

Boletín de Actividades (V)
LA DIVERSIDAD DE LA MATERIA: SUSTANCIAS PURAS Y MEZCLAS.

1. Suele ser habitual utilizar expresiones como aire puro, agua pura, leche pura ... para referirnos al aire de la montaña, al agua de un manantial o a la leche sin aditivos. Clarifica los significados de estas expresiones discutiendo en qué medida deberían ser modificados.

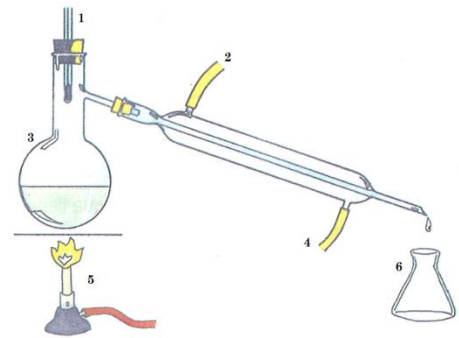
2. Clasifica en homogéneos o heterogéneos los siguientes sistemas materiales: (a) hielo fundiendo en agua; (b) arena y agua; (c) aire; (d) bronce.

3. Explica mediante un esquema cómo se realiza la separación de los componentes de una mezcla formada por limaduras de hierro, sal y arena.

4. Enumera y comenta diversas situaciones de interés en las que se utilicen o se fabriquen disoluciones acuosas.

5. ¿Por qué cuando se hacen excursiones de alta montaña y se suda mucho se recomienda no beber agua procedente de los neveros?

6. Copia este dibujo en tu cuaderno, sustituye cada número por lo que es y comenta lo que sepas acerca del proceso de destilación:



7. Se dispone de un vaso con 600 g de agua destilada y de otro vaso con una disolución de 100 g de sal en 500 g de agua. Se calienta hasta su ebullición y se anotan tiempos y temperaturas. Ambos líquidos comienzan a hervir en el minuto 8 y se obtienen las siguientes tablas de datos.

Primer vaso								
t (min)	0	2	4	6	8	10	12	14
T (°C)	19	48	74	93	102.5	103.0	103.5	103.8
Segundo vaso								
t (min)	0	2	4	6	8	10	12	14
T (°C)	16	36	56	76	100.2	100.2	100.2	100.2

Se pide: (a) Representa gráficamente estos datos; (b)

¿Qué gráfica corresponde a la disolución salina? ¿Cuál es su concentración en % masa?; (c) ¿De qué otras maneras se podría saber qué vaso contiene la disolución y cuál el agua?

8. ¿Qué significa que una disolución tenga una concentración muy elevada?

9. Supongamos que fabricamos las disoluciones de sal común (NaCl) en agua que se indican en la tabla. Analiza la información que se da, con el fin de contestar las siguientes preguntas:

Disolución	A	B	D	E
masa de soluto (g)	50	80	80	40
volumen de la disolución (L)	1	1	2	0.5

(a) ¿Cuál es la disolución de mayor concentración? Ordénlas de menor a mayor concentración.

(b) Piensa en lo que acabas de hacer y propón una fórmula general que permita calcular la concentración, expresada en gramos de soluto por cada litro de disolución. (Designa la concentración como "C", masa de soluto como "m_s" y volumen de disolución como "V").

10. Para que los huesos de una persona se desarrollen correctamente y para prevenir enfermedades como la osteoporosis (fragilidad de los huesos en personas mayores), es necesaria una ingesta adecuada de calcio. La cantidad diaria recomendada es de unos 800 mg diarios de calcio por persona.

En una caja de 1 litro de leche leemos que contiene 120 mg de calcio por cada 100 ml. Calcula la concentración de calcio en g/L. Al beber un vaso de leche de 250 cm³ ¿cuántos gramos de calcio ingerimos?



11. Un enfermo necesita tomar un medicamento diluido en agua. Para que sea efectivo, su concentración ha de estar comprendida entre los 5 g/L y los 8.5 g/L. En unos laboratorios se fabricaron distintas disoluciones de ese medicamento con las cantidades que figuran en la tabla siguiente. Explica cuáles de esas disoluciones se debería rechazar.

Disolución	A	B	D	E
masa de soluto	11 g	2.1 g	3.6 · 10 ⁻² kg	4.75 · 10 ⁻⁴ kg
volumen de la disolución	2.75 L	300 cm ³	9 L	40 cm ³



12. ¿Qué significa que la concentración de una disolución de glucosa en agua sea del 2% en masa?
13. Un total de 20 g de cloruro de sodio (NaCl) se disuelve en 140 g de agua. Determina la concentración de la disolución en tanto por cien en masa.
14. Se dispone de una disolución de sulfato de potasio (K_2SO_4) al 5% en masa. Calcula qué cantidad de disolución hemos de coger para que al evaporarla totalmente nos queden 80 g de sulfato de potasio.
15. Se quieren preparar 250 g de disolución acuosa de cloruro de potasio al 5% en masa. Se pide: (a) las cantidades de soluto y disolvente que se deben tomar?; (b) si la densidad de la disolución es 1.05 g/cm^3 , determina su concentración en g/L.
16. El gas butano contenido en una bombona necesita 45.2 m^3 de oxígeno del aire para quemarse. Indica si será suficiente para su combustión el aire contenido en el salón de una casa de $10 \text{ m} \times 8 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}$.
17. La concentración de alcohol etílico en una bebida, se suele expresar en grados. ¿Qué significa que un licor tenga 40° ?
18. Una persona ingiere 2 copas de brandy de 40° . Si cada copa tiene 100 mL. ¿Podrían ponerle una multa si conduce? Datos: la densidad del alcohol etílico es de 790 g/L , la concentración máxima permitida en sangre es de 0.3 g/L , se supone que todo el alcohol ingerido va a la sangre y que el volumen total de la disolución (sangre y alcohol) es de 5 L.
19. Para preparar una disolución ponemos 20 g de azúcar y 490 g de agua de forma que una vez disuelto el azúcar el volumen de la disolución es de 500 cm^3 . Se pide: (a) Calcula la concentración de la disolución en % en masa; (b) Calcula la concentración de la disolución en g/L; (c) ¿Qué harías para saber si esa disolución está saturada? ¿Qué harías para diluirla?; (d) Te piden 140 cm^3 de esa disolución, ¿qué aparato utilizarías para medir ese volumen? ¿Cuál será la concentración de esa cantidad de disolución?; (e) ¿Cuánta azúcar habría en esa cantidad de disolución?; (f) ¿Podríamos separar el azúcar mediante una filtración? Explica la respuesta.
20. Se tiene un ácido acético de densidad 1.16 g/cm^3 . Con 20 cm^3 de este ácido y 80 g de agua se prepara una disolución. Si el volumen final de la disolución es de 100 cm^3 , determina su concentración: (a) en porcentaje en masa; (b) en porcentaje en volumen; (c) en g/L; (d) determina la densidad de la disolución.
21. ¿La concentración de una disolución puede ser todo lo grande que se quiera?, ¿qué significa que la solubilidad del NaCl en agua a 20°C es de 35 g de NaCl /100 g de agua?
22. La solubilidad del nitrato de sodio (NaNO_3) en agua a 20°C es de 90g de NaNO_3 /100 g de agua. Halla la masa en gramos de nitrato de sodio que quedará sin disolver cuando, a 20°C , añadamos 135 g de ese compuesto a 120 ml de agua.
23. Tenemos una disolución concentrada de sulfato de cobre a la temperatura ambiente. ¿Qué ocurrirá si la dejamos reposar y el agua se va evaporando poco a poco?
24. En la tabla siguiente se muestran los datos de solubilidad de una sal en agua frente a la temperatura. Se pide: (a) Realiza una gráfica de la solubilidad frente a la temperatura; (b) A una temperatura de 20°C se disuelven 65 g de la sal en 200 g de agua. ¿Cómo clasificarías la disolución (diluida, concentrada o saturada)?; (c) Describe qué ocurre si se prepara una disolución saturada a 40°C y se enfría hasta una temperatura de 10°C . ¿Aparecerá un precipitado? Si es así, calcula la cantidad de sal que precipita.
- | Temperatura ($^\circ\text{C}$) | 10 | 20 | 30 | 40 |
|--|----|----|----|----|
| Solubilidad ($\text{g}_{\text{sal}}/100 \text{ g agua}$) | 32 | 35 | 36 | 37 |
25. La etiqueta de una disolución de ácido nítrico del laboratorio indica que posee una concentración del 41% en masa y una densidad de 1.26 g/cm^3 . Se pide: (a) la cantidad de agua y de ácido nítrico que hay en medio litro de esa botella; (b) la concentración en g/L del ácido nítrico; (c) para hacer un experimento, extraemos 110 mL de la botella y lo mezclamos con agua hasta tener un volumen total de 440 mL, ¿cuál será la nueva concentración de la disolución preparada?

1. Es conocido que el agua de un manantial contiene sales disueltas que se ponen de manifiesto por el residuo blanquecino que aparece en los recipientes en donde se ha evaporado o hervido. También, que el aire es una mezcla de nitrógeno y oxígeno fundamentalmente, y que la leche es una mezcla de agua, grasa, proteínas, sales, azúcares, etc. Cuando en el lenguaje coloquial nos referimos a agua pura, aire puro o leche pura, estamos llamando la atención sobre el hecho de no poseer contaminantes o aditivos o, simplemente, que son algo “natural” no sometido a modificación industrial.

Sin embargo, el concepto de sustancia “pura”, como sustancia con un conjunto de propiedades únicas y definidas no puede ser, en ningún caso, aplicado a los ejemplos mencionados. La temperatura de ebullición de la leche varía según su contenido en grasa, o la densidad del aire depende de la proporción de humedad que contiene. Por el contrario, una sustancia en estado puro, no mezclada con otras, posee una densidad, una temperatura de cambio de estado, etc., definidas, y la determinación de estas propiedades características no se puede hacer mientras dichas sustancias se encuentre mezclada con otras, como ocurre en la mayoría de las ocasiones.

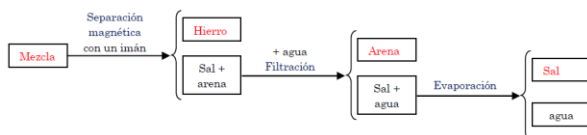
2. (a) En el hielo fundiendo en el agua se distinguen dos fases, la sólida y la líquida, por tanto, se trata de un sistema heterogéneo, aunque sea la misma sustancia.

(b) Es un sistema heterogéneo formado por una fase sólida, la arena y otra líquida, el agua.

(c) Es una mezcla homogénea, pues consta de una sola fase (todas las mezclas de gases son homogéneas).

(d) Es una mezcla homogénea de cobre y estaño (aleación). Se forma con ambos metales en fase líquida y posteriormente se enfría hasta temperatura ambiente.

3. El esquema podría ser:



4. Podemos pensar que el agua de lluvia (agua bastante pura) al filtrarse en la tierra disuelve muchas sales. Ello hace que el agua de los manantiales tenga diversos contenidos en sales (dependiendo de los lugares por donde haya pasado), que pueden hacer incluso que sea recomendable para tratar diversas enfermedades. Al añadir fertilizantes al agua de riego estamos haciendo también disoluciones y facilitando que

las plantas puedan absorber a través de sus raíces las sales que necesitan. Muchos medicamentos se toman en forma de disolución (jarabes, pastillas efervescentes, etc.).

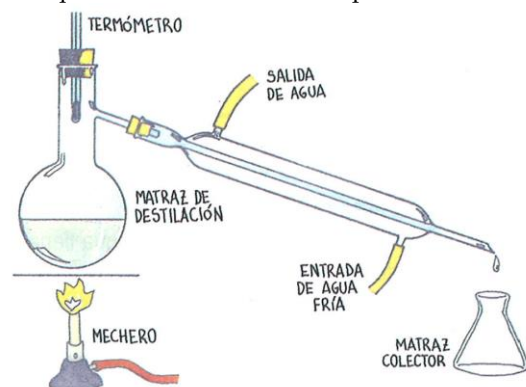
El agua del mar, ríos y lagos, tiene aire disuelto, lo que hace posible que muchos animales y plantas que viven en estos medios puedan respirar.

Las bebidas que ingerimos son disoluciones (vinos, refrescos, zumos, caldos, agua, combinados, etc.). Nuestra propia sangre lleva diversas sustancias disueltas. También el sudor lleva sales disueltas (sabe salado). Muchos productos comerciales que manejamos habitualmente se hallan en disolución o hay que disolverlos; éste es el caso, por ejemplo, de productos de limpieza como el amoníaco (disolución de gas amoníaco en agua), de ciertas pinturas y tintes, de los plaguicidas para tratar las enfermedades de las plantas, etc. También conviene tener en cuenta que muchos productos químicos se utilizan en disolución porque de esta forma se favorece el contacto entre ellos cuando se mezclan para realizar determinadas reacciones químicas.

Otros ejemplos importantes en los que se manejan concentraciones de disoluciones son: la concentración de CO₂ en la atmósfera (el aumento en dicha concentración debido a actividades humanas es la causa más importante del llamado efecto invernadero), la concentración de metales pesados en el agua de mar (estos metales se acumulan en organismos acuáticos), la concentración de gases tóxicos y de partículas nocivas en el aire de las ciudades (valores altos producen enfermedades pulmonares), etc.

5. Al sudar, perdemos muchas sales que son necesarias para nuestro organismo (por eso en la ropa en contacto con la piel puede quedar como una mancha blanca -sales- cuando se evapora el agua del sudor). Si bebemos agua muy poco mineralizada (como lo es el agua de nieve) no estamos reponiendo esas sales perdidas y eso puede causarnos diarreas o trastornos más graves.

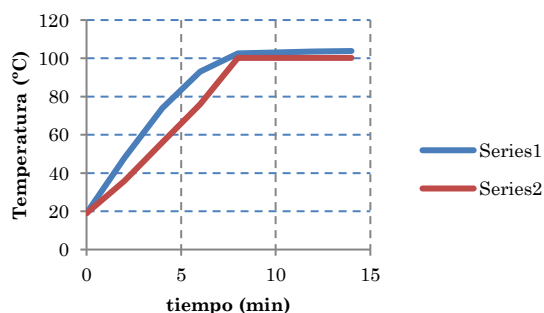
6. El esquema de destilación completo sería:





En caso de que el componente que interese separar sea el líquido de la disolución, la evaporación ha de hacerse de forma que no se pierda. El soluto (sólido) y el disolvente (líquido) deben tener puntos de ebullición bien distintos. Es necesario, pues, recoger todo el vapor formado y condensarlo en el sitio adecuado. Además, como no se busca la formación de los cristales (de la sustancia sólida), la evaporación puede hacerse de forma más rápida. Para ello, se lleva el líquido hasta el punto de ebullición, bien por calentamiento (destilación normal), bien por medio del vacío (destilación al vacío). Esta última técnica ha de hacerse cuando el destilado sea un líquido fácilmente inflamable o que se pueda descomponer al calentar. En el caso de querer separar dos líquidos, para que esta técnica sea eficaz, éstos deben tener puntos de ebullición que se diferencien en, al menos, 10 °C. Aún así, cuando se quieren separar dos líquidos se realiza la destilación fraccionada (se estudiará en curso posteriores).

7. (a) La representación gráfica sería:



(b) La gráfica de la disolución salina corresponde a la serie 1 (primer vaso), puesto que la temperatura de cambio de estado NO permanece constante. Su concentración sería: 16.7%.

(c) De diversas formas: dejando evaporar y ver dónde se deposita el residuo salino, bajando la temperatura y ver donde el punto de fusión es constante o varía, ...

8. Naturalmente no significa que tenga mucho soluto. Una disolución puede contener “mucho soluto” y ser muy diluida. En efecto: no es lo mismo disolver 10 kg de sal común en una bañera que en el agua de un enorme lago o pantano. En ambos casos la masa de soluto disuelta es la misma, pero la concentración de sal en la bañera será mucho mayor que en el lago.

Que una disolución tenga una concentración muy elevada significa que la proporción de soluto disuelto con respecto al disolvente es alta.

9. De acuerdo con lo que hemos visto hasta aquí, habrá que determinar en cuál de las disoluciones

anteriores hay más soluto en un mismo volumen de disolución. Está claro que en la A hay 50 g de soluto por cada litro de disolución, en la B hay 80 g de soluto por cada litro de disolución, en la D hay 40 g de soluto por cada litro de disolución y en la E hay 80 g de soluto por cada litro de disolución. Las disoluciones más concentradas son, pues, la B y la E. El orden de menor a mayor concentración es: $D < A < B = E$

Para hallar la concentración en gramos de soluto por cada litro de disolución basta con dividir la masa total de soluto (expresada en gramos) entre el volumen total de la disolución (expresado en litros), de esa forma sabemos cuántos gramos de soluto hay por cada litro de disolución. Es decir:

$$C = \frac{m_s (g)}{V (L)}$$

Utilizando la expresión anterior para las disoluciones de la tabla nos queda:

$C_A = 50/1 = 50 \text{ g/L}$; $C_B = 80/1 = 80 \text{ g/L}$; $C_D = 80/2 = 40 \text{ g/L}$; $C_E = 40/0.5 = 80 \text{ g/L}$.

10. Para determinar la concentración en g/L:

$$C = \frac{120 \text{ mg calcio}}{100 \text{ mL leche}} \cdot \frac{1 \text{ g calcio}}{1000 \text{ g calcio}} \cdot \frac{1000 \text{ mL leche}}{1 \text{ L leche}} = 1.2 \frac{\text{g calcio}}{\text{L leche}}$$

La masa de calcio que hay en 250 mL de leche será:

$$m = 250 \text{ mL leche} \cdot \frac{120 \text{ mg calcio}}{100 \text{ mL leche}} = 300 \text{ mg calcio}.$$

11. Solo la disolución B se debe aceptar, porque su concentración, 7 g/L, está dentro de los márgenes permitidos. Las otras tres deben rechazarse.

12. Que en cada 100 g de disolución hay 2 g de glucosa.

13. En primer lugar, tendremos que calcular los gramos de soluto que hay por cada gramo de disolución. Para ello basta con dividir la masa en gramos del NaCl entre la masa en gramos de disolución:

$$m_s/m_D = 20/160 = 0.125 \text{ g de NaCl/g de disolución}$$

En segundo lugar, para saber la masa de soluto por cada 100 g de disolución, bastará multiplicar el resultado anterior por 100, con lo que:

$$\frac{m_s}{m_D} \cdot 100 = 0.125 \cdot 100 = 12.5\%$$

Es decir: por cada 100 g de disolución habrá 12.5 g de NaCl.

Así pues la concentración de una disolución en tanto por cien en masa vendrá dada por:

$$\%m = \frac{m_s}{m_D} \cdot 100$$

siendo m_s la masa de soluto y m_D la masa disolución.



14. La masa de disolución que debemos evaporar será:

$$m_D = 80 \text{ g } K_2SO_4 \cdot \frac{100 \text{ g disolución}}{5 \text{ g } K_2SO_4} = 1600 \text{ g disolc.}$$

15. (a) Se deben tomar 12.5 g de sal y 237.5 g de agua.
(b) La concentración final es 52.5 g/L.

16. El aire es una mezcla homogénea de gases, y entre ellos está el oxígeno que, en este caso, es el soluto y ocupa el 21% en volumen:

$$V_{\text{aire}} = 45.2 \text{ m}^3 \text{oxígeno} \cdot \frac{100 \text{ m}^3 \text{aire}}{21 \text{ m}^3 \text{oxígeno}} = 215.2 \text{ m}^3 \text{aire}$$

Se necesitan 215.2 m³ de aire y el salón contiene sólo 200 m³, por lo que es necesario airear el salón abriendo las ventanas.

17. Que en cada 100 mL de ese licor habrá 40 mL de alcohol.

18.

$$C_{\text{alcohol}} = \frac{2 \text{ copas} \cdot \frac{100 \text{ mL brandy}}{1 \text{ copa}} \cdot \frac{40 \text{ mL alcohol}}{100 \text{ mL brandy}} \cdot \frac{0.79 \text{ g alcohol}}{1 \text{ mL alcohol}}}{5 \text{ L disolución}} = 12.64 \frac{\text{g alcohol}}{\text{L disolución (sangre+alcohol)}}$$

Como la concentración de alcohol en sangre es 12.64 g/L, no solo podrían ponerle una multa, sino que se arriesga a tener un grave accidente. Es fundamental no beber nada si conduces. Un conductor bajo los efectos del alcohol es un grave peligro para él y para los demás.

19. (a y b) Se repasa la forma de calcular la concentración de una disolución conocidas las cantidades de soluto, disolvente y disolución. La concentración es del 3.9 % en peso y de 40 g/L.

(c) Se recuerda que para saber si está saturada lo mejor es añadir una muy pequeña cantidad de azúcar y comprobar que no se disuelve. Para diluir la disolución se tendrá que añadir disolvente, en este caso agua.

(d) Para medir ese volumen de disolución se debería utilizar una probeta con sensibilidad de 1 cm³. Se insiste en que la concentración no depende de la cantidad total de disolución. Al variar la cantidad de disolución varía la cantidad de soluto y de disolvente, pero ambos en la misma proporción, siendo igual la concentración.

(e) Se trata de aplicar la igualdad en la proporción que nos indica la concentración, para cualquier cantidad de disolución. La cantidad de azúcar que hay es 5.60 g.

(f) Se trata de recordar que la filtración no es aplicable para separar los componentes de las disoluciones, pues el soluto está disgregado hasta un tamaño molecular y pasa a través del filtro.

Sólo se puede utilizar cuando hay partículas de tamaño macroscópico.

20. (a) 22.5 %; (b) 20%; (c) 232 g/L; (d) 1032 g/L.

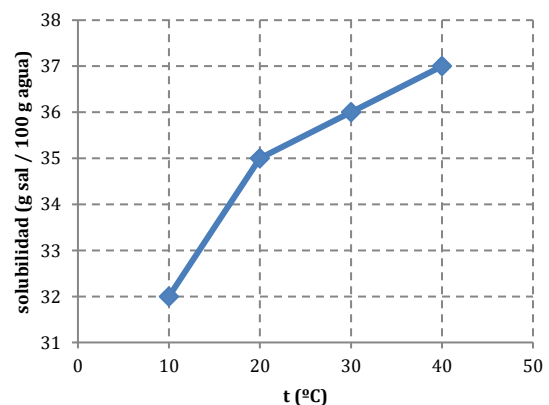
21. Es evidente que la respuesta es que no. Si tenemos un vaso con 1 litro de agua pura, le añadimos un poco de cloruro de sodio (sal común) y removemos, habremos obtenido una disolución diluida. Si vamos añadiendo más sal poco a poco y removiendo, la concentración de la disolución irá aumentando, pero llegará un momento en que la disolución estará tan concentrada que, si añadimos algo más de sal, ésta ya no se disolverá por mucho que removamos. Decimos entonces que la disolución está saturada. Para cuantificar este hecho se ha elaborado un nuevo concepto llamado solubilidad.

Que a 20 °C la máxima cantidad de NaCl que se puede disolver en 100 g de agua pura es de 35 g. Conviene darse cuenta de que, en este caso, hablamos de disolvente y no de disolución.

22. En 120 mL de agua (120 g de agua) se disuelven 108 g de nitrato de sodio a 20 °C. Por tanto, quedan sin disolver 27 g.

23. Al ir evaporándose el disolvente, irá aumentando la concentración de la disolución y llegará un momento en que se alcanzará el límite de solubilidad de esa sal en agua. A partir de ahí, el sulfato de cobre comenzará a precipitar en forma de cristalitos azules (cristalización).

24. (a) La representación gráfica es:



(b) Disolver 65 g de sal en 200 g de agua significa que por cada 100 g de agua hay 32.5 g de sal. A 20 °C, la solubilidad es de 35 g de sal por cada 100 g de agua, por lo que podemos decir que se trata de una disolución concentrada.

(c) Una disolución saturada a 40 °C presenta 37 g de sal por cada 100 g de agua. Al enfriar la disolución, la solubilidad disminuye hasta 32 g de sal disueltos por cada 100 g de agua; por tanto, por



cada 100 g de agua sobran 5 g de sal, que precipitarían.

25. (a) En medio litro de disolución de la botella hay 258.3 g de ácido nítrico y 371.7 g de agua.
(b) La concentración es 516.6 g/L.
(c) La nueva concentración es 129.2 g/L.