

## UNIDAD I

### LAS REACCIONES QUÍMICAS Y EL EQUILIBRIO QUÍMICO

A lo largo de la unidad, aprenderás conceptos que te permitirán realizar cálculos para que posteriormente los apliques en procesos que ocurren de manera cotidiana. De igual manera podrás argumentar la importancia de tales cálculos en los procesos que tienen repercusiones económicas y ecológicas en el entorno.

Para obtener productos mediante procesos químicos en una empresa, laboratorio o industria es importante saber la cantidad de sustancias que se tienen originalmente y cómo se relacionan para formar otras en una reacción química. La estequiometría tiene por finalidad estudiar estas reacciones. Es importante que elijas fuentes de información como libros de texto, revistas o diccionarios con los que cuentes a tu alcance para fundamentar tus investigaciones, fortalecer tus conocimientos y establecer acciones en tu contexto.

#### 1.1 Cuantificación de los procesos químicos de tu entorno.

##### Mol

Observa a tu alrededor y verás que todos los objetos animados e inanimados están constituidos por diversas sustancias y éstas por elementos químicos en forma de átomos o moléculas que tienen la cantidad exacta para dar esa característica tan peculiar al objeto. Observa, por ejemplo, el plástico de la computadora, las máquinas, los granos de azúcar orgánica, un automóvil, tu ropa, la piel, el árbol del jardín, las paredes de tu escuela, etc. Para poseer las características que les son propias deben tener una relación cuantitativa exacta entre los elementos y compuestos que los forman y que son generalmente el resultado de una reacción química. Imagina que tu ropa tiene la consistencia del acero, y que la carrocería del auto tiene la consistencia de tu ropa, sin duda alguna sería un desastre que traería repercusiones económicas, ecológicas, industriales, etc., en tu vida diaria.

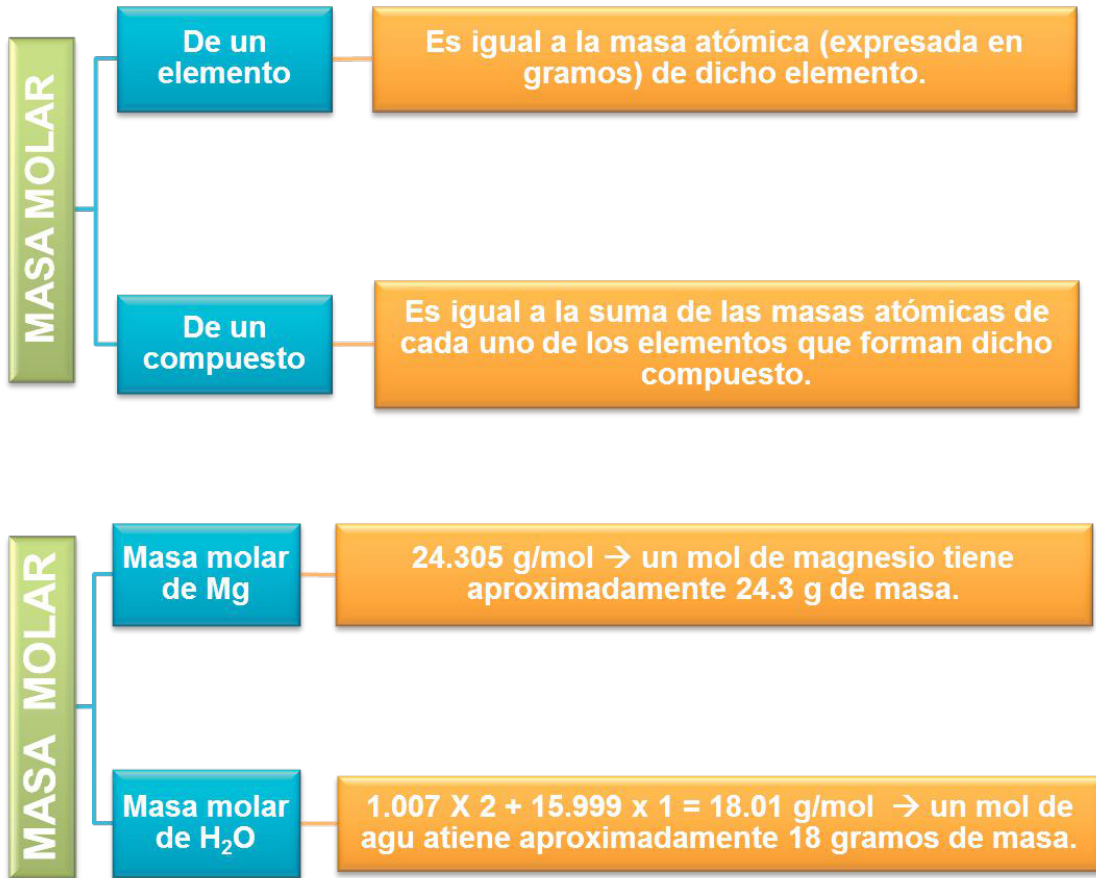
En Química se requiere que se hagan mediciones de la materia por lo que se utiliza la unidad mol para medir cantidad de materia, que contienen átomos, iones y moléculas. Un mol siempre contiene el mismo número de partículas, sin importar de qué sustancia se trate. Así, por ejemplo, tenemos las siguientes sustancias:

Mol	Partículas (átomos, moléculas, iones, objetos, etc.)
1 mol	$6.022 \times 10^{23}$ átomos
1 mol de H	$6.022 \times 10^{23}$ átomos de hidrógeno
1 mol de H <sub>2</sub> O	$6.022 \times 10^{23}$ moléculas de agua
1 mol de NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	$6.022 \times 10^{23}$ iones nitrato

## Masa fórmula y masa molar

La Química general puede ser confusa y pesada, pero hay un concepto que asocia a la masa con el número de moles, y se refiere a la masa molar o masa fórmula de un compuesto. A este concepto también se le llama peso molecular y quiere decir que es la masa (expresada en gramos) de un mol de partículas elementales.

$$\begin{array}{r} \text{mol HNO}_3 = 1.008\text{g} \\ + 3 \cdot 16.000\text{g} \\ + 14.007\text{g} \\ \hline 63.015\text{g} \end{array}$$



Ejemplo:

a) Calcula la masa molar del bicarbonato de sodio,  $\text{NaHCO}_3$

Solución:

Paso 1: Se busca en la tabla periódica la masa atómica de cada elemento y se multiplica por el número de átomos presentes.

Paso 2: Se procede a sumar los datos anteriores

Na:	$22.98977 \times 1 =$	22.9877	
H:	$1.00794 \times 1 =$	1.00794	
C:	$12.0107 \times 1 =$	12.0107	
O:	$15.9994 \times 3 =$	47.9982	
		84.0061	gramos masa de un mol de $\text{NaHCO}_3$

Averigua cuántos gramos hay en 5 moles de bicarbonato de sodio,  $\text{NaHCO}_3$

Solución:

Paso 1: Cálculo de la masa molar

Del ejemplo anterior conocemos la masa molar del bicarbonato de sodio (si no la conociéramos, debemos calcular como se muestra en el ejemplo anterior).

Paso 2: Para convertir moles a gramos, se multiplica la masa molar obtenida por 5 (número de moles).

Si  $84.0061 \text{ g} \rightarrow 1 \text{ mol}$

$\text{g} = ? \text{ 5 mol}$

Resultado: Masa = 420.0305 g de  $\text{NaHCO}_3$

De lo anterior podemos llegar a la relación que existe entre el número de moles, la masa y la masa molar:

$$\text{Número de moles} = \frac{\text{Masa de la muestra (g)}}{\text{Masa molar } \left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right)}$$

O bien:

$$n = \frac{m \text{ (g)}}{M \left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right)}$$

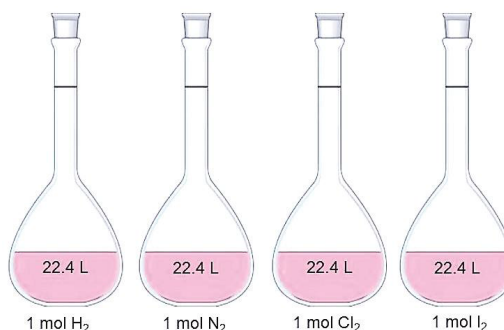
## Volumen molar

En Química existen muchas reacciones químicas en las que participan gases, para estas sustancias no es tan común medir la masa, por lo tanto lo que medimos es el volumen. El volumen que ocupa un mol de cualquier gas en condiciones normales de presión y temperatura se llama volumen molar. Pero, ¿qué son condiciones normales? Amadeo Avogadro\* demostró que un gas en condiciones normales debe presentar las siguientes características:

Presión: 1 atm = 760 mmHg

Temperatura: 0° C (273.15 K)

En consecuencia: Volumen: 22.4 L



*Ejemplo:*

a. ¿Qué volumen ocuparán 5 moles de cualquier gas en condiciones normales?

*Solución:*

Paso 1: Sabemos que 1 mol de cualquier gas ocupa 22.4 L, entonces lo que tenemos que hacer es multiplicar por los 5 moles.

Respuesta:  $22.4 \text{ L} \times 5 = 112 \text{ L}$

Como podrás notar, no es lo mismo una masa molar que se mide en gramos/ mol (sólidos, líquidos), que volumen molar (gases) que es el volumen de un gas que se encuentra en un mol de sustancia.

## 1.2 Leyes ponderales

Describe el significado de las leyes ponderales: ley de la conservación de la masa, ley de las proporciones definidas, ley de las proporciones múltiples y ley de las proporciones recíprocas.

A María le toca preparar tamales para llevar a la escuela y necesita un poco de ayuda:

1. Lo primero que debe saber es para cuántos estudiantes debe hacer los tamales (suponiendo que es solo un tamal por persona). ¿Cuántos estudiantes son en tu clase de Química?

\_\_\_\_\_.

2. Lo siguiente es saber cuáles son los ingredientes necesarios para esta receta. Escribe cuáles son (si no sabes cuáles son los ingredientes investiga con algunos compañeros)

\_\_\_\_\_.

3. Por último, ¿en qué cantidad debe comprar los ingredientes y en qué proporción los debe utilizar para que no gaste de más pero tampoco le hagan falta tamales?

Asimismo, en cualquier industria es necesario conocer las cantidades de las sustancias que utilizarán para obtener ciertos productos, pero ¿tienes idea de cómo pueden conocerlas para evitar contaminación, pérdidas económicas o simplemente errores y que perjudiquen a su entorno? O bien ¿qué cantidad de producto se obtendrá a partir de cantidades específicas de las materias primas (ingredientes)?

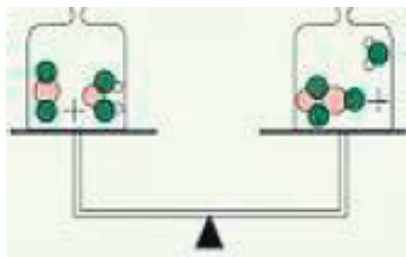
La **estequiometría** es la parte de la Química que se encarga del estudio cuantitativo tanto de los reactivos participantes como de los productos en una reacción química. De esta manera, si conocemos la cantidad de reactivos que vamos a utilizar en un determinado proceso, podremos conocer la cantidad de productos.

Los cálculos estequiométricos se basan en leyes ponderales que nos facilitan los cálculos. Fueron propuestos por distintos científicos a lo largo de la historia y ahora las conocerás.

### Ley de Lavoisier

La **primera ley** fue establecida por Antonie L. Lavoisier y enuncia lo siguiente:

**Ley de la conservación de la masa**  
“En toda reacción química, la masa se conserva, esto es, la masa total de los reactivos es igual a la masa total de los productos”.



Es decir, en toda reacción la cantidad de masa total permanece constante antes y después del fenómeno.

Ley de

Proust

La **segunda ley** también conocida como ley de las proporciones definidas o ley de Proust, en honor a quien la enunció en 1801, dice:

**Ley de las proporciones definidas**  
“En la formación de un compuesto, la cantidad de un elemento que se combina con una masa definida de otro es siempre la misma”.

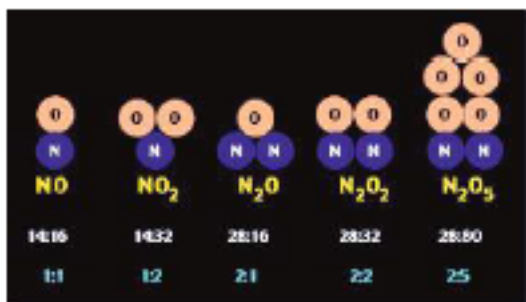


En una reacción para obtener agua  $H_2O$  la proporción de los átomos siempre será 2:1, es decir, por cada dos átomos de hidrógeno habrá uno de oxígeno.

## Ley de Dalton

La **tercera ley** formulada por Dalton en 1808 establece que:

**Ley de las proporciones múltiples**  
“Cuando dos elementos reaccionan en más de una proporción para formar compuestos diferentes, las masas de uno de los elementos que se combinan con la misma masa de otro, están en relación de números enteros pequeños”.

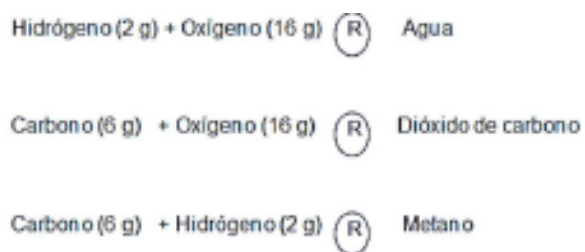


El nitrógeno se combina con el oxígeno para formar distintos compuestos, pero todos se encuentran en relación con números enteros.

## Ley de Richter-Wenzel

La **cuarta ley** recibe el nombre en honor al científico alemán Jeremías Richter, quien no formuló esta ley pero propuso los antecedentes que la hicieron postular en 1792 y menciona lo siguiente:

**Ley de las proporciones recíprocas o de Richter-Wenzel**  
“Las masas de dos elementos diferentes que se combinan con una misma cantidad de un tercer elemento, guardan la misma relación que las masas de aquellos elementos cuando se combinan entre sí.”



Si por un lado combinamos 2 g de hidrógeno con 16 g de oxígeno y por otro lado 6 g de carbono y 16 g de oxígeno podemos deducir que necesitaremos la misma relación si queremos combinar ahora carbón e hidrógeno, es decir 6 g de carbono y 2 g de hidrógeno.

Hasta el momento has trabajado con cada uno de los temas del bloque por separado, incluso hemos recordado algunos más del semestre anterior, por lo que ha llegado el momento de aplicar todo lo que hasta ahora se ha visto en un tema que es muy importante para la Química, los cálculos estequiométricos.

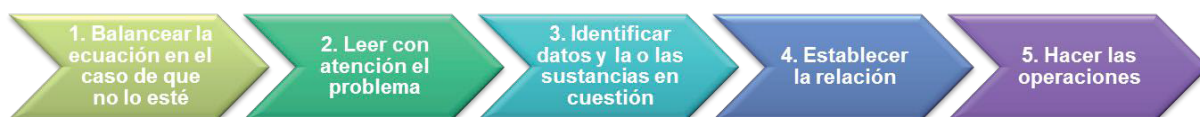
Pero te preguntarás, ¿por qué son tan importantes los cálculos estequiométricos?

Se emplean para análisis químicos de forma constante en industrias alimenticias, farmacéutica, químicas, etc., con el fin de llevar un control de calidad o garantizar una buena producción.

Si conocemos la ecuación química (receta) respectiva del proceso que nos interesa y la cantidad de alguna sustancia (ingrediente) podemos determinar las cantidades de los demás reactivos y productos mediante **cálculos estequiométricos**.

¿Por dónde debemos comenzar?

Pasos sugeridos para resolver problemas donde nos interesa conocer la cantidad o cantidades de sustancias que intervienen en una reacción química:



De acuerdo con esto se pueden presentar 3 tipos de problemas, pero se sigue el mismo procedimiento de solución.

**1. Mol-mol:** La cantidad que se conoce está dada en mol y la cantidad de sustancia que se va a determinar también debe expresarse en moles.

**2. Masa-masa:** La cantidad que se conoce está dada en masa y la cantidad de sustancia que se va a determinar también debe expresarse en masa.

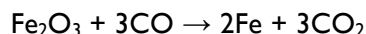
**3. Volumen-volumen:** La cantidad que se conoce está dada en volumen y la cantidad de sustancia que se va a determinar también debe expresarse en volumen.

### Relación mol-mol

Si se conoce la ecuación balanceada, tenemos el número de moles de las sustancias que intervienen en la reacción y entonces podemos establecer el número proporcional de moles en cualquier otro reactivo o producto.

Ejemplo:

El óxido de hierro (III) reacciona con el monóxido de carbono para producir hierro y dióxido de carbono de acuerdo con la siguiente reacción:



Calcula la cantidad en moles que se obtienen de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), cuando reaccionan totalmente 2.75 moles de óxido de hierro (III) con monóxido de carbono.

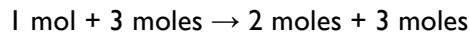
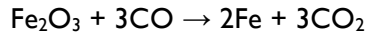
*Solución:* ¿Qué puedes identificar del problema dado?

Paso 1: Verifico que la ecuación está balanceada, de lo contrario, lo hago.

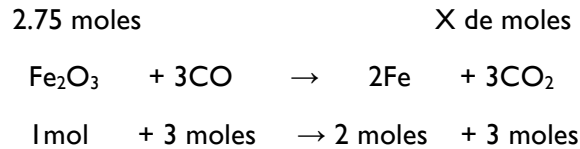
Paso 2: Leo el problema y se trata de un cálculo con relación mol-mol.

“Calcular la cantidad de moles...cuando reaccionan 2.75 moles...”

Paso 3: Identifico datos, primero de la reacción inicial puedo determinar lo siguiente:



Sin embargo, las sustancias a considerar para el cálculo son las remarcadas en la reacción quedando como sigue:



Paso 4: Establezco la relación, de acuerdo con la ecuación, por cada mol de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> se obtienen 3 moles de CO<sub>2</sub>

$$\frac{1 \text{ mol de Fe}_2\text{O}_3}{2.75 \text{ mol de Fe}_2\text{O}_3} = \frac{3 \text{ mol de CO}_2}{X \text{ mol CO}_2}$$

Paso 5: Realizo operaciones y cálculos necesarios.

Resultado: 
$$X = \frac{2.75 \text{ mol de Fe}_2\text{O}_3 \text{ por } 3 \text{ mol de CO}_2}{1 \text{ mol de Fe}_2\text{O}_3}$$

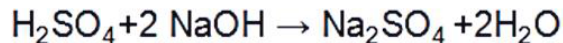
### Relación masa-masa

Ejemplo:

Necesitamos neutralizar una muestra de 75 g de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Para ello la única sustancia básica que tenemos es hidróxido de sodio (NaOH). ¿Cuántos gramos de reactivo debemos utilizar?

Solución:

La ecuación de neutralización del ácido sulfúrico a partir del hidróxido de sodio es la siguiente:



Verificamos que nuestra ecuación está balanceada, así que podemos seguir con el siguiente paso, que es identificar los datos del problema después de haberlo leído.

Nos damos cuenta de que es un cálculo masa-masa.

Identificación de problema	75 g	X gramos			
Reacción química	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	+2 NaOH	→	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	+2H <sub>2</sub> O
N° de Moles	1 mol	2 moles			
Masa Molar	1 mol de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = 98 g	2 mol de NaOH= 80 g			



Establezco la relación:

$$\frac{98 \text{ g de H}_2\text{SO}_4}{75 \text{ g H}_2\text{SO}_4} = \frac{80 \text{ g de NaOH}}{X \text{ g NaOH}}$$

Realizo operaciones y cálculos necesarios:

$$X = \frac{75 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \text{ por } 80 \text{ g de NaOH}}{98 \text{ g de H}_2\text{SO}_4}$$

$$x = 61.22 \text{ g de NaOH}$$

Resultado:

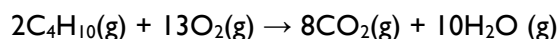
### Relación volumen-volumen

Es posible realizar cálculos en relación volumen-volumen, siempre y cuando las sustancias involucradas sean gaseosas y las reacciones se lleven a cabo en condiciones normales ( $T = 0^\circ \text{C}$ ,  $P = 1 \text{ atm}$ ).

Ejemplo:

El butano ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ) es empleado como gas doméstico. Calcula el volumen en litros que se produce de dióxido de carbono, si se consumen 30 L de gas butano.

Considera que la combustión se lleva a cabo en condiciones normales. La reacción de combustión es la siguiente:



Solución:

Verificamos que nuestra ecuación está balanceada, por lo que podemos seguir con el siguiente paso, que es identificar los datos del problema después de haberlo leído.

Identificación de problema	30 L			X Litros	
Reacción química	$2\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g})$	$13\text{O}_2(\text{g})$	$\rightarrow$	$8\text{CO}_2(\text{g})$	$+ 10\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
N° de Moles	2 mol			8 mol	
Masa Molar	2 mol de $\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) = 44.8 \text{ L}$			8 mol de $\text{CO}_2(\text{g}) = 179.2 \text{ L}$	

Nos damos cuenta que es un cálculo volumen-volumen.

Establezco la relación:

$$\frac{44.8 \text{ L C}_4\text{H}_{10}}{30 \text{ L C}_4\text{H}_{10}} = \frac{179.2 \text{ L CO}_2}{X \text{ L CO}_2}$$

Realizo operaciones y cálculos necesarios:

$$X = \frac{30 \text{ L C}_4\text{H}_{10} \text{ por } 179.2 \text{ L CO}_2}{44.8 \text{ L C}_4\text{H}_{10}}$$

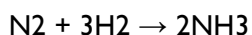
Resultado:

$$x=120 \text{ L de CO}_2$$

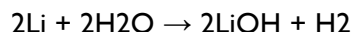
### **Aplica lo aprendido**

Instrucciones: Forma equipo con 2 compañeros más y resuelvan los siguientes ejercicios en su cuaderno, al terminar compáralos con otro equipo de la clase.

1. Cuando se hacen reaccionar hidrógeno y nitrógeno se produce amoníaco. ¿Cuántos moles de hidrógeno se requieren para que reaccionen con 12.75 moles de nitrógeno? La reacción es la siguiente:



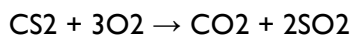
2. Todos los metales alcalinos reaccionan con agua para producir hidrógeno gaseoso y el correspondiente hidróxido de metal alcalino. Una reacción común es la que se da entre el litio y el agua:



a) ¿Cuántos moles de H<sub>2</sub> se pueden formar al completar la reacción de 6.23 moles de Li con agua?

b) ¿Cuántos gramos de H<sub>2</sub> se pueden formar mediante la reacción completa de 80.57 g de Li con agua?

3. Calcula el volumen de gas oxígeno (O<sub>2</sub>) en litros que reacciona totalmente con bisulfuro de carbono (CS<sub>2</sub>), necesario para obtener 50 L de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en condiciones normales. La ecuación es:



Estamos a punto de llegar a la recta final, como te has dado cuenta, los cálculos estequiométricos permiten efectuar el análisis químico y de los procesos industriales por medio de las relaciones mol-mol, masa-masa y volumen-volumen.

A continuación hablaremos de una aplicación más de estos cálculos.

Y en relación a tu contexto...

Imagina una situación en la que hayas tenido que depender de una cantidad específica para lograr algo, por ejemplo cuando quieres construir una barda, dependes del número de ladrillos que tengas, o cuando quieres hacer sándwiches o tortas para compartir con tu compañeros, dependes de los panes y rebanadas de queso que tengas. En este último ejemplo estás en la cocina de tu casa y encuentras que hay 7 panes y 5 rebanadas de queso ¿Cuántos sándwiches o tortas puedes preparar? Una manera de averiguarlo es tomar cada “reactivo” o ingrediente por separado, y establecer el número máximo de sándwiches o tortas que puedes preparar con los ingredientes disponibles.

De esta manera, ¿Cuántos sándwiches o tortas puedes preparar con 7 panes? \_\_\_\_\_.  
¿cuántos sándwiches o tortas puedes preparar con 5 rebanadas de queso? \_\_\_\_\_. Si te das cuenta, son resultados diferentes, pero la respuesta correcta es la menor cantidad, que en este caso serían \_\_\_\_\_, tu producción dependió o fue limitada por el ingrediente \_\_\_\_\_.

Pero te preguntará, **¿qué tiene que ver esto con la química?**

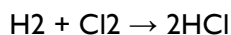
### Cálculo de reactivo limitante en una reacción química

En los procesos químicos, tanto naturales como sintéticos, es común que los reactivos (ingredientes) no se encuentren en la cantidad exacta requerida, esto es, alguno de ellos puede estar en exceso y de otros puede no haber la cantidad suficiente, por lo que este último determinará cuánto producto obtendrás.

Para aclarar estos nuevos conceptos veamos un ejemplo:

La sustancia que reacciona en su totalidad y limita la cantidad de producto que se obtendrá recibe el nombre de reactivo limitante. La sustancia que no reacciona o se consume en su totalidad recibe el nombre de **reactivo en exceso**.

Consideremos la siguiente reacción química:



Supongamos que tenemos 5 moles de hidrógeno y 2 moles de cloro, el problema se plantea de la misma manera que con los sándwiches o tortas del ejemplo anterior.

$$1 \text{ mol H}_2 = 2 \text{ moles de HCl}$$

$$x \text{ mol de HCl} = \frac{5 \text{ mol H}_2 \text{ por } 2 \text{ mol de HCl}}{1 \text{ mol de H}_2}$$

$$5 \text{ mol H}_2 = x \text{ moles de HCl}$$

$$x = 10 \text{ mol HCl}$$

$$1 \text{ mol Cl}_2 = 2 \text{ moles de HCl}$$

$$x \text{ mol de HCl} = \frac{2 \text{ mol Cl}_2 \text{ por } 2 \text{ mol de HCl}}{1 \text{ mol de H}_2}$$

$$2 \text{ mol Cl}_2 = x \text{ moles de HCl}$$

$$x = 4 \text{ mol HCl}$$

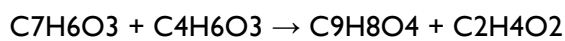
En este caso el reactivo limitante es \_\_\_\_\_ ya que forma la menor cantidad de productos, lo único que podemos formar son \_\_\_\_\_ moléculas de HCl. Y el \_\_\_\_\_ es el reactivo en exceso.

Si tenemos cantidades en unidades de masa o de volumen en el tema anterior hemos aprendido cómo convertir esos valores a las unidades necesarias. En procesos químicos es muy importante conocer cuál es el reactivo limitante, ya que de ahí se pueden hacer los cálculos de la producción, evitar desperdicios y minimizar costos. A continuación te presentamos algunos puntos que deberás considerar siempre que realices este tipo de cálculos estequiométricos:

1. Verificar que la ecuación esté balanceada, de lo contrario, hay que hacerlo.
2. Calcular en todos los casos la cantidad de productos que se forman (tomando en cuenta las unidades: masa, moles o volumen) con base en la cantidad conocida de cada reactivo.
3. El reactivo limitante es el que produce la menor cantidad de producto, todos los demás son reactivos en exceso.
4. Para conocer la cantidad de reactivo en exceso, se calcula la cantidad que reacciona con el reactivo limitante; el excedente o lo que sobra es la cantidad de sustancia que queda sin reaccionar.

### Aplica lo aprendido

1. La venta de aspirinas no requiere receta médica, pero el uso frecuente de las mismas contribuye al desgaste de la mucosa gástrica (gastritis). La aspirina (ácido acetilsalicílico) se prepara por calentamiento del ácido salicílico ( $C_7H_6O_3$ ) con el anhídrido acético ( $C_4H_6O_3$ ).

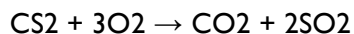


Cuando se calientan 2.0 g de ácido salicílico con 4.0 g de anhídrido acético:

- a) ¿Cuántos g de aspirina se forman?
- b) ¿Cuál es el reactivo limitante?
- c) ¿Cuál es el reactivo en exceso?
- d) ¿Consideras que se debería controlar la venta de medicamentos como la aspirina o piensas que sólo depende de la decisión que cada persona toma sobre su consumo?

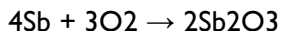
2. El disulfuro de carbono se utiliza en varios procesos industriales, por ejemplo, para producir telas como el rayón y el celofán, también para disolver el caucho que se requiere para elaborar llantas y como materia prima para producir pesticidas, por lo que es un compuesto altamente tóxico. La exposición prolongada al disulfuro de carbono puede provocar quemaduras en la piel e incluso enfermedades hepáticas y cardíacas, en las mujeres embarazadas provoca malformaciones a sus productos o puede ser causa de muerte al nacer.

El disulfuro de carbono arde con oxígeno de acuerdo con la siguiente reacción:



- a) Calcula los gramos de dióxido de azufre producidos cuando reaccionan 15.0 gr de sulfuro de carbono y 35 g de oxígeno.
- b) ¿Cuánto de reactivo permanece sin consumirse?
- c) ¿Cuál es el reactivo en exceso?
- d) ¿Cuál es el reactivo limitante?
- e) ¿Qué medidas de seguridad deberían tener las personas que trabajan en industrias que utilizan disulfuro de carbono?

3. El trióxido de antimonio es el catalizador de la reacción de policondensación del poliéster o polietilereftalato, mejor conocido como PET. Se obtiene por medio de la oxidación del antimonio metálico proveniente de las minas de China y de Rusia, reaccionando en hornos a alta temperatura con alimentación de aire. Se oxidan 487 kg de antimonio con 384 kg de aire atmosférico, de acuerdo con la siguiente reacción:



- a) ¿Cuál es el reactivo limitante?
- b) ¿Cuántos kilogramos de trióxido de antimonio se forman durante la reacción?
- c) Investiga. ¿Qué efecto contaminante se produce al quemar el PET una vez utilizado? Contrasta los resultados y anota las conclusiones en tu cuaderno.

En muchas ocasiones nos hemos preguntado, ¿es la química una ciencia útil o perjudicial?

Por un lado, es la que nos provee de muchas cosas que nos simplifica la vida transformando recursos naturales pero, por otro lado, sabemos que implica riesgos.

### **1.3 Implicaciones ecológicas, industriales y económicas de los cálculos estequiométricos.**

Desde su aparición, el hombre se ha dedicado a desarrollar productos que le faciliten la vida, por lo que ha tenido que depender de recursos naturales como el petróleo, que al ser procesado en las grandes industrias provoca un gran daño al medio ambiente y a la salud de los seres vivos en general.

Por otro lado, el petróleo es una de las principales actividades económicas de muchos países; esto nos lleva a cuestionarnos si la explotación y el uso del petróleo han sido los adecuados a nuestras necesidades o se ha abusado de él.

En los últimos años se ha fomentado una conciencia ética con la intención de reconocer las implicaciones ecológicas, industriales y económicas al producir un gran número de sustancias químicas, sin tomar en cuenta la preservación de nuestro planeta.

*Y en relación a tu contexto...*

Reflexiona acerca de la siguiente situación y comenta con tus compañeros. Al final redacta una conclusión general.

Cierta compañía productora de tabiques rojos (ladrillos) ha tenido algunos problemas con la competencia, a pesar de que su producto es de bastante calidad y tiene mucho tiempo en el negocio, cada vez hay más personas que están produciendo el mismo tabique. Así, el dueño ha decidido que su horno trabaje las 24 horas para tener más producción y en el caso de tener algún pedido grande, el producto esté disponible a diferencia de sus competidores. ¿Cuáles piensas que serán las implicaciones ecológicas y económicas debidas a la nueva decisión del dueño?

---

Así como el dueño de la compañía de tabique ha tomado una decisión para ser el mejor productor de tabique, para los químicos o encargados de algún proceso también es el principal objetivo; sin

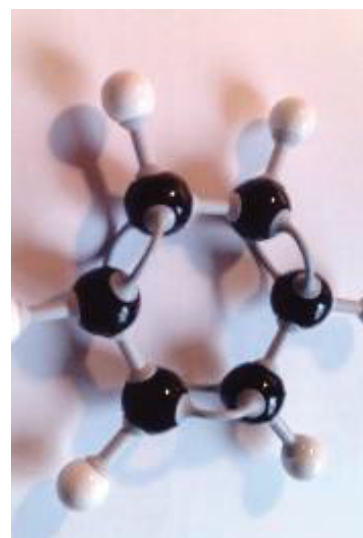
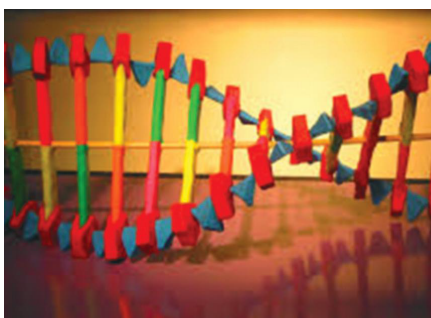
embargo, es su responsabilidad fundamental calcular la cantidad de reactivos o de productos necesarios para que se logre el proceso a su cargo con el mínimo de desperdicios o exceso de materiales que contaminen el entorno, o bien, resulten más costosos.

Por ello debemos tomar en cuenta que lo más importante es cuidar nuestros recursos naturales y no sólo producir en grandes cantidades.

### **Aplica lo aprendido**

Instrucciones: Realiza un modelo en tercera dimensión con materiales reciclados o de uso común como: botellas, papel, tela, cartón, alambre, entre otros. Para esto realiza lo siguiente:

- Únete a 1 o 2 compañeros.
- Forma moléculas o átomos que participen en reacciones químicas realizadas por la industria y la vida cotidiana. Por ejemplo el ADN, el amoníaco, el benceno, el metano o el etanol.
- Coloréalas o píntalas de diversos tonos para que sea fácil identificarlas.
- Puedes fijarlas con clavos, tapas, cuerdas o alambres.
- Observa el dibujo y crea según tu imaginación.



Práctica (En este momento

podrás desarrollar los pasos del método científico)

Ley de la conservación de la masa

**Objetivo de la práctica:**

Llevar a cabo un proceso estequiométrico a partir de la experimentación y realizar los cálculos correspondientes para comprobar la Ley de la conservación de la masa.

Consideraciones teóricas:

Revisa los siguientes contenidos desarrollados a lo largo del bloque.

Ley de la conservación de la masa

Ley de la conservación de la energía y sus manifestaciones.

Material:

1 globo

1 tapón de tubo de desprendimiento

1 trozo de hilo o liga

1 frasco de vidrio de 250 ml de boca estrecha

1 jeringa de 10 ml. 1 báscula.

Reactivos:

- 1 sobre de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) que se vende en la tienda.
- 15 ml de ácido clorhídrico o en caso de no contar con este compuesto puedes utilizar ácido muriático (destapa caños).

Recuerda que todos los reactivos pueden causar daño, para protegerte utiliza guantes, ten precaución de no verter el contenido del globo ya que podría explotar.

Recomendación:

El amarre del globo en el tubo debe ser fuerte para evitar fugas

Procedimiento:

- a) A un globo sin inflar adiciona un cuarto del sobre de bicarbonato de sodio.
- b) En el frasco agrega 15 ml de ácido clorhídrico concentrado (ácido muriático) lo puedes medir con una jeringa.
- c) Coloca el globo por su boquilla a la boca del frasco con el ácido, cuidando que el bicarbonato no caiga al frasco.
- d) Coloca el frasco armado en el platillo de la báscula y determina su masa ( $m_1$ ); sin quitar el frasco de la báscula procede a levantar el globo para que el bicarbonato caiga y entre en contacto con el ácido contenido en el frasco.
- e) Observa lo que ocurre y determina su masa ( $m_2$ ):

Anota tus observaciones:

---

---

---

---

Anota el valor de las masas:

m1 = \_\_\_\_\_, m2 = \_\_\_\_\_.

Cuestionario

¿Cómo resultaron ser m1 y m2?

---

---

---

¿Hubo pérdida de masa?

---

---

---

¿A qué consideras que se deba?

---

---

---

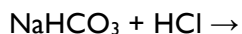
¿Hubo transformación química?

---

---

---

Investiga la reacción efectuada y completa la ecuación: (En tu curso de Química I conociste los diferentes tipos de reacciones y apreciaste los cambios que se producen en una reacción ácido-base).



¿Qué relación existe entre este experimento y la ley de la conservación de la masa?

---



---

---

---

---

---

---

---

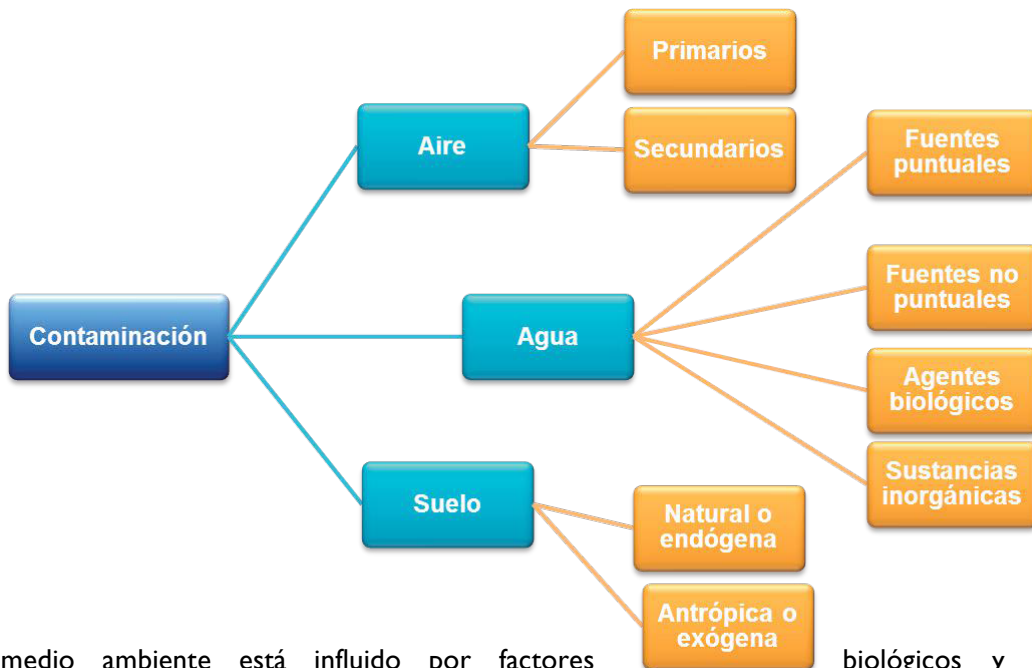
---

---

---

#### 1.4. Contaminación de agua, aire y suelo.

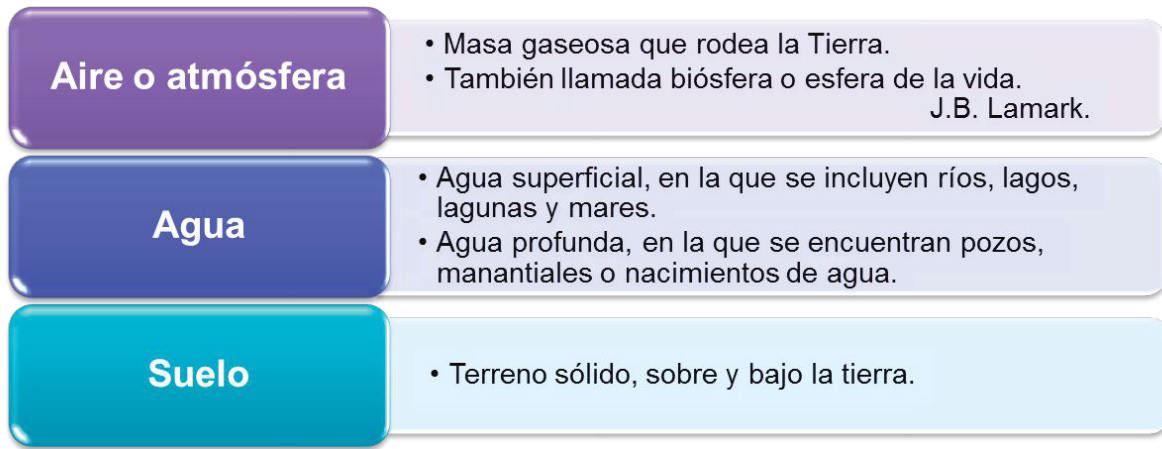
La contaminación del aire, del suelo y del agua se ha originado a partir de las actividades del hombre. El aumento de la población trae consigo necesidades que deben ser satisfechas, por lo que el individuo se ve obligado a la creación de nuevas industrias y al uso de maquinarias de combustión interna que generan contaminantes, por lo que ha perjudicado el entorno en que vivimos. Es importante la concientización sobre este fenómeno y la valoración de las acciones humanas de riesgo en el impacto ambiental.



El medio ambiente está influido por factores físicos que nos rodean y que afectan a los seres vivos. Los factores biológicos y factores biológicos son las plantas, animales, microorganismos y el hombre. Los factores físicos son la temperatura, humedad, lluvia, nieve, aire, agua y todas las sustancias químicas que se encuentran en el aire, el agua y la tierra. Un cambio en su composición impacta en nuestra vida, así, al abusar o hacer mal

uso de los recursos naturales que se obtienen del medio ambiente, lo ponemos en peligro y lo agotamos.

El medio ambiente lo podemos clasificar de la siguiente manera:



Mucho es lo que escuchamos hablar sobre la contaminación que existe en nuestro país a través de la radio, la televisión y el periódico, lo que contribuye a formar una opinión propia sobre ello. Sin embargo, estos medios no aportan a una cultura formal sobre el tema e inducen a la adopción de soluciones que si bien son populares no siempre son adecuadamente viables y socialmente factibles. Para planear soluciones que no solamente suenen bien sino que además puedan ponerse en práctica. y sobre todo, mejoren y preserven el ambiente, es preciso contar con un buen conocimiento del tema y opciones de solución.

El crecimiento de la población y el consumo excesivo han generado una fuerte perturbación ambiental que se manifiesta localmente con la contaminación del aire, del agua y del suelo.

En una visión global, la quema excesiva de combustibles fósiles, más la deforestación y tala de bosques, incrementa el efecto invernadero y el cambio climático trae como consecuencia infinidad de problemas a nivel mundial.

Sabías que...

La contaminación es la aparición de una sustancia en un sistema natural (atmósfera, tierra, suelo) o la variación de la concentración de una sustancia del mismo sistema, que altera o produce daños a los seres vivos.

### **Actividad I**

**Instrucciones:** Ahora realicemos una actividad muy breve. En la tabla siguiente escribe los nombres de materiales o sustancias que consideres contaminan agua, aire y suelo en tu comunidad y que utilices en tu diario hacer, además describe cómo los usas

Contaminantes antropogénicos primarios y secundarios

La contaminación del aire, agua y suelo tienen su origen natural y antropogénico.



### Reacciones químicas

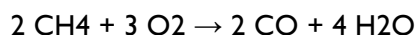
**La industria química** se encarga de la extracción y procesamiento de las materias primas, tanto naturales como sintéticas y de su transformación en otras sustancias de características diferentes de las que tenían originalmente. Por tanto, estas industrias se clasifican en: Industrias químicas de base e industrias químicas de transformación.

**Industrias químicas de base:** Trabajan con materias primas naturales que comúnmente toman de lugares próximos como el aire (oxígeno y nitrógeno), el agua (hidrógeno), la tierra (carbón, petróleo y minerales) y de la biósfera (caucho, grasas, madera y alcaloides) fabricando con ello productos sencillos semielaborados.

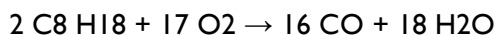
**Industrias de transformación:** Toman los productos semielaborados de la industria base para transformarlos en nuevos productos que pueden salir directamente al mercado o ser susceptibles de utilización en otros sectores. La explotación natural y la transformación de estos recursos, nos conducen a una serie de fenómenos que repercuten a corto, mediano y largo plazo en la conservación del entorno y la salud. Los procesos a los que son sometidos generan una serie de contaminantes a la atmósfera.

### Reacciones químicas de los contaminantes primarios

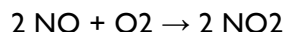
Monóxido de carbono CO, es una sustancia incolora, inodora y altamente tóxica. De forma natural se origina por oxidación del metano CH<sub>4</sub>, un gas que se obtiene por descomposición de la materia orgánica, la ecuación que representa esta reacción es la siguiente:



La principal fuente antropogénica del monóxido de carbono es la combustión incompleta de hidrocarburos que puede presentarse en forma de octano, uno de los componentes de la gasolina.



Monóxido de nitrógeno NO, de forma natural se encuentran en la descomposición bacteriana de los nitritos orgánicos, la actividad volcánica y los incendios forestales, la fuente por contaminación antropogénica se debe a la emisión de gases de automotores y a la quema de combustibles fósiles (derivados del petróleo). El monóxido de nitrógeno de la atmósfera reacciona fotoquímicamente (con ayuda de la luz del sol) bajo la siguiente ecuación:

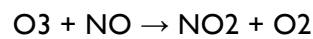
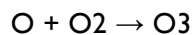


Dióxido de azufre  $\text{SO}_2$  reacciona con la humedad del aire para que a través de una serie de reacciones químicas, finalmente origine la lluvia ácida.

### Reacciones químicas de los contaminantes secundarios.

Los contaminantes fotoquímicos y los radicales de corta existencia como el ozono, son los principales contaminantes secundarios. Éstos son el producto de dos o más contaminantes primarios.

Los oxidantes fotoquímicos se originan al reaccionar entre sí los óxidos del nitrógeno, los hidrocarburos y el oxígeno, todos en presencia de radiación ultravioleta. Su forma se ve favorecida en algunas épocas del año cuando existen vientos débiles y aumenta la temperatura, dificultando que los contaminantes primarios se dispersen.



La molécula de ozono  $\text{O}_3$ , es el oxidante fotoquímico más importante, se encuentra en mayor concentración en aquellos espacios atmosféricos en los cuales se realizan actividades industriales más intensamente.

Los radicales libres se forman cuando los hidrocarburos reaccionan con el aire, el oxígeno y el ozono, así se originan aldehídos, cetonas, nitratos orgánicos, todos ellos tóxicos para la salud humana, animal y vegetal.

### Contaminantes del agua de uso industrial y urbano

La contaminación del agua puede ser visible cuando vas a un río o mar y notas la descarga de aguas negras en él, basura de uso doméstico, derrames de petróleo, capas de aceite y espuma



*Contaminación por desechos industriales y domésticos.*



*Contaminación de ríos por descargas de aguas negras.*

### Existen tres tipos de contaminantes en el agua:

I. **Agentes físicos:** son partículas insolubles que enturbian el agua y dificultan la vida de algunos organismos como: tierra, lodo, arena o basura, que no se descomponen.

2. **Agentes biológicos:** son microorganismos que llegan al agua por contaminación de heces fecales o restos orgánicos de personas infectadas como: virus, bacterias, hongos y parásitos.

3. **Agentes químicos:** las sustancias, químicas inorgánicas, orgánicas y radioactivas disminuyen la capacidad de contener oxígeno causando grandes daños a los seres vivos, porque contribuyen al crecimiento de algas, y hacen inutilizable el agua.

**Inorgánicas:** ácidos, mercurio, plomo, arsénico, selenio, nitratos, nitritos y fluoruros.

**Orgánicas:** petróleo, plásticos, plaguicidas, detergentes.

**Radiactivas:** uranio.

Además, existen **fuentes puntuales** y **no puntuales** que contaminan el agua.

Las **fuentes puntuales** descargan contaminantes en sitios específicos a través de tuberías y alcantarillas, como son las fábricas, plantas de tratamiento de aguas negras, drenajes y aguas residuales urbanas.

Las **fuentes no puntuales** son descargas de contaminantes al agua y éstas son vertidas en grandes áreas de terreno como las aguas residuales urbanas, industriales, ganaderas, agrícolas y marea negra. Los humanos hemos hecho de nuestros mares grandes contenedores de basura, año con año se vierten gran cantidad de contaminantes con efectos tóxicos que tardarán cientos de años depositados ahí.

El **agua dulce** que utilizamos proviene de dos fuentes: agua superficial y agua subterránea.

El **agua superficial** es aquella que al llover no se filtra y la encuentras en lagos, charcos y lagunas. La contaminación de las aguas superficiales se presenta por fuentes no puntuales.

Las **aguas subterráneas** son las que se encuentran por debajo de la superficie terrestre, también llamadas mantos freáticos, y constituyen la fuente principal de agua para consumo o riego. Se contamina por filtración de contaminantes contenidos en el suelo que pueden ser de origen agrícola, industrial, doméstico o de basureros.

Las **aguas continentales** sufren de procesos de eutrofización al obtener grandes cantidades de materia orgánica, nutrientes y contaminantes que producen florecimiento excesivo de plantas acuáticas y otros organismos; mismos que, al morir sus residuos putrefactos disminuyen la cantidad de oxígeno y la calidad del agua

### **Contaminación del suelo**

Se consideran contaminantes del suelo el cúmulo de sustancias que repercuten negativamente en el comportamiento de los suelos y provocan la pérdida parcial o total de la productividad.

La contaminación del suelo es debida a dos causas:

**Natural o endógena:** actividades no planificadas por el hombre que producen un cambio negativo de las propiedades del suelo.

**Antrópica o exógena:** actividades derivadas del ser humano y de sus industrias, principalmente de desechos sólidos, los que representan un riesgo para la salud de los seres vivos.

Clasificación de desechos sólidos		
Desechos sólidos municipales	Desechos industriales	Agricultura y ganadería
<p>Aquellos que utilizamos en el hogar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Desperdicios de productos ya elaborados como polímeros sintéticos, bolsas de polietileno y de polipropileno, que necesitan entre 20 y 30 años para descomponerse.</li> <li>Basura: Compuesta por desechos orgánicos e inorgánicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Constituidos por productos químicos derivados de la actividad industrial.</li> <li>Se consideran desechos industriales peligrosos cuando al menos tienen una característica como: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y biológico-infecciosos.</li> <li>Requieren confinamiento especial con un recubrimiento específico para evitar la contaminación de agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso indiscriminado de pesticidas, plaguicidas, insecticidas, abonos y fertilizantes (algunos insecticidas requieren hasta 10 años para descomponerse).</li> <li>El sobrepastoreo provoca el deterioro del suelo.</li> <li>Uso de aguas negras para el riego de hortalizas provocando enfermedades como cólera, hepatitis y fiebre tifoidea.</li> </ul>

## Soluciones para reducir o evitar la contaminación del suelo

### a) Preventivas

1. Educación ambiental y separación de la basura.

Es urgente que la sociedad adquiera una cultura de educación ambiental, leyes más rígidas y un compromiso de la sociedad con su entorno. Evitar que las aguas negras transiten en ríos y mares y entubar las aguas residuales para evitar contaminación con los **mantos freáticos**.

2. Utilización de materiales biodegradables.

Preferir materiales biodegradables de manera cotidiana.

3. Utilización de ecotecnia para la agricultura. Evitar uso de plaguicidas en la agricultura, es posible optar por la hidroponía, evitar fertilizantes orgánicos.

### b) Correctivas

1. Descontaminación o remediación del suelo contaminado.

Tratar el agua freática contaminada (se saca de los mantos freáticos y al concluir el tratamiento se retorna el agua hasta lograr los niveles recomendados).

2. Biorremediación.

Es una técnica de recuperación del sustrato contaminado, mediante un proceso similar al tratamiento del agua por descomposición bacteriana.

## Contaminación del aire

Un agente contaminante común en el aire es la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural y gasolina). Normalmente los utilizados diariamente para realizar actividades cotidianas como cocinar, transportarnos, producir electricidad, objetos y materiales.

Cerca de 95% de la masa del aire se encuentra en la capa más interna conocida como tropósfera que se extiende unos 17 km por encima de la superficie terrestre. Conforme el aire se mueve en la atmósfera colecta sustancias químicas producidas por acontecimientos naturales, o bien, por las actividades del hombre.

Los contaminantes del aire son primarios y secundarios:

<b>Primarios</b>	Son los que permanecen tal cual fueron emitidos por su fuente, entran directamente a la atmósfera por las actividades humanas o por procesos.
<b>Secundarios</b>	Son producto de la reacción química de dos o más componentes del aire y un contaminante primario.

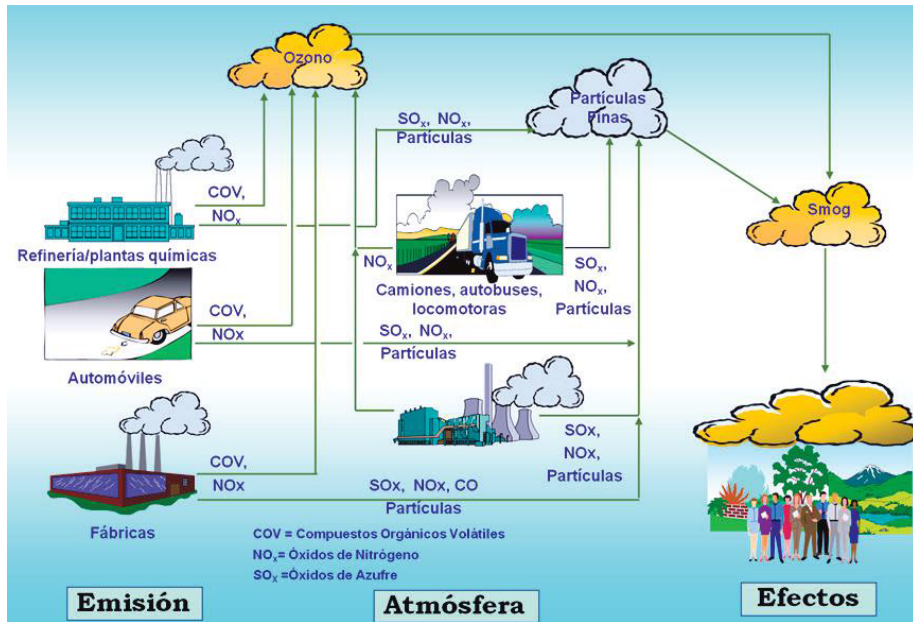
### Principales contaminantes primarios y secundarios:

Primarios		Secundarios	
CO	monóxido de carbono	NO <sub>2</sub>	dióxido de nitrógeno
CO <sub>2</sub>	dióxido de carbono	SO <sub>3</sub>	trióxido de azufre
SO <sub>2</sub>	dióxido de azufre	HNO <sub>3</sub>	ácido nítrico
NO	óxido nítrico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	ácido sulfúrico
HC	hidrocarburos	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	peróxido de hidrógeno
MPS	partículas suspendidas	O <sub>3</sub>	ozono
		PAN	peroxiacetilnitrato
		SO	monóxido de azufre

La contaminación atmosférica es debida a partículas suspendidas sólidas o líquidas cuyos componentes varían de tamaño, origen y composición química que se mezclan en la tropósfera.

Estas partículas pueden ser en tamaño ultrafino, fino, medio y grande.

Las partículas finas provienen generalmente de la quema de combustibles fósiles en calentadores industriales, automóviles y sistema de calefacción y suelen estar suspendidas en la tropósfera hasta por 5 años, lo que las hace más dañinas por el tiempo que tienen que ser transportadas por todo el mundo.



Condición en la cual una sustancia se encuentra en exceso respecto a su concentración ambiental normal y además tiene un impacto medible en la calidad del aire. Padilla, 2010, Presentación: Impacto de los Contaminantes Atmosféricos en la Salud

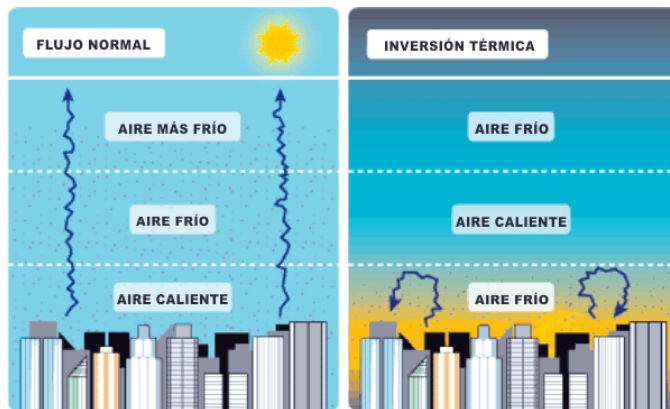
## 1.5 Inversión térmica, smog y lluvia ácida.

### Inversión térmica

Normalmente el aire de la superficie terrestre fluye a la atmósfera y conforme asciende disminuye gradualmente su temperatura. En la inversión térmica se presenta un comportamiento contrario en la variación vertical habitual de la temperatura, es decir, un aumento térmico con la altura.

Una capa de la atmósfera con inversión térmica no permite que se produzcan movimientos ascendentes de aire. Por tanto, el aire de la parte inferior es más frío, así que no asciende al ser más denso o pesado que el aire que está por encima.

Consecuentemente, una inversión térmica próxima al suelo impide que los contaminantes producidos por las actividades humanas se dispersen verticalmente o se alejen de la superficie terrestre. Este hecho puede dar lugar a episodios de altos valores de contaminación del aire, con los consiguientes posibles efectos nocivos para la salud humana.



Funcionamiento de la inversión térmica. Meteorología básica.



## Esmog

El término esmog proviene de la palabra compuesta de los vocablos ingleses smoke: humo y fog: niebla.

La palabra esmog se utiliza para denominar un tipo de niebla, humo y vapores que surgen como resultado de la combinación de ciertas sustancias en el medio ambiente y factores climáticos. Esto evidentemente produce contaminación atmosférica en algunos lugares de alta concentración como son las grandes ciudades. Existen dos tipos de esmog:

<b>Industrial o sulfuroso</b>	Origina una espesa niebla de color pardo-gris cargada de contaminantes principalmente $\text{SO}_2$ , con efectos muy nocivos para la salud de las personas ya que produce alteraciones respiratorias, inhibe la supervivencia de los vegetales y la conservación de edificios (estatuas y otros materiales).
<b>Fotoquímico</b>	Origina un humo color pardo rojizo, cargado de componentes como $\text{NO}_2$ , $\text{O}_3$ , CO, aldehídos e hidrocarburos. Este se produce con más frecuencia en ciudades con costa o cercanas a ella, o en ciudades situadas en valles amplios, con zonas arbóreas abundantes. Su mayor incidencia se produce en las horas centrales del día, cuando la radiación solar es mayor, acelerando la producción de los contaminantes secundarios.

Aspecto	Esmog común	Esmog fotoquímico
Condiciones meteorológicas	Baja insolación y baja velocidad del viento. Temperatura inferior a 0 grados centígrados	Alta insolación y baja velocidad del viento, temperatura alrededor de 18 grados centígrados
Principales causas	Combustibles industriales y domésticos	Transportación de automotores
Principales contaminantes	$\text{SO}_2$ pariculado	$\text{NO}_x$ , $\text{O}_3$ , CO, aldehídos e hidrocarburos
Ambiente químico	Reductor	Oxidante
Estación característica	Invierno	Verano
Horario característico	Cerca del amanecer	Mediodía

## Efecto invernadero

El efecto invernadero es un fenómeno atmosférico natural que permite mantener la temperatura del planeta, al retener parte de la energía proveniente del sol.

El efecto invernadero normal se altera cuando los rayos solares son atrapados en la superficie de la tierra y no pueden salir de la atmósfera porque rebota en partículas de gas metano, vapor de agua, óxidos nitrogenados y clorofluorocarbonados que son producto de las combustiones

industriales, lo cual ocasiona, un excedente de calor y, por consiguiente, variaciones en la temperatura terrestre.

Sabías que...

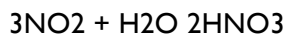
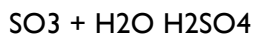
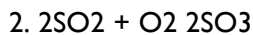
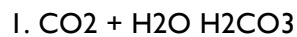
Los humanos emitimos de medio litro a tres litros de gas metano cada 24 horas, proveniente del intestino y que contribuye también al efecto invernadero. En los últimos 100 años se han registrado cambios en la temperatura de nuestro planeta ocasionando un aumento de 0.4 - 0.8 grados centígrados en la temperatura promedio. BBC Mundo

### Lluvia ácida

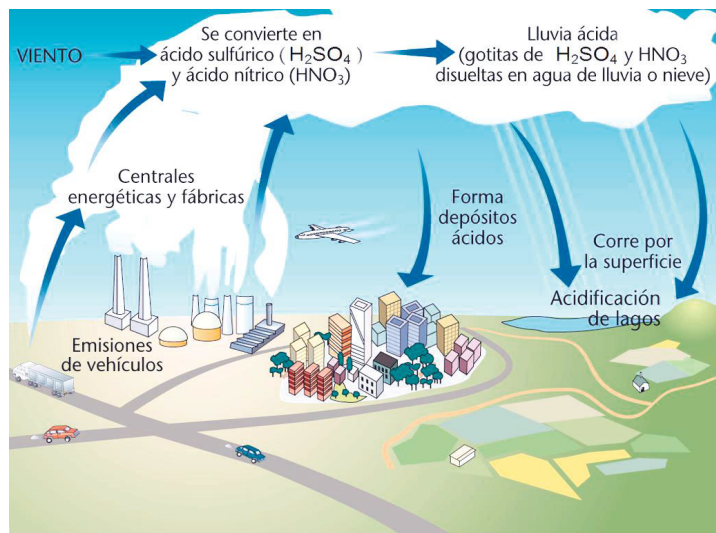
En el ciclo del agua, ésta sube en forma de vapor a la atmósfera producto de la evaporación y regresa a la tierra en forma de lluvia, nieve o granizo. Cuando el agua entra en contacto con los contaminantes presentes en el aire, como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) forma ácido carbónico, entonces al precipitarse el agua ya contiene esta sustancia, lo que ocasiona la formación de lluvia ácida.

El dióxido de azufre SO<sub>2</sub> y los óxidos de nitrógeno NO<sub>2</sub> al unirse con el agua y en presencia de luz solar, forman ácido sulfúrico y ácido nítrico, respectivamente, haciendo a la lluvia más ácida.

Las reacciones atmosféricas que producen la lluvia ácida son:



El pH (medida de acidez) del agua de lluvia es de 5.6 (ácida), pero al combinarse con los contaminantes llega a un pH de hasta 1.5, ¿te imaginas los efectos que causará en tu piel, en los seres vivos del entorno y en tu salud en general?



## **Práctica (En este momento podrás desarrollar los pasos del método científico)**

### **Efectos de la lluvia ácida en las plantas**

**Objetivo de la práctica:** Que observes el efecto que se produce al aplicar agua mezclada con vinagre blanco por 2 semanas en una planta y adviertas de las alteraciones en su crecimiento.

#### **Consideraciones teóricas:**

Investiga: Efectos de la lluvia ácida

#### **Materiales:**

- Vinagre
- Agua
- Tres frascos limpios
- Tres plantas en maceta pequeña manejable
- Etiquetas
- Plumón
- Tres aplicadores de rociado (aspersor)

#### **Etiqueta los frascos, las macetas y los aplicadores de la siguiente manera:**

1. El primer frasco, la primera maceta y el primer aplicador con los siguientes datos: Núm. 1 frasco con un litro de agua y la fecha; la maceta con el número y escribir maceta regada sólo con agua; aplicador Núm. 1 con agua sin ninguna mezcla.
2. El segundo frasco, maceta y aplicador márcalos con la misma fecha con el número
3. El frasco debe contener 750 ml de agua y 250 ml de vinagre blanco. Escribe “poco ácido”. Deberás regar esta maceta con este líquido.
4. En el tercer frasco coloca 500 ml de agua y 500 ml de vinagre y escribe “mundo”. Riega la tercera maceta con este líquido. Marca la maceta con el número 3 y el aplicador sin olvidar escribir la fecha
5. Riega las plantas con el aspersor durante una semana o dos y observa los cambios en cada planta. En tu cuaderno anota los resultados y escribe tus conclusiones.

#### **Conclusiones:**

¿Qué cambios observaste en la planta que fue regada con la mayor concentración de vinagre? Compáralas con las otras dos.

¿Cuáles son los contaminantes que producen la lluvia ácida?

Investiga qué lugares en el mundo son los más afectados por la lluvia ácida.