



**Unidad A.1: Prácticas científicas**  
**Ciencias Ambientales**

**Actividad de aprendizaje – Partes por millón y partes por billón**

## **Partes por millón (ppm) y partes por billón (ppb)**

**Materiales:**

Para cada grupo de estudiantes:

Probeta de 10 mL

Gradilla para tubos de ensayo

10 tubos de ensayo

Cinta adhesiva (Masking tape)

Marcadores

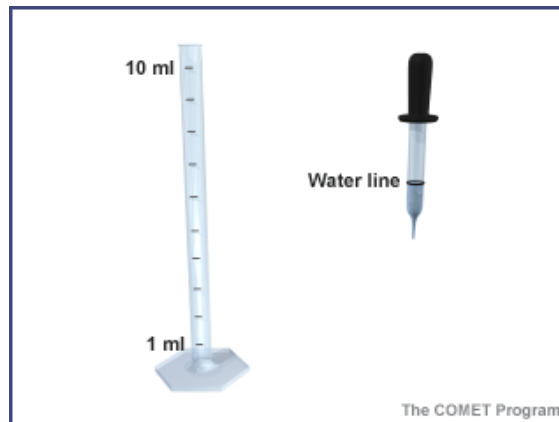
Pipeta o gotero

Jarra para agua

Un líquido con color intenso (puede ser colorante vegetal)

**Procedimiento:**

1. Usar la cinta adhesiva y los marcadores para identificar los tubos de ensayo con los números del 1 al 10.
2. Echar 9 mL de agua en los tubos de ensayo del 2 al 10
3. Echar 10 mL del líquido con color en el tubo #1.
4. Recoger 1 mL de agua con la pipeta o gotero y marcar la altura del nivel del agua con el marcador. Luego de marcar el nivel del agua, vaciar la pipeta o gotero.



5. Llenar la pipeta o gotero hasta el nivel con 1 mL de líquido con color del tubo #1 y transferirlo al tubo #2. Agitar suavemente el tubo #2 para que el líquido se mezcle con el agua.
6. Llenar la pipeta o gotero con 1 mL del líquido en el tubo #2 y transferirlo al tubo #3. Agitar suavemente el tubo #3 para que el líquido se mezcle con el agua.
7. Continuar este proceso con los demás tubos (del 3 al 4, del 4 al 5, etc)
8. Completa las razones de dilución preparadas en la tabla de datos. El tubo #1 contiene el color puro, así que la razón de dilución es una parte en 1 (1/1)



## Unidad A.1: Prácticas científicas Ciencias Ambientales

### Actividad de aprendizaje – Partes por millón y partes por billón

9. El tubo #2 contiene una parte de colorante por cada 10 partes de líquido por lo que la razón de dilución es  $1/10$  ( $10^{-1}$ ). Continúa con este proceso para los 10 tubos.
10. Convierte las diluciones a partes por millón (ppm) multiplicando la dilución (columna 2) por  $10^6$ . Esto indicará cuántas ppm por volumen hay en cada tubo.
11. Convierte las partes por millón (ppm) a partes por billón (ppb) multiplicando por  $10^3$ .

#### Preguntas:

1. ¿Cuál tubo contiene la mayor concentración? ¿La menor concentración?
2. ¿Cuál tubo tiene la razón de dilución mayor? ¿La menor razón de dilución?
3. ¿Qué ocurre con el color del líquido según disminuye la razón de dilución? ¿Por qué ocurre esto?
4. ¿Llegará el líquido a ser incoloro? Si es así, ¿a qué razón de dilución será incoloro?
5. ¿Cuál tubo contiene una ppm/volumen de colorante? ¿Cuál contiene una ppb/volumen?
6. El ozono en la estratosfera tiene una razón de dilución de 1 a 10 ppm/volumen. ¿Cuáles tubos representan esa razón de dilución?
7. Una razón de dilución típica para el ozono en la troposfera es de 10 a 100 ppb/volumen. ¿Cuáles tubos representan esta razón de dilución?
8. Utiliza la tabla de las razones de dilución de los gases que componen la atmósfera para determinar si algunas de esas razones son similares a las que se hicieron en los tubos de ensayo. Escribe el nombre del gas y la razón de dilución que es similar.



**Unidad A.1: Prácticas científicas**  
**Ciencias Ambientales**  
**Actividad de aprendizaje – Partes por millón y partes por billón**

**Tabla #1. Diluciones en ppm y ppb**

Tubo	Partes por volumen	Partes por millón/volumen (ppm/v)	Partes por billón/ volumen (ppb/v)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

**Unidad A.1: Prácticas científicas**  
**Ciencias Ambientales**  
**Actividad de aprendizaje – Partes por millón y partes por billón**

**Tabla 2. Gases en la atmosfera**

<b>Gases</b>	<b>Concentración</b>
Nitrógeno ( $N_2$ )	78.08% por volumen (equivalente a 780,800 ppm/v)
Oxígeno ( $O_2$ )	20.95% por volumen (209,500 ppm/v)
Argón (Ar)	0.93% por volumen (9,300 ppm/v)
Vapor de agua ( $H_2O$ )	0 to 1 or 2% por volumen (hasta 20,000 ppm/v)
Bióxido de carbono ( $CO_2$ )	365 ppm/v
Hidrógeno ( $H_2$ )	500 ppb/v
Helio (He)	524 ppb/v
Neón (Ne)	1818 ppm/v
Ozono ( $O_3$ ) en la troposfera	0.02 to 0.1 ppm/v
Ozono ( $O_3$ ) en la estratosfera	0.1 to 10 ppm/v
Metano ( $CH_4$ )	1.7 ppm/v
Óxido de nitrógeno ( $N_2O$ )	0.31 ppm/v
CFC-12 ( $CF_2Cl_2$ )	0.5 ppb/v
CFC-11 ( $CFCl_3$ )	0.3 ppb/v