



Primer Semestre

Química

Unidad 3

Temas selectos de
Química

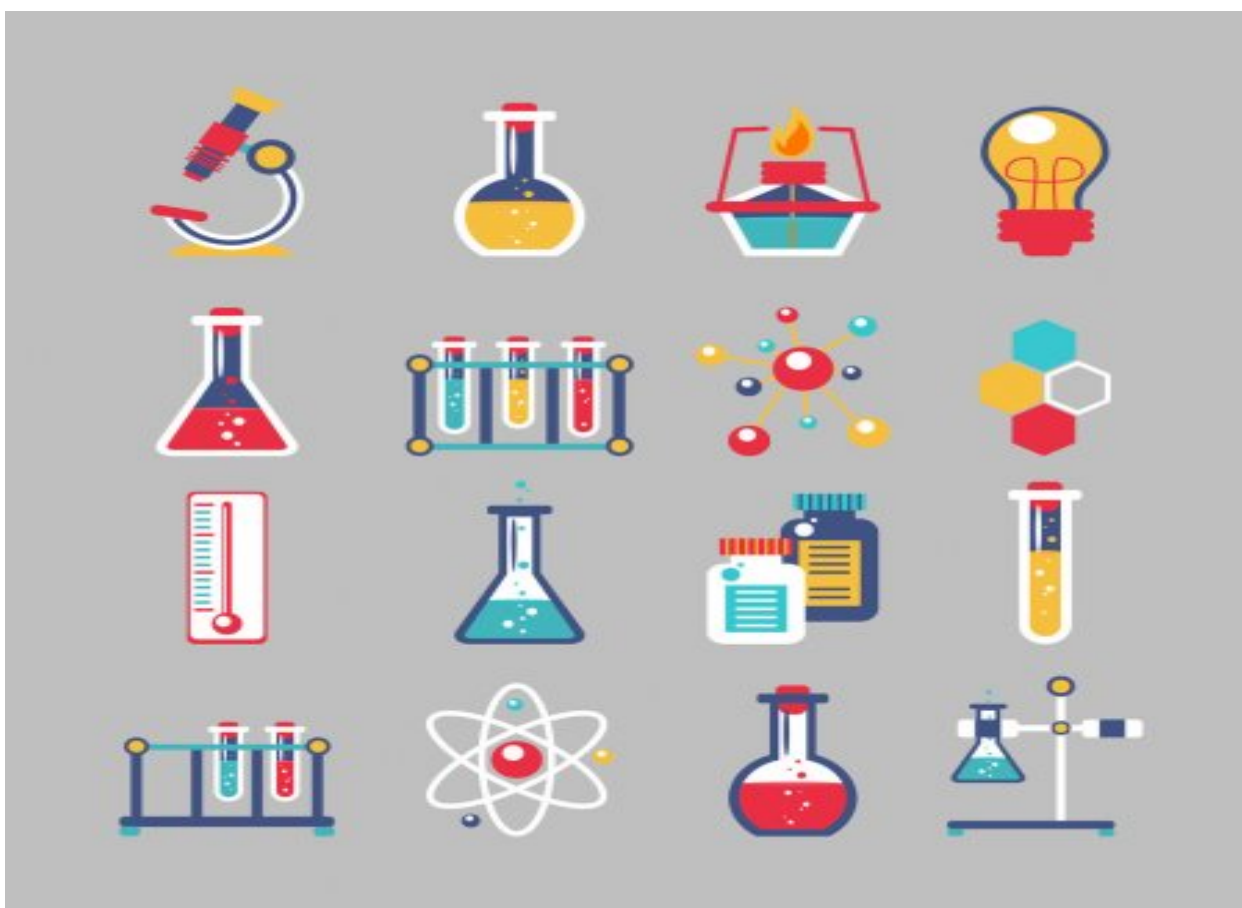
Programa desarrollado



División de Ciencias de la Salud, Biológicas y Ambientales



Temas selectos de química



La Química. Fuente: <https://sp.depositphotos.com/vector-images/qu%C3%ADmica.html>



Índice

Presentación	5
Competencia específica	7
Logros.....	7
3.1 Estados de Oxidación	8
3.1.1 Cálculo del Estado de Oxidación.....	8
3.2 Ácidos y Bases	11
3.2.1 Conceptos de Ph y POH.....	14
3.2.2 Teorías Ácido-Base	15
3.2.3 Cálculo del PH y el POH.....	17
3.2.4 Alimentos ácidos y alimentos básicos	19
3.3 Reacciones de Oxidación y Reducción.....	22
3.3.1 Definición de agente oxidante, reductor y antioxidante	23
3.3.2 Formas oxidantes y reductoras	25
3.4 Antioxidantes y Radicales libres.....	26
3.4.1 Antioxidantes naturales y sintéticos, su aplicación a la nutrición	27
3.4.2 Radicales libres y su aplicación a la nutrición	30
3.5 Elementos de Termodinámica.....	33
3.5.1 Qué es la termodinámica y su aplicación al organismo y a la nutrición	33
3.5.2 Sistemas termodinámicos aplicaciones al organismo humano y a la nutrición	34
3.5.3 Leyes de la termodinámica aplicadas al organismo y a la nutrición	39
3.5.4 Concepto de Temperatura.....	40
3.6 Sustancias puras y sus propiedades	41
3.7 Calor.....	49
3.7.1 Conceptos básicos.	49
3.8 Trabajo.....	50
3.8.1 Conceptos básicos	50



3.8.2 La equipartición de la energía. Conceptos básicos	51
3.9 Procesos Termodinámicos	52
3.9.1 Procesos reversibles e irreversibles, y espontáneos.....	52
3.9.2 Entropía, y su aplicación a la nutrición.	53
Cierre de la unidad	57
Para saber más	59
Fuentes de consulta	61



Presentación

En esta tercera unidad estudiaremos qué es la materia, así como sus propiedades, los enlaces existentes que permiten que los átomos se mantengan unidos mediante enlaces y fuerzas de atracción. A partir de ello, surgen los iónicos, los covalentes y los metálicos.

Los estados físicos de la materia, tal vez será un tema ya conocido que te permitirá reforzar tus conocimientos previos, por ejemplo, cuando se pasa del estado sólido al líquido y de este al gaseoso.

La Unidad 3 se llama *Temas Selectos de Química*, en esta unidad se estudiarán los estados de oxidación de los elementos químicos, el potencial de hidrógeno (pH) de los diferentes compuestos químicos, las reacciones de óxido-reducción y el estudio de los radicales libres, la clasificación de las sustancias, además de los diversos procesos termodinámicos sus leyes y sus aplicaciones relacionadas con la ciencia de la nutrición, además de los procesos reversibles e irreversibles como consecuencia de las leyes de la termodinámica.

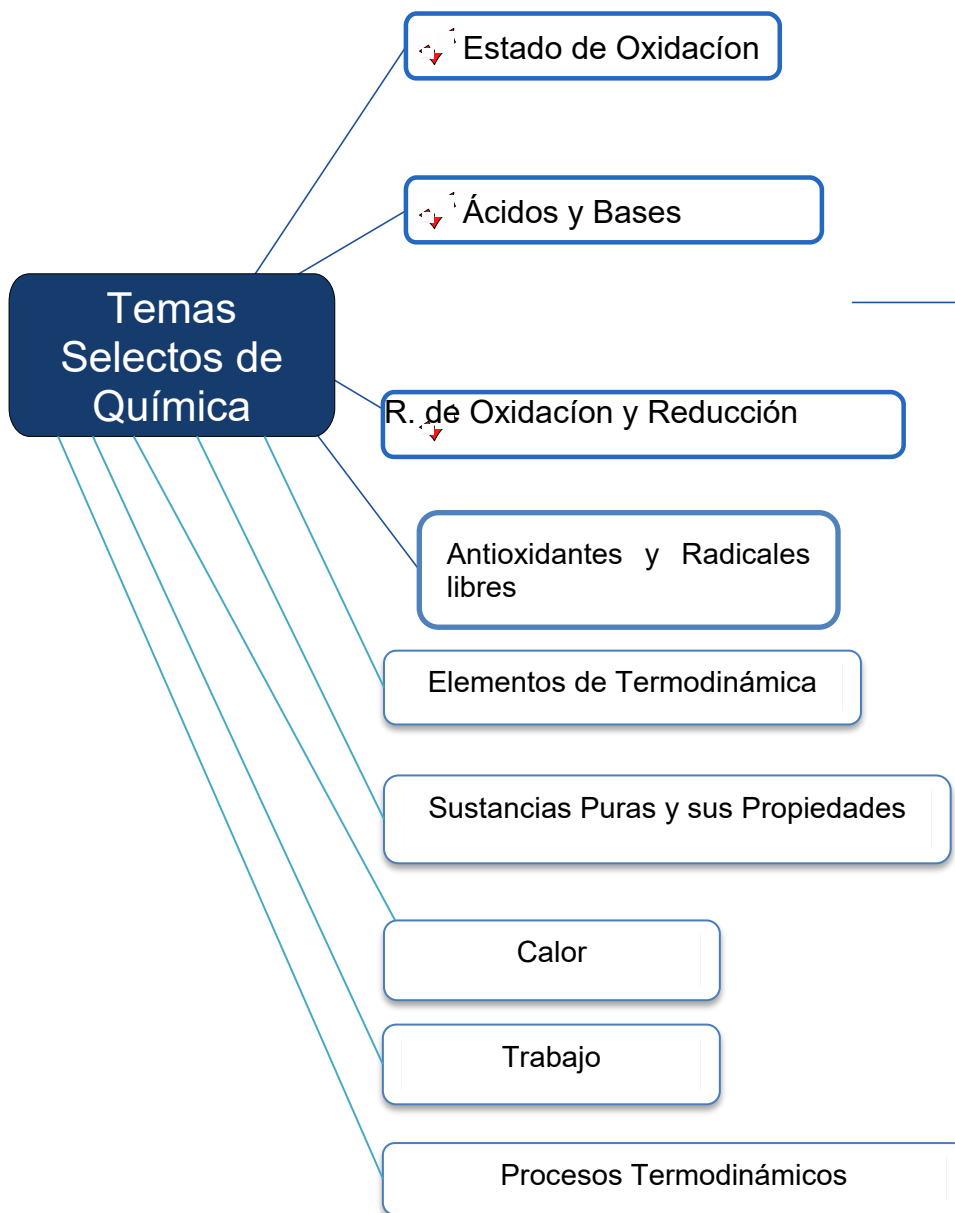


Figura 1. Estructura de la unidad 2.



Competencia específica

Distingue las diferentes reacciones, procesos y propiedades de la materia para aplicarlas al estudio de la revisión de nutrición mediante temas selectos de química.

Logros

Reconoce los compuestos orgánicos (radicales libres y antioxidantes) y su relación con la físico-química.

Identifica los compuestos ácidos y alcalinos de acuerdo con el pH y el efecto nutritivo que tienen en el organismo las reacciones de óxido reducción.

Reconoce la aplicación de la termodinámica en el campo de la nutrición.



3.1 Estados de Oxidación

En esta primera parte de la unidad 3 se presentará el concepto del estado de oxidación y posteriormente cómo se calcula, además de la importancia de conocer el estado de oxidación de un elemento químico.

El estado de oxidación es un indicador del grado de oxidación de un átomo que forma parte de un compuesto u otra especie química, es la carga neta con la cual un elemento químico se une a otro elemento químico, cuando dos o más elementos químicos se unen lo hacen con la finalidad de neutralizar la carga eléctrica que poseen, o comparten electrones para tener una estabilidad electrónica neutra o más estable.

Esta carga eléctrica hipotética que el átomo tendría si todos sus enlaces con elementos distintos fueran 100% iónicos. El estado de oxidación o estado de valencia se representa por números que pueden ser positivos, negativos o cero. La finalidad de conocer el estado de oxidación de un elemento químico es saber o conocer cuántos electrones necesita o puede compartir un elemento para ser químicamente estable. El mayor estado de oxidación conocido es +8 para los tetroxidos de rutenio, xenón, osmio, hassio y algunos complejos de plutonio, mientras que el menor estado de oxidación conocido es -4 para algunos elementos del grupo del carbono.

3.1.1 Cálculo del Estado de Oxidación.

Cuando tenemos un ejercicio de compuestos químicos primeramente necesitaremos conocer los estados de oxidación de los elementos que se encuentran en la fórmula de determinadas sustancias. Por ejemplo, para aprender a formular, balancear o antes de ajustar reacciones de oxidación-reducción. Y el cálculo es más sencillo de lo que parece.

¿Qué necesitamos saber antes de calcular el estado de oxidación?

Número de Oxidación de un elemento elemental:

- a) El estado de oxidación de un elemento en una sustancia es la carga que tendría dicho elemento si todos los electrones de cada enlace se los quedara el átomo más electronegativo. Por lo tanto, si una **sustancia es elemental** (sólo tiene átomos de un tipo de elemento, como H_2 , O_2 , Fe, etc.), el estado de oxidación de sus átomos es **0**.
- b) Los gases nobles no forman compuestos químicos y siempre aparecen como átomos independientes, por lo que su único estado de oxidación será **0**.



Numero de oxidación en los compuestos químicos:

1. Los **metales** sólo pueden tener estado de oxidación 0 (si tenemos el metal puro) o positivo, **nunca negativo**.
2. El estado de oxidación de F siempre es -1.
3. El estado de oxidación de O es -2, excepto en los peróxidos (E.O. = -1) y en el OF_2 (E.O. = +2).
4. El estado de oxidación de H es -1 si está unido única y exclusivamente a metales, +1 en caso contrario.
5. Los no metales (excepto F) pueden tener uno o más estados de oxidación positivos y un único estado de oxidación negativo.
6. Los metales alcalinos (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) siempre tienen estado de oxidación +1.
7. Los metales alcalinotérreos (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra) siempre tienen estado de oxidación +2.

Cómo calcular los estados de oxidación

Finalmente, la suma de los estados de oxidación de todos los átomos debe ser igual a la carga de la molécula. Por ejemplo, en SO_4^{2-} si sumamos el estado de oxidación del azufre y 4 veces el estado de oxidación del oxígeno debemos obtener -2. Como el E.O. del oxígeno es -2, tenemos que:

$$\text{E.O.}(\text{S}) + 4 \cdot (-2) = -2$$

$$\text{E.O.}(\text{S}) - 8 = -2$$

$$\text{E.O.}(\text{S}) = 8 - 2$$

$$\text{E.O.}(\text{S}) = +6$$

Un método más eficaz consiste en escribir la fórmula química y debajo de ella, en dos líneas, la siguiente información: en la primera, los estados de oxidación sin multiplicar por el número de átomos; en la segunda, los estados de oxidación multiplicados (las sumas de los números de esta línea deben ser igual a la carga).



	Fe_2	O_3	
E.O. SIN MULTIPLICAR	(cada átomo debe tener el E.O. igual a +3)	-2	



	$\uparrow \cdot 2$	$\downarrow \cdot 3$	
E.O. MULTIPLICADOS	(debe ser igual a +6)	-6	(la suma debe ser igual a 0)

En el Fe_2O_3 el estado de oxidación del hierro es +3.

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

	Ca	N_2	O_6	
E.O. SIN MULTIPLICAR	+2	(cada átomo debe tener el E.O. igual a +5)	-2	
	$\downarrow \cdot 1$	$\uparrow \cdot 2$	$\downarrow \cdot 6$	
E.O. MULTIPLICADOS	+2	(para que se anule con +2 y -12 aquí debe ir un +10)	-12	(la suma debe ser igual a 0)

Ca tiene E.O. +2 (es alcalinotérreo) y el E.O. de O es -2 por lo que el de N (que es el único en el que podríamos dudar) es +5.

HCO_3^- (Completa el siguiente cuadro, de acuerdo a los ejemplos anteriores).

	H	C	O_3	
E.O. SIN MULTIPLICAR	+1	+4	-2	
	$\downarrow \cdot 1$	$\uparrow \cdot 1$	$\downarrow \cdot 3$	
E.O. MULTIPLICADOS	+1	+4	-6	(la suma debe ser igual a -1)

Para aprender y comprender más te compartimos este video:

<https://www.youtube.com/watch?v=DGUCaiQPdy0>

Prueba tú a calcular los estados de oxidación de cada elemento en las siguientes sustancias: H_3PO_4 , Hg, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, NH_4^+ y CaCl_2 .



3.2 Ácidos y Bases

Cuando hablamos de ácidos y de bases, nos referimos a dos tipos de compuestos químicos, opuestos en cuanto a su concentración de iones de hidrógeno, es decir, su medida de acidez o alcalinidad, su pH. Sus nombres provienen del latín *acidus* (“agrio”) y del árabe *al-Qaly* (“cenizas”). El término “bases” es de uso reciente, antiguamente se los llamaba álcalis.

Se consideran ácidos los compuestos con un pH menor a 7.0 (equivalente al agua o término neutro). Cuando menor sea pH, mayor es el grado de acidez, siendo 0 el gradiente del ácido clorhídrico. Se consideran alcalinos aquellos compuestos con un pH mayor 7.0. Cuanto mayor sea el pH mayor es el grado de alcalinidad o pH básico/alcalino, siendo 14 el gradiente de la soda cáustica.

Tanto ácidos como bases son sustancias conocidas por la humanidad desde hace cientos de años. Sin embargo, sólo se lo pudo comprender totalmente con la formulación de la teoría atómica en el siglo XIX y la comprensión de los aspectos subatómicos de la química. En cuanto a su estructura química, los ácidos suelen constar de átomos de hidrógeno unidos a otros compuestos orgánicos e inorgánicos (por ejemplo, el ácido clorhídrico es HCl). Las bases se caracterizan por aportar iones OH^- al medio, cuando en una disolución acuosa, llevando generalmente (pero no exclusivamente) en su fórmula un grupo hidroxilo. En las industrias humanas, ambos tipos de compuestos son empleados como catalizadores de otras reacciones, o como reactivos para obtener de ellos (o de otras sustancias) diversos elementos deseados, sacando provecho a su poder reductor o cáustico.

Es común su empleo en la industria alimenticia, química, de disolventes, purificadores, medicinas, en la manufacturación de jabones o de baterías eléctricas.

Características de ácidos y bases

Tanto ácidos como bases pueden existir como líquidos, sólidos o gases, dependiendo de su temperatura. Por otro lado, pueden existir como sustancias puras o diluidas, conservando muchas de sus propiedades. Obviamente, la diferencia de pH es el rasgo más notorio de cada uno, siendo en sus variantes más extremas fuente de riesgos para la materia orgánica y poderosos catalizadores de otras reacciones. Por otro lado, tanto ácidos como bases presentan características físicas diferentes, como son:

Ácidos:

Sabor agrio, como evidencia el ácido presente en diversos frutos cítricos. Son altamente corrosivos, pudiendo generar quemaduras químicas en la piel, o daños respiratorios al inhalar sus gases. Buenos conductores de la electricidad en disoluciones acuosas.



Reaccionan con metales produciendo sales e hidrógeno. Reaccionan con óxidos metálicos para formar sal y agua.

Bases:

Presentan un sabor amargo característico, buenos conductores de la electricidad en disoluciones acuosas. Son irritantes de la piel, pues disuelven la grasa cutánea, y pueden destruir por su efecto cáustico la materia orgánica. Su respiración también es peligrosa. Poseen tacto jabonoso. Son solubles en agua.

Ácidos y bases en la vida cotidiana

La presencia de los ácidos y las bases en nuestra vida diaria es abundante, incluso sin damos cuenta de ello, por ejemplo, en el interior de las baterías de nuestros aparatos electrónicos suele haber ácido sulfúrico. Por eso cuando se estropean y vierten su contenido dentro del aparato, reaccionan con el metal de los electrodos y crean una sal blancuzca.

Por otro lado, hay ácidos suaves que manejamos a diario, como el ácido acético (vinagre), el ácido acetilsalicílico (aspirina), el ácido ascórbico (vitamina C), el ácido carbónico (presente en gaseosas carbonatadas), el ácido cítrico (presente en las frutas cítricas), o el ácido clorhídrico que nuestro estómago segrega para disolver la comida, y que llamamos “jugos gástricos”.

En cuanto a las bases, el bicarbonato de sodio es empleado para hornear, o como desodorante, así como en diversos remedios contra la acidez estomacal. Otras bases de uso común son el carbonato de sodio (detergente), hipoclorito de sodio (cloro para limpiar), hidróxido de magnesio (laxante), y el hidróxido de calcio (la cal de construcción).

Indicadores de ácidos y bases

Para distinguir entre un ácido y una base, como hemos dicho, debemos atender al nivel de pH. La mejor forma de medir el pH es mediante papel tornasol, usualmente en tiras que se pueden sumergir en la solución o apoyar en el compuesto, y observar el cambio de color que presentan.

Así, los ácidos cambiarán el color azul a rosa, el anaranjado de metilo a rojo, y en el caso de la fenolftaleína la deja incolora (o naranja si es un ácido muy fuerte). Las bases, en cambio, cambian el color rojo del papel tornasol a azul, y el de la fenolftaleína a rosado.



Reacción de neutralización

Se llama neutralización o reacción ácido-base a una reacción química que ocurre cuando se mezclan estos dos tipos de compuestos, obteniendo a cambio una sal y cierta cantidad de agua. Estas reacciones suelen ser exotérmicas (generan calor) y su nombre proviene del hecho de que las propiedades de tanto ácido como base se cancelan mutuamente.

Algunos ejemplos de ácidos y de bases son:

Ácidos:

Ácido clorhídrico (HCl)

Ácido sulfúrico (H_2SO_4)

Ácido nítrico (HNO_3)

Ácido perclórico (HClO_4)

Ácido fórmico (CH_2O_2)

Ácido brómico (HBrO_3)

Ácido bórico (H_3BO_3)

Ácido acético ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$)

Bases:

Soda cáustica (NaOH)

Hidróxido de calcio (CaOH)

Amoníaco (NH_3)

Bicarbonato de sodio (NaHCO_3)

Hidróxido de potasio (KOH)

Hipoclorito de sodio (NaClO)

Fluoruro de calcio (CaF_2)

Hidróxido de bario ($\text{Ba} [\text{OH}]_2$)

Hidróxido de hierro ($\text{Fe} [\text{OH}]_3$)

Esta reacción puede darse de cuatro formas, dependiendo de las proporciones de sus reactivos:

- 1) Un ácido fuerte y una base fuerte: el reactivo más abundante quedará en disolución respecto del otro.
- 2) Un ácido débil y una base fuerte: se obtendrá una disolución de pH básico, pues la base permanecerá en la reacción.
- 3) Un ácido fuerte y una base débil: se neutralizará el ácido y permanecerá una porción ácida en disolución, dependiendo del grado de concentración del ácido.



4) Un ácido débil y una base débil: el resultado será ácido o básico dependiendo de las concentraciones de sus reactivos.

3.2.1 Conceptos de Ph y POH

El pH

El pH es una medida de la acidez o basicidad de una solución. El pH es la concentración de iones hidronio $[H_3O^+]$ presentes en determinada sustancia. Este término fue acuñado por el químico danés Sorensen, quien lo definió como el logaritmo negativo de base 10 de la actividad de los iones hidrógeno.

El término "pH" se ha utilizado universalmente por lo práctico que resulta para evitar el manejo de cifras largas y complejas. En disoluciones diluidas, en lugar de utilizar la actividad del ion hidrógeno, se le puede aproximar empleando la concentración molar del ion hidrógeno.

Por ejemplo, una concentración de $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-7} \text{ M}$ (0,0000001) es simplemente un pH de 7 ya que: $\text{pH} = -\log [10^{-7}] = 7$

El pH típicamente va de 0 a 14 en disolución acuosa, siendo ácidas las disoluciones con pH menores a 7 (el valor del exponente de la concentración es mayor, porque hay más protones en la disolución), y básicas las que tienen pH mayores a 7. El pH = 7 indica la neutralidad de la disolución (donde el disolvente es agua).

Se considera que p es un operador logarítmico sobre la concentración de una solución: $p = -\log [...]$, también se define el pOH, que mide la concentración de iones OH^- .

Puesto que el agua está disociada en una pequeña extensión en iones OH^- y H_3O^+ , tenemos que:

$K_w = [H_3O^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$ en donde $[H_3O^+]$ es la concentración de iones hidronio, $[OH^-]$ la de iones hidroxilo, y K_w es una constante conocida como producto iónico del agua, que vale 10^{-14} .

Por lo tanto,

$$\log K_w = \log [H_3O^+] + \log [OH^-]$$

$$-14 = \log [H_3O^+] + \log [OH^-]$$



$$14 = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] - \log [\text{OH}^-]$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

Por lo que se puede relacionar directamente el valor del pH con el del pOH.

En disoluciones no acuosas, o fuera de condiciones normales de presión y temperatura, un pH de 7 puede no ser el neutro. El pH al cual la disolución es neutra estará relacionado con la constante de disociación del disolvente en el que se trabaje.

3.2.2 Teorías Ácido-Base

Existen diferentes y variadas teorías ácido-base, analizaremos las definiciones de los ácidos y bases, propuestas por: Arrhenius, y Brønsted – Lowry

Teoría de Arrhenius: Define a los ácidos y las bases de la siguiente manera.

Un ácido es una sustancia que cuando se disuelve en agua libera iones hidrógeno, H^+ .

Una base es una sustancia que al disolverse en agua, libera iones hidroxilo, OH^- .

Por ejemplo, cuando el cloruro de hidrógeno gaseoso, HCl , se disuelve en agua, se disocia en iones hidrógeno, H^+ , y iones cloruro, Cl^- :



Esta solución es lo que conocemos como ácido clorhídrico, el cual es el responsable de la digestión en el estómago.

Los ácidos orgánicos contienen el grupo carboxilo, $-\text{COOH}$, el cual libera el ion hidrógeno, H^+ . Por ejemplo, para el ácido acético, CH_3COOH , (componente principal del vinagre):



Cuando el hidróxido de sodio, NaOH , se disuelve en agua, se disocia en iones sodio, Na^+ e iones hidroxilo, OH^- :



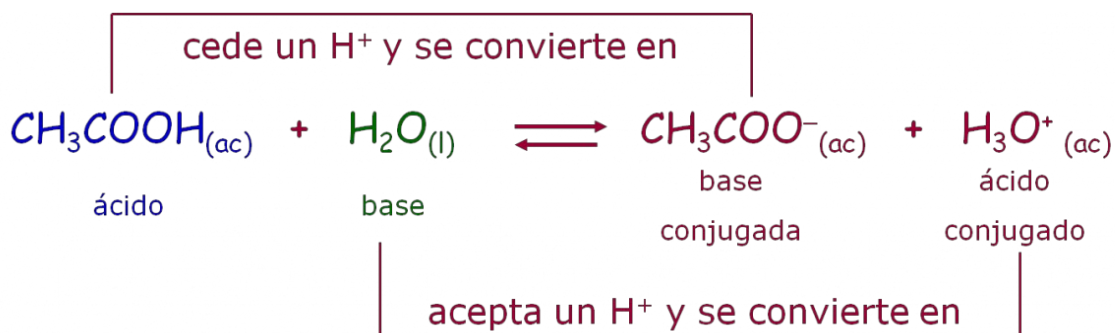
Limitaciones de la teoría de Arrhenius

La teoría de Arrhenius sólo es válida para disoluciones acuosas (no se puede utilizar para disolventes distintos del agua), las bases deben tener OH en su molécula (esta teoría no puede explicar el carácter básico de sustancias como el NH₃ o el Na₂CO₃) y los ácidos deben tener H en su molécula y al disociarse en agua dar H⁺ (los iones hidrógeno o protones, debido a su pequeñísimo radio, 10⁻¹³ cm, no existen como tales en disoluciones acuosas, sino que están fuertemente hidratados, originando iones hidronio, H₃O⁺).

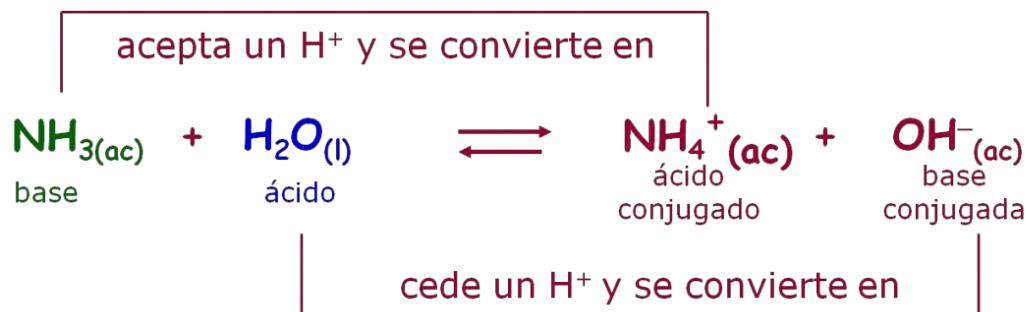
Teoría de Brönsted – Lowry

Un ácido es una sustancia (molécula o ion) que puede transferir un protón, H⁺, a otra sustancia. Una base es una sustancia que puede aceptar un protón.

Según esta teoría, cuando el ácido acético, CH₃COOH, se disuelve en agua, algunas de sus moléculas se disocian transfiriéndole un protón, H⁺, convirtiéndose en el ión acetato, CH₃COO⁻. Por su parte, el agua, H₂O, se comporta como base al aceptar el protón, H⁺, convirtiéndose en el ion hidronio, H₃O⁺:



La teoría de Brönsted – Lowry permite ampliar el rango de sustancias que pueden clasificarse como bases (porque aceptan H⁺), por ejemplo el amoníaco, NH₃:



A una base y un ácido que difieren sólo en la presencia o ausencia de un protón, se les conoce como par conjugado ácido-base: (Reacciones reversibles)



Base conjugada: es la porción que queda de la molécula del ácido, después que transfiere el protón.

Ácido conjugado: se forma cuando el protón se transfiere a la base.

Como se puede observar, el agua puede comportarse como ácido en algunos casos y en otros como base, este fenómeno se conoce como **anfótero**, por eso se dice que el agua es un anfótero.

3.2.3 Cálculo del PH y el POH

Medida del pH

El valor del pH se puede medir de forma precisa mediante un potenciómetro (Figura 1), también conocido como pH-metro, un instrumento que mide la diferencia de potencial entre dos electrodos: un electrodo de referencia (generalmente de plata/cloruro de plata) y un electrodo de vidrio que es sensible al ion hidrógeno.



Figura1. Imagen de un potenciómetro. Fuente:

https://www.taringa.net/+apuntes_y_monografias/potenciometro-ph-metro-y-mas_12nzc

También se puede medir de forma aproximada el pH de una disolución empleando indicadores, ácidos o bases débiles que presentan diferente color según el pH. Generalmente se emplea papel indicador figura 2, que se trata de papel impregnado de una mezcla de indicadores. Algunos compuestos orgánicos que cambian de color en función del grado de acidez del medio en que se encuentren se utilizan como indicadores cualitativos para la determinación del pH. El papel de litmus o papel tornasol es el indicador mejor conocido. Otros indicadores usuales son la fenolftaleína y el naranja de metilo.



Figura 2. Papel indicador o papel pH.

A pesar de que muchos potenciómetros tienen escalas con valores que van desde 1 hasta 14, los valores de pH pueden ser menores que 1 y mayores que 14. Por ejemplo, el ácido de batería de automóviles tiene valores cercanos de pH menores que uno, mientras que el hidróxido de sodio 1 M varía de 13,5 a 14.

Un pH igual a 7 es neutro, menor que 7 es ácido y mayor que 7 es básico a 25 °C. A distintas temperaturas, el valor de pH neutro puede variar debido a la constante de equilibrio del agua (K_w).

La determinación del pH es uno de los procedimientos analíticos más importantes y usados en ciencias tales como química, bioquímica y la química de suelos. El pH determina muchas características notables de la estructura y actividad de las biomacromoléculas y, por tanto, del comportamiento de células y organismos.



En 1909, el químico danés Sorensen definió el potencial hidrógeno como el logaritmo negativo de la concentración molar (más exactamente de la actividad molar) de los iones hidrógeno. Esto es:

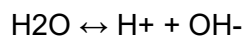
$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

El pOH

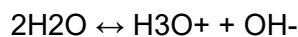
El pOH se define como el logaritmo negativo de la actividad de los iones de hidróxido. Esto es, la concentración de iones OH^- :

$$\text{pOH} = -\log_{10}[\text{OH}^-]$$

En soluciones acuosas, los iones OH^- provienen de la disociación del agua:



o también,



Por ejemplo, una concentración de $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-7} \text{ M}$ (0,0000001 M) es simplemente un pOH de 7 ya que: $\text{pOH} = -\log[10^{-7}] = 7$

Al igual que el pH, típicamente tiene un valor entre 0 y 14 en disolución acuosa, siendo ácidas las disoluciones con pOH mayores a 7, y básicas las que tienen pOH menores a 7.

Por lo tanto,

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

3.2.4 Alimentos ácidos y alimentos básicos

El pH y los Alimentos

Los alimentos se clasifican como ácidos o alcalinos de acuerdo al efecto que tienen en el organismo humano después de la digestión y no de acuerdo al pH que tienen en sí mismos. Es por esta razón que el sabor que tienen no es un indicador del pH que generaran en nuestro organismo una vez consumidos. Muchas veces un alimento de sabor ácido tienen un efecto alcalino, por ejemplo, las frutas cítricas; el limón es alcalino porque los minerales que deja en el cuerpo después de la digestión ayudan a eliminar iones de hidrogeno y disminuir la acidez del cuerpo. El metabolismo personal también juega un rol determinante



en este sentido. Por ejemplo, ciertas frutas que contienen ácidos orgánicos, como el tomate y los cítricos a pesar de que normalmente crean un efecto alcalino, en algunas personas pueden dejar residuos ácidos. Esto sucede sobre todo cuando las personas tienen poca acidez en el estómago o cuando tienen mal funcionamiento de la tiroides.

Clasificación del pH de Algunos Alimentos de Acuerdo con el efecto que Tienen en el Organismo:

La siguiente lista no es completa, solamente incluye aquellos alimentos sobre los que la mayoría de los analistas coinciden en calificar como ácidos o alcalinos después de ser digeridos. Existe desacuerdo con respecto al pH de ciertos alimentos, debido a ello estos últimos no han sido incluidos.

- **Frutas Alcalinizantes:**

Sandía, Manzanas, Nectarinas, Naranjas, Piña, Pasas, Dátiles, Tomate, Coco fresco.

- **Vegetales Alcalinizantes:**

Brócoli, Zanahorias, Col, Coliflor, Cilantro, Berenjena. Hongos.

- **Endulzante Alcalinizantes:** Estevia.

- **Proteínas Alcalinizantes:**

Huevo (escalfado), Queso cottage, Pechuga de pollo, Tempe (fermento), Tofu (fermento).

- **Otros Alimentos Alcalinizantes:**

Vinagre de cidra de manzana, Polen de abeja, Jugo fresco de frutas, Jugo de vegetales, Lecitina, Agua mineral

- **Sazonadores y especies Alcalinizantes:**

Ajo, Canela, Curry, Jengibre, Miso, Mostaza, Sal de mar, Todas las hierbas

- **Frutas Acidificantes:**

Guindotes (ciruela pasa), Jugos procesados de frutas, Arándanos, Ciruelos

Vegetales, legumbres y frijoles

- **Acidificantes:**

Espinaca cocida, Papas (sin piel), Frijoles, Chocolate, Guisantes verdes.

- **Granos Acidificantes:**

Maíz, Avena, Centeno, Arroz blanco, Arroz integral

- **Lácteos Acidificantes:**

La mayoría de los quesos de vaca, Queso de cabra, Quesos procesados

- **Nueces Acidificantes:**

Maní, Mantequilla de maní, Nueces del Brasil, Tahini, Anacardos

- **Proteína animal Acidificante:**

Carne de res, Carne de cerdo, Mariscos, Pavo, Pollo, Carnero, Pescado

- **Alcoholes Acidificantes:**

Cerveza, Bebidas espirituosas, Alcoholes fuertes, Vino

- **Productos de harina blanca Acidificantes:**



Fideos, Macarrones, Spaghetti

- **Medicinas y químicos Acidificantes:**

Aspartamo (edulcorantes), Drogas psicotrópicas, Medicinas, Drogas químicas, Pesticidas, Herbicidas.

La Dieta Americana:

A veces se considera que los alimentos acidificantes no son saludables y esto es un error de concepto. Acidez y alcalinidad son opuestos, ambos necesarios y requerimos de ambos para lograr equilibrio en el organismo. La preferencia actual por las comidas alcalinas se debe a que la dieta americana es extremadamente acida, lo cual genera problemas de salud.

Acerca de la acidez que generan las comidas altas en grasa y azúcar algunos especialistas de la salud afirman que la acidez puede destruir los huesos, porque el organismo necesita robar minerales alcalinos de los huesos (entre ellos calcio) para disminuir el pH ácido de la sangre.

En la siguiente tabla 1. se muestran los síntomas iniciales, los síntomas intermedios, y los síntomas avanzados acerca de los efectos que causa la dieta ácida:

Tabla 1. Síntomas Identificados con pH Acido

Síntomas iniciales:	Acné, Agitación, Dolor muscular, Manos y pies fríos, Mareo, Baja energía, Dolor movable en las articulaciones, Alergias alimenticias, Sensibilidad química al mal olor y los gases, Hiperactividad, Ataques de pánico, Cólicos menstruales y premenstruales, Ansiedad y depresión premenstrual, Falta de deseo sexual, Satisfacción alimentaria, Acidez, Diarrea, Estreñimiento, Orina caliente, Orina olorosa, Dolores de cabeza, Respiración acelerada, Pulso inestable, Lengua blanca, Dificultad para levantarse de mañana, Congestión, Sabor metálico en la boca
----------------------------	---



Síntomas Intermedios:	Herpes I y II, Depresión, Pérdida de memoria, Pérdida de concentración, Migrañas, Insomnio, Perturbación de la vista, olor, sabor, oído, Asma, Bronquitis, Picazón de oído, Fiebre del heno, Hinchazón, Enfermedades virales (resfrío, gripe), Enfermedades bacterianas, Enfermedades por hongos (vaginales, pie de atleta), Impotencia, Uretritis, Cistitis, Infección urinaria, Gastritis, Colitis, Caída excesiva del cabello, Cirrosis, Endometritis, Sinusitis, Tartamudeo, Entumecimiento
Síntomas Avanzados:	Enfermedad de Crohn, Esquizofrenia, Desórdenes de aprendizaje, Enfermedad de Hodgkin, Lupus eritematoso, Esclerosis múltiple, Artritis reumática, Sarcoidosis, Tuberculosis, Escleroderma, Leucemia, Todas las otras formas de cáncer.

En la naturaleza y en el organismo se llevan a cabo frecuentemente reacciones de oxidación-reducción, como un sistema químico en constante cambio, los nutrientes consumidos tienen diversas reacciones para poder transformarse adecuadamente y así poder aprovecharse. A continuación, abordaremos el tema de reacciones oxido-reducción en el cual se estudiarán estas reacciones.

3.3 Reacciones de Oxidación y Reducción

Los carbohidratos consumidos en la alimentación son descompuestos en azúcares, como la glucosa. Este proceso se lleva a cabo en la célula, estos azúcares se oxidan, y se lleva a cabo una transferencia de electrones al O_2 . Esta ecuación es:



Aquí 48 electrones se transfieren, de los átomos de carbono en el azúcar a los átomos de oxígeno, se libera energía y prosiguen produciendo reacciones redox. Mantenerse el balance de estas reacciones es fundamental para obtener una función celular normal. Si el equilibrio se desplaza hacia alguno de los lados, puede producirse una consecuencia no deseada, por ejemplo, una enfermedad.



Los productos químicos cotidianos que podamos tener envasados para poder ser utilizados en procesos de oxidación-reducción (redox), son menos comunes que el proceso ácido-base: lejía, agua oxigenada. Sin embargo, este tipo de procesos son los más comunes en nuestra vida cotidiana: la respiración, el crecimiento, la descomposición de los alimentos, la combustión, la fermentación, la muerte. La vida, en general, se sustenta sobre una serie de complejos procesos de oxidación-reducción (redox). Igualmente, muchos procesos industriales se basan en transformaciones redox. Las pilas y las células electrolíticas, el cracking del petróleo y obtención de sus derivados, la obtención de amoníaco, ácido nítrico, sulfúrico... La industria alimentaria, con el uso de antioxidantes, supone también una parte muy importante de la manufactura de productos alimenticios. La oxidación del hierro supone un proceso que tiene muchas implicaciones económicas, de ahí el uso de pinturas para proteger las superficies metálicas de la corrosión. La química atmosférica también presenta una gran cantidad de procesos redox. Son innumerables estos procesos, en la siguiente figura 3 se presenta este proceso:

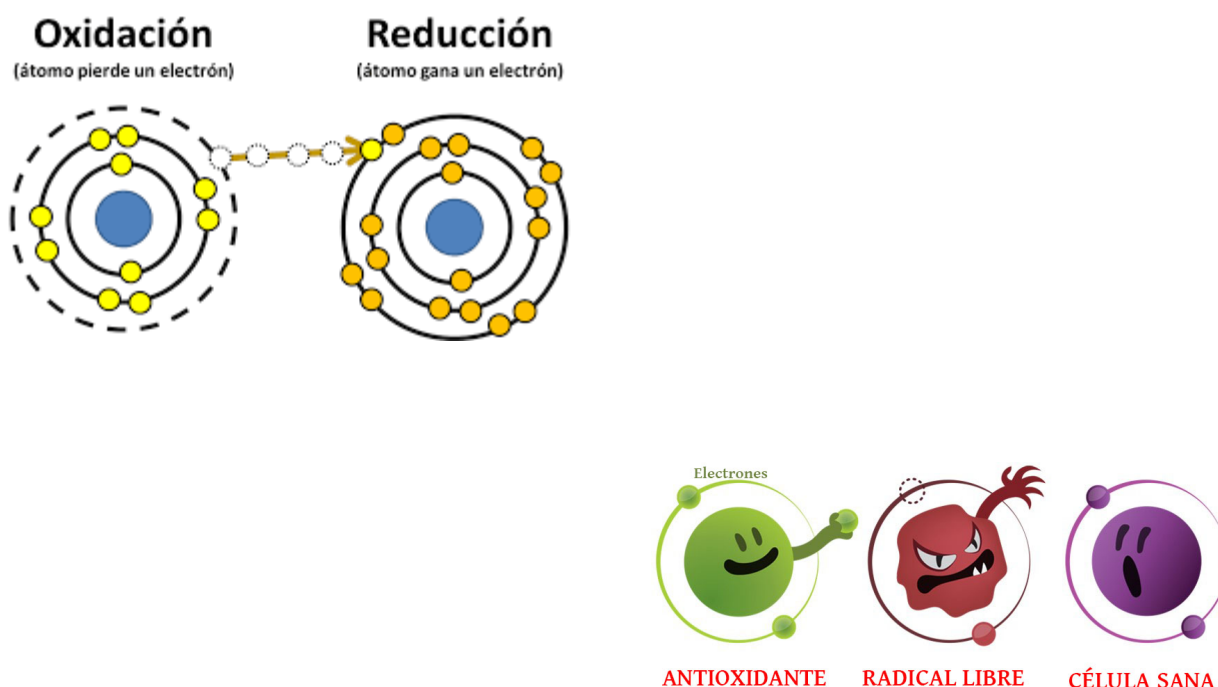


Figura 3. Reacciones de oxidación-reducción.

Fuente: <http://karencuaranlaquimica.blogspot.com/2015/10/reacciones-de-oxidacion-y-reduccion.html> y <http://cambiandovidasya.blogspot.com/2018/10/radicales-libres-el-enemigo-en-casa.html>

3.3.1 Definición de agente oxidante, reductor y antioxidante

Oxidante, o agente oxidante



Oxidantes, reductores y números de oxidación, así como las reacciones ácido-base se caracterizan por procesos de transferencia de protones, las reacciones redox se consideran como reacciones de transferencia de electrones. Por conveniencia, suele ser conveniente dividir estas reacciones en dos etapas: la de oxidación y la de reducción. Cada una de estas etapas se denomina semi reacción, y muestran explícitamente los electrones transferidos en el proceso de oxidación y en el de reducción.

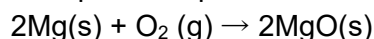
El oxígeno se considera el más común de los agentes oxidantes. Como ejemplo de estas reacciones orgánicas que involucran la transferencia de átomos destaca la combustión, que consiste en una reacción producida entre el oxígeno y algún otro material de carácter oxidable.

Una semi reacción de oxidación se refiere a aquella que implica la pérdida de electrones. Una semi reacción de reducción es aquella que implica la ganancia de electrones.

Un **agente oxidante** es una sustancia química que tiene la capacidad de sustraer electrones de otra sustancia (agente reductor) que los dona o pierde. También se conoce como agente oxidante a aquel elemento o compuesto que traspasa átomos electronegativos a otra sustancia.

En la semi reacción de oxidación el agente oxidante es reducido debido a que, al recibir electrones del agente reductor, se induce una disminución en el valor de la carga o número de oxidación de uno de los átomos del agente oxidante.

Esto puede explicarse mediante la siguiente ecuación:



Se puede observar que el magnesio (Mg) reacciona con el oxígeno (O₂), y que el oxígeno es el agente oxidante debido a que sustrae electrones del magnesio —es decir, se está reduciendo— y el magnesio se convierte, a su vez, en el agente reductor de esta reacción.

Reductor o agente reductor

Agente reductor especie química encargada de reducir a otra sustancia, ya que dona electrones y hace que otra sustancia se reduzca, al hacer esta donación de electrones esta sustancia se oxida así que podemos decir que el agente reductor es la sustancia que se oxida. En la siguiente figura 4. Se muestran las reacciones de oxidación-reducción



Figura 4. Reacciones de oxidación-reducción. Fuente: <https://es-puraquimica.weebly.com/reacciones-redox.html>

Antioxidante o agente antioxidante

Los antioxidantes son sustancias naturales o fabricadas por el hombre que pueden prevenir o retrasar algunos tipos de daños a las células. Los antioxidantes se encuentran en muchos alimentos, incluyendo frutas y verduras. También se encuentran disponibles como suplementos dietéticos. Ejemplos de antioxidantes incluyen:

- Beta carotenos
- Luteína
- Licopeno
- Selenio
- Vitamina A
- Vitamina C
- Vitamina E

Las verduras y frutas son ricas fuentes de antioxidantes. Existe amplia evidencia que el consumo de una dieta con muchas verduras y frutas es saludable y reduce riesgos de sufrir ciertas enfermedades. Pero no está claro si esto es debido a los antioxidantes, a algo más presente en los alimentos u otros factores.

3.3.2 Formas oxidantes y reductoras

En la figura 5, se muestran la forma oxidada u oxidante y la forma reducida o reductora de algún elemento químico.

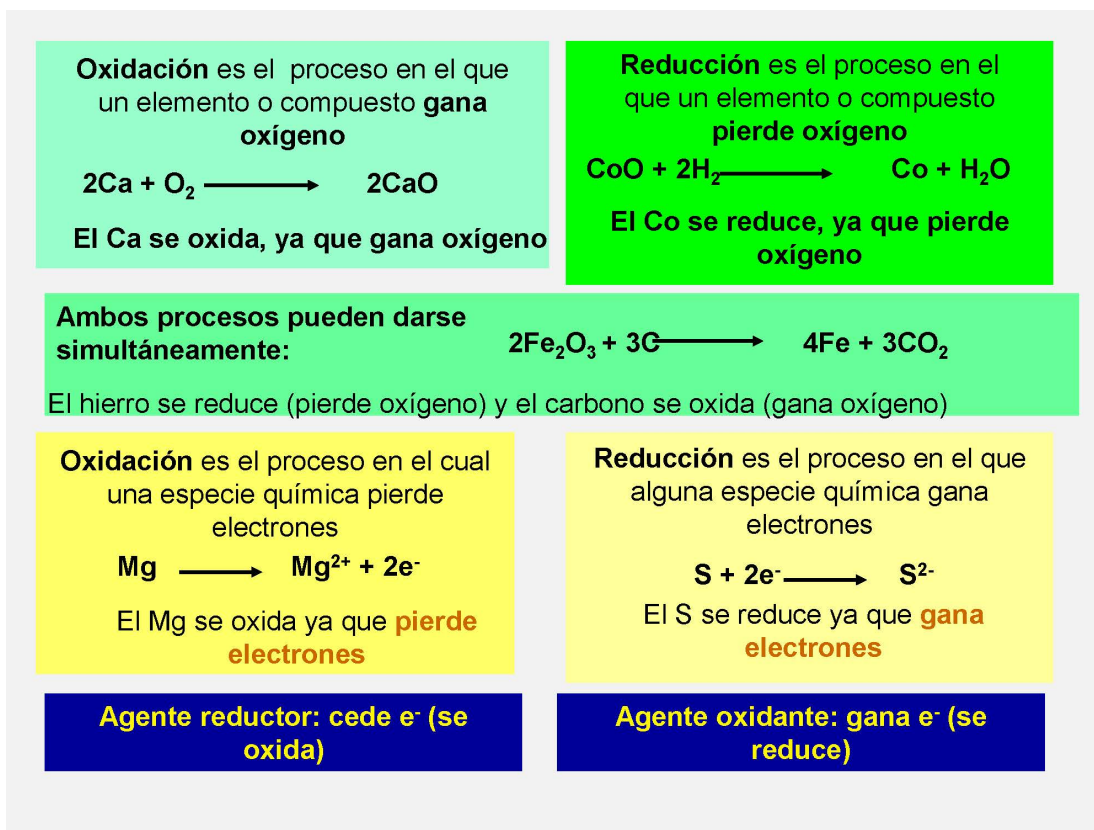


Figura 5. Formas oxidantes y reducidas. Fuente: https://www.taringa.net/+ciencia_educacion/reacciones-de-oxidacion-reduccion_12xg0z

3.4 Antioxidantes y Radicales libres

En la actualidad causa impacto entre los consumidores el denominado “mercado de la salud” que cada día se expande en el mundo, este incluye los alimentos con antioxidantes considerados alimentos funcionales y que entre otras definiciones, se pueden describir como productos alimenticios (animal o vegetal) naturales o industrializados que forman parte de la dieta diaria y que además de aportar nutrientes, tienen otros componentes bioactivos. Pueden contener ingredientes adicionales tales como fibra, vitaminas, minerales o eliminar algún compuesto (grasas saturadas o azúcares) con el fin de hacerlos más nutritivos.

En la última década se han acumulado evidencias que permiten afirmar que los radicales libres y el conjunto de especies reactivas que se les asocian juegan un papel central en nuestro equilibrio homeostático. Las reacciones químicas de los radicales libres se dan constantemente en las células de nuestro cuerpo y son necesarias para la salud, pero el proceso debe ser controlado con una adecuada protección antioxidante. Entre los antioxidantes que se ingieren por la dieta destacan las vitaminas y los compuestos fenólicos



que por diversos mecanismos neutralizan a los radicales libres. Estas especies pueden encontrarse en el plasma sanguíneo, el que puede estabilizar especies reactivas del oxígeno, previniendo reacciones que pueden generar especies aún más nocivas. Es de especial importancia su consumo moderado a través de la dieta y evitar los factores de riesgo que inducen reacciones oxidativas en nuestro organismo.

3.4.1 Antioxidantes naturales y sintéticos, su aplicación a la nutrición

Los antioxidantes se definen como aquellas sustancias que están presentes en bajas concentraciones comparada con los sustratos oxidables, que tienen como función el retardar o prevenir significativamente la oxidación de los sustratos.

Un antioxidante dietético es una sustancia que forma parte de los alimentos de consumo cotidiano y que puede prevenir los efectos adversos de especies reactivas sobre las funciones fisiológicas normales de los humanos. Las propiedades antioxidantes no sólo deben estudiarse por sus interacciones químico-biológicas, sino por su función en el deterioro oxidativo que afecta a los alimentos. Se utilizan en la industria alimentaria adicionados a las grasas u otros.

Asociado a la función antioxidante se considera el proceso de óxido-reducción que remite a dos momentos básicos: a) oxidación que implica pérdida de electrones de hidrógeno con la ganancia de oxígeno en la molécula, b) reducción que significa ganancia de electrones de hidrógeno con la pérdida de oxígeno. Así el oxidante se reduce al reaccionar con aquella molécula que oxida. Este proceso es cotidiano en el organismo humano y representa el conocido par óxido-reductor o balance redox. Es pertinente aclarar que a veces el término oxidación sólo se remite a ciertas sustancias aisladas (oxidación de grasa), pero no hay una comprensión específica de que esta denominación (oxidación) se refiere a procesos celulares, internos que conllevan la aparición de enfermedades.

Antioxidantes Naturales

En la actualidad dentro de los antioxidantes naturales más conocidos se tienen a la vitamina C, a los carotenoides, la vitamina E y más recientemente reconocidos a los flavonoides.

Dentro de los flavonoides se tienen a las antocianidinas (rojo-azulado de las fresas), catequinas (té verde y negro), citroflavonoides (naranja, que da sabor amargo a lo naranja, limón, toronja), isoflavonoides (genisteína y daidzeína presentes en soya y sus derivados). Protoantocianidinas en semillas de uva y vino tinto. Las dosis normales de ingesta de flavonoides pueden ser de 20-26 mg/día contenidos en frutas y verduras (manzanas, naranjas, guayabas, uvas). Sin embargo, hay que alertar sobre el consumo excesivo que pueden representar fórmulas comerciales de antioxidantes y mezclas



herbales que se producen en gramos y no miligramos (como lo recomendado) y conducirían a problemas de toxicidad.

Taninos (polifenoles) presentes en el vino, con su característica de astringencia. No sólo son útiles a la industria alimentaria sino también en la de cosméticos.

Dentro de los Fito estrógenos se tienen Isoflavonas lignanos, flavonoides, se encuentran particularmente en las proteínas de la soya o sus derivados. Su uso más importante se asocia con la terapia de reemplazo hormonal para mujeres con síntomas de menopausia y osteoporosis durante el climaterio.

Entre los productos con antioxidantes, más consumidos, están aquellos con: vitamina E: aguacate, aceite de oliva, arroz integral, frutas secas; con vitamina C: acelgas, tomates (licopeno), todos los cítricos (limón, naranja, mandarina), además kiwi, fresa, guayaba; con β -caroteno: zanahoria, espinacas, mango, melón; con flavonoides: té verde, vino, manzana, o peras. Además, hay antioxidantes en el ajo, cebolla, ginseng, ginko, avena, sauco (gripa), hierbabuena, menta, albaca, Jamaica, chaya (Yucatán), calabacita, betabel y verdolagas. El tomate de árbol tiene una cantidad moderada de antioxidantes y el noni una cantidad elevada

Vitamina C

Las principales fuentes de la vitamina C son las frutas y verduras, y las hortalizas. Dentro de las que se conocen a las fresas, el kiwi, melón, tomate, pimiento, coles y la coliflor.

Vitamina A

Los carotenoides están formados en la naturaleza por más de 600, variedades, dentro de estos 50 son precursores de la vitamina A o Retinol, esta vitamina A se consume generalmente dentro de alimentos de origen animal, dentro de la parte grasa, la vamos a encontrar en la carne, el hígado, yema de huevo, leche, mantequilla, queso y nata. Dentro de los alimentos de origen vegetal la vamos a encontrar en frutas, verduras y hortalizas, como son las zanahorias, tomates, cítricos, calabaza, albaricoque, melón.

Vitamina E

El tocoferol es el compuesto principal de esta vitamina, corresponde químicamente a un derivado metil-6-hidroxicromano, con una cadena alifática de 16 carbonos laterales. El compuesto natural más activo es el d-alfa tocoferol, pero existen en forma natural diversos compuestos dependientes de la posición del metilo en el anillo cromano y de la cadena lateral en Qz, esta última responsable de sus propiedades liposolubles. La mejor manera de obtener los requerimientos diarios de vitamina E es consumiendo fuentes alimenticias.

La vitamina E se encuentra en los siguientes alimentos: Aceites vegetales de maíz (como los aceites de germen de trigo, girasol, cártamo, maíz y soya). Nueces (como las almendras,



el maní y las avellanas). Semillas (como las semillas de girasol). Hortalizas de hoja verde (como las espinacas y el brócoli). Cereales fortificados para el desayuno, jugos de frutas, margarinas y productos para untar enriquecidos. Enriquecidos o fortificados quiere decir que a los alimentos les han agregado las vitaminas. Verifique esto en la tabla de información nutricional en la etiqueta del alimento. Fortificados significa que los alimentos tienen vitaminas agregadas. Verifique la información nutricional en la etiqueta. Los productos hechos de estos alimentos, como la margarina, también contienen vitamina E.

Flavonoides

Los flavonoides son compuestos fenólicos constituyentes de la parte no energética de la dieta humana. Se encuentran en vegetales, semillas, frutas y en bebidas como vino y cerveza. Se han identificado más de 5.000 flavonoides diferentes. Aunque los hábitos alimenticios son muy diversos en el mundo, el valor medio de ingesta de flavonoides se estima como 23 mg/día, siendo la quercitina el predominante con un valor medio de 16 mg/día. En un principio, fueron consideradas sustancias sin acción beneficiosa para la salud humana, pero más tarde se demostraron múltiples efectos positivos debido a su acción antioxidante y eliminadora de radicales libres. Aunque diversos estudios indican que algunos flavonoides poseen acciones pro oxidantes, éstas se producen sólo a dosis altas, constatándose en la mayor parte de las investigaciones la existencia de efectos antiinflamatorios, antivirales o antialérgicos, y su papel protector frente a enfermedades cardiovasculares, cáncer y diversas patologías.

Los flavonoides son pigmentos naturales que protegen al organismo del daño producido por agentes oxidantes, como los rayos ultravioletas, la polución ambiental, sustancias químicas presentes en los alimentos, etc. El organismo humano no puede producir estas sustancias químicas protectoras, por lo que deben obtenerse mediante la alimentación o en forma de suplementos. Están ampliamente distribuidos en plantas, frutas, verduras y en diversas bebidas y representan componentes sustanciales de la parte no energética de la dieta humana.

Antioxidantes artificiales

BHA, BHT, TBHQ Todos los antioxidantes tienen una estructura química común, consistente en un anillo aromático insaturado que contiene por lo menos un hidroxilo que funciona como donador de e - o átomos de H. En la actualidad, la mayoría de los antioxidantes utilizados en la industria alimentaria en México son los artificiales porque éstos son más eficientes que los antioxidantes naturales, es decir, que los naturales llegan a perder su efectividad durante el proceso por condiciones como el calor, pH, la fermentación y la presencia de metales, etc. lo que hace que influya en su actividad, además los antioxidantes artificiales son de bajo costo, algunos no modifican las características organolépticas del producto.



Para seleccionar el antioxidante adecuado se deben considerar los siguientes aspectos: 0. Baja toxicidad (hay compuestos muy efectivos como antioxidantes, pero demasiado tóxicos para el hombre).

1. Tipo de potencia deseada -Grasas de origen animal (tiene más radicales libres) - Los aceites vegetales
2. La capacidad de un antioxidante para ser añadido a un componente del alimento.
3. Sobrevivir al procesamiento del alimento.
4. Impartir estabilidad al producto alimenticio terminado.
5. Tendencias a la decoloración.
6. pH del producto alimenticio.
7. Sabor y olor.

Funciones:

1. De entrada la primera función de los compuestos sintéticos es la de conservar las propiedades organolépticas y a preservar la calidad nutricional del alimento.
2. Prolongan la vida útil de los alimentos industrializados.
3. Una vez introducido intencionalmente el compuesto al alimento, su función como antioxidante no detiene la formación de los radicales que se generan en la oxidación, sino que al reaccionar con ellos los estabiliza y se producen radicales del antioxidante que son menos activos.

Usos:

Principalmente como aditivos en la industria alimentaria:

1. BHA: Uso habitual en alimentos congelados y otros tipos de alimentos envasados, en carnes, mantequilla, cereales, algunos productos de panadería, cerveza, papas deshidratadas y goma de mascar.
2. BHT: Se añade a las mantecas vegetales y a los cereales.
3. TBHQ: Es el mejor antioxidante para aplicaciones de fritura y también se utiliza como conservante para aceites vegetales y muchas grasas comestibles de origen animal.

3.4.2 Radicales libres y su aplicación a la nutrición

Un radical libre es una molécula que se produce cada día en nuestro organismo como resultado de las reacciones biológicas que se producen en las células. Los radicales libres son moléculas muy reactivas, necesarias para realizar determinadas funciones y mantener el estado de salud. Diariamente se producen este conjunto de reacciones en el organismo y que se pueden englobar como “respiración celular”. Todas estas reacciones son necesarias para la vida celular, pero la producción de radicales libres a lo largo del



tiempo puede tener efectos negativos ya que alteran las membranas de las células y el material genético (ADN de la célula).

La vida biológica media de un radical libre es de microsegundos, pero tiene la capacidad de reaccionar con todo lo que esté a su alrededor provocando el daño celular. Los radicales libres se pueden formar a partir de muchas moléculas, pero los derivados de la molécula del oxígeno son los que tienen mayor importancia en patología humana.

Aunque hace ya más de medio siglo que se sabe que el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) se forma de manera natural en los seres vivos, hasta 1969 no se comenzaron a conocer los aspectos biológicos de los radicales superóxido (O_2^-) e hidroxilo (OH^-). Es bien sabido que los electrones se disponen alrededor de los núcleos de los átomos en capas perfectamente definidas que se denominan orbitales. Cada orbital contiene un máximo de dos electrones que se hallan apareados, es decir, tienen espines opuestos. La mayoría de las sustancias presentes en el organismo contienen sólo electrones apareados y suelen ser, por tanto, químicamente estables. Los radicales son especies químicas que contienen orbitales desapareados en su orbital más externo. Estos electrones desapareados les confieren una enorme reactividad química que le conducirá a interactuar rápidamente con otras moléculas.

Estos radicales pueden también reaccionar con una especie química estable. El radical puede, en este caso, cederle su electrón desapareado, tomar uno de esta molécula para aparear su electrón, o unirse a ella, en cualquiera de los tres casos la situación resultante es la génesis de otro radical químicamente agresivo. El oxígeno es una molécula básicamente oxidante, hasta el punto de que es el principal responsable de la producción de especies oxidantes en las células de metabolismo aerobio.

En el ámbito de la salud se habla con frecuencia de los “radicales libres”, este término se utiliza cuando se habla de dieta, de envejecimiento cutáneo y de diversas enfermedades, debido a la presencia de estos radicales libres es necesario que las personas al alimentarse consuman una adecuada cantidad de alimentos que contengan antioxidantes que logren neutralizar estos radicales libres.

Procedencia de los radicales libres

Los oxidantes, aunque son químicamente muy inestables y altamente tóxicos para las células, se producen en condiciones normales en el interior de éstas. Se estima que el 5% de todo el oxígeno que consumimos en las etapas finales del metabolismo oxidativo, (Se entiende por metabolismo oxidativo al proceso químico en que el oxígeno se usa para producir energía a partir de los carbohidratos. También se llama metabolismo aeróbico, respiración aeróbica y respiración celular), sigue la llamada vía univalente. Varios de los



metabolitos intermedios que se generan son radicales libres. Por tanto, el metabolismo normal es una fuente de radicales libre.

La segunda fuente de radicales libres es también endógena y está constituida por el metabolismo de los fagocitos (neutrófilos y macrófagos). Éstos están dotados de diversas enzimas líticas (proteasas, lipasas, nucleasas), así como de vías metabólicas (mieloperoxidasa en el caso de neutrófilos) que generan diversas especies químicas agresivas (peróxido de hidrógeno, radicales superóxido e hidroxilo).

Los oxidantes pueden proceder del exterior, ya sea directamente o como consecuencia del metabolismo de ciertas sustancias. De las fuentes exógenas de radicales libres, el tabaquismo es una de las más importantes. El humo del tabaco es una mezcla de sustancias entre las cuales destacan los óxidos de nitrógeno y de azufre. Otros componentes del humo del tabaco pueden interaccionar con el citocromo P450 y con el catabolismo del ácido araquidónico y de las flavonas.

Acción de los radicales libres

Las sustancias oxidantes pueden actuar sobre cualquier molécula, aunque algunas parecen ser más susceptibles que otras a la acción de los antioxidantes. Especialmente sensibles resultan los ácidos nucleicos, las proteínas y los fosfolípidos presentes en todas las membranas de las células. La interacción de los oxidantes con estas moléculas producirá en ellas una modificación estructural, que se traducirá en una alteración funcional. El efecto que producen los oxidantes en los organismos vivos se ha denominado estrés oxidativo.

Aunque el H_2O_2 no es un radical libre, tiene suficiente agresividad para ser considerado un oxidante fuerte. Este radical libre, en presencia de iones hierro (Fe) o de cobre (Cu), reacciona activamente con el radical superóxido, lo que genera los perjudiciales radicales hidroxilo ($\cdot\text{OH}$).

Lo malo no es que se generen radicales libres en el organismo, fenómeno que ocurre en situaciones normales, sino que exista un desequilibrio entre su producción y su eliminación, que es lo que determina que aparezca o no la enfermedad.

Parece que los radicales libres contribuyen de forma importante a la aparición de enfermedades tales como la arterioesclerosis, la artritis reumatoide, el enfisema, el síndrome del distrés respiratorio del adulto o los procesos isquémicos del sistema nervioso central. Es posible que en otros procesos como las enfermedades fibrosantes, el síndrome del aceite tóxico, la úlcera péptica, ciertos cánceres, e incluso el envejecimiento, intervengan los radicales libres.



3.5 Elementos de Termodinámica

3.5.1 Qué es la termodinámica y su aplicación al organismo y a la nutrición

La termodinámica es la rama de la física encargada del estudio de la interacción entre el calor y otras manifestaciones de energía.

La termodinámica ofrece un aparato formal aplicable únicamente a estados de equilibrio, todo sistema tiende a evolucionar y se caracteriza porque en el mismo todas las propiedades del sistema quedan determinadas por factores esenciales y no por influencias externas previamente aplicadas. Estos estados terminales de equilibrio son, independientes del tiempo, y todo el aparato formal de la termodinámica, todas las leyes y variables termodinámicas se definen de tal modo que podría decirse que un sistema está en equilibrio si sus propiedades pueden describirse consistentemente empleando las leyes de la termodinámica.

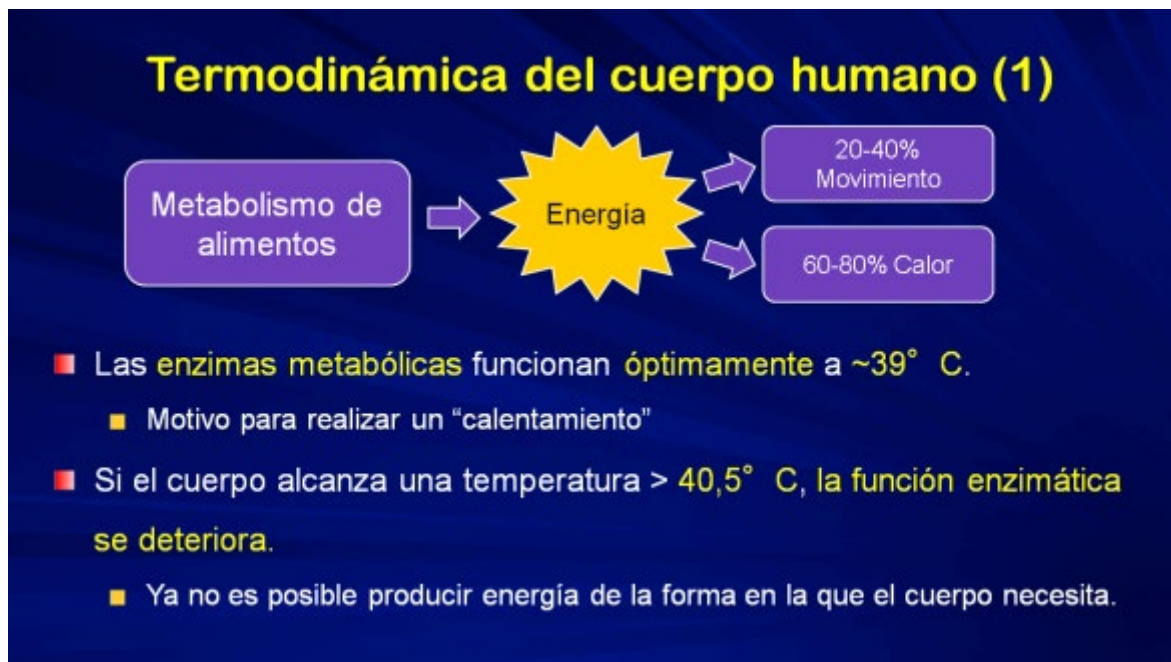


Figura 6. Fuente: <http://eatthisroot.blogspot.com/2015/01/316-termodinamica-del-cuerpo-humano.html>

El cuerpo humano puede ser considerado como un sistema termodinámico abierto, que debe mantener su temperatura constante de 37°C , a pesar de encontrarse en un entorno



de temperatura generalmente inferior. Por otra parte, está continuamente intercambiando material y energía con su entorno (metabolismo), consumiendo energía para desarrollar los trabajos internos y externos del cuerpo, y para fabricar moléculas estables (anabolismo). Para todo ello necesita alimentarse ingiriendo moléculas que le aporten energía libre (nutrición) y a partir de determinadas reacciones de combustión dan lugar a productos de menor energía (catabolismo).

Es un sistema termodinámico inestable lo que provoca su evolución permanente, para que el organismo vivo pueda mantenerse en dicho estado es necesario que elimine el exceso de entropía (grado de desorden molecular de un sistema) que se produce continuamente, inherente a los procesos vitales; circulación de la sangre, respiración, etc.

3.5.2 Sistemas termodinámicos aplicaciones al organismo humano y a la nutrición

Podemos definir sistema termodinámico como la parte del universo que es tomada como el objeto de estudio. Un sistema termodinámico puede ser una célula, una persona, el vapor de una máquina de vapor, la mezcla de gasolina y aire en un motor térmico, la atmósfera terrestre, etc.

Existen tres tipos de sistemas en termodinámico; en primer lugar nos encontramos con un sistema abierto, que es aquel que puede intercambiar energía y materia con su entorno, como por ejemplo una estufa, que intercambia calor y vapor de agua en el aire, el ser humano, también es considerado un sistema abierto, ya que constantemente intercambia energía y materia con el entorno que lo rodea. Ejemplo en la figura 7.



Figura 7. Ejemplo de sistema abierto. Fuente:

<https://dieteticaynutricionweb.wordpress.com/2018/03/21/sistemas-termodinamicos/>

En segundo lugar tenemos los sistemas cerrados, que al contrario que los sistemas abiertos, solo pueden intercambiar energía (calor y trabajo) y no materia, su masa permanece constante, por ejemplo, cuando ponemos una tapa muy bien ajustada sobre una olla, se podría decir que es un sistema cerrado.

Por último, nos encontramos con los sistemas aislados, que son los que no pueden intercambiar ni materia ni energía con su entorno. Es difícil encontrarse con un sistema aislado perfecto, pero, por ejemplo, en la figura 8, se presenta una taza térmica o termo con tapa, es similar a un sistema aislado verdadero. Los elementos en el interior pueden intercambiar energía entre sí, lo que explica porqué las bebidas se enfrían y el hielo se derrite un poco, pero intercambian muy poca energía (calor) con el ambiente exterior.

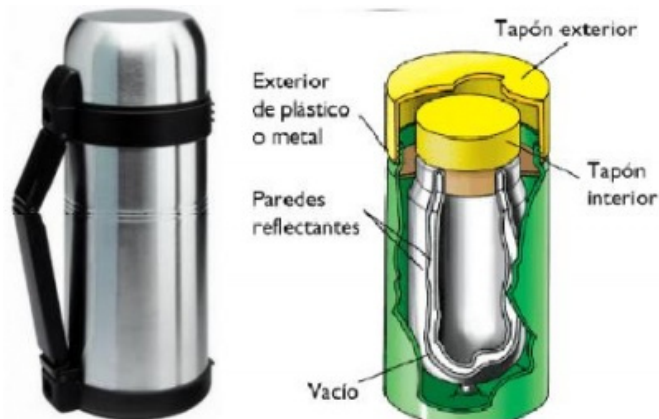


Figura 8. Fuente: <https://dieteticaynutricionweb.wordpress.com/2018/03/21/sistemas-termodinamicos/>

Cuando un sistema está aislado y se le deja evolucionar un tiempo suficiente, se observa que las variables termodinámicas que describen su estado no varían, la temperatura en todos los puntos del sistema es la misma, así como la presión. Figura 9. En esta situación se dice que el sistema está en equilibrio termodinámico.

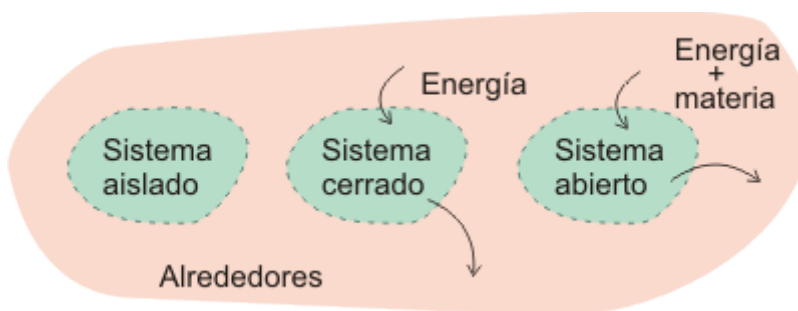


Figura 9. Fuente: <http://www2.montes.upm.es/dptos/digfa/cfisica/termo1p/sistema.html>

Se dice que un sistema se encuentra en equilibrio termodinámico cuando las variables intensivas que describen su estado no varían a lo largo del tiempo.

Cuando un sistema no está aislado, el equilibrio termodinámico se define en relación con los alrededores del sistema, para que un sistema esté en equilibrio, los valores de las variables que describen su estado deben tomar el mismo valor para el sistema y para sus alrededores. Cuando un sistema cerrado está en equilibrio, debe estar simultáneamente en equilibrio térmico y mecánico.



El equilibrio térmico es la temperatura del sistema y es la misma que la de los alrededores. Mientras que el equilibrio mecánico, es la presión del sistema y es la misma que la de los alrededores.

El ser humano debe considerarse como un sistema abierto, por lo que intercambia energía con el exterior en forma de calor disipado y materia, mediante excreciones fecales y urinarias. La nutrición incorpora al organismo sustancias del medio externo por medio de la alimentación y tras diversos procesos metabólicos las convierte como propias, para asegurar su desarrollo y dinámica.

Balance Energético

Es la diferencia entre la energía ingerida de los alimentos y la energía consumida, incluyendo el gasto energético, figura 10, la energía que se encuentra en las heces y la energía en la orina.

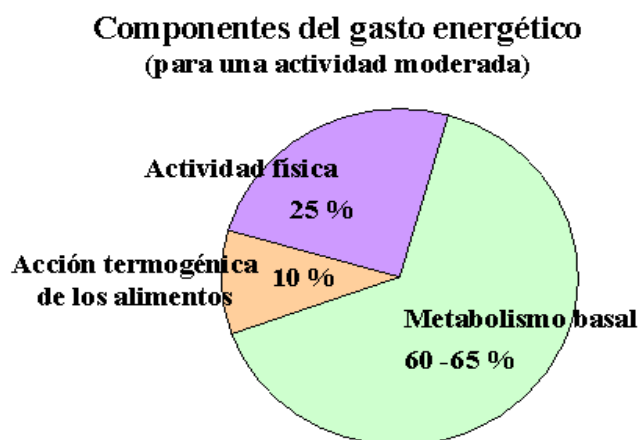


Figura 10. Fuente: https://www.researchgate.net/figure/Componentes-del-gasto-energetico-Tomado-de-Carbajal-2002_fig3_289335589

Balance Energético = Energía Ingerida – Energía Consumida (heces + orina + GET)

$$BE = EI - EC$$

La ecuación anterior conocida como ecuación estática, responde a la Primera Ley de la Termodinámica o Ley de la Conservación de la Energía:

“La energía no se crea ni se destruye solo se transforma”. O dicho de otro modo: “Aunque la energía tome otras formas, la cantidad total de energía es constante y cuando la energía desaparece en una forma, aparece simultáneamente en otras.”



Este factor es determinante en el peso corporal:

Balance energético positivo

Si es positivo, es decir, se ingiere más energía de la que se consume. Figura 11. Se aumenta de peso, y nuestro organismo almacenará toda la energía de más que hallamos consumido en forma de triglicéridos.

Para los niños en edad de crecimiento el balance energético debe ser positivo, para crear más tejidos nuevos y crecer sanos.

Balance energético negativo

Si es negativo, se consume más energía de la se ingiere, se disminuye de peso. Nuestro organismo “cogerá” la grasa almacenada en nuestro cuerpo para transformarla en energía.

Equilibrio energético

Para un adulto sano, lo recomendable es que el balance energético sea cero. Ni se consuma más ni menos calorías de las necesarias.



Figura 11: Balance positivo. Fuente:
<https://dieteticaynutricionweb.wordpress.com/2017/07/14/balance-energetico/>

Los mecanismos nerviosos controlan este balance energético a través de los centros hipotalámicos del hambre y la saciedad. Controlando la utilización y producción de ATP y la liberación del calor.

Otro mecanismo de regulación es el neuroendocrino, haciendo que algunas hormonas puedan inducir modificaciones sobre el apetito y la utilización de energía.



3.5.3 Leyes de la termodinámica aplicadas al organismo y a la nutrición

La termodinámica es la ciencia que se dedica al estudio de la transferencia de energía que se produce entre moléculas o conjuntos de moléculas. Las leyes de la termodinámica rigen todas las relaciones de intercambio de energía entre la materia existente.

Primera ley de la Termodinámica

“Ley de la conservación de la energía”

En 1847, el físico, James Prescott Joule enuncia el Principio de Conservación de la energía. El Principio de Conservación de la energía expresa que **"la energía no se crea ni se destruye, se transforma"**. La ley de la conservación de la energía fue descubierta a mediados del siglo XIX gracias a los trabajos de Mayer, Joule, Helmholtz y otros. Precedieron a este descubrimiento las ideas sobre la conservación de la materia y de la energía enunciada por Descartes, Leibniz y Lomonósov. La ley de la conservación de la energía posee un hondo sentido filosófico.

Esto quiere decir, que la energía puede transformarse de una forma a otra, pero la cantidad total de energía siempre permanece constante.

Esta ley se refiere a la cantidad total de energía en el universo, y en particular declara que esta cantidad total no cambia. Si se realiza trabajo sobre un sistema o bien éste intercambia calor con otro, la energía interna del sistema cambiará. Al variar la energía interna en un sistema cerrado, se produce calor y trabajo. La energía es indestructible, siempre que desaparece una energía aparece otra, “La energía no se pierde, sino que se transforma”.

Desde el punto de vista nutricional, se puede decir que los nutrientes incorporados al organismo mediante la nutrición, pasan a la célula y participan como materia prima en los procesos del metabolismo celular. En aquellos procesos catabólicos en los que ocurre degradación oxidativa de sustancias, como la respiración aerobia. Se libera energía metabólica, parte de la cual se transforma en calor, se eliminan sustancias de desecho y aumenta la entropía (mide el grado de organización del sistema).

Segunda ley de la Termodinámica



La segunda ley de la termodinámica, la formuló Sadi Carnot el 1824. El 1860 ya estableció dos "principios" de la termodinámica con las obras de Rudolf Clausius y William Thomson, Lord Kelvin. Con el tiempo, estos principios se han convertido en "leyes". El 1873, por ejemplo, Willard Gibbs afirmó que había dos leyes absolutas de la termodinámica en sus métodos gráficos en la termodinámica de fluidos.

La segunda ley de la termodinámica establece que, en un sistema cerrado o abierto, una parte de la energía es transformada en trabajo y la otra se pierde en forma de calor.

Como ocurre con toda la teoría termodinámica, se refiere única y exclusivamente a estados de equilibrio e indica la dirección en que se llevan a cabo las transformaciones energéticas. Todos los procesos naturales tienden a ocurrir en una dirección tal que la entropía (magnitud termodinámica que indica el grado de desorden molecular de un sistema) del Universo se incrementa. Para mantener la organización de la cual depende la vida, los sistemas vivos deben tener un suministro constante de energía que les permita superar la tendencia hacia el desorden creciente. El Sol es la fuente original de esta energía.

Entropía

El ser humano debe considerarse como un sistema abierto, por lo que intercambia energía con el exterior en forma de calor disipado y materia, mediante excreciones fecales y urinarias.

La nutrición incorpora al organismo sustancias del medio externo por medio de la alimentación y tras diversos procesos metabólicos las convierte como propias, para asegurar su desarrollo y dinámica.

3.5.4 Concepto de Temperatura

Se define a la temperatura como una propiedad no mecánica e intensiva, función de estado que permite saber si al menos dos sistemas en contacto a través de una pared se encuentran o no en la condición de equilibrio térmico entre sí.

La temperatura de un cuerpo indica en qué dirección se desplazará el calor al poner en contacto dos cuerpos que se encuentran a temperaturas distintas, ya que éste pasa siempre del cuerpo cuya temperatura es superior al que tiene la temperatura más baja; el proceso continúa hasta que las temperaturas de ambos se igualan. Figura 12.

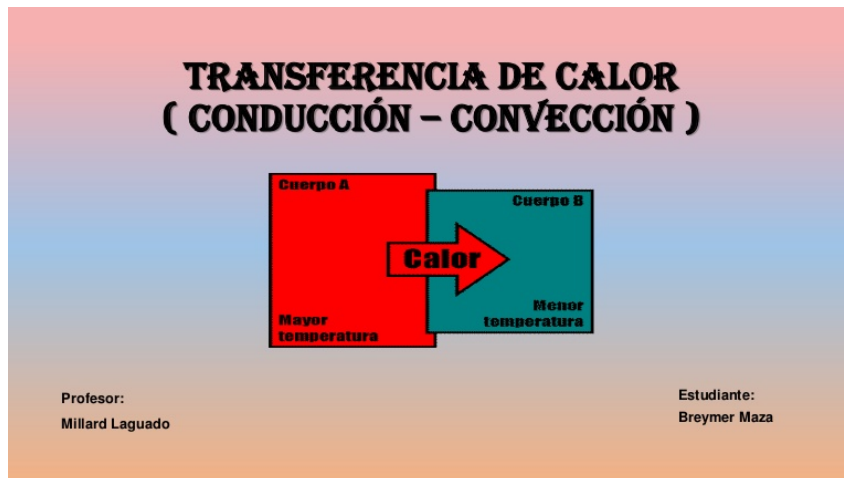


Figura 12. Transferencia de temperatura.

Fuente: <https://www.slideshare.net/BreymerM/transferencia-de-calor-72754391>

En la nutrición la temperatura va a estar relacionada con la cantidad de calorías que producen los alimentos que son ingeridos, y que al ser metabolizados generar cierta cantidad de calor o de energía metabólica. Existen diferentes formas de medir las calorías que producen los alimentos, por medio de los calorímetros se conoce la cantidad de calorías que produce un alimento. También la temperatura corporal se puede medir mediante termómetros.

3.6 Sustancias puras y sus propiedades

Materia

Materia es todo lo que tiene masa y ocupa un lugar en el espacio. La materia está formada por átomos y moléculas. Todo lo que nos rodea e incluso nosotros mismos estamos hechos por materia. El aire, la tierra, el agua, los animales, las plantas, los edificios, los vehículos; están constituidos por miles de millones de átomos y moléculas que forman parte de nuestra vida diaria.

La materia es el componente esencial de los cuerpos. Puede adquirir cualquier forma y cambios; además, posee características físicas y químicas que perciben a través de los sentidos.



Sustancias Puras

Las sustancias puras están formadas por átomos o moléculas todas iguales, tienen propiedades específicas que las caracterizan y no pueden separarse en otras sustancias por procedimientos físicos, figura 13. Las sustancias puras se clasifican en elementos y compuestos.



Figura 13. Métodos físicos de separación de sustancias. Fuente: <https://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/escolar/metodos-de-separacion-1683038.html>

Elemento

Los elementos también pueden llamarse sustancias puras simples y están formados por una sola clase de átomos, es decir, átomos con el mismo número de protones en su núcleo y por lo tanto con las mismas propiedades químicas. Los elementos no pueden descomponerse en otras sustancias puras más sencillas por ningún procedimiento. Son sustancias puras simples todos los elementos químicos de la tabla periódica. A las sustancias formadas por moléculas compuestas por átomos iguales también se les considera elementos, por ejemplo, el oxígeno gaseoso, oxígeno molecular o di oxígeno.



Compuesto

Los compuestos son sustancias formadas por la unión de dos o más elementos de la tabla periódica en proporciones fijas.

Una característica de los compuestos es que poseen una fórmula química que describe los diferentes elementos que forman al compuesto y su cantidad. Los métodos físicos no pueden separar un compuesto, éstos solo pueden ser separados en sustancias más simples por métodos químicos, es decir, mediante reacciones.

Por ejemplo, el agua es una sustancia pura, pero si la sometemos a electrólisis la podemos separar en los elementos que la forman, el oxígeno y el hidrógeno.

Desde el punto de vista de la nutrición, la materia es un componente esencial ya que independientemente de que estemos hablando de materia orgánica o inorgánica siempre estará presente en algún estado (sólido, líquido o gaseoso), en forma de elemento químico o en forma de compuesto. Los compuestos, por sus propiedades, están presentes en diversos alimentos en forma de nutrientes, teniendo la posibilidad de reaccionar químicamente dentro de nuestro organismo y ser aprovechados.

3.6.1 Clasificación de las sustancias

Las sustancias se pueden clasificar como sustancias puras como ya se describieron anteriormente en elementos y compuestos, y las sustancias que ya están compuestas por más de un elemento químico, estas se conocen como mezclas. Una mezcla resulta de la combinación de dos o más sustancias donde la identidad básica de cada una no se altera, es decir, no pierden sus propiedades y características por el hecho de mezclarse, porque al hacerlo no ocurre ninguna reacción química.

Por ejemplo, si se mezcla limadura de hierro con azufre, cada sustancia conserva sus propiedades. La composición de las mezclas es variable, las sustancias que componen a una mezcla pueden presentarse en mayor o menor cantidad. Otra característica de las mezclas es que pueden separarse por métodos físicos.

En la mezcla de hierro y azufre puede utilizarse la propiedad de magnetismo que presenta el hierro para ser separado del azufre.

Las mezclas se pueden clasificar en mezclas homogéneas y mezclas heterogéneas.

Mezcla homogénea

Las mezclas homogéneas se llaman también disoluciones, tienen una apariencia totalmente uniforme por lo que sus componentes no pueden distinguirse a simple vista. Se dice que



este tipo de mezclas tiene una sola fase. En química se denomina fase a una porción de materia con composición y propiedades uniformes. Por ejemplo, figura 14, el agua de mar está formada por agua y muchas sales solubles, donde se observa una sola fase.



Figura 14. Agua de mar. Fuente: <https://www.milenio.com/ciencia-y-salud/beber-agua-mar-ayuda-perder-peso-eliminar-ansiedad>

Mezcla heterogénea

Las mezclas heterogéneas presentan una composición no uniforme, sus componentes pueden distinguirse a simple vista, en otras palabras, se observan diferentes sustancias en la mezcla. Los componentes de este tipo de mezcla existen como regiones distintas que se llaman fases. Una mezcla heterogénea, se compone de dos o más fases (ver figura 15). Si observas la piedra de granito, puedes ver zonas de distinto color que indican que la roca está formada de cristales de distintas sustancias.



Figura 15. Piedra de granito. Fuente: <https://www.pinterest.com.mx/pin/258745941064754844/?lp=true>

Cabe mencionar la importancia y la necesidad de conocer y saber por qué los licenciados en nutrición necesitan conocer y saber acerca de las mezclas y sus diferentes tipos, los alimentos pueden presentar diferentes formas de mezclas, ya sean de manera homogénea



o heterogénea, por tanto conociendo esta cualidad de un alimento se puede utilizar este conocimiento para un mejor aprovechamiento del alimento, o para dar una determinada alimentación a un paciente para el mejor aprovechamiento de esta alimentación.

3.6.2 Propiedades de las sustancias

Propiedades y clasificación

El estudio de la materia tiene orígenes ancestrales, pero destacaremos la aportación de Aristóteles que enuncia que la materia es todo aquello capaz de recibir una forma; posteriormente, el químico francés Lavoisier, a quién se le considera el Padre de la Química moderna valoró las sustancias químicas antes y después de reaccionar llegando a la conclusión de que la materia, medida por la masa, no se crea ni se destruye solo se transforma.

Este descubrimiento dio origen a la **“Ley de la Conservación de la masa que dice que en una reacción química, la materia no se crea ni se destruye, solo se transforma”**.

Como podemos observar es similar y de alguna manera equivalente a la ley de la energía.

La constitución de la materia es proporcionada principalmente por átomos y partículas subatómicas. Las cuales tienen la propiedad de agruparse y formar diferentes objetos.

El átomo es considerado la expresión más pequeña de los elementos, el cual tiene la característica de combinarse. Está constituido por un núcleo, conformado por protones y neutrones, y una cubierta de electrones (fig. 16).

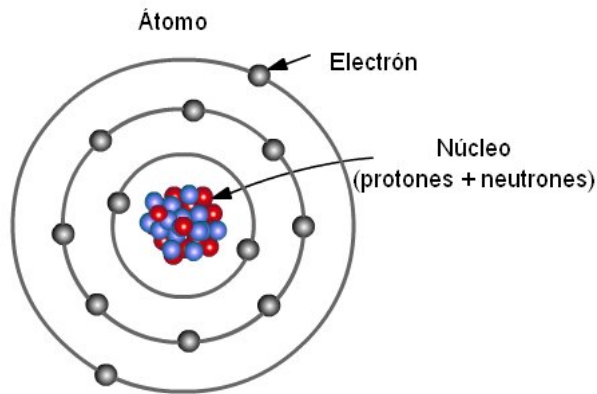


Figura 16. Representación del átomo. Fuente: <http://pady-miblogesquimica.blogspot.com/2010/11/como-representamos-un-atomo.html>



Cabe señalar que en el momento que el número de protones ubicados en el núcleo es igual al número de electrones de la cubierta, se considera que el átomo está eléctricamente neutro.

Por lo tanto, al combinarse los átomos se forman las moléculas. (fig. 17) Entonces, una molécula es considerada un conjunto de dos o más átomos que se unen a través de enlaces químicos, dicha molécula es la cantidad ínfima de la sustancia que puede darse en estado libre sin perder las propiedades químicas, es decir que todas las sustancias están conformadas por moléculas que a su vez pueden integrarse por uno o más átomos como se muestra a continuación:

LA MATERIA SE DIVIDE EN :

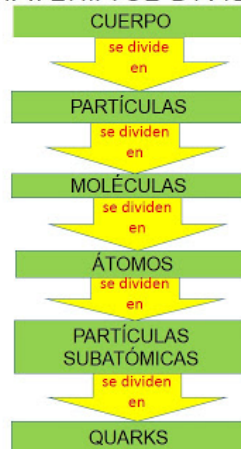


Figura 17. Representación del átomo y sus transformaciones.

Fuente: <http://lamateriarafael.blogspot.com/p/estructura-de-la-materia.html>

La molécula es la partícula más pequeña de la materia, si la dividimos solo quedan los átomos que la constituyen. Por ejemplo, en la molécula de hidróxido de sodio (NaOH), conocida comúnmente como sosa, pero si dividimos su composición solamente se tendrían átomos por separados, es decir, un átomo de sodio, un átomo de oxígeno y un átomo de hidrógeno.

De esta manera, la materia se clasifica en las sustancias, elementos, compuestos y mezclas (fig. 18).

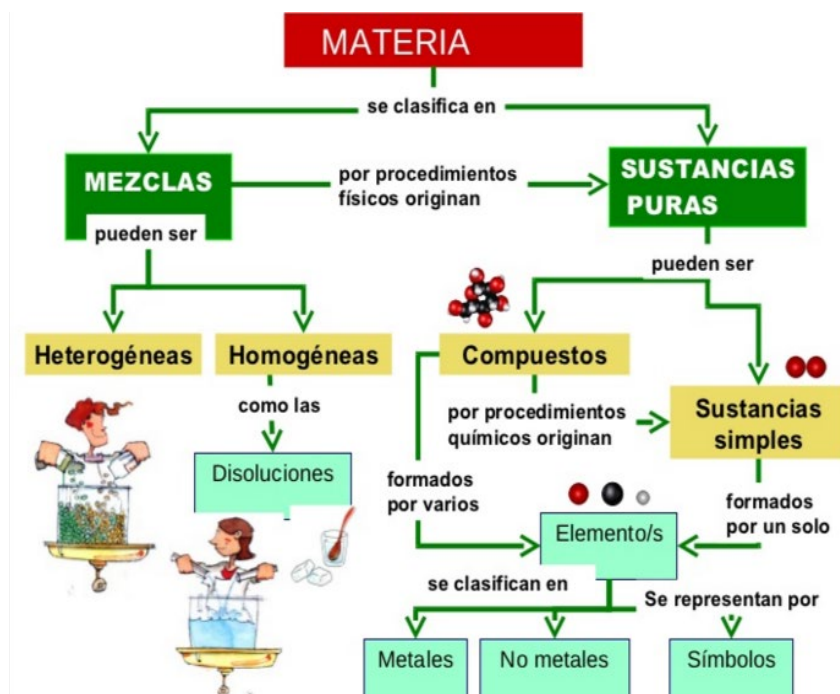


Figura 18. Clasificación de la materia. Fuente: <https://es.slideshare.net/tango67/mezclas-y-sustancias-puras-3378039>

A continuación, se muestran algunos ejemplos de elementos, compuestos, mezcla homogénea y heterogénea. (Fig. 19)

Elementos	Compuestos	Mezcla homogénea	Mezcla heterogénea
lingotes de oro	sal de mesa NaCl	agua de mar	agua y arena
papel de aluminio	azúcar $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	té de manzanilla	sopa de verduras
flor de azufre	alcohol etílico $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	alcohol y agua	yoghurt con frutas
alambres de cobre	acetona $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	aire (nitrógeno y oxígeno)	mosaico de granito
clavos de hierro	agua H_2O	bronce (cobre y estaño)	madera
cable de cobre	propano C_3H_8	acero	ensalada

Figura 19. Sustancias que constituyen a la materia. Fuente: <http://goo.gl/2HbskE>



Como puedes apreciar en el cuadro anterior, los elementos son sustancias constituidas por átomos iguales, en cambio los compuestos se forman de diversos átomos y las mezclas son la combinación de dos o más sustancias que en un momento dado pudieran ser elementos o compuestos, donde las mezclas se clasifican en homogéneas y heterogéneas.

Continuando con el tema de las sustancias, encontramos que estas poseen un conglomerado de propiedades que las diferencian unas de otras, es decir no es lo mismo mencionar cobre que agua para beber, azúcar y todas las demás sustancias, cada una de los ejemplos anteriores tienen propiedades diferentes, como el son las propiedades:

- Organolépticas
- Sus propiedades físicas

De tal manera, se pudo apreciar el estudio de la materia que fue de lo micro, partiendo del átomo a lo macro que son las sustancias.

Entonces, si la materia tiene masa y ocupa un lugar en el espacio, esto quiere decir que lo podemos cuantificar, es decir, se puede medir.

En consecuencia, todo lo que nos rodea como la computadora, los libros, la silla, los planetas, el universo, entre otros tienen materia, por lo que podemos decir que existen diferentes tipos de materia, constituidos por dos o más materiales, por ejemplo, el azúcar, trozos de madera, el agua que bebemos, el aire, entre otros, al igual que si un trozo de mineral se triturara se obtienen diversos materiales. (Fig.20)



Figura 20. Ejemplo de materia: el universo.

Fuente: <https://es.slideshare.net/Lalita214/materia-12166570>



Concluyendo, la materia puede expresarse en masa, esta se mide y las unidades que se utilizan comúnmente son los kilogramos (Kg) o en unidades de los múltiplos y submúltiplos, pero en química la **unidad** que frecuentemente se expresa son los **gramos** (g).

A menudo existe confusión entre masa y peso pero no son lo mismo, la masa es una medida de la resistencia de cierto cuerpo a acelerarse cuando este es sometido a una fuerza, y el peso se denomina así debido a que es la fuerza pero derivada del campo gravitatorio terrestre.

3.7 Calor

3.7.1 Conceptos básicos.

El calor equivale a la energía calorífica que contienen los cuerpos la temperatura es la medida del contenido de calor de un cuerpo. Mediante el contacto de la epidermis con un objeto se perciben sensaciones de frío o de calor, siendo esta muy caliente. Los conceptos de calor y frío son totalmente relativos y sólo se pueden establecer con la relación a un cuerpo de referencia como, por ejemplo, la mano del hombre. Lo que se percibe con más precisión es la temperatura del objeto o, la diferencia entre la temperatura del mismo y la de la mano que la toca. Ahora bien, aunque la sensación experimentada sea tanto más intensa cuanto más elevada sea la temperatura, se trata sólo una apreciación muy poco exacta que no puede considerarse como medida de temperatura. Para efectuar esta última se utilizan otras propiedades del calor, como la dilatación, cuyos efectos son susceptibles.

La dilatación es, por consiguiente, una primera propiedad térmica de los cuerpos, que permite llegar a la noción de la temperatura. La segunda magnitud fundamental es la cantidad de calor que se supone reciben o ceden los cuerpos al calentarse o al enfriarse, respectivamente.

La cantidad de calor que hay que proporcionar a un cuerpo para que su temperatura aumente en un número de unidades determinado es tanto mayor cuanto más elevada es la masa de dicho cuerpo y es proporcional a lo que se denomina calor específico de la sustancia de que está constituido. Cuando se calienta un cuerpo en uno de sus puntos, el calor se propaga a los que son próximos y la diferencia de temperatura entre el punto calentado directamente y otro situado a cierta distancia es tanto menor cuando mejor conducto del calor es dicho cuerpo. Si la conductibilidad térmica de un cuerpo es pequeña, la transmisión del calor se manifiesta por un descenso rápido de la temperatura entre el punto calentado y otro próximo. Así sucede con el vidrio, la porcelana, el caucho, etc.

En el caso contrario, por ejemplo, con metales como el cobre y la plata, la conductibilidad térmica es muy grande y la disminución de temperatura entre un punto calentado y el otro



próximo es muy reducido. Se desprende de lo anterior que el estudio del calor sólo puede hacerse después de haber definido de una manera exacta los dos términos relativos al propio calor, es decir, la temperatura, que se expresa en grados, y la cantidad de calor, que se expresa en calorías.

Las calorías que consumimos deben cubrir estos gastos del organismo para que éste pueda funcionar correctamente. Un exceso o un defecto de aporte energético provocarán problemas en nuestra salud.

La estimación de las necesidades calóricas de un individuo se realiza por fórmulas o cálculos teóricos que se basan tanto en datos obtenidos por técnicas complejas que miden el gasto de energía (como la calorimetría indirecta) y la composición corporal, como en el grado de actividad física estimada. Las necesidades de energía varían según el peso, la talla, la edad, el sexo y la actividad física de una persona, aunque el factor más importante de todos ellos es la edad. Y la cantidad de energía obtenida en forma de calorías se va a obtener a partir de los alimentos ingeridos, y de los nutrientes que los constituyen.

3.8 Trabajo

3.8.1 Conceptos básicos

El Trabajo es una de las formas de transferencia (cuando dos cuerpos intercambian energía, lo hacen, o bien de forma mecánica, mediante la realización de un trabajo, o bien de forma térmica, mediante el calor) de energía entre los cuerpos. Para realizar un trabajo es preciso ejercer una fuerza sobre un cuerpo y que éste se desplace. El trabajo por el organismo se va a dar por la obtención de la energía de los nutrientes metabolizados y la misma energía obtenida de estos nutrientes, la cual va a ser transferida donde se requiera. El trabajo es la cantidad de energía transferida de un sistema a otro mediante una fuerza cuando se produce un desplazamiento. Vamos a particularizar la expresión general del trabajo para un sistema termodinámico concreto: un gas encerrado en un recipiente por un pistón, que puede moverse sin rozamiento (Fig. 21)

Por efecto de la presión (p) ejercida por el gas, el pistón sufre una fuerza F que lo desplaza desde una posición inicial (A) a una posición final (B), mientras recorre una distancia dx .

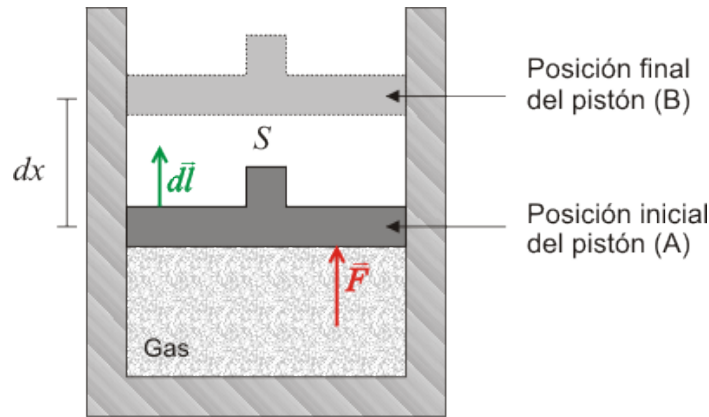


Figura 21. Ejemplo de lo que es trabajo.

Fuente: <http://www2.montes.upm.es/dptos/digfa/cfisica/termo1p/trabajo.html>

3.8.2 La equipartición de la energía. Conceptos básicos

El ser humano, desde sus primeros pasos en la Tierra y a través de la historia, siempre ha buscado formas de utilizar la energía para obtener una mejor calidad de vida. Para ello ha hecho uso de diversas formas de energía: fuego (energía química), velas y molinos (energía del viento o eólica), ruedas hidráulicas (energía del agua o hidráulica), carbón (energía química), petróleo (energía química), nuclear (energía nuclear), etc. El ser humano siempre ha buscado formas de obtener energía.

La materia es todo lo que tiene una masa y ocupa un espacio. La masa es la medida de la cantidad de materia que posee un cuerpo. La fuerza necesaria para acelerar un cuerpo aumenta con la masa de éste (segunda ley de Newton). La **energía** es la capacidad de un sistema para realizar trabajo o transferir calor.

La energía no es ningún nutriente, sino que se obtiene tras la utilización de los macronutrientes por las células. Así, todos los alimentos, en función de los nutrientes que los componen, aportan energía o, lo que es lo mismo, calorías en mayor o menor medida.

Nuestro organismo gasta calorías en: Mantener la temperatura y las funciones vitales en reposo (circulación, respiración, digestión, etc.), es lo que se conoce como “metabolismo basal”.

Crecer: durante la infancia, especialmente en el primer año de vida y la adolescencia (épocas en las que se crece más rápido). Este gasto es muy importante y, por tanto, necesitaremos mayor aporte calórico que en otras épocas de la vida. Moverse: por esta



razón, en función del grado de actividad física, nuestro organismo necesitará más o menos aporte de energía.

Las calorías que consumimos deben cubrir estos gastos del organismo para que éste pueda funcionar correctamente. Un exceso o un defecto de aporte energético provocarán problemas en nuestra salud. La estimación de las necesidades calóricas de un individuo se realiza por fórmulas o cálculos teóricos que se basan tanto en datos obtenidos por técnicas complejas que miden el gasto de energía (como la calorimetría indirecta) y la composición corporal, como en el grado de actividad física estimada. Las necesidades de energía varían según el peso, la talla, la edad, el sexo y la actividad física de una persona, aunque el factor más importante de todos ellos es la edad.

3.9 Procesos Termodinámicos

3.9.1 Procesos reversibles e irreversibles, y espontáneos

Los procesos reversibles en realidad no ocurren en la naturaleza, sólo son idealizaciones de procesos reales. Los reversibles se pueden aproximar mediante dispositivos reales, pero nunca se pueden lograr; es decir, todos los procesos que ocurren en la naturaleza son irreversibles.

Los ingenieros están interesados en procesos reversibles porque los dispositivos que producen trabajo, como motores de automóviles y turbinas de gas o vapor, entregan el máximo de trabajo, y los dispositivos que consumen trabajo, como compresores, ventiladores y bombas, consumen el mínimo de trabajo cuando se usan procesos reversibles en lugar de irreversibles (Fig. 22)



Procesos reversibles e irreversibles

Un proceso reversible, es uno que puede efectuarse de manera tal que, a su conclusión, tanto el sistema como sus alrededores, hayan regresado a sus condiciones iniciales exactas. Un proceso que no cumple con esta condición es irreversible.

TODOS LOS PROCESOS EN LA NATURALEZA SON IRREVERSIBLES

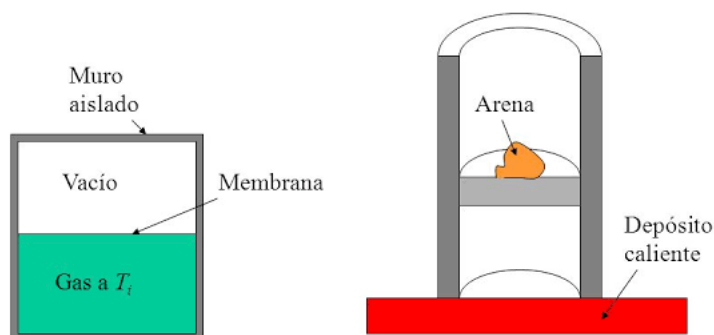


Figura 22. Proceso Reversible e Irreversible

Fuente: <https://ejemplocoleccion.blogspot.com/2019/09/ejemplos-de-procesos-reversibles-e.html>

En un proceso irreversible es imposible invertir su sentido y solamente son de equilibrio los estados inicial y final. En estos procesos se degrada una energía que es imposible recuperar.

Un proceso es irreversible si, una vez realizado, es imposible devolver el sistema y su entorno a su situación inicial. Un sistema que ha realizado un proceso irreversible no le es imposible volver a su estado inicial, pero, si lo hiciera, sería imposible devolver a su estado inicial al entorno del sistema, es decir, se ha tenido que modificar el entorno para devolver el sistema a su estado inicial.

3.9.2 Entropía, y su aplicación a la nutrición.

Definición de Entropía

Función termodinámica que es una medida de la parte no utilizable de la energía contenida en un sistema o materia. Sirve para medir el grado de desorden dentro de un proceso y permite distinguir la energía útil, que es la que se convierte en su totalidad en trabajo, de la inútil, que se pierde en el medio ambiente.



La 2ª ley, nos menciona dos cosas, la primera es que en cualquier proceso irreversible, la ENTROPÍA (en la química se traduce como desorden, Ejemplo: proteínas = orden, Aminoácidos = desorden) tiene que aumentar, y es esta ley la que dirige las reacciones químicas y la razón de la espontaneidad de dichas reacciones (a modo de ejemplo ilustrativo, si uno tira una gota de sangre en un vaso de agua, la misma se dispersará y será imposible volver a concentrarla en un pequeño volumen, a menos que se gaste energía, esta tendencia al desorden es la entropía), en segundo lugar, en toda reacción química que parte de la energía utilizada se disipará en calor en mayor o menor medida según su eficiencia (a mayor eficiencia, menor calor disipado). Por lo tanto, la primera ley nos dice que el total de energía atribuible a trabajo, calor y a la composición química será constante, lo que no nos dice es si esa reacción efectivamente ocurrirá, ni tampoco la distribución relativa de dichas formas de energía e implica que “algo se perdió y no puede ser recuperado” (energía o incluso información).

Sin embargo hay una pequeña “trampa” ya que cualquier sistema biológico es un sistema abierto con lo cual la entropía interna y la externa serán inversamente proporcionales, para ejemplificarlo de mejor manera tomaremos la siguiente situación: cuando ingresa alimento, el cuerpo lo “desarma” por lo tanto la entropía aumenta, sin embargo en muchísimas ocasiones es necesario rearmarlo (síntesis de proteínas, almacenamiento de glucógeno, síntesis de ADN, etc.), obviamente en forma predecible, por lo tanto la entropía disminuirá. Lo que nos dice la segunda ley es que si en un sistema la entropía decrece, en el ambiente (universo) se incrementará aún más, por lo que este incremento se debe a la radiación de calor por parte del cuerpo y por ende respeta una de las leyes más fundamentales de la física que nos dice que el universo tiende a aumentar su entropía.

La primera ley entonces nos menciona cuanta energía se necesita para por ej. Sintetizar ADN sumada a la pérdida de calor para satisfacer la segunda ley (sin tomar en cuenta que el desacoplamiento mitocondrial, por ej. genera calor sin generar trabajo (Non-Shivering Thermogenesis) (Ricquier y Bouillaud, 2000).

Para un mayor entendimiento del tema, los invito a leer sobre el “Demonio de Maxwell” o “Paradoja de Maxwell” lo cual podría ser una explicación a la aplicación biológica del concepto de entropía, el de sistema cerrado y abierto y el rol de las enzimas.

Por lo tanto, no hay forma que “una caloría sea una caloría” en un sistema biológico. Este sistema trata de mantener baja entropía (alta entropía interna = muerte) y por ende aumenta la del ambiente (universo) perdiendo energía.

Volviendo a la nutrición, en dietas cuyo objetivo es la pérdida de peso, la ineficiencia es deseada y está altamente relacionada a las actividades enzimáticas y niveles hormonales, dicha ineficiencia es medida en el llamado “efecto térmico de los alimentos o “termogénesis



inducida por la dieta”, esto es el calor generado al digerir la comida, absorberla y metabolizarla, en lo cual hay vasta literatura al respecto, incluyendo una excelente revisión de Jéquier (2002), donde concluye que este efecto térmico de los alimentos sería de 2-3% para los lípidos, 6-8% para los carbohidratos y 25-30% para las proteínas, lo que deja en claro que la eficiencia no es la misma y la entropía varía en su magnitud.



Actividades

La elaboración de las actividades estará guiada por tu docente en línea, mismo que te indicará, a través de la *Planeación didáctica del docente en línea*, la dinámica que tú y tus compañeros (as) llevarán a cabo, así como los envíos que tendrán que realizar.

Para el envío de tus trabajos usarás la siguiente nomenclatura: QUI_U3_A1_XXYZ, donde QUI corresponde a las siglas de la asignatura, U3 es la unidad de conocimiento, A1 es el número y tipo de actividad, el cual debes sustituir considerando la actividad que se realices, XX son las primeras letras de tu nombre, Y la primera letra de tu apellido paterno y Z la primera letra de tu apellido materno.

Autorreflexiones

Para la parte de **autorreflexiones** debes responder las *Preguntas de Autorreflexión* indicadas por tu docente en línea y enviar tu archivo. Cabe recordar que esta actividad tiene una ponderación del 10% de tu evaluación.

Para el envío de tu autorreflexión utiliza la siguiente nomenclatura:

QUI_U3_ATR_XXYZ, donde QUI corresponde a las siglas de la asignatura, U2 es la unidad de conocimiento, XX son las primeras letras de tu nombre, y la primera letra de tu apellido paterno y Z la primera letra de tu apellido materno.



Cierre de la unidad

En la unidad 2. estudiaste varios temas interesantes e importantes para tu vida profesional, en esta unidad 3 se han seleccionado temas que utilizarás como base para entender otras áreas del conocimiento como lo es la bioquímica y la nutrición. Recordemos que la materia es parte fundamental e importante de nuestras vidas independientemente del empleo que le demos. Todo lo anterior, se hace necesario para el mejor entendimiento de lo que está sucediendo químicamente en la materia.

Asimismo, la materia, dada su maleabilidad química en función de sus estados físicos y cambios, presenta distintas propiedades que han permitido hacer grandes descubrimientos en distintas áreas como la salud y bienestar y en el área de la alimentación. Por ejemplo, en el área de la alimentación tenemos el descubrimiento de diversos tipos de aditivos que dadas sus características han evitado alteraciones químicas y biológicas, han impedido la oxidación de los componentes de los alimentos, han mejorado el color, olor y sabor de los mismos entre otras funciones. En el área de la salud existen descubrimientos como los medicamentos y las vacunas que permiten mantener la salud.

Desde el punto de vista de la nutrición, la materia es un componente esencial, ya que independientemente que estemos hablando de materia orgánica o inorgánica, está siempre estará presente ya sea en su estado sólido, líquido o gaseoso, en forma de elemento químico o en forma de compuesto, los cuales, por sus propiedades, están presentes en diversos alimentos en forma de nutrientes teniendo la posibilidad de reaccionar químicamente dentro de nuestro organismo y ser aprovechados.

En esta unidad se abordan temas diversos fundamentales en el área de la alimentación interesante para una mejor comprensión de esta relación de materiales diversos y el campo de la salud y la nutrición, entre estos temas tenemos: estado de oxidación, teorías acido-base, alimentos ácidos y alimentos básicos, termodinámica y sus diferentes leyes y conceptos básicos, el balance energético, los diferentes tipos de sustancias.

Cabe destacar que estos temas diversos se ven relacionados con la ciencia de la nutrición debido a que los alimentos no están aislados del mundo que nos rodea, y estos siguen las diferentes leyes químicas y físicas, están importante conocer el estado de oxidación de los diferentes componentes de la materia viva, para conocer y aprovechar esto al máximo para obtener lo mejor de los alimentos, así como son los alimentos ácidos y los alimentos básicos, como se miden sus características cuanta energía aportan al organismo, que leyes de la termodinámica afectan las características de los alimentos, y su manejo como sustancias ya sean puras o mezcladas.

Es importante, como se estudió en las otras unidades, la química y la ciencia de los alimentos, que un profesional de la salud sobre todo del área de la nutrición necesita tener



los suficientes conocimientos acerca de esta ciencia y su relación con los alimentos, es necesario conocer cómo o de qué forma se pueden consumir los alimentos para una mejor asimilación, para prevenir enfermedades o deficiencias, en si para un mejor aprovechamiento y beneficio de estos alimentos. Posteriormente, y gracias a estos conocimientos adquiridos también se tendrá mejor comprensión y aprendizaje de las ciencias bioquímicas, de la conservación, preparación, distribución, almacenamiento de los alimentos, además como también ya se mencionó la importancia de la nutrición y la medicina.



Para saber más



Cálculo del número de oxidación

<https://www.youtube.com/watch?v=DGUCaiQPdy0&t=337s>



QUÉ ES EL pH | Química Básica

<https://www.youtube.com/watch?v=vlf54jqQmKU>



Radicales Libres y Antioxidantes | Funciones y Clasificación

<https://www.youtube.com/watch?v=RvsOOubfZEQ>



TIPOS DE SISTEMAS TERMODINAMICOS |

Termodinámica

https://www.youtube.com/watch?v=fJyzPN3GLU8&list=PLaFqms2kDq1d88QuPHX3ntXK_slp5S3kM



Fuentes de consulta



Básicas

- Burns, R. (2002). *Fundamentos de química*. México: Pearson.
- Harry, G. (1980). *Principios básicos de química*. Sevilla: Reverté.
- Hepler, L. (2000). *Principios de química*. Valencia: Reverté.

Complementarias

- Aguado A y col. (s.f). *Reacciones de Oxido-Reducción*. Retomado de: <http://www.qfa.uam.es/qb/presentaciones/Reacciones-oxidacion-reduccion.pdf>
- Canadian Centre for Occupational Health and Safety (s.f) *Que son líquidos y sólidos oxidantes*. Retomado de: http://www.ccsso.ca/oshanswers/chemicals/oxidizing/oxiziding_hazards.html
- Bravo Mireya y col. (s/f) Vitamina E. Recuperado de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcp/v47n5-6/art09.pdf>
- Ormaechea Alegre Eva Radicales libres. Retomado de: <https://www.salud.mapfre.es/nutricion/reportajes-nutricion/radicales-libres/>
- Salud, nutrición y deporte (2018). *Sistemas Termodinámicos*. Retomado de: <https://dieteticaynutricionweb.wordpress.com/category/termodinamica/>
- Paredes Salido Fernando (2002). Influencia de los radicales libres en el envejecimiento celular. Retomado de: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-influencia-los-radicales-libres-el-13034834>
- Sin Autor (2001). La Temperatura. Retomado de: <http://200.58.146.28/nimbus/weather/pdf/cap3.pdf>
- Medline Plus (s/f). Antioxidantes. Retomado de: <https://medlineplus.gov/spanish/antioxidants.html>
- Coronado H. Martha y col. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. Retomado de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v42n2/art14.pdf>
- Gutiérrez Silvestre Jessica (s/f). Antioxidantes artificiales: BHA, BHT, TBHQ.



- Martínez Flores S, y col. (2002). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. Recuperado de: <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/3338.pdf>
- UNAM (s/f). Clasificación de la Materia. Recuperado de: <http://www.objetos.unam.mx/quimica/sustanciasPuras/>
- CIDEAD (s/f). Trabajo y Energía. http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales_didacticos/EDAD_4eso_trabajo_energia/impresos/quincena6.pdf
- (s/f). Trabajo de un Sistema Termodinámico. Recuperado de: <http://www2.montes.upm.es/dptos/digfa/cfisica/termo1p/trabajo.html>
- Termodinámica. Primer Principio (2014). Termodinámica. Recuperado de: <http://www.fisica.unam.mx/personales/romero/TERMO2014/TERMO-NOTAS-2014.pdf>
- Ricquier Daniel y Bouillaud Frédéric (2000). Proteínas de desacoplamiento mitocondriales: de las mitocondrias a la regulación del equilibrio energético. Recuperado: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2270181/>
- Jéquier E (2002). Caminos a la Obesidad. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12174324>