



## **Unidad 6**

### **Los materiales de uso técnico y sus propiedades**



# Actividades

### 1. Busca información adicional sobre el grafeno. ¿Cuáles crees que son las propiedades más interesantes de este material?

El componente del grafeno es el carbono, con una estructura hexagonal. Es un material muy resistente, duro, con una baja densidad y bajo peso; es flexible, elástico, transparente y presenta una alta conductividad térmica y eléctrica, entre otras características. Todas estas propiedades lo hacen un material ideal para la utilización en aplicaciones electrónicas, pantallas táctiles flexibles, baterías, cables, etc.

En internet se puede buscar más información sobre este material.

### 2. ¿Qué es el látex natural? ¿Cómo se obtiene? ¿Qué propiedades tiene? ¿Para qué lo usaban las civilizaciones antiguas y para qué se usa hoy?

Látex natural: se obtiene de la savia lechosa de árboles como el *Hevea brasiliensis*. Es elástico, impermeable y pegajoso.

Usos: las civilizaciones precolombinas lo usaban para fabricar pelotas y capas impermeables.

Hoy se usa en guantes, neumáticos, ropa, preservativos, etc.

### 3. ¿Qué es la vulcanización? ¿Quién la descubrió y cómo fue el descubrimiento? ¿Qué mejoras ofrece el caucho vulcanizado frente al caucho natural?

La vulcanización es un proceso químico que consiste en calentar el caucho con azufre produciendo un producto final que mejora las propiedades del caucho natural.

Vulcanización: fue descubierta accidentalmente por Charles Goodyear en 1839 al calentar caucho con azufre. Este proceso mejora la elasticidad y resistencia del caucho.

El caucho ya no se vuelve pegajoso con el calor ni quebradizo con el frío. Se usa en ruedas, suelas, correas, etc..

### 4. ¿A qué tipo de esfuerzos están sometidos los siguientes elementos?

a) Columna de una vivienda.

b) Balda de una estantería.

c) Papel, al cortarlo con una tijera.

a) Compresión.

b) Flexión.

c) Cortadura.

### 5. De manera aproximada, y basándote en tu experiencia, ordena, de mayor a menor resiliencia, los siguientes materiales: madera, rueda de caucho, acero,



## Unidad 6 - SOLUCIONARIO

**aluminio, cerámica, vidrio, hormigón, plomo, piedra, plástico, papel y bronce.**

Los materiales, ordenados de manera aproximada, de mayor a menor resiliencia son: caucho, papel, hormigón, acero, madera, aluminio, bronce, plástico, piedra, plomo, cerámicas y vidrio.

**6. Demuestra que el factor de empaquetamiento de las redes cristalinas BCC y FCC es, respectivamente, 0,68 y 0,74.**

• Cúbico centrado en el cuerpo (BCC):

• Número de átomos: 2

• Volumen de cada átomo:  $\frac{4}{3} \pi \cdot R^3$ ; R = radio del átomo

• Volumen de todos los átomos de la celda =  $\frac{2 \cdot 4}{3} \pi \cdot R^3 =$   
 $= \frac{8}{3} \pi \cdot R^3$

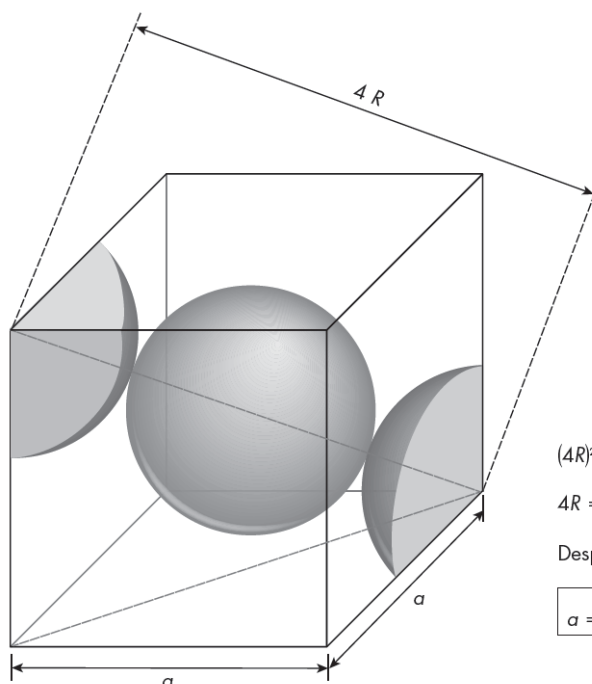
• Volumen de la celda =  $a^3$

• Cálculo de FEA

$$FEA_{(BCC)} = \frac{(8/3) \pi \cdot R^3}{a^3} = \frac{(8/3) \cdot \pi \cdot R^3}{(4 \cdot R/\sqrt{3})^3}$$

$$FEA_{(BCC)} = \frac{(8/3) \cdot \pi \cdot R^3}{4^3 \cdot R^3/(\sqrt{3})^3} = \frac{8 \cdot \pi \cdot \sqrt{3}}{4^3}$$

$$FEA_{(BCC)} = \frac{\pi \cdot \sqrt{3}}{8} = 0,68$$



$$(4R)^2 = (\sqrt{a^2 + a^2})^2 + a^2 = 3a^2$$

$$4R = \sqrt{3} \cdot a = a \cdot \sqrt{3}$$

Despejando a:

$$a = 4 \cdot R / \sqrt{3}$$

• Cúbico centrada en las caras:

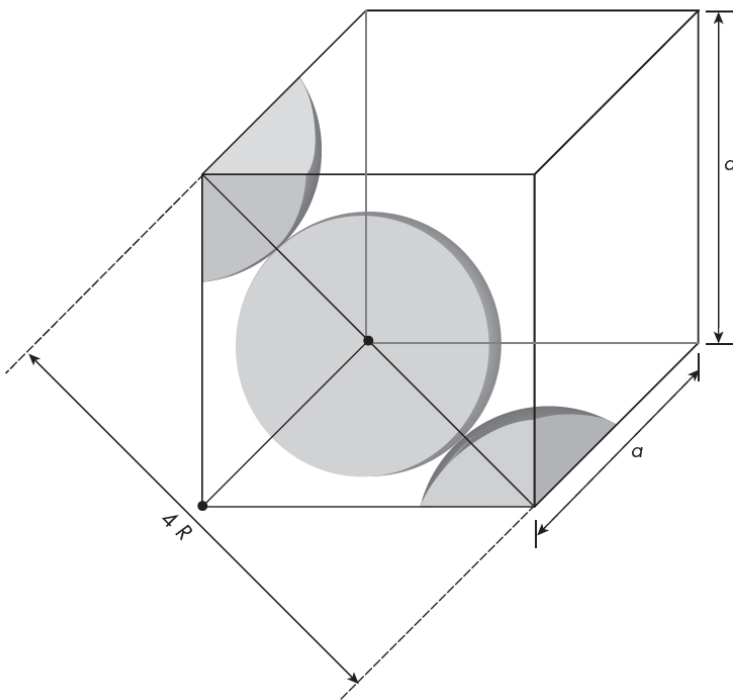


## Unidad 6 - SOLUCIONARIO

- Número de átomos: 4
- Volumen de cada átomo:  $\frac{4}{3} \pi \cdot R^3$
- Volumen de todos los átomos de la celda =  $\frac{4 \cdot 4}{3} \pi \cdot R^3 =$   
 $= \frac{16}{3} \pi \cdot R^3$
- Volumen de la celda =  $a^3$
- Cálculo de  $FEA_{(FCC)}$

$$FEA_{(FCC)} = \frac{(16/3) \pi \cdot R^3}{a^3}$$

$$FEA_{(FCC)} = \frac{(16/3) \cdot \pi \cdot R^3}{(4 \cdot R/\sqrt{2})^3} = \frac{\pi \cdot \sqrt{2}}{6} = 0,74$$



$$(4R)^2 = a^2 + a^2 = 2 \cdot a^2$$

Despejando  $a$ :

$$a^2 = \frac{(4 \cdot R)^2}{2}$$

$$a = \frac{\sqrt{(4 \cdot R)^2}}{\sqrt{2}} = \frac{4 R}{\sqrt{2}}$$

### 7. Dos piezas de aluminio se funden y se dejan enfriar de manera diferente:

-Pieza A: se enfría lentamente dentro del horno.

-Pieza B: se enfría rápidamente en agua (temple).

**Indica qué pieza tendrá un tamaño de grano más pequeño. ¿Cómo afectará ese tamaño de grano a las propiedades mecánicas? ¿En qué caso existe mayor riesgo**



## Unidad 6 - SOLUCIONARIO

### **de aparición de grietas internas? Justifica tus respuestas.**

Tamaño de grano:

La pieza B, enfriada rápidamente, tendrá granos más pequeños, porque los átomos no disponen de tiempo para formar cristales grandes.

Propiedades mecánicas:

Los granos pequeños mejoran las propiedades mecánicas:

Mayor resistencia a la deformación.

Mayor dureza.

Mejor tenacidad (absorbe mejor los impactos).

Por tanto, la pieza B será más resistente y dura que la pieza A.

Riesgo de grietas:

La pieza B también presenta más riesgo de grietas internas, ya que el enfriamiento rápido puede generar tensiones internas y deformaciones en la red cristalina.

La pieza A, al enfriarse lentamente, tiene menos tensiones y es menos propensa a agrietarse.

### **8. Supón que deseas fabricar una pieza para tu moto o bicicleta. Señala qué pasos tendrías que seguir para ablandar el acero y qué proceso de endurecimiento emplearías posteriormente. Si su composición fuese de 0,5 % de carbono, indica a qué temperatura tendrías que calentarlo para aplicarle los tratamientos térmicos.**

- Para ablandar el material hay que realizar un recocido. El proceso consiste en calentar el acero a una temperatura de unos 50 °C por encima de la curva  $A_3$  (Figura 6.7). Como nuestro acero tiene un porcentaje de carbono de 0,5 %, la temperatura aproximada a la que hay que calentarlo será de unos 850 °C.

El enfriamiento tiene que hacerse muy lentamente. Una solución es taparlo con ceniza y dejarlo ahí hasta que se enfríe (unas dos horas).

- Para el endurecimiento, se calienta a la misma temperatura, pero se enfría bruscamente, sumergiéndolo en un recipiente con aceite industrial (del que se utiliza en los motores de los coches). El enfriamiento dura unos tres o cuatro segundos.

### **9. Señala qué propiedades deberían cumplir los materiales empleados para la fabricación de los siguientes elementos: el mástil de un barco de vela, el trampolín de una piscina, un tenedor, una mesa, una silla con respaldo y el terrazo de la entrada a una cafetería.**

- Mástil de un barco de vela: además de buena resistencia mecánica (compresión y flexión), deberá soportar la humedad, el sol y los ambientes salinos con facilidad.

- Trampolín de piscina: deberá soportar bien los esfuerzos de flexión y tener algo de elasticidad; además, tendrá que ser resistente a la humedad.

- Tenedor: no podrá desprender olores ni sabores desagradables, tóxicos o venenosos. Deberá soportar esfuerzos pequeños y medianos de flexión así como resistir bien la oxidación y la corrosión.

- Mesa: deberá soportar esfuerzos de compresión, ser resistente a la humedad y otros productos, buena resistencia mecánica y resistencia al desgaste.

- Silla de respaldo: deberá tener buena resistencia mecánica porque va a estar sometida a flexión y compresión.

- Terrazo de entrada a una cafetería: deberá resistir bien el desgaste ocasionado por el tránsito de personas elevado. Por tanto, deberá ser un material duro y resistente a los impactos bruscos y lentos (buena resiliencia y tenacidad).



## Unidad 6 - SOLUCIONARIO

**10. 🌸 Busca al menos tres tipos de materiales renovables, distintos de los que aparecen en este tema, que se empleen en la fabricación de productos comerciales.**

Lana, cuero, marfil, etc.

**11. 🌸 Explica dos ventajas ambientales y una ventaja económica de reutilizar materiales de construcción (por ejemplo: vigas metálicas, ladrillos, madera o vidrio). Menciona dos posibles inconvenientes técnicos que pueden surgir al reutilizar estos materiales.**

**Relaciona tus respuestas con los ODS 11 y 12, explicando brevemente cómo esta práctica contribuye a cumplirlos.**

Ventajas:

Ambientales: se reduce la cantidad de residuos generados en las demoliciones. Se disminuye el consumo de materias primas y energía necesarias para fabricar nuevos materiales.

Económicas: Se reducen los costes de adquisición de materiales nuevos y de transporte de residuos al vertedero.

Inconvenientes técnicos:

Algunos materiales pueden presentar desgaste, corrosión o fisuras, que comprometen su resistencia.

Es necesario clasificarlos y limpiarlos cuidadosamente, lo que requiere tiempo y control técnico.

Relación con los ODS:

ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles): promueve construcciones más eficientes y responsables, reduciendo el impacto ambiental de las ciudades.

ODS 12 (Producción y consumo responsables): fomenta el aprovechamiento de recursos y la reducción de residuos mediante la reutilización de estos.

## Autoevaluación

**1. La oposición que ofrece un cuerpo a ser rayado se denomina:**

d) Dureza

**2. Un tratamiento térmico que consiste en endurecer un material, especialmente acero, por el que se obtiene una estructura martensítica de grano fino, mediante un enfriamiento brusco, recibe el nombre de:**

d) Temple

**3. ¿Cuál es el constituyente más duro y frágil del acero?**

c) Cementita

**4. Señala cuál de los siguientes términos no corresponde a un tipo de esfuerzo:**

d) Plasticidad

**5. ¿Cuál es la estructura cristalina que tiene menor densidad?**

c) Cúbica simple



## Unidad 6 - SOLUCIONARIO

**6. De un material que conserva su nueva forma una vez deformado, se dice que tiene una gran:**

d) Plasticidad

**7. Una mezcla de dos o más metales o de un metal y un no metal en estado fundido que una vez solidificado a temperatura ambiente conserva las propiedades metálicas se conoce con el nombre de:**

a) Aleación

**8. ¿Cómo se llama la propiedad de un material que es fácil de extender en láminas sin romperse?**

a) Maleabilidad

**9. El péndulo de Charpy se emplea para averiguar la propiedad mecánica siguiente:**

b) Resiliencia

**10. ¿Cuál de los siguientes tipos de ensayo no es un ensayo de dureza?**

c) Charpy

## Comprensión lectora

A lo largo de la historia, el ser humano ha empleado diversos materiales para fabricar herramientas y objetos. Desde la piedra y el cobre hasta el acero y los polímeros actuales, la elección del material ha estado siempre relacionada con las propiedades mecánicas, térmicas y eléctricas que posee.

Durante la Revolución Industrial, el desarrollo de nuevos procesos como el laminado, la fundición y la aleación permitió crear materiales más resistentes y versátiles. Hoy, gracias a la ciencia de los materiales, se diseñan compuestos que combinan ligereza, dureza y resistencia a la corrosión, utilizados en sectores como la automoción, la aeronáutica y la tecnología médica.

a) El acero es una aleación de hierro y carbono que se utiliza ampliamente en la construcción y la industria. Explica por qué el acero se considera un material de uso técnico y qué propiedades lo hacen especialmente útil.

En la actualidad, la innovación se centra en los materiales compuestos, formados por la unión de dos o más materiales diferentes. Por ejemplo, la fibra de carbono



## Unidad 6 - SOLUCIONARIO

**unida a una matriz de resina epoxi combina rigidez y bajo peso, lo que la hace ideal para fabricar bicicletas, aviones o prótesis.**

**b) Compara las propiedades de los materiales compuestos con las de los metales tradicionales. ¿Qué ventajas presentan los primeros en aplicaciones técnicas?**

### ANÁLISIS DEL ENUNCIADO

**CONTEXTUALIZACIÓN:** El texto nos sitúa en la evolución histórica de los materiales y su relación con el progreso tecnológico. Se mencionan etapas como la Revolución Industrial y la actualidad.

**CONTENIDO PARTICULAR:** El tema central es "Los materiales de uso técnico y sus propiedades". Es importante prestar atención a los términos "aleación", "propiedades" y "materiales compuestos".

**DATOS:** Se ofrecen ejemplos concretos: el acero (como aleación metálica tradicional) y la fibra de carbono (como material compuesto moderno). Ambos sirven de base para las preguntas.

**PREGUNTA:** Las cuestiones aparecen claramente introducidas por los verbos "explica" y "compara", que orientan al alumno hacia un razonamiento técnico y comparativo.

### Solución

a) El acero es un material de uso técnico porque se produce mediante procesos industriales controlados y presenta propiedades adecuadas para aplicaciones estructurales: alta resistencia mecánica, dureza, tenacidad, ductilidad y buena soldabilidad. Estas cualidades lo hacen ideal para puentes, edificios, herramientas o maquinaria.

b) Los materiales compuestos superan a los metales tradicionales en varios aspectos: son más ligeros, más resistentes a la corrosión y permiten ajustar sus propiedades según la combinación de sus componentes. Sin embargo, suelen ser más costosos y difíciles de reciclar. Por ello, se emplean en aplicaciones donde el peso y la resistencia son factores críticos, como en el transporte o la medicina.



## Actividades finales

### 1. ¿Qué son los materiales naturales, artificiales y sintéticos?

- Materiales naturales: son aquellos que se encuentran en la naturaleza.
- Materiales artificiales: son aquellos que se obtienen a partir de los materiales naturales y no han sufrido transformación previa.
- Materiales sintéticos: se fabrican a partir de materiales artificiales.

### 2. ¿Son mejores los materiales naturales, los artificiales o los sintéticos? ¿Por qué?

El término «mejor» es muy relativo, ya que depende de la aplicación a la que se destine el producto que tiene ese material.

- Los productos naturales, generalmente, son baratos y tienen la ventaja de ser muy agradables al tacto, a la vista, etc., pero sus propiedades mecánicas suelen ser reducidas.
- Los productos artificiales suelen tener unas propiedades mecánicas aceptables.

Los productos sintéticos tienen unas propiedades mecánicas, ópticas y magnéticas muy buenas, pero todavía no se han conseguido unas propiedades como la de ser agradable al tacto o poseer una textura u olor tan buenas como las de los materiales naturales.

### 3. ¿Qué se entiende por propiedades ópticas de un cuerpo?

Son aquellas propiedades que señalan cómo se comporta el material del que está fabricado, cuando la luz incide sobre él.

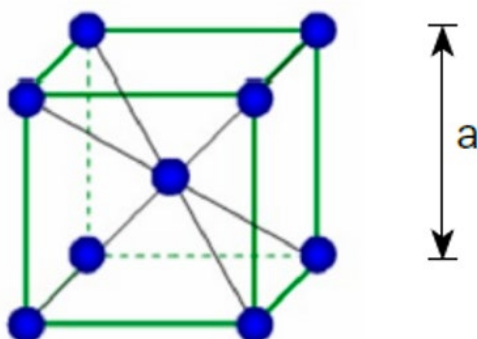
### 4. ¿En qué se diferencia el ensayo de dureza del de resiliencia?

En el ensayo de dureza se ejerce una fuerza, lentamente, mediante un diamante o bola de acero, sobre el material a analizar y se mide la huella dejada.

En el ensayo de resistencia se golpea fuertemente el material que se va a analizar mediante un péndulo, cuya energía potencial se conoce, y luego se analiza la energía gastada para romperlo.

### 5. ¿Cuáles son las tres redes de Bravais más comunes?

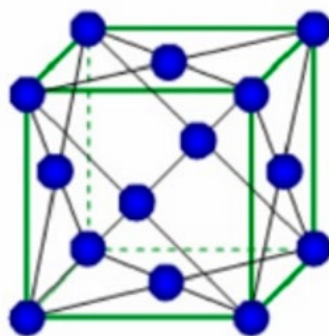
BCC (cúbica centrada en el cuerpo): Hay un átomo en cada uno de los vértices de la red cúbica y otro en el centro.



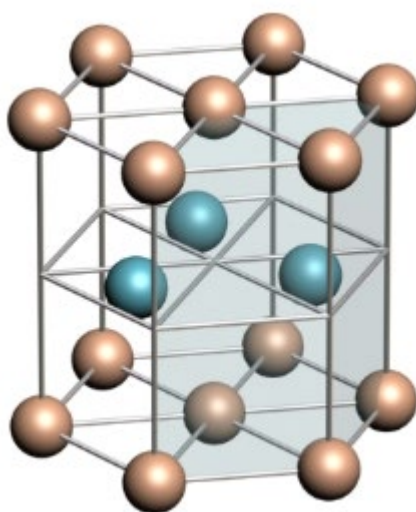
FCC (cúbica centrada en las caras): Hay un átomo en cada uno de los vértices de la red cúbica y otro en el centro de cada cara.



## Unidad 6 - SOLUCIONARIO



HCP (hexagonal compacta): Hay un átomo en cada uno de los vértices, tres en el centro, uno en la cara superior y otro en la inferior.



### 6. ¿Cuál es la influencia de la velocidad de enfriamiento durante la solidificación de los metales?

Dependiendo de la velocidad de enfriamiento del metal líquido puro, tendremos dos casos posibles:

- Velocidad de enfriamiento muy lenta (Fig. 6.4). A medida que se va extrayendo calor, los átomos se irán uniendo a los núcleos originales. También se irán formando otros núcleos, aunque la mayoría de los átomos contribuirá a un crecimiento de los núcleos ya existentes. Cuando toda la masa esté en estado sólido, tendremos unos núcleos de gran tamaño (visibles al microscopio y con una lupa potente), formando lo que se denomina granos, unidos entre sí.
- Velocidad de enfriamiento rápida (Fig. 6.5). En este caso, los átomos no tienen tiempo de moverse por la masa líquida para unirse a los núcleos existentes. Ellos mismos forman nuevos núcleos. El resultado es la existencia de muchos granos de tamaño pequeño unidos entre sí.

### 7. ¿Qué son las curvas TTT? ¿Para qué sirven?

Las curvas TTT (transformación-tiempo-temperatura) son las herramientas usadas para estudiar los tratamientos térmicos.

### 8. ¿Qué criterios se deben tener en cuenta a la hora de elegir un material para su



## Unidad 6 - SOLUCIONARIO

### **uso en una aplicación determinada?**

Se deben tener en cuenta tres criterios:

- Propiedades mecánicas, ópticas, sensoriales, térmicas, etc., que debe cumplir.
- Tipo de esfuerzo a que va a estar sometido.
- Forma que tiene el objeto y cómo van a actuar las fuerzas sobre él.

### **9. ¿Qué problemas acarrea el uso irracional de los materiales?**

Agotamiento prematuro y deterioro del medio ambiente.

### **10. 🌸 ¿Qué soluciones se pueden adoptar para evitar un agotamiento de los materiales no renovables?**

- Reducir la cantidad de material por unidad, mediante nuevos diseños.
- Reciclar el material cuando acabe su vida útil.
- Reutilizar para otras aplicaciones.

### **11. 🌸 Señala al menos tres soluciones para mantener un equilibrio entre los materiales renovables gastados y los que se van generando. Pon algún ejemplo.**

- Las soluciones pueden ser: usar menos y aprovechar más, alargando la vida útil (por ejemplo, de bolsas de papel y plástico, usándolas varias veces).
- Reciclar las materias primas para poder recuperar y fabricar nuevos materiales.

Para ello:

- Usar los folios por las dos caras (hasta que estén totalmente escritos).
- Tirarlos en contenedores de papel para su reciclado.
- Por cada árbol cortado, replantar un nuevo árbol o más.

### **12. Define qué son los residuos tóxicos industriales y qué problemas acarrear.**

Son aquellas sustancias inflamables, corrosivas, tóxicas o que pueden producir algún tipo de reacción química, originando peligros para la salud o el medio ambiente.

### **13. ¿Qué se puede hacer con los residuos tóxicos? ¿Y con los residuos inertes?**

- Residuos tóxicos:
  - Generar menos residuos en origen.
  - Reutilizar parte de los residuos en origen.
  - Tratarlos adecuadamente, mediante su neutralización y tratamiento biológico pertinente.
- Residuos inertes:
  - Incinerarlos y depositarlos en vertederos controlados.

### **14. Indica si cada uno de los siguientes objetos está fabricado con materiales naturales, artificiales o sintéticos: puerta de armario, tijeras, teja, camiseta de algodón, viga de madera, cesta de mimbre, tienda de campaña, neumáticos, zapatos, sofá, cuaderno, muro de piedra, sartén, fotografía, medias de licra, guantes de cuero, bolígrafo metálico.**



## Unidad 6 - SOLUCIONARIO

Objetos	Tipo de material
Puerta de armario	Natural
Tijeras	Artificial
Teja	Artificial
Camiseta de algodón	Natural
Viga de madera	Natural
Cesta de mimbre	Natural
Tienda de campaña	Artificial/Sintético
Neumáticos	Sintético
Zapatos	Natural/Sintético
Sofá	Natural/Artificial
Cuaderno	Natural
Muro de piedra	Natural
Sartén	Sintético + Natural
Fotografía	Sintético
Medias de licra	Sintético
Guantes de cuero	Natural + Artificial
Bolígrafo metálico	Sintético + Natural

**15. ¿Qué otras propiedades, además de las sensoriales, ópticas, térmicas, magnéticas, químicas y mecánicas conoces? Explica en qué consiste cada una.**

Acústicas, durabilidad, resistencia al ataque de bacterias y hongos, resistencia a la oxidación y corrosión, densidad, estabilidad térmica, estabilidad dimensional, humectabilidad (por ejemplo, en lentes de contacto), permeabilidad (a gases y líquidos), etc.

**16. ¿En qué se diferencia la tenacidad de la resiliencia? ¿Y de la acritud?**

- La tenacidad es la capacidad de un material para resistir los esfuerzos lentos, mientras que la resiliencia es la capacidad que tiene un material para resistir bien los esfuerzos bruscos.
- La acritud es un aumento de la dureza, resistencia y fragilidad como consecuencia de la deformación en frío.

**17. ¿Qué técnicas emplearías para detectar si una prenda es de origen natural, artificial o sintético? Anota en tu cuaderno los diferentes métodos y clasifícalos por orden de fiabilidad, explicando en cada caso el método a seguir.**

- Identificación de la etiqueta en la que figura la composición del producto textil (es obligatorio que la lleve).
- Tocando la prenda (se necesita ser un experto).

**18. Indica en tu libreta al menos tres materiales que destaquen en cada una de las propiedades que se indican a continuación:**

- Elasticidad
- Fragilidad
- Transparencia
- Dureza
- Acritud



## Unidad 6 - SOLUCIONARIO

- f) Maleabilidad
- g) Veteado
- h) Ductilidad
- i) Inoxidabilidad
- j) Plasticidad
- k) Opacidad
- l) Resiliencia

- a) Elasticidad: gomas elásticas, neumáticos, cámaras de bicicleta.
- b) Fragilidad: vidrio, cerámica, diamante.
- c) Transparencia: plásticos, vidrio y compuestos orgánicos (gafas).
- d) Dureza: diamante, acero y piedra.
- e) Acritud: acero, cobre y latón.
- f) Maleabilidad: oro, aluminio y cobre.
- g) Veteado: roble, mármol y caoba.
- h) Ductilidad: oro, cobre y aluminio.
- i) Inoxidabilidad: acero inoxidable, latón y aluminio.
- j) Plasticidad: plastilina, arcilla y acero.
- k) Opacidad: hormigón, plomo y acero.
- l) Resiliencia: acero, fundición y caucho.

### **19. Busca en Internet información acerca de los ensayos Rockwell B y C. ¿En qué se diferencian? ¿Qué significan las letras B y C?**

Un tipo de ensayo de dureza son los Rockwell. Consiste en utilizar un penetrador que se realiza una precarga y posteriormente una carga en la superficie del material. La diferencia entre las profundidades obtenidas nos dará el valor de dureza en la escala utilizada. Si el penetrador es una bola, el ensayo es de tipo B, si es un cono, es de tipo C. Se puede encontrar más información en la página:

**<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn218.html>**

**20. ✖ La actividad que os proponemos tiene como objetivo descubrir qué material, de los indicados a continuación, así como otros que podáis encontrar en vuestro entorno, es más duro. Se trataría, por tanto, de hacer una clasificación, del más duro al más blando.**

**Los materiales son: aluminio, cobre, chapa (acero suave), latón, bronce, madera, plástico, arcilla húmeda, plastilina y vidrio.**

**Para ello deberéis emplear dos métodos: el primero consistirá en golpear con la misma fuerza cada uno de los materiales indicados y ver la huella dejada. Cuanto mayor sea la huella, menor será su dureza.**

**Pero este método no es válido para todos los materiales, ya que, al golpear aquellos que son frágiles, se romperán con facilidad. En este caso deberéis utilizar la técnica de rayado: el más duro siempre raya al más blando.**

**Elaborad una presentación electrónica, con PowerPoint o similar, en la que se detalle este ejercicio con fotos de los materiales realizados por vosotros mismos.**



## Unidad 6 - SOLUCIONARIO

Esta actividad debe realizarse bajo la supervisión del docente.

### **21. ¿En qué se distingue el esfuerzo de compresión del esfuerzo de pandeo?**

El esfuerzo de compresión se da en piezas de poca longitud, mientras que el pandeo ocurre cuando la pieza es muy larga. En ambos casos, la fuerza tiende a acortar la pieza.

### **22. Observa las estanterías metálicas o de madera que hay en el aula o en la biblioteca. Cada balda está apoyada sobre soportes fijados a la pared o a una estructura vertical. ¿Qué tipo de esfuerzos mecánicos soportan las baldas y los soportes cuando se colocan libros u otros objetos encima? Explica por qué se producen esos esfuerzos.**

Esfuerzos en las baldas:

Las baldas están sometidas principalmente a un esfuerzo de flexión, porque el peso de los libros tiende a doblar la balda hacia abajo.

En la parte superior de la balda se produce compresión y en la inferior, tracción.

Esfuerzos en los soportes o escuadras:

Los soportes sufren tracción o compresión según la zona.

Los tornillos que fijan los soportes a la pared están sometidos a cortante (por el peso que intenta desplazarlos hacia abajo).

Causa:

El peso de los objetos genera una fuerza vertical hacia abajo.

La estructura (baldas y soportes) reacciona con fuerzas opuestas para mantener el equilibrio, lo que provoca los diferentes tipos de esfuerzos internos.