

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: **Ciencia de Materiales**

Carrera: **Ingeniería Naval**

Clave de la asignatura: NVO-1008

(Créditos) SATCA¹: **3-0-3**

2.- PRESENTACIÓN

Caracterización de la asignatura.

Esta asignatura aporta elementos de competencia al perfil profesional del Ingeniero Naval para adquirir las capacidades y habilidades en tres competencias profesionales:

- Diseñar y evaluar vehículos y artefactos marinos mediante procesos de diseño e ingeniería naval así como las normas, reglamentos y códigos correspondientes.
- Dirigir la construcción, mantenimiento y reparación de vehículos y artefactos marinos en base a los procesos, tecnologías, normas, reglamentos y códigos pertinentes.
- Inspeccionar vehículos y artefactos marinos, sus sistemas, maquinarias, equipos y materiales, en base a las normas, reglamentos y códigos que regulan su operación.

Estos elementos de competencia se integran con otros en las cuatro unidades de competencia siguientes:

- ✓ Diseñar, analizar y evaluar la arquitectura naval de los productos navales de acuerdo con los requerimientos hidrodinámicos, estructurales, y de su normativa.
- ✓ Diseñar, analizar y evaluar los sistemas de ingeniería de los productos navales de acuerdo con los requerimientos de la ingeniería y normativa que soporta su funcionalidad
- ✓ Aplicar las tecnologías de construcción, manufactura y reparación adecuadas de acuerdo con los requerimientos de los productos y servicios navales, y su normativa.

¹ Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

- ✓ Comprender los procesos de manufactura y las propiedades de los materiales de acuerdo con los requerimientos de diseño y construcción de embarcaciones, artefactos navales, maquinarias y equipos, y su normativa.

Los elementos de competencia consisten en los siguientes desempeños específicos:

- Comprender las propiedades de los materiales de las partes componentes del producto naval de acuerdo con los requerimientos de diseño y construcción.
- Aplicar las propiedades de los materiales de las partes componentes del producto naval de acuerdo con los requerimientos de diseño y construcción.

Su importancia es relevante en las áreas de desempeño de ingeniería, producción e inspección y certificación ya que es una herramienta básica para el diseño, manufactura e inspección de los materiales de las partes componentes de los vehículos y artefactos marinos.

La asignatura consiste en un curso de ciencia de los materiales donde el énfasis se centra en el análisis de las propiedades de materiales estructurales, en los procesos de oxidación y de corrosión, y en la selección de materiales estructurales.

Está relacionada hacia atrás con Química, y hacia adelante con Producción Naval, Mecánica de Materiales I y Electricidad y Magnetismo.

Intención didáctica.

Se organiza el temario en seis unidades, delimitando claramente los procedimientos de análisis de las propiedades de los materiales estructurales, electrónicos y magnéticos, y de su selección en función de esas propiedades estipuladas como parámetros requeridos por el diseño.

La primera unidad se subdivide en cuatro subtemas. El primer subtema aborda la estructura atómica, el enlace iónico, el enlace covalente, el enlace metálico, el enlace secundario y, la clasificación de materiales en función del tipo de enlace. El segundo subtema describe los siete sistemas y las catorce redes, las estructuras metálicas, las estructuras cerámicas, las estructuras poliméricas, las estructuras semiconductoras, las posiciones, direcciones y planos de la red y, la difracción de rayos X. El tercer subtema trata la solución sólida e imperfección química, los defectos puntuales e imperfecciones de dimensión cero, los defectos lineales o dislocaciones e imperfecciones unidimensionales, los defectos de superficie e imperfecciones tridimensionales y, la microscopía. El cuarto subtema discute los procesos térmicamente activados, la producción térmica de defectos puntuales, los defectos puntuales y difusión en estado sólido, la difusión en estado estacionario y, los caminos alternativos para la difusión.

La segunda unidad se subdivide en tres subtemas. El primer subtema aborda la tensión frente a deformación (metales, cerámicos y vidrios, polímeros), la

deformación elástica, la deformación plástica, la dureza, la fluencia y relajación de esfuerzos y, la deformación viscoelástica. El segundo subtema describe la capacidad calorífica, la dilatación térmica, la conductividad térmica y, el choque térmico. El tercer subtema trata la energía de impacto, la tenacidad de fractura, la fatiga, los ensayos no destructivos y, el análisis y prevención de fallos.

La tercera unidad se subdivide en dos subtemas. El primer subtema aborda la regla de las fases, el diagrama de fase, la regla de la palanca y, la evolución de la microestructura durante el enfriamiento lento. El segundo subtema describe el tiempo como tercera dimensión, el diagrama TTT, la templabilidad, el endurecimiento por precipitación, el recocido y, la cinética de las transformaciones de fase de los no metales.

La cuarta unidad se subdivide en cuatro subtemas. El primer subtema aborda las aleaciones férreas, las aleaciones no férreas, las aleaciones ligeras, los materiales compuestos de matriz metálica y, el procesado de materiales metálicos. El segundo subtema describe los cerámicos, los vidrios, las vitrocerámicas y, el procesado de los cerámicos y los vidrios. El tercer subtema trata la definición y clasificación, la síntesis de polímeros, el peso molecular, la solubilidad y estabilidad química, la cristalinidad, el comportamiento térmico, el comportamiento mecánico, la reticulación de termoestables y elastómeros, los plásticos comerciales, los adhesivos, la familia de adhesivos y criterios de selección y, el procesado de polímeros. El cuarto subtema examina la clasificación y selección, la función de la fibra en el material compuesto, la función de la matriz en el material compuesto, la anisotropía del material compuesto y, las aplicaciones y limitaciones de los materiales compuestos.

La quinta unidad se subdivide en cuatro subtemas. El primer subtema aborda los portadores de carga y conducción, los niveles y bandas de energía, los conductores, los aislantes, los semiconductores, los materiales compuestos y, la clasificación eléctrica de los materiales. El segundo subtema describe la luz visible, las propiedades ópticas y, los sistemas y dispositivos ópticos. El tercer subtema trata los semiconductores elementales intrínsecos, los semiconductores elementales extrínsecos, los compuestos semiconductores, los semiconductores amorfos, el procesado de semiconductores y, los dispositivos semiconductores. El cuarto subtema discute el magnetismo, el ferromagnetismo, el ferrimagnetismo y, los imanes.

La sexta unidad se subdivide en cinco subtemas. El primer subtema aborda los cuatro posibles mecanismos de oxidación de los metales. El segundo subtema describe la corrosión acuosa, la corrosión galvánica de dos metales, la corrosión por reducción gaseosa, el efecto de la tensión mecánica en la corrosión, los métodos de prevención de la corrosión y, las curvas de polarización. El tercer subtema describe la degradación química de cerámicos y polímeros. El cuarto subtema trata las propiedades de los materiales como parámetros de diseño de ingeniería. El quinto subtema discute la selección de materiales estructurales mediante el estudio de casos concretos, la selección de materiales electrónicos y magnéticos mediante el estudio de casos concretos y, los materiales y el medio ambiente, y los aspectos

ambientales del diseño.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, que no planifique el profesor todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean contruidos, artificiales, virtuales o naturales

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el alumno tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso. Pero se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el alumno se ejercite en la identificación de datos relevantes y elaboración de supuestos.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

Es necesario que el profesor ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura

3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p>Competencias específicas:</p> <p>Comprender las propiedades de los materiales de las partes componentes del producto naval de acuerdo con los requerimientos de diseño y construcción.</p> <p>Aplicar las propiedades de los materiales de las partes componentes del producto naval de acuerdo con los requerimientos de diseño y construcción.</p>	<p>Competencias genéricas</p> <p><i>Competencias instrumentales</i></p> <ul style="list-style-type: none">▪ Capacidad de análisis y síntesis▪ Capacidad de organizar y planificar▪ Conocimientos generales básicos▪ Conocimientos básicos de la carrera▪ Comunicación oral y escrita en su propia lengua▪ Conocimiento de una segunda lengua▪ Habilidades básicas de manejo de la computadora▪ Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas)▪ Solución de problemas▪ Toma de decisiones. <p><i>Competencias interpersonales</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad crítica y autocrítica• Trabajo en equipo• Habilidades interpersonales• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario• Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas• Apreciación de la diversidad y multiculturalidad• Habilidad para trabajar en un ambiente laboral• Compromiso ético <p><i>Competencias sistémicas</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica• Habilidades de investigación• Capacidad de aprender• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)
--	---

	<ul style="list-style-type: none"> • Liderazgo • Conocimiento de culturas y costumbres de otros países • Habilidad para trabajar en forma autónoma • Capacidad para diseñar y gestionar proyectos • Iniciativa y espíritu emprendedor • Preocupación por la calidad • Búsqueda del logro
--	---

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico de: Boca del Río y Mazatlán del 30 de noviembre del 2009 al 23 de abril del 2010	Representantes de la academia de ingeniería naval	Análisis y enriquecimiento

5.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO (competencias específicas a desarrollar en el curso)

Analizar las propiedades de los materiales por medio de los procedimientos de la ciencia de materiales.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Utilizar los principios y los métodos de la Química para el análisis de la estructura de la materia, sus estados, y de las reacciones químicas

7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Conceptos básicos	1.1 Enlace atómico 1.2 Estructura cristalina 1.3 Defectos cristalinos y estructura no cristalina 1.4 Difusión
2	Propiedades y análisis de fallos	2.1 Propiedades mecánicas 2.2 Propiedades térmicas 2.3 Análisis y prevención de fallos
3	Predicción de microestructuras	3.1 Diagramas de fase 3.2 Tratamiento térmico
4	Materiales estructurales	4.1 Metales 4.2 Cerámicos y vidrio 4.3 Polímeros 4.4 Materiales compuestos
5	Materiales electrónicos y magnéticos	5.1 Conducción eléctrica 5.2 Comportamiento óptico 5.3 Semiconductores 5.4 Materiales magnéticos
6	Materiales en diseño de ingeniería	6.1 Mecanismos de oxidación de metales 6.2 Tipos de corrosión y métodos de prevención 6.3 Degradación química de cerámicos y polímeros 6.4 Propiedades de materiales como parámetros de diseño 6.5 Selección de materiales estructurales, electrónicos y magnéticos

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)

El profesor debe:

Ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, conocer su origen y desarrollo histórico para considerar este conocimiento al abordar los temas. Desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo, orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo, y la toma de decisiones. Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes. Tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y como obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos.

- Propiciar actividades de metacognición. Ante la ejecución de una actividad, señalar o identificar el tipo de proceso intelectual que se realizó: una identificación de patrones, un análisis, una síntesis, la creación de un heurístico, etc. Al principio lo hará el profesor, luego será el alumno quien lo identifique.
- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios a las que ésta da soporte para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.
- Propiciar el desarrollo de capacidades intelectuales relacionadas con la lectura, la escritura y la expresión oral.
- Facilitar el contacto directo con materiales, instrumentos y software, al llevar a cabo actividades prácticas, para contribuir a la formación de las competencias para el trabajo experimental.
- Propiciar el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, que encaminen hacia la investigación.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente.
- Cuando los temas lo requiera, utilizar medios audiovisuales para una mejor comprensión del estudiante.
- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de la asignatura (procesador de texto, hoja de cálculo, base de datos, graficador, internet, paquetes de software, etc)

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

- Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Solución de casos prácticos, con participación individual o en grupo.
- Participación en proyectos y ensayos.
- Formulación de estrategias para resolver problemas.
- Exposiciones por parte del alumno.
- Prácticas de laboratorio o simulación con paquetes de software.
- Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades, así como de las conclusiones obtenidas de dichas observaciones.
- Utilización de principios en la solución de problemas.
- Participación activa y crítica en clases.
- Asistencia a tutorías.
- Descripción de otras experiencias concretas que podrían realizarse adicionalmente.

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1: Conceptos básicos.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Identificar los conceptos básicos de la estructura de los materiales	<ul style="list-style-type: none">• Describir la estructura atómica• Identificar los enlaces iónico, covalente, metálico y secundario• Reconocer la clasificación de los materiales en función del tipo de enlace• Identificar los siete sistemas cristalinos y las catorce redes cristalinas que conforman la geometría cristalina de los materiales cristalinos• Describir las estructuras metálicas,

	<p>cerámicas, poliméricas y semiconductoras</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisar las reglas básicas para describir la geometría en, y alrededor de, una celda unidad • Describir la difracción de rayos X y cómo se utiliza para identificar la estructura cristalina de los materiales • Reconocer que no puede obtenerse ningún material sin un cierto grado de impurezas químicas • Explicar los defectos puntuales, lineales y de superficie • Reconocer que algunos materiales carecen completamente de un orden cristalino • Describir los procesos térmicamente activados • Explicar la producción térmica de defectos puntuales • Identificar defectos puntuales y difusión en estado sólido • Expresar la difusión en estado estacionario
--	---

Unidad 2: Propiedades y análisis de fallos.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Reconocer las propiedades y los fallos de materiales.	<ul style="list-style-type: none"> • Describir las propiedades de tensión-deformación de metales, cerámicos y

	<p>vidrios, y polímeros</p> <ul style="list-style-type: none"> • Distinguir entre deformación elástica y deformación plástica • Identificar la propiedad de dureza • Explicar la fluencia y relajación de tensiones • Discutir la deformación viscoelástica • Identificar capacidad calorífica • Expresar dilatación térmica • Discutir la conductividad térmica • Revisar el choque térmico • Explicar la energía de impacto • Describir la tenacidad de fractura • Identificar la fatiga • Describir los principales ensayos no destructivos • Reconocer el análisis y prevención de fallos
--	--

Unidad 3: Predicción de microestructuras.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Describir los diagramas de fase y tratamiento térmico en microestructuras de materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar la regla de las fases • Identificar el diagrama de fases • Describir los diagramas de solubilidad

	<p>total en estado sólido, eutéctico, eutectoide en estado sólido (con insolubilidad total y solubilidad parcial), peritético, y binarios generales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar la regla de la palanca • Explicar la evolución de la microestructura durante el enfriamiento lento • Reconocer el tiempo como factor para la formación de estructuras de equilibrio • Describir el diagrama de transformaciones isotérmicas o diagrama TTT • Explicar las transformaciones con difusión, sin difusión (martensíticas), y térmico del acero • Describir los tratamientos térmicos para modificar la dureza de una aleación metálica: templabilidad, endurecimiento por precipitación, y recocido • Identificar la cinética de las transformaciones de fase en los no metales
--	---

Unidad 4: Materiales estructurales.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Reconocer los materiales estructurales y sus propiedades	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar las aleaciones férricas • Describir los aceros al carbono y de baja aleación, los aceros de alta aleación, las fundiciones, y las aleaciones férricas de solidificación

	<p>rápida</p> <ul style="list-style-type: none">• Identificar las aleaciones no férreas• Describir el cobre y las aleaciones de cobre, el níquel y aleaciones base níquel, aleaciones de cinc, plomo y estaño, metales refractarios , y otros metales• Identificar las aleaciones ligeras• Describir el aluminio y aleaciones de aluminio, el magnesio y aleaciones de magnesio, titanio y aleaciones de titanio, y el berilio• Identificar los materiales compuestos de matriz metálica• Describir las técnicas de procesado de materiales metálicos• Identificar los materiales cerámicos (materiales cristalinos)• Identificar los materiales vidrios (materiales no cristalinos)• Definir los materiales vitrocerámicos• Describir las técnicas de procesado de materiales cerámicos y vidrios• Definir, clasificar y explicar la síntesis de los polímeros• Describir la solubilidad, la estabilidad química, y la cristalinidad• Explicar el comportamiento térmico y mecánico de los polímeros• Distinguir entre los procesos de
--	--

	<p>reticulación y de síntesis de polímeros</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definir aditivos para polímeros • Describir adhesivos, familia de adhesivos, y criterios de selección • Describir las técnicas de procesado de materiales polímeros • Definir los materiales compuestos y explicar su clasificación y su selección • Describir la función de la fibra en el material compuesto • Explicar la función de la matriz en el material compuesto • Discutir la anisotropía del material compuesto • Describir las aplicaciones y limitaciones de los materiales compuestos
--	--

Unidad 5: Materiales electrónicos y magnéticos.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Reconocer los materiales electrónicos y magnéticos y sus propiedades	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar los conceptos de portadores de carga y conducción, niveles y bandas de energía • Describir los materiales conductores y sus aplicaciones en termopares y en superconductores • Describir los materiales aislantes y sus aplicaciones ferroeléctricos y

	<p>piezoeléctricos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar los materiales semiconductores y compuestos • Conocer la clasificación eléctrica de materiales • Identificar las propiedades ópticas de los materiales: índice de refracción, reflectividad, transparencia, translúcido, opacidad, color, y luminiscencia • Describir los principales sistemas y dispositivos ópticos • Diferenciar las propiedades de los semiconductores elementales intrínsecos de los extrínsecos • Explicar los compuestos semiconductores y los semiconductores amorfos • Describir las técnicas de procesado de materiales semiconductores • Definir magnetismo y describir los fenómenos de ferromagnetismo y ferrimagnetismo • Describir las propiedades de los materiales imanes metálicos y cerámicos
--	---

Unidad 6: Materiales en diseño de ingeniería.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar los materiales con el

<p>Aplicar las propiedades de los materiales en su selección en el proceso de diseño</p>	<p>proceso de diseño de ingeniería</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describir los mecanismos de oxidación de los metales • Analizar los tipos de corrosión: acuosa, galvánica y por reducción gaseosa • Describir el efecto de la tensión mecánica en la corrosión • Explicar los métodos de prevención de la corrosión • Identificar las curvas de polarización • Explicar la degradación química de cerámicos y polímeros • Reconocer el desgaste y el análisis superficial • Traducir las propiedades de los materiales a parámetros de diseño • Aplicar el estudio de casos de selección de materiales estructurales • Aplicar el estudio de casos de selección de materiales electrónicos y magnéticos • Investigar la selección de materiales en el diseño y el impacto hacia el medio ambiente
--	--

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

NECESARIA PARA EL ESTUDIO Y PRESENTACIÓN DE EXAMENES

1. Shackelford, James F., Introducción a la Ciencia de Materiales para Ingenieros 6 edición, Ed. PEARSON

RECOMENDADA COMO SUPLEMENTO

1. Askeland, Donald R., & Phulé, Pradeep P., Ciencia e Ingeniería de los Materiales 1 edición, Ed. THOMSON
2. Smith, William, Fundamentos de Ingeniería y Ciencias de Materiales 4 edición, Ed. Mc Graw Hill

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

1. Identificar la estructura cristalina de los materiales mediante la difracción de rayos X
2. Caracterizar los aspectos microestructurales de los bordes de grano y de las imperfecciones de los materiales mediante el microscopio electrónico de barrido.
3. Determinar la dureza Brinell, Rockwell y Vickers en diferentes materiales
4. Determinar el módulo de resiliencia en materiales ferrosos y no ferrosos
5. Aplicar métodos de ultrasonido, de rayos X, de partículas magnéticas y de líquidos penetrantes para la determinación de defectos potencialmente críticos (grietas internas y superficiales) en materiales.