

Disoluciones y formas de expresar la concentración

1. Disoluciones
2. Concentración de una disolución
3. Formas de expresar la concentración de una disolución

1. DISOLUCIONES

Una disolución es una mezcla homogénea que está formada por dos o más sustancias.

ACTIVIDAD 1: Un vaso de leche con colacao ¿es una disolución?

Este curso nos vamos a centrar en las disoluciones formadas por dos sustancias.

ACTIVIDAD 2: Como ejemplo de disolución de más de dos sustancias podemos llevar a clase un vaso de agua, un sobre de azúcar y un salero. Echamos una cucharada de sal y otra cucharada de azúcar. Removemos hasta que desaparezcan la sal y el azúcar.

A la sustancia que está en mayor cantidad le llamamos **disolvente** y a la sustancia que está en menor proporción le llamamos **soluto**.

ACTIVIDAD 3: Aprovechando el material empleado en la actividad 2 echamos una cucharada de sal y removemos hasta que desaparezca la sal.

CUESTIÓN 1: ¿Qué sustancias forman la disolución preparada?

CUESTIÓN 2: ¿Qué sustancia es el soluto?

CUESTIÓN 3: ¿Qué sustancia es el disolvente?

Indicar que, aunque **hay muchos disolventes, el más utilizado en el laboratorio es el agua**.

ACTIVIDAD 4: Dar 5 ejemplos de disoluciones habituales indicando quien es el soluto y quien es el disolvente.

ACTIVIDAD 5: En la actividad 2 ¿cuántos solutos tenemos? ¿Qué sustancias son el soluto? ¿Qué sustancia es el disolvente?

Las disoluciones, **atendiendo al estado de agregación de las sustancias que la forman**, las podemos clasificar en:

Componente 1	Componente 2	Estado de la disolución resultante	Ejemplos
Gas	Gas	Gas	Aire (O ₂ y N ₂), Butano Comercial,
Gas	Líquido	Líquido	Agua gaseosa (CO ₂ en agua), oxígeno en agua, ...
Gas	Sólido	Sólido	Humo
Líquido	Líquido	Líquido	Etanol en agua (Alcohol de farmacia), gasolinas, ...
Sólido	Líquido	Líquido	Sal común (NaCl) en agua, amalgamas, ...
Sólido	Sólido	Sólido	Aleaciones de metales (Bronce, latón, oro blanco, hojalata, acero ...)

ACTIVIDAD 6: ¿Qué son las amalgamas?

ACTIVIDAD 7: ¿Qué sustancias forman la disolución sólida que es el bronce?

Mezcla homogénea:
Sistema formado por dos o más especies que no reaccionan químicamente entre sí presentando una distribución regular de sus propiedades físicas y químicas. El aspecto y composición son uniformes en todas sus partes.

ACTIVIDAD 8: ¿Qué sustancias forman la disolución sólida que es el latón?

ACTIVIDAD 9: ¿Qué sustancias forman la disolución sólida que es la hojalata?

ACTIVIDAD 10: ¿Qué sustancias forman la disolución sólida que es el oro blanco?

ACTIVIDAD 11: ¿Qué sustancias forman la disolución sólida que es el acero?

ACTIVIDAD 12: Podemos aprovechar este punto para llevar a clase etanol, agua y dos probetas y comprobar que los volúmenes de dos líquidos no son siempre aditivos como es la creencia habitual de los alumnos/as.

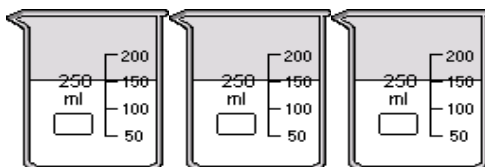
Conviene indicar que **los volúmenes de las sustancias que forman parte de una disolución no son aditivos** ya que al mezclar una sustancia con otra se produce un reajuste en el espacio que ocupan las partículas resultando un volumen total inferior al de cada una de las sustancias antes de disolverse.

Las disoluciones más frecuente en la vida cotidiana son aquellas en las que el disolvente es un líquido, generalmente el agua. Por tanto, en este curso, nos fijaremos en disoluciones en las que el soluto sea un sólido o un líquido o un gas y el disolvente sea el agua.

2. CONCENTRACIÓN DE UNA DISOLUCIÓN

¿A qué nos referimos cuando hablamos de la concentración de una disolución?

ACTIVIDAD 13: En los siguientes vasos de precipitados sabemos que en uno no hemos echado nada, en otro hemos disuelto una cucharada de sal común en agua y, en otro, hemos disuelto dos cucharadas de sal. ¿Podrías diferenciar a simple vista cual es el que tiene las dos cucharadas de sal común disueltas? ¿Y el que sólo contiene agua?



ACTIVIDAD 14: ¿Cómo podríamos saber cuál es el vaso que mayor cantidad de sal disuelta contiene? ¿Y cómo el que sólo contiene agua?

Teniendo en cuenta la actividad anterior es importante recordar que **en el Laboratorio nunca deben llevarse las disoluciones a la boca** para sentir el sabor que tiene. Si lo hemos hecho en la actividad anterior, no ha pasado nada por tratarse de un disolución de sal común en agua pero, en un laboratorio, la disolución puede ser de cualquier sustancia.

Por otro lado, la disolución preparada disolviendo una cucharada de una sustancia en agua puede no ser tóxica pero si puede serlo la disolución con dos cucharadas de esa misma sustancia.

Es muy importante, por tanto, saber la concentración de las disoluciones.

La **concentración de una disolución** nos indica la cantidad de soluto que hay presente en una cantidad determinada de disolvente o disolución.

Las disoluciones, **atendiendo a la cantidad de soluto que añadimos**, las podemos clasificar en:

1. Disolución saturada: Una disolución se dice que está saturada cuando a una temperatura dada contiene la mayor cantidad posible de la sustancia que se ha de disolver (soluto), es una disolución que está concentrada al máximo.

2. Disolución no saturada:

Solubilidad:
Es la máxima cantidad de soluto que, a una temperatura dada, puede disolverse en una cantidad determinada de disolvente.
Unidad:
 $\frac{\text{gramos de soluto}}{\text{litro de disolvente}}$

Podemos encontrar dos tipos:

Concentradas: son las que tienen gran cantidad de soluto en un determinado volumen de disolución. Están próximas a la saturación.

Diluidas: son las que tienen una pequeña cantidad de soluto en un determinado volumen de disolución, es decir, poseen una mayor concentración de disolvente que de soluto.

3. Disolución sobresaturada: Cuando la cantidad de soluto es superior a la máxima permitida a esa temperatura.

ACTIVIDAD 15: Por los datos que ya se disponen por estudios realizados por los científicos sabemos que en 100 cm³ de agua, a 20°C, podemos disolver como máximo 32 g de nitrato de potasio. Indica en cada uno de los siguientes casos que tipo de disolución tendremos:

- Disolvemos 32 g de nitrato de potasio en 100 mL de agua.
- Disolvemos 1 g de nitrato de potasio en 100 mL de agua.
- Disolvemos 40 g de nitrato de potasio en 100 mL de agua.
- Disolvemos 25 g de nitrato de potasio en 100 mL de agua.

ACTIVIDAD 16: **¿AFECTA LA TEMPERATURA A LA SOLUBILIDAD DE UN SOLUTO SÓLIDO EN UN DISOLVENTE LÍQUIDO? Diseña un experimento que nos permita contestar esta pregunta.**

En nuestra casa, con la supervisión de un adulto, o en el laboratorio o en clase, haciéndolo el profesor, podemos realizar la siguiente experiencia: Echamos una cucharada de sal común en un vaso de agua y removemos hasta que se disuelva. Repetimos la misma operación hasta que no se disuelva más cantidad de sal común y nos quede una pequeña cantidad de sal común sin disolver por mucho que removamos (disolución sobresaturada). A continuación, calentamos en el fuego el vaso con el exceso de sal común y removemos. Observaremos que el exceso de sal común se disuelve.

Comprobamos que la temperatura es un factor que afecta a la solubilidad de un soluto en un disolvente es la temperatura. Y, en el caso de un **sólido disuelto en un líquido, cuanto mayor sea la temperatura, mayor será la cantidad de soluto que podemos disolver.**

ACTIVIDAD 17: **¿AFECTA LA TEMPERATURA A LA SOLUBILIDAD DE UN SOLUTO GAS EN UN DISOLVENTE LÍQUIDO? Diseña un experimento que nos permita contestar esta pregunta.**

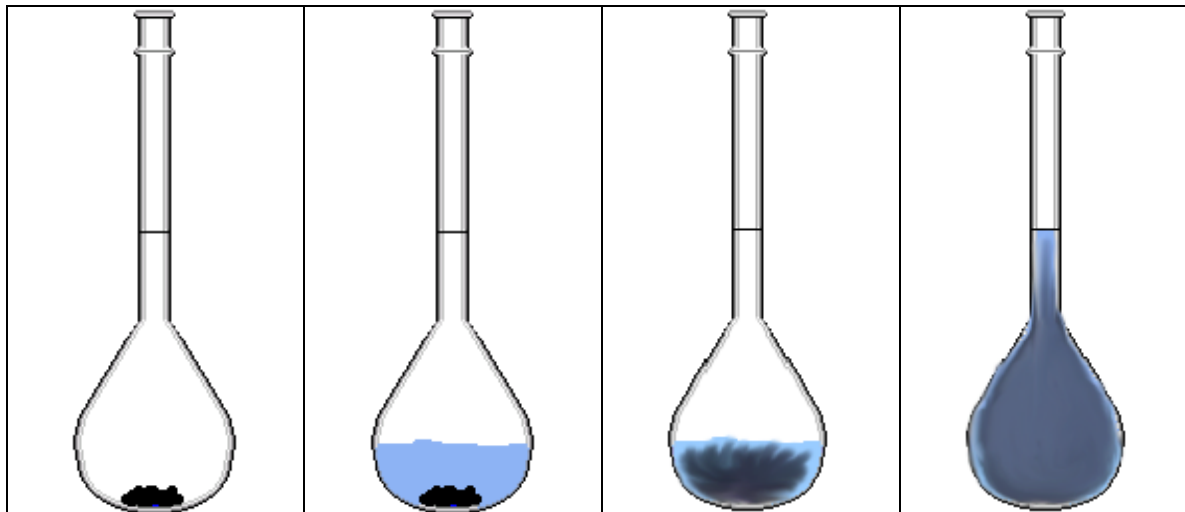
En nuestra casa, con la supervisión de un adulto, o en el laboratorio o en clase, haciéndolo el profesor, podemos realizar la siguiente experiencia: Llevamos una botella de agua. Empezamos a calentar. Se observa que mucho antes de llegar a 100°C aparecen unas burbujitas. Estas burbujitas son oxígeno (gas) que hay disuelto en el agua: al aumentar la temperatura disminuye la cantidad de oxígeno que puede disolverse en el agua y, por tanto, empieza a “aparecer” el oxígeno que había disuelto.

En el caso de un **gas disuelto en un líquido, cuanto mayor sea la temperatura, menor será la cantidad de soluto que podemos disolver.**

ACTIVIDAD 18: Preparar una disolución de un sólido en un líquido.

Vamos a preparar una disolución utilizando como soluto el sulfato de cobre (Cu₂SO₄) y como disolvente el agua (H₂O)

PASO 1	PASO 2	PASO 3	PASO 4
Pesamos 10 g de sulfato de cobre y lo echamos en un matraz aforado de 100 mL	Añadimos hasta la mitad de capacidad del matraz agua destilada. No enrasamos en este paso por la dificultad que tendrá remover para disolver el sulfato de cobre	Agitamos hasta que se ha disuelto el sulfato de cobre añadido. En caso de que no se disuelva completamente añadimos un poco de agua.	Una vez disuelto el sulfato de cobre, enrasamos hasta llegar a los 100 mL.



ACTIVIDAD 19: La disolución preparada anteriormente la dejaremos unas semanas en el laboratorio hasta que el agua se haya evaporado ¿Qué observas al cabo de este tiempo? Este es un **método de separación** llamado **EVAPORACIÓN**.

3. FORMAS DE EXPRESAR LA CONCENTRACIÓN DE UNA DISOLUCIÓN

Vamos a fijarnos, en este curso, en las disoluciones más habituales utilizadas en el laboratorio. Estas son el caso de sólido disuelto en líquido y de líquido disuelto en líquido.

3.1. CASO DE UN SÓLIDO DISUELTO EN UN LÍQUIDO

a) Gramos de soluto en cada litro de disolución:

Se define como la masa, en gramos, de soluto disuelta en un litro de disolución y, se calcula utilizando la expresión:

$$c = \frac{m_{\text{solute}}}{V_{\text{disolución}}} \left(\text{unidad: } \frac{\text{g}}{\text{L}} \right)$$

Esta expresión nos permite calcular la masa de soluto, en gramos, que hay en un litro de disolución.

A efectos matemáticos, si utilizamos la expresión anterior, es **muy importante** utilizar la unidad de gramo (g) para la masa y la unidad de litro (L) para el volumen, es decir, antes de sustituir datos, hemos de asegurarnos que estos datos estén en las unidades mencionadas anteriormente.

Hemos visto que el disolvente que más utilizaremos en laboratorio es el agua.

Conviene recordar: Densidad del agua, $d = 1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$
Esto significa que: **1 cm³ de agua** tiene **1 g** de masa, es decir, **1000 cm³ (1 L) de agua** tiene **1000 g (1 Kg)** de masa. **Por eso, se suele decir, 1 litro de agua “pesa” 1 kg**

EJEMPLO 1: Tomamos 5 g de cloruro sódico (sal común) y añadimos agua **hasta** 250 mL. ¿Cuál será la concentración en g/L de la disolución preparada?

Antes de empezar a resolver el ejercicio es conveniente comprobar las unidades que nos dan. El volumen de la disolución nos lo dan en mL por lo que hay que pasarlo a litro:

Todos los sólidos no son solubles en agua

Otras formas de expresar la concentración de una disolución:
Molaridad (M),
Normalidad (N),
molalidad (m),
fracción molar (x),
partes por millón (ppm) y partes por billón (ppb)

Equivalencias:
1 mL = 1 cm³
1 L = 1000 cm³
1 m³ = 10⁶ cm³

$$250 \text{ mL} = 250 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ cm}^3} = 0,250 \text{ L}$$

Una vez que nos hemos asegurado que las unidades son las correctas utilizamos la expresión vista en este apartado:

$$c = \frac{m_{\text{solute}}}{V_{\text{disolución}}} = \frac{5 \text{ g}}{0,250 \text{ L}} = 0,02 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

Hemos preparado una disolución de concentración 0,02 g/L

EJEMPLO 2: Calcula la masa de soluto necesaria para preparar 500 mL de una disolución de azúcar cuya concentración sea de 5 g/L.

En esta disolución el soluto es el azúcar.

Antes de empezar a resolver el ejercicio es conveniente comprobar las unidades que nos dan. El volumen de la disolución nos lo dan en mL por lo que hay que pasarlo a litro:

$$500 \text{ mL} = 500 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ cm}^3} = 0,5 \text{ L}$$

Una vez que nos hemos asegurado que las unidades son las correctas utilizamos la expresión vista en este apartado:

$$c = \frac{m_{\text{solute}}}{V_{\text{disolución}}} \rightarrow 5 \frac{\text{g}}{\text{L}} = \frac{m_{\text{azúcar}}}{0,5 \text{ L}} \rightarrow m_{\text{azúcar}} = 5 \frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot 0,5 \text{ L} = 2,5 \text{ g de azúcar}$$

Necesitamos 2,5 g de soluto para preparar 500 mL de una disolución cuya concentración es 5 g/L.

ACTIVIDAD 20: Si disolvemos 80 g de sal común (NaCl) en agua hasta completar 250 mL de disolución ¿Cuál será la concentración, expresada en g/L, de la disolución preparada?

ACTIVIDAD 21: Disponemos de una disolución que indica 3 g/L. Si el recipiente que la contiene 750 mL de disolución ¿Qué cantidad de soluto habremos disuelto?

b) Porcentaje en masa (de soluto):

Se define como la masa, en gramos, de soluto disuelta en 100 gramos de disolución y, se calcula utilizando la expresión:

$$\% \text{ masa (de soluto)} = \frac{m_{\text{solute}}}{m_{\text{solute}} + m_{\text{Disolvente}}} \cdot 100 = \frac{m_{\text{solute}}}{m_{\text{disolución}}} \cdot 100 \text{ (unidad : \%)}$$

A efectos matemáticos, si utilizando la expresión anterior, antes de sustituir datos, es **muy importante** asegurarnos que las unidades de las masas son las mismas, no podemos utilizar el gramo para unas y, por ejemplo, el kilogramo para otra; al tratarse de un cociente, las unidades se simplificarán siempre y cuando sean las mismas.

EJEMPLO 3: Calcula el porcentaje en masa de una disolución de sulfato de cobre en agua si contiene 25 g de soluto en 300 g de disolución.

$$\% \text{ masa (de soluto)} = \frac{m_{\text{solute}}}{m_{\text{disolución}}} \cdot 100 = \frac{25 \text{ g}}{300 \text{ g}} \cdot 100 = 8,3 \%$$

EJEMPLO 4: Calcula el porcentaje en masa de una disolución de sulfato de cobre en agua si contiene 25 g de soluto en 300 g de agua.

$$\begin{aligned}\% \text{ masa (de soluto)} &= \frac{m_{\text{soluto}}}{m_{\text{soluto}} + m_{\text{Disolvente}}} \cdot 100 = \frac{25 \text{ g}}{25 \text{ g} + 300 \text{ g}} \cdot 100 = \\ &= \frac{25 \text{ g}}{325 \text{ g}} \cdot 100 = 7,7 \%\end{aligned}$$

ACTIVIDAD 22: El agua del mar contiene yoduro de sodio (NaI). Si tomamos 200 g de agua de mar y obtenemos de ella 5 g de esta sal ¿Qué concentración en % en masa tendrá esta disolución?

ACTIVIDAD 23: Calcula la concentración, expresada en % en masa, de una disolución preparada disolviendo 20 g de azúcar en 250 mL de agua

3.2. CASO DE UN LÍQUIDO DISUELTO EN UN LÍQUIDO

En este caso se suele utilizar el **porcentaje en volumen** (de soluto), también llamado **grado**.

Se define como el volumen de soluto, en mililitros, de soluto disuelta en 100 mililitros de disolución y, se calcula utilizando la expresión:

$$\% \text{ volumen (de soluto)} = \frac{V_{\text{soluto}}}{V_{\text{disolución}}} \cdot 100 \text{ (unidad : \%)}$$

A efectos matemáticos, si utilizando la expresión anterior, antes de sustituir datos, es **muy importante** asegurarnos que las unidades de los volúmenes son las mismas; no podemos utilizar el mililitro (mL) para una y, por ejemplo, el litro (L) para otra; al tratarse de un cociente, las unidades se simplificarán siempre y cuando sean las mismas.

ACTIVIDAD 24: Nombra algunas disoluciones de uso cotidiano cuya concentración venga expresada en grados. Opción: Pega alguna fotografía en tu libreta.

ACTIVIDAD 25: El etanol es un compuesto químico que pertenece a la familia de los alcoholes. ¿En que productos comerciales lo podemos encontrar?

ACTIVIDAD 26: El metanol es un compuesto químico que pertenece a la familia de los alcoholes. ¿En qué productos comerciales lo podemos encontrar?

Teniendo en cuenta la actividad anterior, cuando leemos en una botella de vino 12,5% o 12,5° significa que si dividimos el volumen de la botella en 100 partes, 12,5 partes son de etanol y, el resto, de las diferentes sustancias que forman parte del vino.

EJEMPLO 5: ¿Qué porcentaje en volumen (grado) tendrá una disolución obtenida disolviendo 80 mL de metanol (alcohol de quemar) en 800 mL de agua? Suponer que los volúmenes son aditivos. (Recordar actividad 8)

$$\% \text{ volumen (de soluto)} = \frac{80 \text{ mL}}{80 \text{ mL} + 800 \text{ mL}} \cdot 100 = \frac{80 \text{ mL}}{880 \text{ mL}} \cdot 100 = 9,1 \%$$

EJEMPLO 6: En la etiqueta de una botella de vino de 75 cL pone 12° ¿Qué cantidad de etanol (alcohol etílico) contiene la botella de vino?

$$\begin{aligned}\% \text{ volumen (de soluto)} &= \frac{V_{\text{soluto}}}{V_{\text{disolución}}} \cdot 100 \rightarrow 12^\circ = \frac{V_{\text{etanol}}}{75 \text{ cL}} \cdot 100 \rightarrow \\ &\rightarrow V_{\text{etanol}} = \frac{12^\circ \cdot 75 \text{ cL}}{100} = 9 \text{ cL de etanol}\end{aligned}$$

Todos los líquidos no son solubles en agua. Los líquidos que no se pueden mezclar se dice que son **inmiscibles**.



La cantidad de etanol que tendrá dicha botella de vino es de 9 cL, es decir, en los 750 mL que tenemos de vino, 90 mL son de etanol.

ACTIVIDAD 27: Calcula la concentración en % en volumen de una disolución preparada disolviendo 75 mL de alcohol etílico hasta completar 500 mL de disolución.

ACTIVIDADES FINALES

ACTIVIDAD 1: De las siguientes sustancias indica cuáles son disoluciones y cuales no:

Sistema material	Formado por	Disolución
Lejía	Agua, hipoclorito sódico (NaClO)	SI/NO
Marco de ventana	Aluminio (Al)	SI/NO
Leche	Agua, proteínas, grasas (palmitina $C_{51}H_{98}O_6$), azúcares (lactosa $C_{12}H_{22}O_{11}$)	SI/NO
Azúcar	Sacarosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$)	SI/NO
Alcohol medicinal	Etanol (C_2H_6O) y agua (H_2O)	SI/NO
Coca-Cola	Agua, dióxido de carbono (CO_2), cafeína ($C_8H_{10}N_4O_2$) ...	SI/NO
Sal de cocina	Cloruro de sodio (NaCl)	SI/NO
Cable eléctrico	Cobre (Cu)	SI/NO
Aceite	Glicerol trioleato ($C_{57}H_{104}O_6$), ácido oleico ...	SI/NO
Vinagre	Agua, ácido acético ($C_2H_4O_2$)	SI/NO
Aspirina	Ácido acetilsalicílico ($C_9O_4H_8$), sacarosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ...	SI/NO

ACTIVIDAD 2: ¿Es lo mismo hablar de mezcla que disolución?. Explica claramente tu respuesta. Pon algún ejemplo.

ACTIVIDAD 3: ¿Es posible obtener disoluciones de sólidos en sólidos?

- Sí: un ejemplo es las aleaciones.
- No: se pueden constituir mezclas de sólidos con sólidos, pero nunca disoluciones.
- Sí, siempre y cuando sean no metales.

ACTIVIDAD 4: Si vamos añadiendo cada vez más soluto a una disolución, llegará un momento en que ésta ya no admitirá más. En ese momento, la disolución recibe el nombre de:

- Diluida.
- Saturada.
- Concentrada.

ACTIVIDAD 5: ¿Cómo varía la solubilidad al aumentar la temperatura?

- Aumenta para cualquier tipo de disolución.
- Aumenta si se trata de una disolución de sólido en líquido, pero disminuye si se trata de una disolución de gas en líquido.
- En general aumenta, pero existen raras excepciones, como las disoluciones de algunas de sales en agua.

ACTIVIDAD 6: Si se vierte petróleo al mar se observa que éste no se mezcla con el agua del mar sino que forma una capa sobre ella (Figura 1). ¿Cómo se denominan a los líquidos que no se pueden mezclar? En este caso concreto, ¿qué consecuencias crees que puede tener el vertido de petróleo sobre la vida en el mar? Explica tu respuesta.

ACTIVIDAD 7: Hoy en día, como sustituyente de la “mercromina” se utiliza lo que se conoce con el nombre de “betadine” (povidona yodada), antiséptico que contiene yodo. La botella de la figura 2 contiene 500 mL. Si leemos su composición, nos indica que: “Cada 100 mL de solución contienen 10 g de povidona yodada”. Calcula la concentración de la disolución en g/L.



Figura 1

PRECAUCIÓN: Al igual que altera el crecimiento de las bacterias lo hace también con las células sanas.

ACTIVIDAD 8: Averigua, con ayuda de una balanza, la masa de la disolución de la figura 2. Calcula la concentración de la disolución de “betadine” en % en masa de povidona yodada.

ACTIVIDAD 9: Se desea preparar 500 g de una disolución de nitrato de potasio al 15% en masa. Indica detalladamente la cantidad, en gramos, de agua y de nitrato de potasio necesitarás. Indica los pasos a seguir para preparar la disolución.

ACTIVIDAD 10: Una persona ingiere dos cervezas de 25 cL cuya concentración es de 4,8% (4,8°) en volumen.

- ¿Cuántos mL de alcohol etílico se bebió?
- Suponiendo que todo el alcohol etílico ingerido pasa a la sangre y si la densidad del alcohol etílico es de 790 g/L ¿qué cantidad de alcohol tendrá en su sangre?
- Si suponemos que en nuestro organismo tenemos 5 L de sangre y que la máxima cantidad permitida en sangre es 0,5 g/L ¿Podrían ponerle una multa si conduce?



Figura 2