



RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS

INTEGRANTES DEL EQUIPO (POR APELLIDO, EN ORDEN ALFABÉTICO, MÁXIMO CINCO)	NÚMERO DE CONTROL

Intención didáctica

Identificar recursos bibliográficos disponibles en el Centro de Información del ITD que sean relevantes para el curso.

Indicaciones

1. Buscar en el catálogo electrónico del Centro de Información para localizar libros listados en la sección de bibliografía de la información del curso que se les proporcionó el primer día de clases.
2. Buscar también por palabras clave relacionadas con el curso, para ubicar recursos bibliográficos adicionales.
3. Calificar cada libro con base en la matriz de evaluación anexa, e identificar el libro que haya alcanzado la mayor puntuación.
4. Buscar en ese libro el mayor número posible de temas del curso (revisando tanto el índice temático como el índice analítico), anotando en la hoja anexa proporcionada en qué página o páginas se encuentran.

Sugerencias para el éxito de la actividad

- ★ No es tanto cuestión de cuántos libros identifiquen sino de qué tan bien los analicen para evaluarlos. Obviamente no todos los equipos pueden analizar todos los libros. Se espera un mínimo de siete libros por equipo, de los cuales al menos tres deben ser de la bibliografía proporcionada en el temario.

Matriz de evaluación

	Sobrepasa la expectativa	Cumple con la expectativa	Debajo de la expectativa	Ausente
(A) Contenido temático	El libro cubre suficientemente todos los temas principales del curso 12 puntos	El libro cubre suficientemente sólo uno de los temas principales del curso 8 puntos	El libro cubre uno o varios de los temas del curso pero de forma incompleta 4 puntos	
(B) Explicación en el texto	El libro explica ampliamente los temas, incluyendo ejemplos resueltos 6 puntos	El libro explica ampliamente los temas, pero no tiene ejemplos resueltos 4 puntos	El libro tiene explicaciones no muy amplias y no incluye ejemplos resueltos 2 puntos	El libro tiene explicaciones demasiado breves o confusas y no incluye ejemplos resueltos 0 puntos
(C) Ilustraciones	El libro tiene abundantes ilustraciones de buena calidad 3 puntos	El libro tiene suficientes ilustraciones de buena calidad 2 puntos	El libro tiene pocas ilustraciones o de baja calidad 1 punto	El libro no tiene ilustraciones 0 puntos
(D) Ejercicios adicionales	El libro incluye suficientes ejercicios adicionales al final de cada capítulo, y también incluye las respuestas a ejercicios selectos 3 puntos	El libro incluye suficientes ejercicios adicionales al final de cada capítulo, pero no incluye respuestas a ningún ejercicio 2 puntos	El libro incluye sólo unos pocos ejercicios adicionales al final de cada capítulo 1 punto	El libro no incluye ejercicios al final de cada capítulo 0 puntos
(E) Fecha de publicación	El libro fue publicado hace menos de 10 años 3 puntos	El libro fue publicado hace más de 10 años pero menos de 25 años 2 puntos	El libro fue publicado hace más de 25 años 1 punto	



Evidencias entregables

El reporte de esta actividad lleva esta hoja de instrucciones como portada y sólo se entrega un ejemplar por equipo. Una vez revisado, cada integrante del equipo deberá tener una copia para su portafolio final.

Elaborar una tabla (como la mostrada a continuación), en la que listen los datos bibliográficos de cada libro (autores, título, editorial, edición, año, páginas) ordenados alfabéticamente por autor, así como los datos de identificación (clave del catálogo del Centro de Información, ISBN si lo tiene), la evaluación de cada rubro (A-F), y la suma de las puntuaciones.

Datos del libro	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	Suma
Welty, Wicks y Wilson (1997). <i>Fundamentos de Transferencia de Momento, Calor y Masa</i> . 1ª edición, Ed. Noriega-Limusa, 887 pp., ISBN 968-18-1306-5.	12	6	2	2	2	24

Después de la tabla, en la hoja anexa proporcionada, anotar el libro que obtuvo la mayor puntuación, y en qué páginas se encuentran los temas del curso que pudieron localizar en dicho libro.

OPCIONAL: ☉ Elaborar un comentario crítico del libro que obtuvo mayor puntuación y del que obtuvo menor puntuación, resaltando sus fortalezas y debilidades (extensión recomendada una página).



INTEGRANTES DEL EQUIPO (EN ORDEN ALFABÉTICO POR APELLIDO)	NÚMERO DE CONTROL

DATOS BIBLIOGRÁFICOS DEL LIBRO QUE OBTUVO LA MAYOR PUNTUACIÓN:

--

EN ESTE LIBRO SE PUDO ENCONTRAR LOS SIGUIENTES TEMAS DEL CURSO:

UNIDAD	TEMA	CAPÍTULO O PÁGINAS DONDE SE ENCUENTRA
UNIDAD 1: ANÁLISIS DIMENSIONAL	1.1 Técnicas de análisis dimensional	
	1.2 Grupos adimensionales y correlaciones	
	1.3 Similitud y principios de escalamiento	
UNIDAD 2: TRANSFERENCIA DE MOMENTUM	2.1 Mecanismos de transferencia de momentum	
	2.2 Transporte viscoso	
	2.3 Ley de Newton de la viscosidad	
	2.4 Reología	
	2.5 Métodos de estimación para viscosidad	
	2.6 Arrastre y sustentación	
UNIDAD 3: TRANSFERENCIA DE CALOR (parte 1)	3.1 Introducción a la transferencia de calor	
	3.2 Ley de Fourier de la conducción	
	3.3 Métodos de estimación para conductividad térmica	
UNIDAD 4: TRANSFERENCIA DE CALOR (parte 2)	4.1 Ley de Newton del enfriamiento	
	4.2 Correlaciones para transferencia de calor	
	4.3 Ley de Stefan-Boltzmann de la radiación	
	4.4 Factor de visión para transferencia de calor por radiación	
UNIDAD 5: TRANSFERENCIA DE MASA	5.1 Introducción a la transferencia de masa	
	5.2 Concentración y densidad de flujo	
	5.3 Ley de Fick de la difusión	
	5.4 Métodos de estimación para difusividad	
	5.5 Coeficientes y correlaciones de transferencia de masa	



GRUPOS ADIMENSIONALES EN INGENIERÍA QUÍMICA

INTEGRANTES DEL EQUIPO (POR APELLIDO, EN ORDEN ALFABÉTICO, MÁXIMO CINCO)	NÚMERO DE CONTROL

Intención didáctica

Familiarizarse con los grupos adimensionales más frecuentemente empleados en ingeniería química.

Indicaciones

- De la siguiente lista, seleccionar al menos tres grupos adimensionales para realizar una investigación bibliográfica sobre su importancia y aplicaciones. Pueden extender su investigación con un máximo de tres grupos adimensionales adicionales no listados. En cualquier caso, el número total de grupos investigados no debe exceder de siete.

- | | | |
|---|---|-----------------|
| ✓ Arquímedes (Ar) | ✓ Factor de fricción de Fanning (f_f) | ✓ Péclet (Pe) |
| ✓ Biot (Bi) | ✓ Fourier (Fo) | ✓ Prandtl (Pr) |
| ✓ Coeficiente de arrastre (C_D) | ✓ Froude (Fr) | ✓ Rayleigh (Ra) |
| ✓ Coeficiente de sustentación (C_L) | ✓ Graetz (Gz) | ✓ Reynolds (Re) |
| ✓ Damköhler (Da) | ✓ Grashof (Gr) | ✓ Schmidt (Sc) |
| ✓ Eckert (Ec) | ✓ Lewis (Le) | ✓ Sherwood (Sh) |
| ✓ Euler (Eu) | ✓ Mach (Ma) | ✓ Stanton (St) |
| ✓ Factor de fricción de Darcy (f_D) | ✓ Nusselt (Nu) | ✓ Weber (We) |

- (OPCIONAL) Diseñar una encuesta para sondear el nivel de familiaridad que tienen los estudiantes de la carrera con los grupos adimensionales. Aplicar su encuesta a un mínimo de 25 estudiantes entre quinto y último semestre. Mediante su encuesta, por lo menos, debe poderse discernir cuál es el número adimensional más usado, cuáles son los más conocidos, y una cuantificación del grado de familiaridad con ellos.
- (OPCIONAL) En apuntes de otras clases ©, propios o de otros compañeros de la carrera, identificar grupos adimensionales (mínimo tres, máximo cinco) que se hayan empleado en esas clases. Anexar a su reporte copia de la página correspondiente, señalando claramente el grupo adimensional, el nombre del alumno y la materia.

Sugerencias para el éxito de la actividad

- ★ El contenido de la encuesta es libre; es una oportunidad para evidenciar su creatividad ©.
- ★ Los resultados de la encuesta deben presentarse en forma condensada (es decir, en forma de gráficas o tablas).

Evidencias Entregables

El reporte de esta actividad lleva esta hoja de instrucciones como portada y su extensión máxima es de 10 páginas (sin contar lo opcional), distribuidas aproximadamente de la siguiente forma: la investigación bibliográfica de los grupos adimensionales (máximo una página por número adimensional), una de las encuestas como muestra (una página), los resultados de la encuesta (una página) y conclusiones grupales de la actividad (una página). Sólo se entrega un ejemplar del reporte por equipo. Una vez revisado, cada integrante deberá tener una copia para su portafolio final.



DATOS DE VISCOSIDADES REPORTADOS EN LA BIBLIOGRAFÍA

INTEGRANTES DEL EQUIPO (POR APELLIDO, EN ORDEN ALFABÉTICO, MÁXIMO TRES)	NÚMERO DE CONTROL

Familiarizarse con el uso de algunos nomogramas y tablas de datos de viscosidad ya disponibles en la bibliografía.

Indicaciones

1. Conseguir lo siguiente:

- ★ Nomograma para viscosidades de gases (Figura 2.32) de Perry, "Manual del Ingeniero Químico", McGraw-Hill, 7a edición.
- ★ Nomograma para viscosidades de líquidos (Figura 2.33) de Perry, "Manual del Ingeniero Químico", McGraw-Hill, 7a edición.
- ★ Nomograma para viscosidades de gases (Figura A.3-2), del libro de Geankoplis (2007) "Procesos de Transporte y Principios de Procesos de Separación", Grupo Editorial Patria, 4a edición.
- ★ Nomograma para viscosidades de gases (Figura A.3-2), del libro de Geankoplis (2000) "Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias", CECSA, 3a edición.
- ★ Tablas A.4, A.5 y A.6 del libro de Incropera y DeWitt, "Fundamentos de Transferencia de Calor", Prentice Hall.

2. Obtener la viscosidad del aire a 110 °C y 1 atm, mediante interpolación en la Tabla A.4 del libro de Incropera, y mediante los nomogramas para gases de las dos ediciones del libro de Geankoplis, y el nomograma para viscosidad de gases del Perry. En la tabla siguiente reportar los valores obtenidos (no olvidar unidades).

Incropera	Geankoplis (2007)	Geankoplis (2000)	Perry

3. Convertir los cuatro valores a micropoise y reportar en la tabla siguiente:

Incropera	Geankoplis (2007)	Geankoplis (2000)	Perry

4. Comentar acerca de la concordancia (o falta de concordancia) entre esos valores.

--



5. La mayoría de los estudiantes de ingeniería química recuerdan que la densidad del agua a temperatura ambiente es $1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$. Datos de referencia de este tipo son muy útiles. La viscosidad del agua es también un valor muy utilizado, y se suele citar a temperatura ambiente como 1 cP. Desafortunadamente, la viscosidad del agua varía bastante con la temperatura. Empleando la Tabla A.6 del libro de Incropera, obtener por interpolación la viscosidad del agua líquida (en centipoise) a cada temperatura indicada:

$T = 0 \text{ }^\circ\text{C}$	$T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$	$T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$	$T = 100 \text{ }^\circ\text{C}$

6. Expresar su opinión acerca de que se tome la viscosidad del agua como 1 cP sin tomar en cuenta el efecto de la temperatura:

7. En algunas ocasiones, una fuente de información puede cubrir cierto intervalo de temperatura, y otra fuente de información puede abarcar un intervalo diferente. Empleando el nomograma para viscosidades de líquidos del Perry y/o la Tabla A.5 del libro de Incropera, obtener la viscosidad del mercurio (en centipoise) a cada una de las temperaturas indicadas:

	$T = -25 \text{ }^\circ\text{C}$	$T = 0 \text{ }^\circ\text{C}$	$T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$	$T = 150 \text{ }^\circ\text{C}$	$T = 300 \text{ }^\circ\text{C}$
Perry					
Incropera					

8. En su opinión, ¿qué ventajas y desventajas tiene usar un nomograma o usar una tabla de valores?

NOMOGRAMA:

TABLA:

Evidencias entregables

El reporte de esta actividad consiste en esta hoja de instrucciones con el cuestionario contestado. Sólo se entrega un ejemplar del reporte por equipo. Una vez aceptado como evidencia, cada integrante del equipo deberá tener una copia para su portafolio final. Para el portafolio final de evidencias, anexar también las copias de los nomogramas y tablas empleados. En los nomogramas debe aparecer trazadas las líneas que se usaron para obtener cada valor pedido.



VIDEOS ILUSTRATIVOS DE FLUIDOS NO NEWTONIANOS

INTEGRANTES DEL EQUIPO (POR APELLIDO, EN ORDEN ALFABÉTICO, MÁXIMO TRES)	NÚMERO DE CONTROL

Intención didáctica

Familiarizar al estudiante con algunas características del comportamiento de fluidos no newtonianos.

Indicaciones

1. Buscar en diversos sitios de videos en internet para identificar videos donde se muestre el comportamiento de fluidos no newtonianos.
2. De los videos localizados, seleccionar los cinco que a criterio del equipo sean los mejores, tomando en cuenta si en el video se aprecia claramente el fenómeno observado, si se proporciona una explicación adecuada, si se compara con un fluido newtoniano, si es un experimento que se puede reproducir con facilidad, etcétera.
3. Para cada video, redactar una reseña corta (mínimo 100 palabras, máximo 250 palabras) acerca de su contenido y la opinión del equipo al respecto.

Evidencias entregables

El reporte de esta actividad lleva esta hoja de instrucciones como portada. Pueden incluir una breve investigación bibliográfica opcional sobre fluidos no newtonianos (aproximadamente dos páginas). Luego describir brevemente los criterios de búsqueda que utilizaron para encontrar sus videos (por ejemplo, sitios que visitaron, palabras clave que usaron, número aproximado de resultados).

A continuación, para cada uno de los videos seleccionados, poner el título del video, dirección en internet (link), una imagen representativa capturada del video, y la reseña elaborada por el equipo (indicar entre paréntesis el número de palabras de la reseña). Opcionalmente, pueden incluir al final del reporte una lista de direcciones en internet de videos adicionales que el equipo recomiende.

Sólo se entrega un ejemplar del reporte por equipo. Una vez aceptado como evidencia, cada integrante del equipo deberá tener una copia para su portafolio final.

Actividad complementaria (opcional)

El equipo puede producir un video y subirlo a YouTube donde se muestre el comportamiento de uno o más fluidos no newtonianos. En el video debe verse al menos uno de los integrantes del equipo realizando la demostración experimental, y los nombres de todos deben aparecer en los créditos al final. Pueden recibir ayuda de hasta dos personas extra que no estén inscritas en el curso (también dar crédito al final del video). La duración recomendada del video es uno a tres minutos, y se recomienda que proporcionen explicaciones adecuadas. El reporte de esta parte complementaria debe incluir la dirección en internet del video, la explicación de lo que se muestra, y varias imágenes representativas del video. La fecha límite para contabilizar esta actividad complementaria en los indicadores de desempeño es el viernes de la última semana de clases del semestre.



UNA DEMOSTRACIÓN DE LA LEY DE NEWTON DEL ENFRIAMIENTO

INTEGRANTES DEL EQUIPO (POR APELLIDO, EN ORDEN ALFABÉTICO, MÁXIMO TRES)	NÚMERO DE CONTROL

Intención didáctica

Comprobar experimentalmente la ley de Newton del enfriamiento, para un caso de convección libre y un caso de convección forzada.

Antecedentes

Cuando un objeto se encuentra a una temperatura diferente que el medio circundante, existe una transferencia de calor entre ellos. Newton estudió este fenómeno (aunque las teorías de la época sobre el calor y la temperatura aún no estaban bien establecidas), llegando a la conclusión de que la rapidez con la que disminuye la temperatura de un objeto caliente es proporcional a la diferencia de temperatura entre el objeto y los alrededores. En términos matemáticos:

$$-\frac{dT}{dt} = a(T - T_{\infty}) \tag{1}$$

donde T es la temperatura del objeto en cualquier tiempo t , T_{∞} es la temperatura del medio ambiente, y a es una constante[‡] con unidades de $(\text{tiempo})^{-1}$. Si la temperatura inicial del objeto (en $t = 0$) es T_0 , la ecuación diferencial se puede resolver para obtener:

$$T = T_{\infty} + (T_0 - T_{\infty})e^{-at} \tag{2}$$

Determinando la temperatura del objeto a diversos tiempos permite obtener una estimación de a . En esta versión de la actividad, que se ha simplificado para desarrollarse en casa sin necesidad de usar un termómetro, se obtendrá una estimación del valor de la constante a para convección libre y convección forzada, con base en la medición del tiempo que tarda un sistema en experimentar un cierto (aproximado) cambio de temperatura.

En esta actividad, el objeto será un recipiente (taza o vaso) inicialmente con agua hirviendo. En una ocasión se dejará enfriar por convección libre, y en una segunda ocasión se enfriará por convección forzada. Al comenzar con agua hirviendo, la temperatura inicial es conocida. La temperatura del medio ambiente se asumirá en 25 °C, y la temperatura final se asumirá a 60 °C, cuando se deja de apreciar el vapor del agua (la verdadera temperatura en la que esto ocurre depende de la temperatura y humedad del aire ambiente).

Materiales

- ★ Taza.
- ★ Cronómetro.
- ★ Agua hirviendo.

[‡] Es común que la constante sea k , pero en esta actividad se usa a para evitar confusión con la conductividad térmica.



Indicaciones

1. Calentar el agua hasta que esté en fuerte ebullición. A la presión atmosférica típica de la ciudad de Durango (0.8 bar), esto corresponde a una temperatura de ebullición de 94 °C.
2. Llenar la taza con el agua hirviendo, casi hasta el borde.
3. Colocar en un lugar donde no esté expuesta a corrientes de aire (convección libre) e iniciar el cronómetro.
4. Aproximadamente cada dos minutos, verificar si aún es visible el vapor sobre la taza. Ayuda usar un fondo oscuro para poderlo ver con más facilidad, y también soplar muy ligeramente para crear turbulencia. Si ya no es visible, detener el cronómetro y registrar el tiempo transcurrido en minutos.
5. Repetir desde el paso 1, pero en este caso crear convección forzada en el aire con un cartón o papel grueso. Verificar cada minuto si aún es visible el vapor.
6. De la ecuación (2), despejar a y calcular su valor para el caso de convección libre y el de convección forzada.

Medidas de seguridad

Tomar precauciones adecuadas para el manejo del agua hirviendo. No se recomienda usar vasos de vidrio, porque pueden romperse por la expansión térmica al entrar en contacto con el agua hirviendo.

Ejercicio complementario (opcional)

Cuando se dispone de varios datos de temperatura en función del tiempo, se puede obtener una mejor estimación de la constante de la ley de Newton aplicando regresión por mínimos cuadrados. Para ello, es necesario reacomodar la ecuación (2) a la siguiente forma:

$$\ln\left(\frac{T - T_{\infty}}{T_0 - T_{\infty}}\right) = -at \quad (3)$$

que tiene la forma de la ecuación de una línea recta con intersección cero, $y = mx$. Los siguientes datos (Rovira, 2015) corresponden a la temperatura de una taza de café, enfriándose al transcurrir el tiempo:

tiempo (min)	0	1	2	3	4	5	6	7
temperatura (°C)	75	69	65	61	58	56	54	52

Rovira, Josep (2015). "La temperatura de servicio del café". Fórum Café 60, pp. 24–27.
http://www.forumdelcafe.com/system/files/flipping_book/forumcafe_60/index.html#24/z

La referencia no especifica cuál era la temperatura ambiente; asumir 25 °C. Transformar estos datos de acuerdo a la ecuación (3), graficar en Excel y agregar una línea de tendencia recta con intersección cero. La pendiente de esa línea de tendencia, sin el signo, es el valor de la constante de la ley de Newton que mejor se ajusta a los datos.

RESPUESTA: 0.0942 min⁻¹

Evidencias entregables

El reporte de esta actividad puede ser elaborado en computadora, y lleva esta hoja de indicaciones como portada. A continuación, pueden incluir una breve investigación bibliográfica opcional sobre la transferencia de calor por convección. Después, reportar el tiempo y su cálculo de a para cada caso, evidencia fotográfica del desarrollo de la actividad, el ejercicio complementario opcional y la conclusión del equipo respecto a la actividad.



SIMULADOR DE RADIACIÓN DE CUERPO NEGRO

INTEGRANTES DEL EQUIPO (POR APELLIDO, EN ORDEN ALFABÉTICO, MÁXIMO TRES)	NÚMERO DE CONTROL

Intención didáctica

Reconocer algunas de las características de la radiación emitida por un cuerpo negro de acuerdo a la ley de Plank.

Introducción

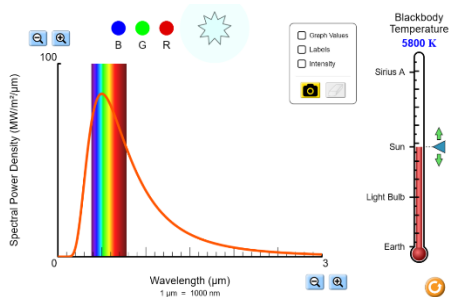
Todos los cuerpos que tienen una temperatura superior al cero absoluto emiten radiación electromagnética. La cantidad de radiación y su distribución en las diferentes longitudes de onda (espectro) dependen de la temperatura del objeto. Un cuerpo negro es un objeto ideal que absorbe toda la radiación que recibe y no refleja ni transmite nada de ella. Los cuerpos negros también emiten radiación con una distribución particular, conocida como Ley de Plank.

Instrucciones

Para esta actividad es necesario emplear el simulador “Blackbody Spectrum” de las simulaciones PhET desarrolladas por la Universidad de Colorado en Boulder.



Pueden acceder a la página principal <http://phet.colorado.edu/> y buscar el simulador por nombre, o directamente escaneando el código QR mostrado a la izquierda.



Empleando el simulador, responder el cuestionario.

Evidencias entregables

Se entrega únicamente este cuestionario, respondido por equipo. Una vez revisado, cada integrante del equipo deberá tener una copia para su portafolio final.

Cuestionario

1. Empleando el control a la izquierda del termómetro, aumenta y disminuye la temperatura. Observa la curva que representa la luz emitida. **Describe la forma de esta curva y cómo cambia al variar la temperatura.**

Respuesta:



2. En la parte superior de la pantalla hay una estrella que representa el color de la radiación emitida por el cuerpo negro. Cuando la temperatura es suficientemente baja, la estrella no se ve porque la radiación emitida está en la parte infrarroja del espectro. **Busca a qué temperatura empieza a emitir en la parte visible del espectro, es decir, la temperatura más baja en la que apenas se alcanza a notar la estrella de la parte superior de la pantalla.**

Respuesta:

3. Ahora aumenta la temperatura gradualmente. La estrella empieza a emitir luz, primero roja, y luego va cambiando de color. **Describe la secuencia de colores de la luz emitida por el cuerpo negro al aumentar la temperatura.**

Respuesta:

4. **Identifica a qué temperatura la luz de la estrella es aproximadamente blanca.**

Respuesta:

5. Activa la opción para mostrar los valores en el gráfico (graph values). En el eje horizontal, la aplicación te muestra la longitud de onda del punto más alto de la curva. **Determina qué temperatura necesita tener el cuerpo negro para que la máxima radiación emitida (el máximo de la curva) ocurra en la longitud de onda indicada en la tabla siguiente, y qué color aparenta tener la estrella en cada caso.**

Longitud de onda del máximo de emisión (μm)	2.0	1.0	0.8	0.6	0.5	0.4
Temperatura (K)						
Color aparente del objeto						

6. Regresa la temperatura a 5500 K. Observa que el color de la estrella no es el mismo que la longitud de onda correspondiente al máximo de la curva: a esta temperatura, el máximo de emisión está en $0.53 \mu\text{m}$ (530 nm), que corresponde a luz de color verde, pero la estrella se ve prácticamente blanca. **Explica por qué sucede esto.**

PISTA: ¿Qué es el color blanco?

Respuesta: