

# Guía 4



¿Por qué en la naturaleza ocurren los sucesos de una manera determinada y no de otra?

## Indicadores de Desempeño:

### Conceptuales:

- Comprende la entropía como una descripción de lo irreversible en los sistemas termodinámicos.
- Describe las máquinas térmicas como aplicaciones de la segunda ley de la termodinámica.

### Procedimental:

- Formula preguntas y posibles explicaciones sobre la segunda ley de la termodinámica.

### Actitudinal:

- Construye argumentos científicos que le permitan participar en debates sobre temas de interés general en ciencias.

## ¿CUÁLES SERÁN NUESTROS APRENDIZAJES EN ESTA GUÍA?

En el transcurso de esta guía estudiaremos que el calor se transfiere siempre de un cuerpo con mayor temperatura a uno de menor temperatura. Además, comprenderemos que el Universo tiende a un estado de orden o desorden natural.

También aprenderemos que las máquinas térmicas son aplicaciones de la termodinámica, específicamente de la segunda ley.



## Vivencia

### TRABAJO INDIVIDUAL



Ya he aprendido un poco cómo funciona la termodinámica en mi vida diaria y he comprendido acerca de la ley cero y la primera ley de la termodinámica.

1. Imagino que tengo dos recipientes: A y B. El recipiente A tiene una temperatura superior a la del recipiente B, el cual absorbe calor del A para igualar sus temperaturas como lo establece la ley cero. Sin embargo, imagino que el recipiente caliente (A) absorbe calor del (B). ¿Considero que esto es posible o que viola las leyes de la termodinámica? Escribo mi respuesta en mi cuaderno.

2. Teniendo en cuenta mis comprensiones sobre la energía, escribo en mi cuaderno si considero que la energía se puede organizar y desorganizar.

### TRABAJO EN EQUIPO

3. Socializamos con nuestros compañeros y el profesor las actividades realizadas anteriormente e intercambiamos nuevas ideas para complementar nuestras respuestas.

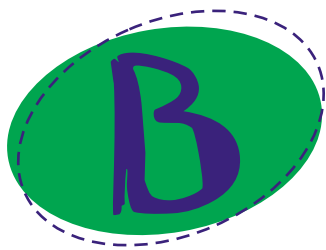
4. Analizamos la siguiente situación:

“Un vaso cae al suelo y se quiebra quedando en pedazos. Al cabo de un rato un hombre toma todos los pedazos de vidrio y trata de pegarlos nuevamente para recuperar su vaso”.

5. Escribimos en nuestros cuadernos la respuesta a las siguientes preguntas:
  - a. ¿Esta situación es un proceso reversible; es decir, es posible recuperar el vaso roto? Explicamos.
  - b. ¿Cómo consideramos que esta situación pueda tener relación con la termodinámica?

## TRABAJO CON EL PROFESOR

6. Invitamos a nuestro profesor a dirigir una plenaria para exponer nuestros argumentos y complementarlos, si es necesario.



## Fundamentación Científica

### TRABAJO EN EQUIPO

1. Leemos con atención el siguiente texto. Para ello identificamos a un compañero que hará la lectura y el resto del equipo tomará nota de las ideas relevantes e inquietudes sobre el tema.

Solicitamos a nuestro profesor estar presente en los momentos que necesitemos resolver nuestras inquietudes.

**Segunda ley de la termodinámica:  
El orden tiende al desorden**

En la guía anterior se estudiaron con detalle la ley del equilibrio térmico y la ley de la conservación de la energía, de las cuales se alcanzaron comprensiones sobre los conceptos más relevantes. Ahora se abordará la segunda ley de la termodinámica y su relación con algunos fenómenos cotidianos y de la naturaleza.

### ¿A qué se refiere la segunda ley de la termodinámica?

“Tanto la ley cero como la primera ley de la termodinámica son muy generales y, aunque absolutamente ciertas y exactas, no explican muchas realidades que

se observan siempre. Tales realidades están contenidas en la segunda ley de la termodinámica, una ley hecha sin violar las dos anteriores.”<sup>1</sup>

Tomando como ejemplo la situación expuesta en el punto 1 de la vivencia, se podría decir que esto no violaría ni la ley cero ni la primera ley de la termodinámica, siempre y cuando el recipiente con menor temperatura se enfriara para que la energía de ambos recipientes permaneciera igual. Sin embargo, sí violaría la segunda ley de la termodinámica que establece:

En la primera ley no se tienen en cuenta las pérdidas de energía de los procesos termodinámicos, que son el resultado de la ley cero y de los tipos de transferencia (abordados en la guía 2 de esta unidad): Conducción, convección y radiación; es decir, como lo establece esta ley los procesos térmicos siempre ocurren en esta dirección hasta alcanzar el equilibrio térmico y nunca en sentido contrario. Para que esto ocurra se necesitan de procesos artificiales y/o que se efectúe un trabajo.

En la primera ley no se tienen en cuenta las pérdidas de energía de los procesos termodinámicos, que son el resultado de la ley cero y de los tipos de transferencia: Conducción, convección y radiación; es decir, que al tener en contacto dos o más cuerpos a diferentes temperaturas, alcanzan el equilibrio térmico por convección, conducción o radiación.

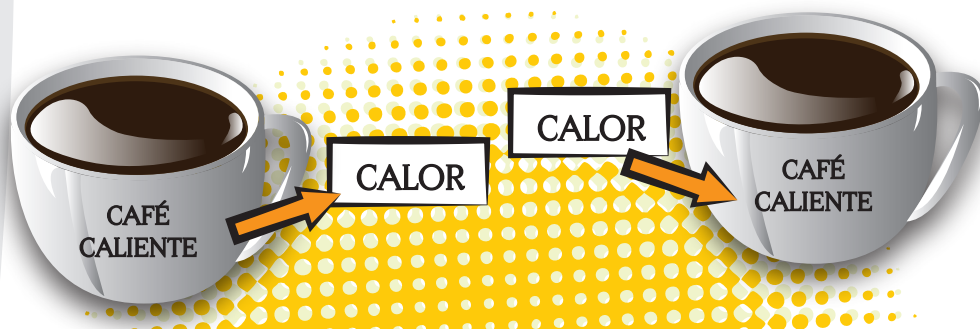


Figura 1. Si se tiene una taza de café caliente y se pone en una habitación fría, lo que se espera es que la taza de café también se enfríe; este proceso ocurre como lo explica la primera ley y la cantidad de energía que pierde el café es la misma que el ambiente gana.

Si se hace el proceso inverso; es decir, tratar de que un café se caliente más en una habitación más fría no se lograría porque la segunda ley de la termodinámica limita la dirección del calor y en la vida real esto no ocurre.

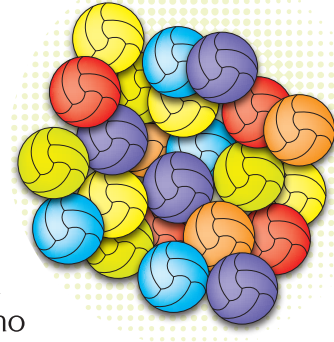
La segunda ley de la termodinámica toma la ley cero y la primera, y establece límites a en cuanto a la dirección a la cual se transfiere el calor. En ese sentido va un poco más allá de lo que impone la primera ley. Así pues, el calor siempre se transfiere del cuerpo con mayor temperatura a uno con menor temperatura.

<sup>1</sup> Ibíd

Antes de continuar, se deben clasificar los procesos termodinámicos en reversibles o irreversibles:

- a. **Proceso reversible:** Es aquel en el que un sistema puede cambiar de un estado inicial a otro final y en el cual se puede intervenir y dejar el sistema igual que al inicio. Ejemplos:
  - Evaporar agua y volver a condensarla.
  - Fundir hielo y volver a congelarlo.
  
- b. **Proceso irreversible:** Es espontáneo y se da en una dirección determinada, provocando cambios en el sistema y en el ambiente; por esa razón es irreversible y es el que ocurre en la naturaleza. Ejemplos:
  - El envejecimiento.
  - La fotosíntesis.
  - La ruptura de un vaso.
  - La erosión.

Para comprender mejor lo anterior, se puede imaginar una caja llena de pelotas, las cuales están organizadas por colores a través de unas separaciones. Sin embargo, si se quitan las separaciones de la caja las pelotas se revuelven; es decir, se desorganizan. Si estas espontáneamente (sin que nadie las toque) se organizan en la caja por colores como estaban inicialmente, se hablaría de un proceso reversible, pero esto no ocurre.



El estudio de este tipo de procesos es muy importante porque en la naturaleza los procesos son irreversibles.

### ***La entropía: El orden tiende al desorden***

Además de la dirección de los procesos termodinámicos, la segunda ley de la termodinámica asume que la energía durante sus transformaciones se va deteriorando en formas menos útiles; es decir, habla de la calidad de la energía que, a medida que va siendo utilizada se va degenerando al desperdiciarse.



Figura 2. Entropía: Del orden al desorden.

La energía organizada (útil, de alta calidad) se degrada y forma energía desorganizada (inútil o de baja calidad). En conclusión, la entropía es una medida de la cantidad de energía que no está disponible para realizar un trabajo o en otras palabras es la medida del desorden de un sistema, por ejemplo, la gasolina al quemarse en un motor de auto pierde utilidad, se desorganiza. La energía útil se degrada y ya no está disponible para realizar el mismo trabajo: Impulsar otro motor de auto.



Figura 3. Una cascada de agua que pierde energía potencial.

Una cascada de agua también es un claro ejemplo de entropía, donde el agua al caer pierde energía potencial para efectuar un trabajo o producir energía en las hidroeléctricas.

Teniendo en cuenta lo anterior, la segunda ley de la termodinámica se puede enunciar así: **En los procesos naturales, la energía de alta calidad tiende a transformarse en energía de menor calidad; el orden tiende al desorden.**

### Entonces... ¿La entropía indica lo probable?

Si se imagina una pila de monedas que se tiran al suelo, lo más probable es que unas caigan con la cara hacia arriba y otras hacia abajo, allí hay entropía o desorden; sin embargo, es posible, pero no probable, que esa pila de monedas caiga con la cara hacia arriba. Así pues, la segunda ley de la termodinámica manifiesta el curso más probable de los eventos y no el único posible.

### Aplicación de la segunda ley de la termodinámica: Las máquinas térmicas

El trabajo se puede convertir fácilmente en otras formas de energía; pero si se trata de convertir la energía en trabajo, eso no será fácil. Se concluye que el trabajo puede convertirse directamente en calor; pero, que el calor requiere de dispositivos especiales para convertirse en trabajo. Estos dispositivos se llaman máquinas térmicas y la primera máquina térmica conocida se inventó hace más de tres siglos: La máquina de vapor.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Tomado y adaptado de: Arrez, Nimsi, Rodríguez, Daniel y Vargas, Eliseo (2012). Termodinámica. IV Unidad. Segunda ley de la termodinámica. [En línea]. Recuperado de <http://termoitt.blogspot.com/>

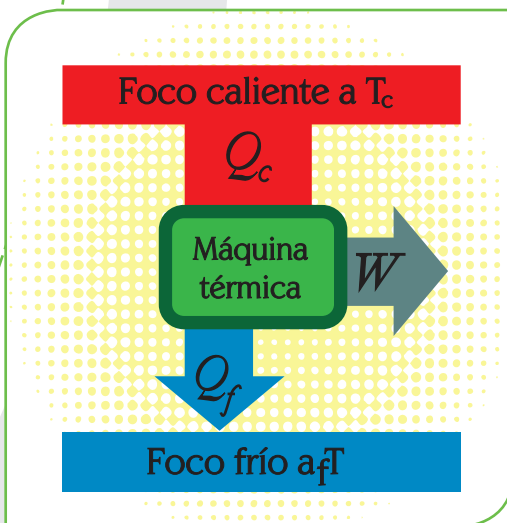


Figura 4. Máquina térmica. El calor se representa Q y el trabajo W.

Para que una máquina térmica funcione siempre se requiere que el trabajo mecánico se obtenga cuando el calor pasa de un lugar de alta temperatura a uno de baja temperatura; es decir, que sólo se puede transformar algo de calor en trabajo.

Toda máquina térmica:

- Gana calor aumentando su energía interna de un depósito de alta temperatura.
- Convierte una parte de esa energía en trabajo mecánico.
- Expulsa la energía restante en forma de calor a un depósito de menor temperatura.

Un motor a gasolina de un automóvil es un ejemplo de máquina térmica porque en la cámara de combustión se realiza la “quema” del combustible y allí, producto de esta combustión, se encuentra el depósito de energía que son los gases que se desprenden; estos gases calientes realizan un trabajo mecánico sobre el pistón y el calor restante es expulsado al ambiente a través del sistema de enfriamiento y

escape.

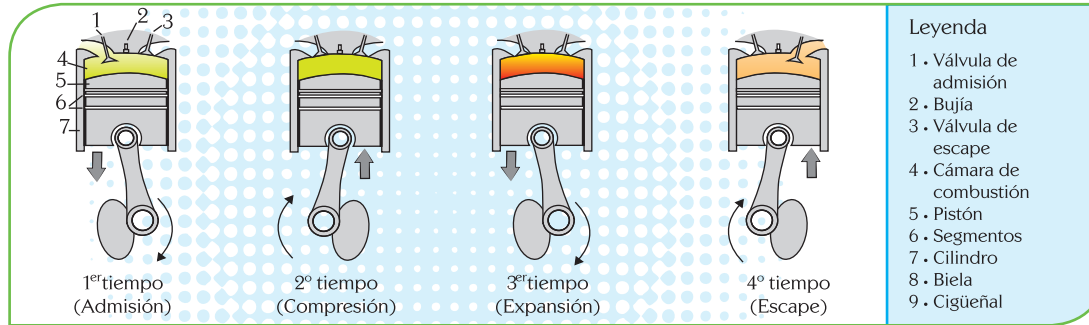


Figura 5. Motor de combustión interna 4 tiempos. Un ejemplo de máquina térmica.

Teniendo en cuenta lo anterior, la segunda ley de la termodinámica indica que las máquinas térmicas no convierten todo el calor en trabajo mecánico, sino que una parte es utilizada como trabajo y la otra es expulsada.

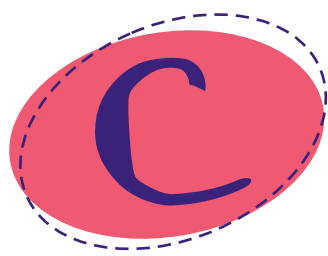
### ¡Entropía en la naturaleza!

En una cadena trófica, a medida que se sube de nivel (de productores a consumidores) se pierde progresivamente energía química; es decir, a medida que el nivel sube, el valor total de energía en la cadena es menor, pero se libera otro tipo de energía, para este caso el calor, el cual difícilmente será aprovechado.

Otros ejemplos de máquinas térmicas son:

- La máquina de vapor.
- Las turbinas de vapor.
- El motor de reacción.

2. Compartimos con nuestro profesor las comprensiones y dudas producto de la lectura.



## Ejercitación

### ¿CUÁLES HAN SIDO NUESTRAS COMPRESIONES?

#### TRABAJO EN PAREJAS

1. Analizamos el siguiente párrafo:

“La segunda ley de la termodinámica establece la dirección en la que se dan los procesos termodinámicos, indicando que el calor siempre se transfiere de un cuerpo con mayor temperatura a uno con menor temperatura y nunca al revés. Además, en esta ley se haya implícito el concepto de

entropía como la magnitud física que mide la parte de la energía que no puede utilizarse para producir un trabajo”.

2. Teniendo en cuenta lo anterior, respondemos en nuestros cuadernos las siguientes preguntas:

- a. ¿Es posible que un cuerpo como el sol con una temperatura en su superficie de aproximadamente  $6000\text{ }^{\circ}\text{C}$  absorba calor de otro cuerpo como el planeta Tierra cuya temperatura promedio es de  $15^{\circ}\text{C}$ ? Explicamos en nuestros cuadernos.
- b. ¿Se puede recolectar y almacenar el calor producido en los procesos de transformación en algún recipiente y usarlos para producir trabajo? Justificamos nuestra respuesta.

3. Observamos y analizamos el siguiente dibujo:



4. Teniendo en cuenta la imagen, explicamos en nuestros cuadernos si esta sirve como ejemplo al principio establecido en la segunda ley de la termodinámica.

### TRABAJO INDIVIDUAL

5. Leo y explico en mi cuaderno el significado de la siguiente afirmación:

“Es imposible construir un aparato que opere en un ciclo y cuyo único efecto sea transmitir calor de una fuente fría a una fuente caliente.”

6. Analizo los siguientes enunciados y explico en mi cuaderno justificando si son equivalentes a la segunda ley de la termodinámica:



- Es imposible construir un refrigerador que trabajando continuamente, extraiga calor de un cuerpo frío y lo descargue en uno caliente sin que se realice trabajo sobre el sistema.
- La dirección natural del flujo de calor va desde un cuerpo de alta temperatura a un cuerpo de baja temperatura, independientemente del tamaño de cada recipiente térmico.
- Todos los procesos espontáneos son irreversibles.
- Los hechos naturales siempre proceden en dirección del orden al desorden.

## TRABAJO CON EL PROFESOR

- Comparto con mi profesor las actividades desarrolladas y le solicito evaluar los aprendizajes adquiridos.



## TRABAJO INDIVIDUAL

- Leo cada una de las siguientes situaciones y respondo en mi cuaderno las preguntas que se derivan de cada una:



- En los sitios cálidos es frecuente el uso de ventiladores en las casas o sitios públicos para que la gente pueda refrescar sus cuerpos, ¿es posible tener el mismo efecto dejando la puerta abierta de un refrigerador eléctrico? Explico mi respuesta.

- b. Si los procesos naturales tienden a que el orden en el Universo disminuya, ¿cómo puede explicarse la evolución de los sistemas biológicos a estados de alta organización?  
-¿Este hecho viola la segunda ley de la termodinámica? Justifico mis respuestas en el cuaderno.
- c. En un refrigerador eléctrico se transfiere calor desde el interior frío a los alrededores más cálidos. ¿Por qué lo anterior va en contra de los principios de la segunda ley de la termodinámica?

2. Leo con atención el siguiente texto:

En la vida práctica el sistema puede ser una máquina con un dispositivo llamado turbina. Ésta recibe calor mediante el suministro de vapor a altas temperaturas de un inyector conectado a una caldera, que realiza trabajo al mover el eje de un generador, produce electricidad y parte del calor lo cede como agua condensada muy caliente (por un lado) y otra parte por convección y radiación al medio exterior, que es parte del medio ambiente; llamado también depósito de baja temperatura.

3. Teniendo en cuenta lo anterior, respondo en mi cuaderno las siguientes preguntas:

- a. ¿A qué ley hace referencia el caso anterior? Explico.
- b. ¿Qué aplicaciones tiene esto para mi vida cotidiana?

## TRABAJO CON EL PROFESOR

4. Comparto con mi profesor el trabajo desarrollado y le solicito evaluar las respuestas dadas a las preguntas planteadas.

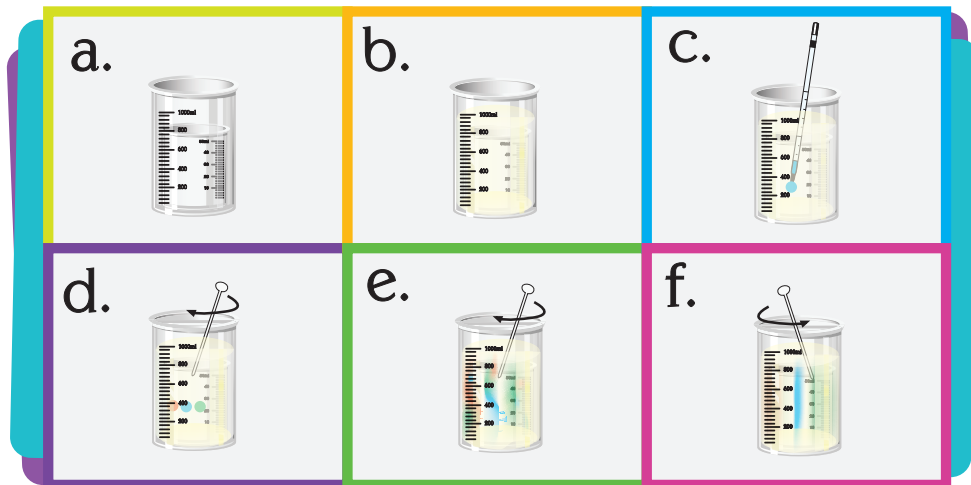


## TRABAJO EN EQUIPO

1. En compañía del profesor nos dirigimos al laboratorio de la institución o al CRA (centro de recursos de aprendizaje) y en cada sitio de trabajo reunimos los siguientes materiales:
  - Un beaker de 1000 ml o un vaso de vidrio grande con un volumen igual o superior a los 1000 ml.

- Un beaker de 50 ml o un vaso de vidrio pequeño con un volumen igual o menor a 50 ml.
- 1000 ml de glicerina.
- Tintas de diferentes colores.
- 3 Pipetas de 5 ml.
- Un agitador de vidrio.

2. Con los elementos anteriores realizamos el siguiente procedimiento<sup>3</sup> :



- Tomamos el vaso de precipitado de menor tamaño y volumen y lo introducimos dentro del vaso de vidrio de mayor tamaño.
  - Agregamos los 1000 ml de glicerina.
  - Introducimos la pipeta con tinta entre las dos paredes de ambos recipientes y formamos un punto de tinta, repetimos el mismo procedimiento para las demás tintas de distintos colores que vayamos a usar.
  - Agitamos lentamente la glicerina con la varilla de vidrio, contamos la cantidad de giros realizados en sentido de las manecillas del reloj.
  - Hacemos los giros hasta que la tinta de distintos colores se haya dispersado por todo el recipiente.
  - Por último, agitamos lentamente con la varilla de vidrio la glicerina pero esta vez en sentido contrario a las manecillas del reloj y con la misma cantidad de giros realizados en el paso anterior.
- Elaboramos en nuestros cuadernos detalladamente las respectivas observaciones del experimento.
  - Construimos algunas conclusiones sobre el experimento.
  - Teniendo en cuenta los resultados respondemos en nuestros cuadernos las siguientes preguntas:

<sup>3</sup> Tomado de: Lago Rodríguez, M (2010). ¡Oh no! ¡Este experimento parece violar la entropía del Universo! [En línea]. Recuperado de <http://naukas.com/2010/11/16/como-destruir-la-entropia-del-universo-por-un-rato-y-de-mentirijilla/>

- a. ¿El experimento contradice la segunda ley de la termodinámica en relación al concepto de irreversibilidad? Justificamos nuestras respuestas.
- b. Al agitar la glicerina con la varilla de vidrio en sentido de las manecillas del reloj hasta lograr que la tinta nuevamente se concentre en los puntos iniciales, ¿aumentó o disminuyó la entropía del sistema? Explicamos las respuestas obtenidas en conjunto.
- c. ¿Por qué al agitar la glicerina en sentido contrario, la tinta se concentra en los puntos iniciales?
- d. Inicialmente la tinta sufre un desorden pero posteriormente ésta toma un orden, ¿esto no viola la segunda ley de la termodinámica? Explicamos la respuesta.
- e. ¿El experimento está contrariando la segunda ley de la termodinámica? Justificamos conjuntamente nuestras respuestas.

### TRABAJO CON EL PROFESOR

- 6. Compartimos los resultados del experimento con el profesor y le solicitamos respetuosamente valorar el ejercicio desarrollado.

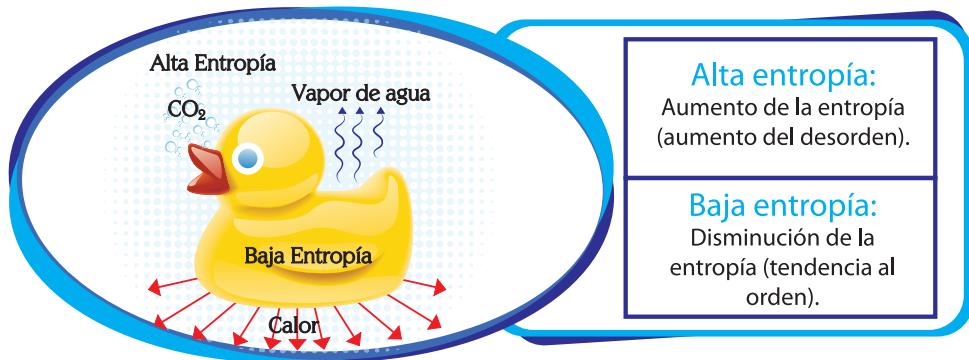
## Evaluación por competencias

A continuación me proponen resolver un conjunto de preguntas o realizar algunas actividades, que tienen como propósito identificar aquellos aspectos que muestran mis fortalezas y aquellos en los que debo reforzar, posterior al estudio de la temática propuesta en la guía.

### Preguntas de selección múltiple con única respuesta

Las preguntas de este tipo constan de un enunciado y de cuatro opciones de respuesta, entre las cuales debo escoger la que considere correcta y escribirla en mi cuaderno.

1. Analizo el siguiente dibujo para dar respuesta a las actividades planteadas:



El dibujo anterior representa la siguiente ley de la termodinámica:

- A. Primera ley de la termodinámica.
- B. Segunda ley de la termodinámica.
- C. Ley cero de la termodinámica.
- D. Tercera ley de la termodinámica.

1

2. Para que el patito de la figura anterior pueda mantener una baja entropía en todos sus sistemas debe adquirir energía del exterior, y la obtiene de:

[http://biblogcaniza.blogspot.com/2013\\_05\\_01\\_archive.html](http://biblogcaniza.blogspot.com/2013_05_01_archive.html)

- A. El sol.
- B. El agua donde nada.
- C. Los alimentos.
- D. Otros patos.

2

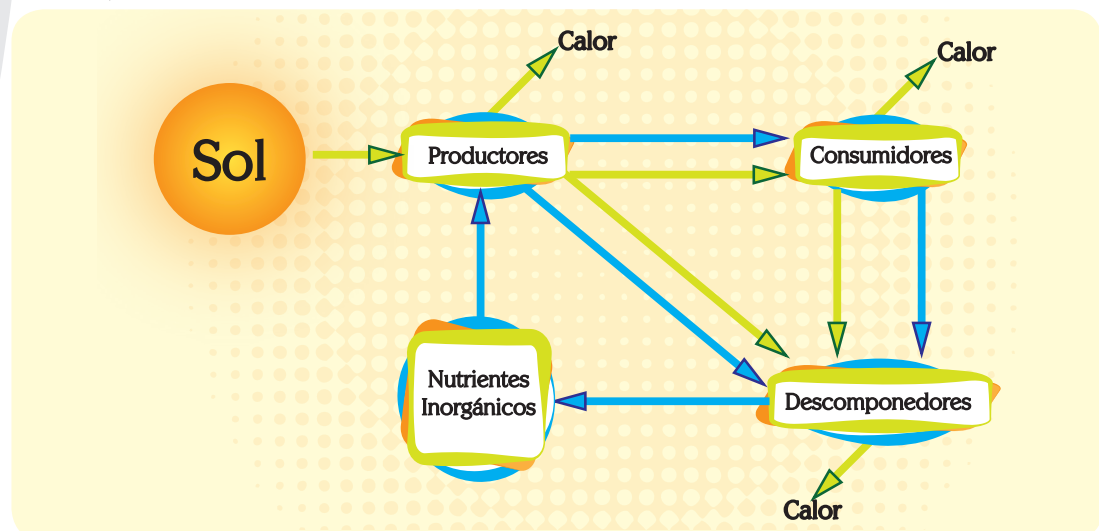
3. La siguiente figura representa el principio básico de la segunda ley de la termodinámica, el cual es:



- A. La transformación energética.
- B. El equilibrio térmico.
- C. La entropía.
- D. La entalpía.

3

4. La siguiente figura muestra la dirección de energía y nutrientes entre los componentes de una cadena alimenticia:



Teniendo en cuenta que en toda transformación energética hay una dispersión de energía que no se aprovecha porque se disipa en forma de calor, los consumidores de la cadena alimenticia que obtienen una mayor cantidad de energía disponible para sus funciones vitales son los:

- A. Herbívoros.
- B. Carnívoros.
- C. Descomponedores.
- D. Productores.

4

5. La segunda ley de la termodinámica asume que la energía durante sus transformaciones se va deteriorando en formas menos útiles; es decir, habla de la calidad de la energía que, a medida que va siendo utilizada se va degenerando al desperdiciarse:

- A. Una magnitud física que mediante un cálculo determina la parte de la energía que podemos utilizar para realizar un trabajo.
- B. Un proceso mediante el cual se puede medir la energía térmica de un cuerpo.
- C. Una magnitud vectorial que nos permite conocer la cantidad de energía.
- D. Una magnitud que mediante un cálculo determina la parte de la energía que no podemos utilizar para realizar un trabajo.

5

