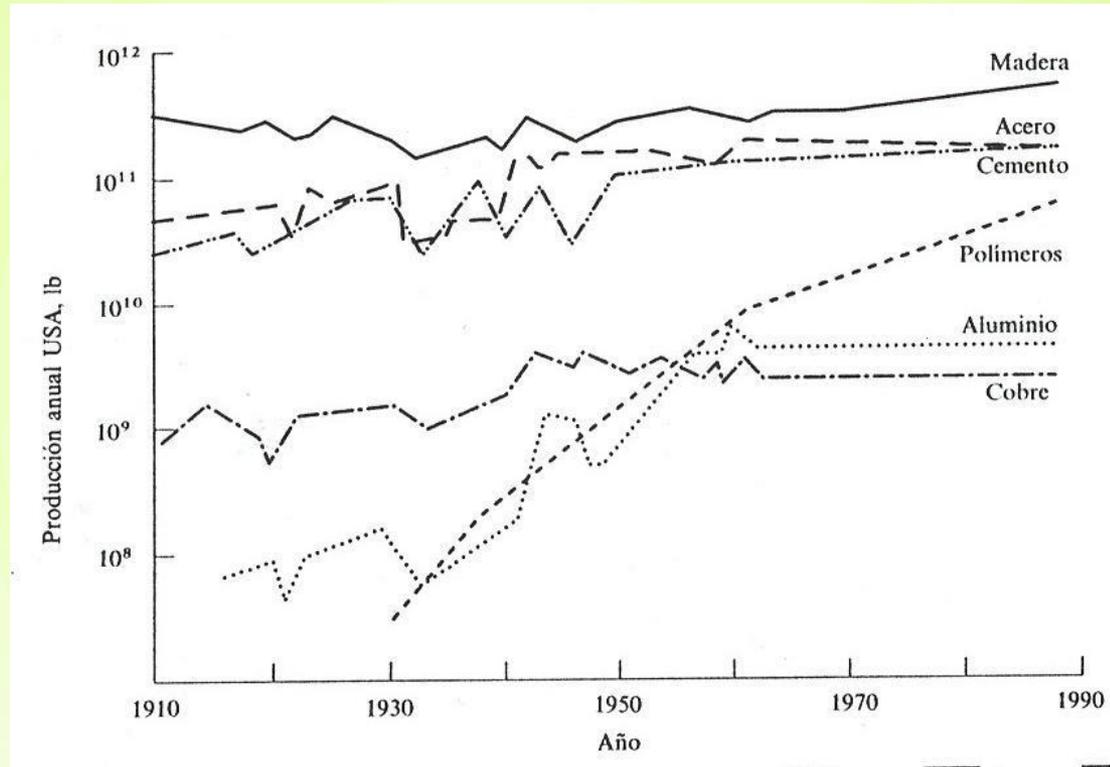
1.2 LOS MATERIALES DE INGENIERÍA Y SU EVOLUCIÓN

El desarrollo de nuevos materiales tiene influencia en otras áreas de la ingeniería como:



1.2 LOS MATERIALES DE INGENIERÍA Y SU EVOLUCIÓN

Ejemplo de producción y usos hasta los años 90



1.2 LOS MATERIALES DE INGENIERÍA Y SU EVOLUCIÓN

En el futuro habrá que enfrentarse a la escasez de materiales de ingeniería

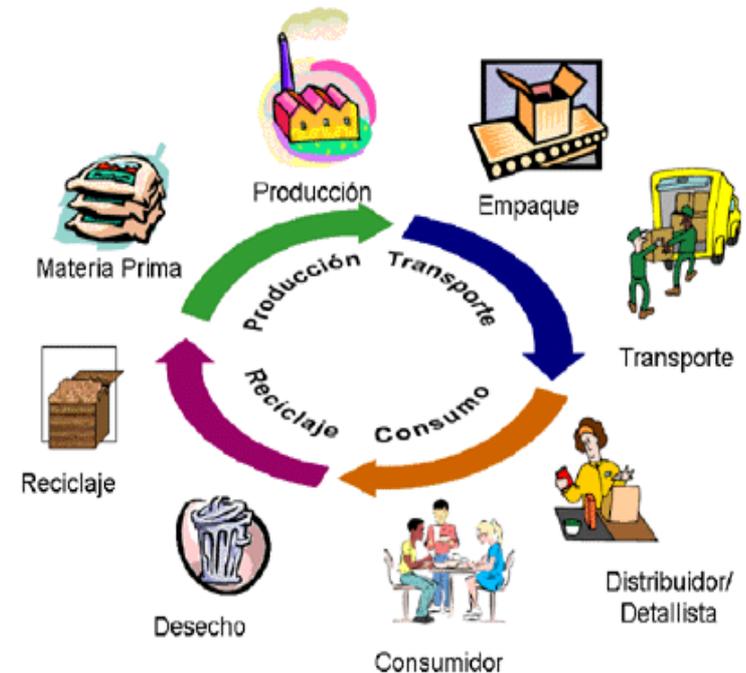
DISEÑO EFICIENTE SUSTITUCIÓN RECICLADO

Abundancia de los elementos.

Corteza		Océanos		Atmósfera	
Elemento	% peso	Elemento	% peso	Elemento	% peso
Oxígeno	47	Oxígeno	85	Nitrógeno	79
Silicio	27	Hidrógeno	10	Oxígeno	19
Aluminio	8	Cloro	2	Argón	2
Hierro	5	Sodio	1	Dióxido de carbono	0,04
Calcio	4	Magnesio	0,1		
Sodio	3	Azufre	0,1		
Potasio	3	Calcio	0,04		
Magnesio	2	Potasio	0,04		
Titanio	0,4	Bromo	0,007		
Hidrógeno	0,1	Carbono	0,002		
Fósforo	0,1				
Manganeso	0,1				
Flúor	0,06				
Bario	0,04				
Estroncio	0,04				
Azufre	0,03				
Carbono	0,02				

La masa total de la corteza terrestre hasta una profundidad de 1 km es 3×10^{21} kg; la masa de los océanos es 10^{20} kg; la de la atmósfera es 5×10^{18} kg.

Ashby vol 1. 978-84-291-7255-3 © Ed. Reverté, 2008



1.3 IMPACTO DE LOS MATERIALES EN LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Socio-económicos

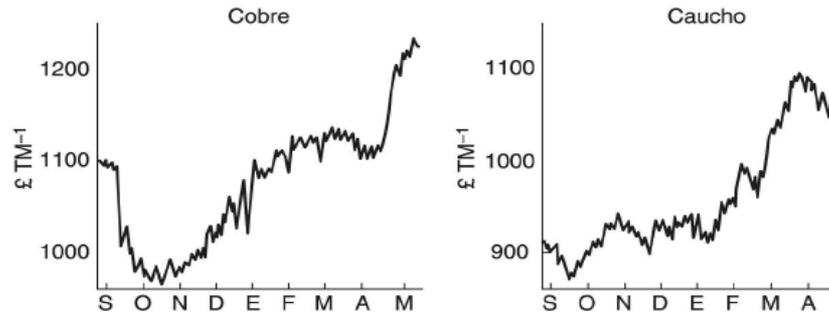
Tabla 1.3 Clasificación de los materiales por precios.

<i>Tipo de uso</i>	<i>Material</i>	<i>Precio por tonelada</i>	
		<i>Libras esterlinas</i>	<i>Dólares EE.UU.</i>
Construcción	Madera, hormigón, acero estructural	50-500	90-900
Ingeniería ligera y media	Metales, aleaciones y polímeros para aviones, automóviles, electrodomésticos ...	500-5000	900-9000
Materiales especiales	Aleaciones para álabes de turbina, materiales compuestos avanzados (CFRP, BFRP), etc.	5000-50 000	9000-90 000
Metales preciosos, etc.	Cojinetes de zafiro, contactos de plata, microcircuitos de oro ...	50 000-10 000 000	90 000-18 000 000
Diamantes industriales	Herramientas de corte y pulido	>100 000 000	>180 000 000

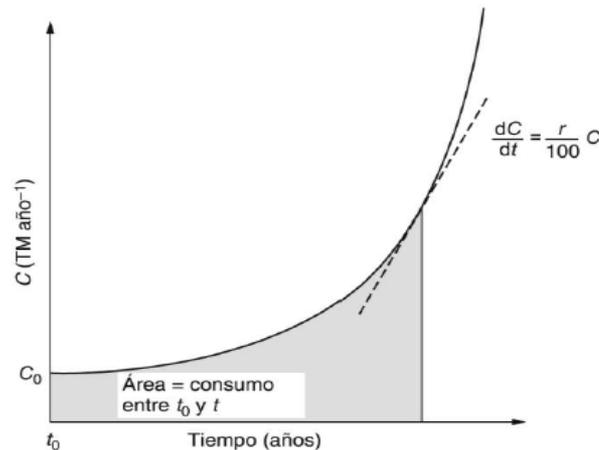
1.3 IMPACTO DE LOS MATERIALES EN LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Socio-económicos

Sujetos a la ley de la oferta y la demanda y factores políticos



Fluctuaciones recientes en el precio del cobre y del caucho.



Consumo exponencial de los materiales.

Precio relativo aproximado por tonelada (acero dulce = 100).

Material	Precio relativo \$
Diamantes industriales	200 m
Platino	5 m
Oro	2 m
Plata	150 000
CFRP (material 70% del coste, fabricación 30%)	20 000
Cobalto/carburo de wolframio "cermets"	15 000
Wolframio	5000
Aleaciones de cobalto	7000
Aleaciones de titanio	10 000
Aleaciones de níquel	20 000
Políimidas	8000
Carburo de silicio (cerámica fina)	7000
Aleaciones de magnesio	1000
Nailon 66	1500
Policarbonato	1000
PMMA	700
Magnesia, MgO (cerámica fina)	3000
Alúmina, Al ₂ O ₃ (cerámica fina)	3000
Acero de herramientas	500
GFRP (material 60% del coste, fabricación 40%)	1000
Aceros inoxidables	600
Cobre deformado (láminas, tubos, barras)	400
Cobre, lingotes	400
Aleaciones de aluminio, deformado (láminas, barras)	400
Aluminio, lingotes	300
Latón, deformado (láminas, tubos, barras)	400
Latón, lingotes	400
Epoxi	1000
Poliéster	500
Vidrios	400
Espumas poliméricas	1000
Zinc, deformado (láminas, tubos, barras)	400
Zinc, lingotes	350
Plomo, deformado (barras, láminas, tubos)	250
Plomo, lingotes	200
Caucho natural	300
Polipropileno	200
Poliétileno de alta densidad	200
Poliestireno	250
Maderas duras	250
Poliétileno de baja densidad	200
Policloruro de vinilo	300
Contrachapado	200
Aceros de baja aleación	130
Acero dulce, deformado (ángulos, láminas, barras)	100
Fundición	90
Hierro, lingotes	70
Maderas blandas	70
Hormigón, reforzado (vigas, columnas, planchas)	50
Gasóleo	50
Cemento	20
Carbón	20

Ashby vol 1. 978-84-291-7255-3 © Ed. Reverté, 2008

1.3 IMPACTO DE LOS MATERIALES EN LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Científico – Tecnológico (aplicaciones)



medicina



electrónica



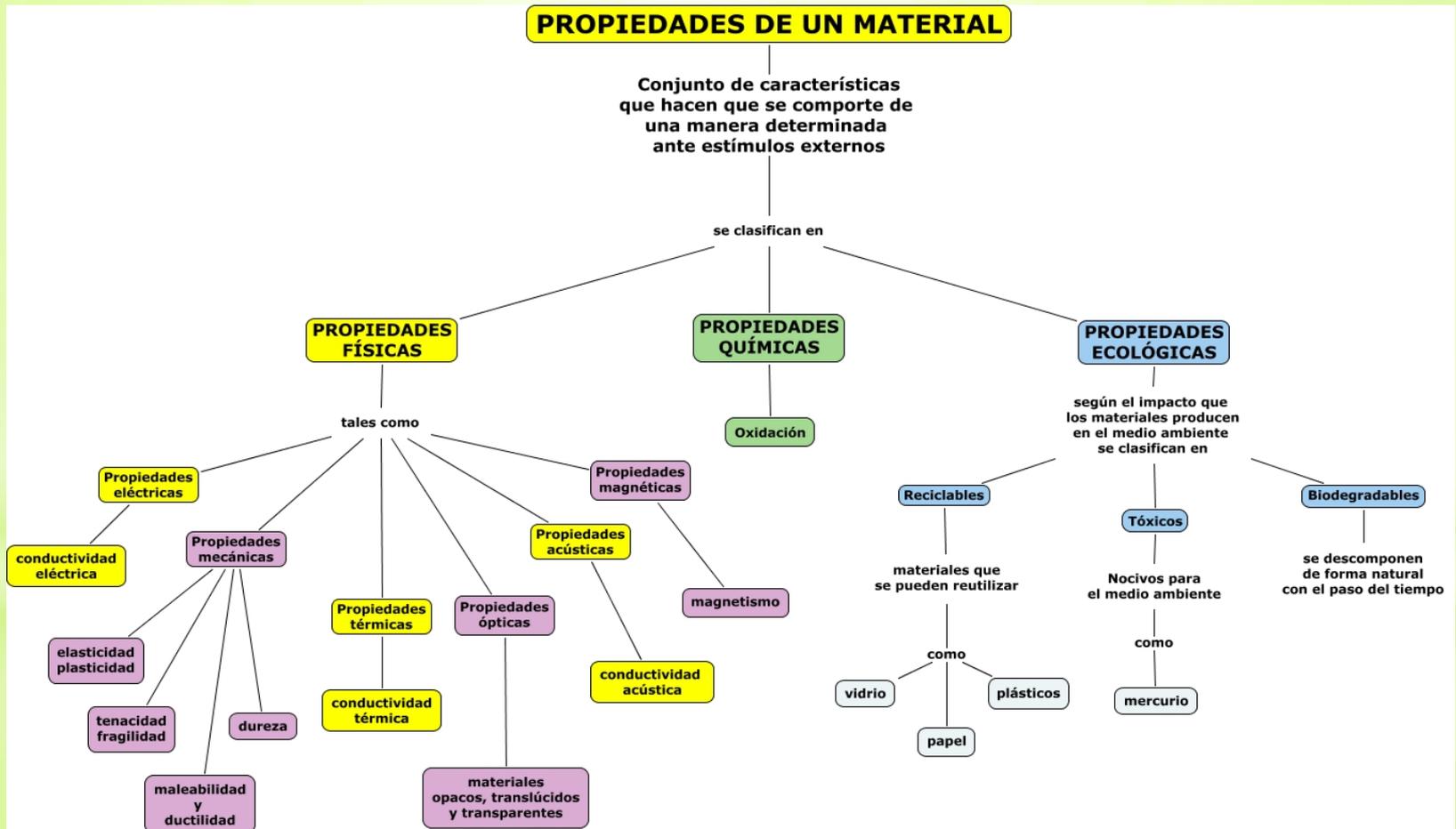
aeronáutica



deporte

1.3 IMPACTO DE LOS MATERIALES EN LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Científico – Tecnológico (propiedades)



1.3 IMPACTO DE LOS MATERIALES EN LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Científico – Tecnológico (propiedades)

Tipos de propiedades.	
Económicas	Precio y disponibilidad Reciclabilidad
Físicas	Densidad
Mecánicas	Módulos Límite elástico y resistencia a la tracción Dureza Tenacidad a la fractura Resistencia a la fatiga Resistencia a la fluencia Amortiguamiento de las vibraciones
Térmicas	Conductividad térmica Calor específico Coeficiente de expansión térmica
Eléctricas y magnéticas	Resistividad Constante dieléctrica Permeabilidad magnética
Interacción con el entorno	Oxidación Corrosión Desgaste
Producción	Facilidad de fabricación Unión Acabado
Estéticas	Color Textura Aspecto



1.3 IMPACTO DE LOS MATERIALES EN LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Científico – Tecnológico (propiedades)

Va mas allá de las aplicaciones de lo que se sabe en el uso de los materiales tradicionales (metales, cerámicos y polímeros)



1.3 IMPACTO DE LOS MATERIALES EN LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Científico – Tecnológico (propiedades)

Tipos de propiedades.	
Económicas	Precio y disponibilidad Reciclabilidad
Físicas	Densidad
Mecánicas	Módulos Límite elástico y resistencia a la tracción Dureza Tenacidad a la fractura Resistencia a la fatiga Resistencia a la fluencia Amortiguamiento de las vibraciones
Térmicas	Conductividad térmica Calor específico Coeficiente de expansión térmica
Eléctricas y magnéticas	Resistividad Constante dieléctrica Permeabilidad magnética
Interacción con el entorno	Oxidación Corrosión Desgaste
Producción	Facilidad de fabricación Unión Acabado
Estéticas	Color Textura Aspecto

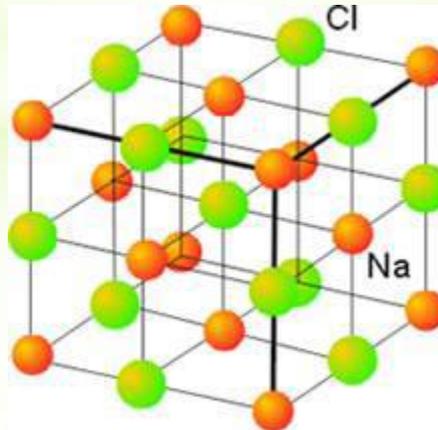
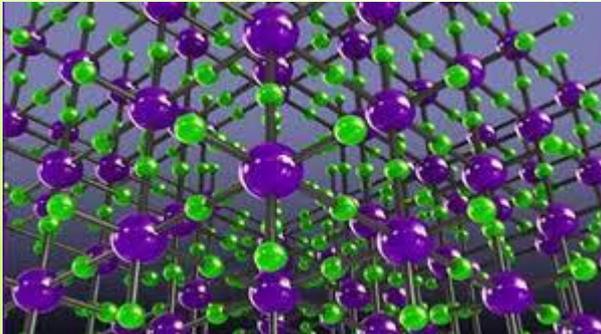
1.3 IMPACTO DE LOS MATERIALES EN LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Científico – Tecnológico (propiedades estructurales)

Nanociencia y Nanotecnología

¿ Nanociencia ?

Es la ciencia que estudia la estructura de la materia, su origen, síntesis y modificaciones en escalas nanométricas.



1.3 IMPACTO DE LOS MATERIALES EN LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Nanociencia y Nanotecnología

¿ Nanotecnología ?

Es el estudio, diseño, creación, manipulación y aplicación de materiales, aparatos y sistemas funcionales a través del control de la materia en su realidad nanoscópicas, generando múltiples productos derivados aplicables al servicio de los humanos.



La nanoelectrónica supone un paso adelante en la microtecnología.



1.3 IMPACTO DE LOS MATERIALES EN LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Nanociencia y Nanotecnología

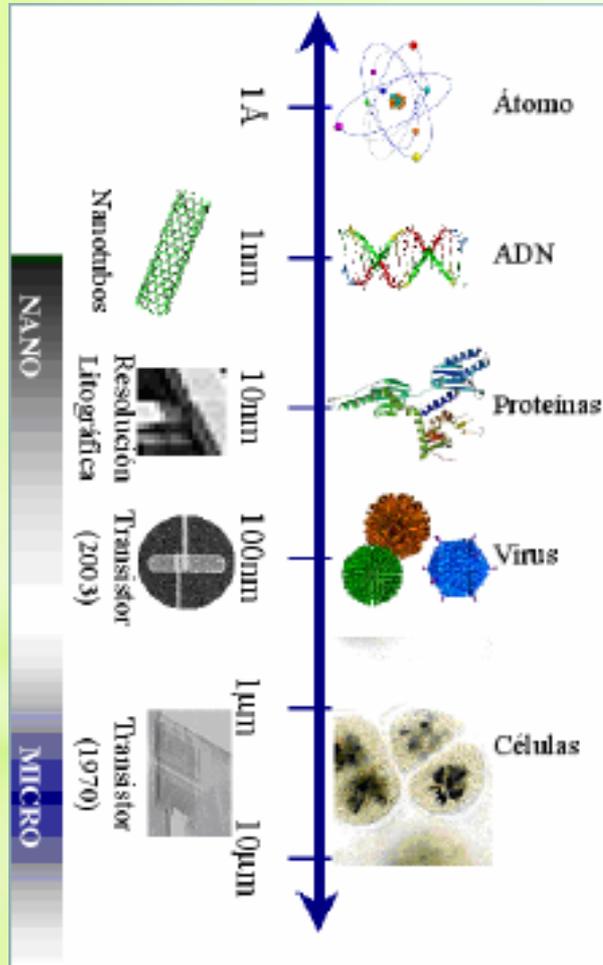
La nanotecnología va más allá de sólo la reducción de objetos.

Cuando los científicos puedan ordenar y estructurar a voluntad la materia a nivel molecular, nuevas y asombrosas propiedades podrían surgir en cualquier momento.



1.3 IMPACTO DE LOS MATERIALES EN LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Hoy las ramas del nanomundo son:



- Nanomateriales
- Nanobiología
- Nanomedicina
- Nanogenética
- Nanoindustria
- Nanoinformática
- Nanoecología
- Nanocosmética
- Nanoclimatología
- * OTRAS

1.4 APLICACIONES Y USOS DE LOS MATERIALES DE INGENIERÍA

• Caucho



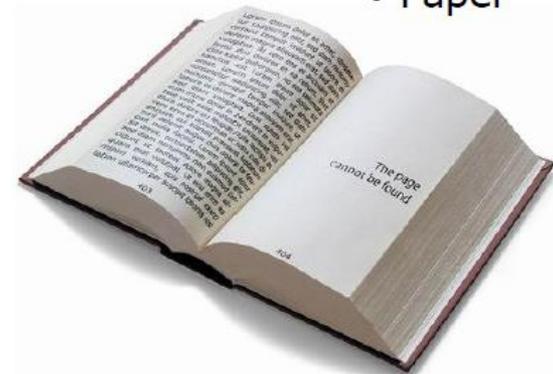
• Aluminio



• Plástico



• Papel



• Cobre



1.4 APLICACIONES Y USOS DE LOS MATERIALES DE INGENIERÍA

Búsqueda de nuevos materiales

resistencia a alta temperatura



mayor velocidad de operación



mejora relación resistencia – peso



resistencia a la corrosión

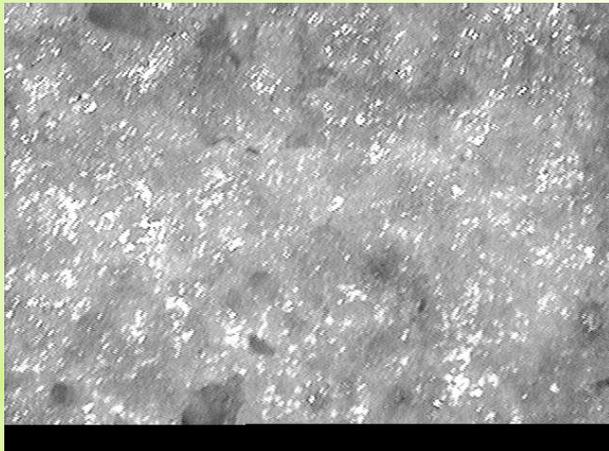


EL INGENIERO DEBE CONOCER SU ESTRUCTURA INTERNA Y PROPIEDADES

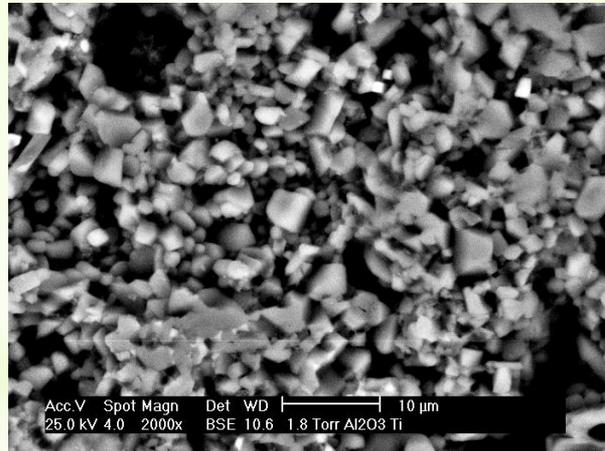
1.4 APLICACIONES Y USOS DE LOS MATERIALES DE INGENIERÍA

EJEMPLO (Nanomaterial)

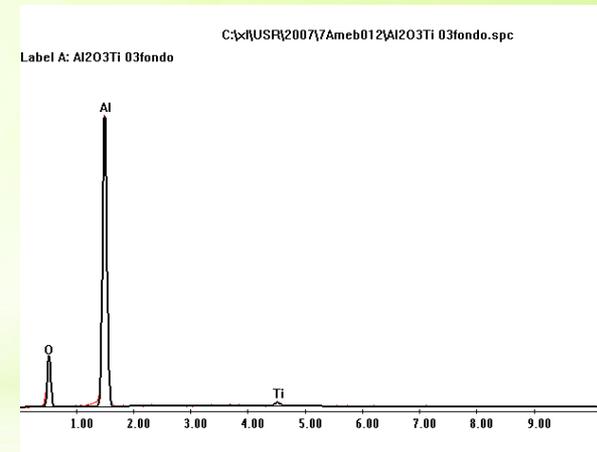
Cermet nanocompuesto de alúmina-titanio fabricado por la técnica de polvos



Microestructura
Microscopía Óptica



Microestructura
Microscopía de Barrido



Análisis
EDX

1.4 APLICACIONES Y USOS DE LOS MATERIALES DE INGENIERÍA

Alguna de las aplicaciones

El uso para los cermetes están dirigidos a componentes de máquinas de combustión interna como:



- * Pistones
- * Coronas de pistón
- * Válvulas de escape
- * Cabezas de cilindro

1.4 APLICACIONES Y USOS DE LOS MATERIALES DE INGENIERÍA

Alguna de las aplicaciones

El uso para los cermetos también están dirigidos a implantes en el cuerpo humano:



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Michael F. Ashby, “Materials Selection in Mechanical Design”, Elsevier Butterworth-Heinemann, Third edition, London, England 2005.
2. Donald R. Askeland, “Ciencia e Ingeniería de los Materiales”, International Thomson Editores, 4ta edición México D.F. 2004.
3. George E. Totten. “Steel Heat Treatment Metallurgy and technologies Handbook” Taylor Francis Group, LLC. Second Edition USA 2007.
4. Michael F. Ashby, David R. H. Jones. “Engineering Materials1. An Introduction to Properties, Applications and Design”, Editorial Reverte, 1ra edición, Barcelona España 2008.
5. William D. Callister, Jr. “Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales”, Editorial Reverte, 1ra edición, Barcelona España 2004.
6. James F. Shackelford, “Introducción a la Ciencia de Materiales para Ingenieros”, Editorial Pearson, 6ta edición, Madrid España 2005.

Trabajo-resumen de la unidad 1

“INTRODUCCIÓN A LOS MATERIALES DE INGENIERÍA”

De cada subtema del programa

Sugerencia

Consultar la bibliografía propuesta y otras fuentes