

Las moléculas de  $\text{NH}_3$  (amoníaco), que no tienen igual número de donadores y receptores (un donador, el N y tres aceptores, los H), sólo forman estructuras bidimensionales y no tridimensionales.

Por otra parte, los puentes de hidrógeno no sólo se inducen en el agua, sino en cualquier sustancia que tenga características polares, como las proteínas (se verán luego en el capítulo “Las Proteínas”) y los hidratos de carbono (ver capítulo “Los Hidratos de Carbono”), gracias a sus diversos grupos hidrófilos (afines con el agua).

Mediante este mecanismo, también, los *polímeros* o *macromoléculas* presentes en los alimentos y, así como algunos compuestos de bajo peso molecular, retienen agua y le confieren a los alimentos propiedades *reológicas* muy particulares (ver luego propiedades funcionales de los polisacáridos, por ejemplo de almidones, entre otros).

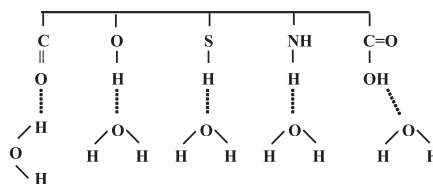
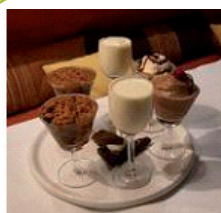


Figura 13. Interacción del agua con distintos grupos funcionales presentes en los alimentos.



Almidones en postres



Almidones en salsas



Almidones en sopas

Figura 14. Interacción de almidones con agua en algunos alimentos.

Las temperaturas bajas favorecen la formación de puentes de hidrógeno, mientras que las altas los destruyen. Se considera que en el hielo la mayoría de las moléculas forma puente de hidrógeno y que, en el vapor, ese porcentaje es muy bajo. La función biológica del hombre se realiza a los  $37^{\circ}\text{C}$ , temperatura en la que se produce un 35-45% de los puentes de hidrógeno.

### 1.2.3. Otros tipos de interacciones intermoleculares

Otro tipo de uniones también presentes en los alimentos que les confieren propiedades particulares que se verán más adelante son:

- **las uniones de van der Waals:** un tipo de interacción entre moléculas que se genera por la presencia en ellas de dipolos. Por ejemplo:



Figura 15. Modelo de la interacción entre moléculas por dipolos.

Se pueden presentar diferentes interacciones tales como *interacciones dipolo-dipolo* que ocurren cuando moléculas con dipolos permanentes interactúan, los dipolos deben orientarse y son muy sensibles a la orientación, distancia y temperatura; interacciones dipolo-dipolo inducido, que dependen de la *polarizabilidad* de la molécula neutra. A estas fuerzas se las denominan *fuerzas de London* o de dispersión, y son importantes en moléculas con una elevada proximidad y decaen rápidamente con la distancia.

*Recordar que el dipolo instantáneo, es una medida dependiente del tiempo, por ello es capaz de inducir una interacción dipolo inducido-dipolo inducido.*

- **las uniones hidrofóbicas:** se producen por la atracción que se origina entre residuos no polares de moléculas complejas cuando el alimento se halla en un medio acuoso. Es especialmente importante en la estabilidad de las proteínas, cuando de ellas forman parte aminoácidos como por ej, fenilalanina, tirosina, triptofano.

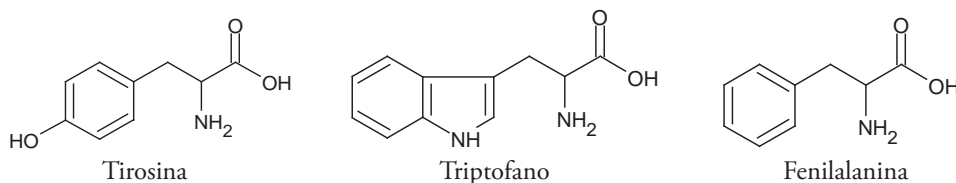


Figura 16. Estructura molecular algunos aminoácidos.

- **las interacciones electrostáticas:** se presentan en los alimentos cuando, una de las partes de las moléculas involucradas presenta una carga neta, por lo general negativa e interactúa con otra parte de la misma molécula o de otra de signo contrario y así estabiliza su estructura.

Ejemplo: estos tipos de interacciones presentes en una proteína (en detalle se verá el tema en el capítulo “Las Proteínas”).

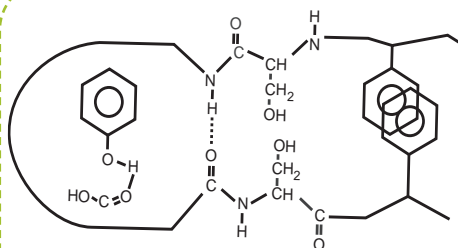


Figura 17. Ejemplo de interacciones moleculares.

En la **Tabla 1** se muestran los valores de las energías asociadas a cada tipo de enlace descrito. Se advierte aquí que, si comparamos las energías de unión asociadas a los enlaces intermoleculares, la correspondiente a la unión puente de hidrógeno, es notablemente inferior a la energía de enlace intramolecular asociada a una unión covalente promedio (aproximadamente diez veces menor).

| Tipo de unión    | Energía asociada (kjoule/mol) |
|------------------|-------------------------------|
| Covalente        | 330 - 380                     |
| Hidrógeno        | 8 - 40                        |
| Hidrofóbicas     | 4 - 12                        |
| Electroestáticas | 42 - 84                       |
| Van del Waals    | 1 - 9                         |

Tabla 1. Energía asociada a los distintos tipos de unión química.

### 1.3. Propiedades fisicoquímicas del agua

Debido a la formación de estructuras tridimensionales mediante puentes de hidrógeno, el agua muestra propiedades muy particulares, como el hecho de que su punto de ebullición sea de 100°C a una presión externa de 1 atmósfera.

Por otra parte, su elevado calor latente de vaporización (energía necesaria para transformar un kilogramo de agua en vapor) a 100°C, es sumamente elevada (2,260 kJ/g). Este alto valor indica que se necesita mucha energía para quitar el agua de los alimentos como ocurre en los procesos de deshidratación, o que la vaporización de pequeñas cantidades de ella es suficiente para sustraer mucho calor (sensación de frío que sentimos cuando tenemos el cuerpo mojado).

El proceso inverso al de la evaporación es la condensación, proceso exotérmico que libera una cantidad de calor elevada. Esta propiedad se utiliza, por ejemplo en las usinas lácteas.



Figura 18. Ebullición a presión atmosférica.



Figura 19. Condensación del agua vapor en la tapa fría de la olla.

El **calor específico** del agua (cantidad de energía necesaria para aumentar en un grado Celsius la temperatura de un gramo de sustancia) es especialmente elevado: (4,186 kJ/kg). Esto ocurre porque para lograr aumentar ese grado de temperatura, parte de la energía debe usarse para romper los puentes de hidrógeno presentes. Si se comparan las temperaturas que alcanzan el agua y un aceite calentados de la misma manera durante el mismo tiempo se advierte que este último alcanza mayor temperatura que el agua. Una aplicación de la misma propiedad del agua es la que permite soportar bajas temperaturas y regular la temperatura del cuerpo humano, pues, provoca que el agua absorba el calor cuando hay cambios bruscos externos, sin afectar la temperatura interna; en forma semejante, también, hace que los mares y los océanos actúen como reguladores térmicos de nuestro planeta.

La presencia en el agua de un elevado momento dipolar (como ya hemos visto) se aplica para calentar alimentos en el microondas pues al producir oscilación y fricción permanente en las moléculas, se induce un aumento de la temperatura<sup>3</sup>.

En cuanto a la posibilidad de que el agua forme iones, se sabe que esta ionización es mínima en el agua pura, pero, influye en la formación de  $\text{H}_3\text{O}^+$  cuando se adicionan ácidos, lo que provoca una disminución del pH del medio.

#### 1.3.1. Propiedades coligativas

Se llaman propiedades coligativas a aquellas propiedades de una solución que dependen únicamente de la cantidad de partículas de soluto disueltas en el agua por cada kilogramo de solvente que se emplea. No dependen de la naturaleza ni del tipo de soluto disuelto.

3. Más información: <http://www.inta.es/descubreAprende/Hechos/Hechos09.htm>

Entre ellas encontramos: la presión de vapor, el descenso *crioscópico*, el ascenso *ebulloscópico* y la presión *osmótica*.

La **presión de vapor** es la presión, para una temperatura dada, en la que la fase líquida y el vapor se encuentran en equilibrio dinámico, es decir el número de moléculas que pasan de la fase líquida a la gaseosa en un recipiente cerrado, es el mismo número que pasa del estado gaseoso al líquido. Su valor es independiente de las cantidades de líquido y vapor presentes mientras existan ambas.

La presión de vapor saturado depende de:

- la naturaleza del líquido,
- la temperatura,
- la concentración de soluto en el líquido.

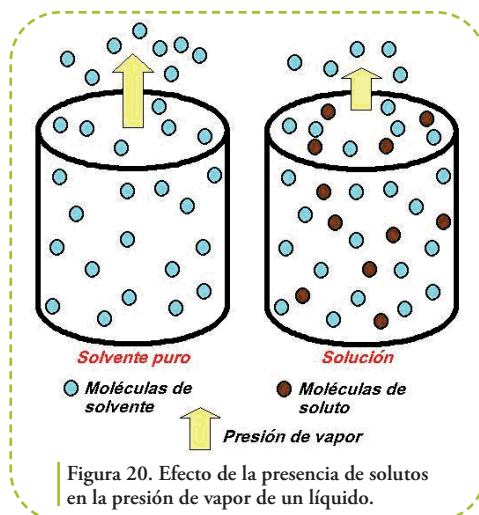
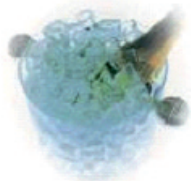


Figura 20. Efecto de la presencia de solutos en la presión de vapor de un líquido.

El **descenso crioscópico** es la disminución de la temperatura de congelación del agua ( $0^{\circ}\text{C}$  a presión atmosférica normal), por la presencia de sales disueltas o electrolitos, que comprometan las moléculas de agua por uniones puente de hidrógeno. (Por ejemplo el mayor enfriamiento que experimentan las bebidas cuando se agrega sal común de cocina en el recipiente con hielo en el que se las coloca; también el hielo con sal usado en algunas maquinas fabricadoras de helados).



Bebida enfriada usando hielo con agregado de sal



Antigua máquina para fabricar helados

Figura 21. El descenso crioscópico y los alimentos.

### *Actividad experimental N°1: “Descenso crioscópico”*

#### *Materiales:*

- sal de mesa ( $\text{NaCl}$ )
- 2 vasos
- cubos de hielo
- termómetro que alcance  $-10^{\circ}\text{C}$

#### *Desarrollo*

1. Disolver en un vaso 20 gramos de sal de mesa en aproximadamente 100 ml de agua.
2. Colocar dentro del vaso 4 ó 5 cubos de hielo, revolver el sistema hasta que se alcance el equilibrio (aproximadamente 2 o 3 minutos) y medir la temperatura de la solución ( $T_1$ ).
3. Repetir el procedimiento pero utilizando agua en lugar de solución de sal ( $T_0$ ).

#### *Análisis de los resultados*

- a. Comparar  $T_0$  y  $T_1$  y establecer a qué se debe esta variación de la temperatura

El ascenso ebulloscópico, es el valor del aumento de la temperatura de ebullición normal del agua por efecto de solutos disueltos (por ej. la temperatura a la que comienza a ebullición un almíbar, superior a los  $100^{\circ}\text{C}$ , a presión atmosférica).

### *Actividad experimental N°2: “Ascenso ebulloscópico”*

#### *Materiales:*

- azúcar mesa (sacarosa)
- 3 ollas
- cocina o equipo de calentamiento (mechero, triopode y tela metálica)
- termómetro que alcance  $180^{\circ}\text{C}$ .

#### *Desarrollo*

1. Disolver 150 gramos de azúcar de mesa en aproximadamente 50 ml de agua.
2. Calentar el sistema hasta que comience a ebullición.
3. Medir la temperatura de la solución ( $T_1$ ).
4. Repetir el procedimiento pero con una solución preparada con 75 gramos de azúcar en 50 ml de agua ( $T_2$ ).
5. Repetir el procedimiento pero solamente con agua ( $T_0$ ).

#### *Análisis de los resultados*

- a. Comparar  $T_1$  y  $T_2$  con  $T_0$
- b. Establecer cómo influye la concentración de azúcar en la variación de la temperatura de ebullición y justificar lo observado.



Medición de la temperatura de ebullición en la elaboración de un almíbar



Almíbar listo para usar

Figura 22. El ascenso ebulloscópico en un almíbar.

**La presión osmótica** hace referencia a la fuerza impulsora que se genera a través de una membrana permeable (por ej. la de una célula, cuando la concentración de sales a ambos lados es diferente). En este caso aparece una fuerza por unidad de superficie (presión osmótica) de modo tal que promueve el pasaje a través de la membrana de sal en un sentido y agua en el otro tratando de igualar las concentraciones a ambos lados.



### ***“Deshidratación osmótica de frutas”***

*El fenómeno de ósmosis se aplica, entre otros procesos, para lograr la deshidratación de frutas, especialmente aquéllas que contienen elevada cantidad de agua como es el caso del melón, sandía, kiwi y frutillas.*

*El proceso emplea como membrana semipermeable la misma estructura celular de las frutas que contienen en su interior diferentes sólidos disueltos en agua (el “jugo” de cada una de las frutas), en una concentración que ronda el 10%. Cuando a esta fruta (en trozos y pelada) se la sumerge en una solución muy concentrada de azúcar (aproximadamente del 70 %), se genera una presión osmótica debido a la diferencia de concentración de sólidos solubles a ambos lados de la membrana semipermeable. Esto evolucionará de modo tal de tratar de igualar las concentraciones y así las moléculas de agua de pequeño tamaño atravesarán dicha membrana abandonando la pulpa de las fruta. Esto hace aumentar la concentración de los sólidos dentro de la fruta. Como las moléculas de azúcar son de gran tamaño para la porosidad de la membrana, no pasará azúcar hacia dentro de la fruta. De este modo, el equilibrio de concentraciones de sólidos, ocurre solamente, debido al pasaje de agua de las frutas al jarabe o solución de azúcar con lo cual se deshidrata la fruta. Los jugos en el interior de las células de la fruta contienen ácidos, pigmentos, azúcares, minerales, vitaminas, etc, que se ven así concentrados luego del proceso de ósmosis. La presión osmótica es mayor cuanto mayor sea la diferencia de concentraciones entre el jarabe de azúcar y el interior de los trozos de la fruta. El efecto de esta diferencia se ve reflejado en la rapidez con que es extraída el agua de la fruta hacia el jarabe.*

*Este proceso no es muy complicado y permite aumentar la vida útil de las frutas al disminuir su actividad acuosa.*

## **1.4. El agua en los alimentos**

### **1.4.1. La distribución del agua en los alimentos**

El estudio de las características de la molécula de agua y sus propiedades físicas son muy relevantes para el químico en alimentos, dado el elevado contenido de agua de los

misimos. A modo de ejemplo se indican algunos valores:

Cuanto mayor es el contenido de agua de un alimento, mayor es su vulnerabilidad. Es decir mayores son los cuidados que se deben tener para poder consumirlos sin que afecten la salud. Por lo general estos alimentos, conocidos como de “alto riesgo” deben ser manipulados respetando una cadena de frío (desde su obtención hasta su consumo no pueden estar fuera de los límites de temperaturas seguras (4 °C en caso de refrigerado y -18 °C en caso de congelados). En situación diferente se hallan los alimentos de “bajo riesgo”, como es el caso de galletitas, fideos secos, etc., los que sí pueden conservarse a temperatura ambiente en condiciones adecuadas de higiene.

El elevado contenido de agua de los alimentos de alto riesgo (leches, carnes, verduras, etc.) permite que en ella puedan disolverse los compuestos necesarios para el desarrollo de todo tipo de microorganismos, los que, por su sola presencia o por la posibilidad de producir toxinas, pueden causar enfermedades alimentarias tales como botulismo.

| Alimento   | Contenido de agua (%) |
|------------|-----------------------|
| Leche      | 87                    |
| Merluza    | 76                    |
| Pan        | 35                    |
| Manteca    | 15                    |
| Galletitas | 5                     |

Tabla 2. Contenido de agua de algunos alimentos.

Un ejemplo es:

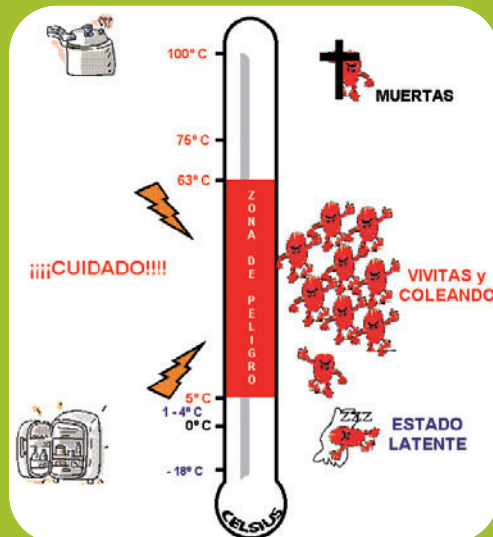


Figura 23. El germómetro.

### 1.4.2. Actividad de agua

Una de las maneras de lograr mayor seguridad en los alimentos es reduciendo la cantidad de agua que está disponible. Esto conduce a tener que diferenciar entre *contenido de agua* de un alimento y actividad de agua. Por contenido de agua se entiende cuánta agua tiene presente el alimento sin importar de qué manera se halla realmente presente en él. Actividad de agua es la cantidad de agua “libre”, es decir que no está comprometida, formando por ejemplo, puentes de hidrógeno con partes de la estructura del alimento o *solvatando* iones como en el caso de la sal (cloruro de sodio) o azúcar (como la sacarosa) o ácidos (como el acético en el vinagre). En estos últimos casos, si bien es cierto que el agua está presente en el alimento, está siendo requerida por iones y partes polares de algunas moléculas. Esto hace que disminuya su disponibilidad para disolver sustancias útiles para el desarrollo de microorganismos. El agua no se encuentra “libre” sino “ligada”.

Otra posibilidad para regular la cantidad de agua de un alimento es deshidratarlo, quitándole el agua por calor como por medio del secado (tomates, ciruelas negras, orejones), la evaporación



(leche condensada, leche evaporada), agregando sal (jamones, bacalao), agregando vinagre (pickles) etc. También una combinación de congelamiento y evaporación sin pasar por el estado líquido (*liofilización*) puede ser una alternativa aunque por el momento resultan muy costosos (algunos cafés instantáneos).

Si el contenido de agua de alimentos con alta cantidad de agua libre no se puede reducir por alguno de los métodos vistos antes, se emplea el calor con lo cual se logra la destrucción de bacterias patógenas (por ejemplo pasteurización de leche) o de todas las bacterias (por ejemplo esterilización leche UAT). En el caso de los productos pasteurizados deben conservarse de igual modo preservando la cadena de frío.

El químico de alimentos puede medir la actividad de agua. Una manera de realizarlo es mediante la medición de la presión de vapor del agua en el alimento. Cuanto más unida se halle el agua a componentes del alimento, más dificultoso le va a resultar poder pasar al estado vapor.

Técnicamente se define la actividad de agua ( $a_w$ ), como el cociente entre la presión de vapor del agua en un alimento dado ( $P_w$ ) y la presión de vapor del agua pura a la misma temperatura ( $P_w^o$ ):

$$a_w = \frac{P_w}{P_w^o}$$

Este valor oscilará entre cero (alimento sin agua libre) y uno (agua pura). Cuanto más cercano a cero sea el valor de la actividad de agua de un alimento, más seguro será éste y cuanto más cercano a uno, más vulnerable.

En la **Tabla 3** se presenta un conjunto de alimentos y sus valores de actividad de agua.

| Alimento     | Actividad de agua ( $a_w$ ) |
|--------------|-----------------------------|
| Verduras     | 0,97                        |
| Huevos       | 0,97                        |
| Pan          | 0,94                        |
| Mermelada    | 0,86                        |
| Frutas secas | 0,73                        |
| Galletitas   | 0,35                        |

Tabla 3. Actividad de agua en algunos alimentos.

De acuerdo con estos valores, vemos que las galletitas tienen una actividad acuosa que se halla alrededor de 0,35 mientras que para las verduras ese valor es de 0,97. Se conoce bien que las galletitas pueden conservarse mucho tiempo en un recipiente en la cocina o en paquetes a temperatura ambiente (son alimentos no perecederos) mientras que las verduras son muy delicadas y deben conservarse a temperaturas bajas y aún así su vida útil es muy corta (son alimentos perecederos).

Por otra parte si a una verdura se la transforma en encurtido ("Pickle"), el vinagre agregado reduce su actividad acuosa y hace que se lo pueda consumir durante más tiempo, sin que se eche a perder. Claro está que, no es lo mismo,



Figura 24. Alimentos con distinta actividad de agua.



Figura 25. Modificación de la actividad de agua en alimentos.



un trozo de zanahoria en ensalada que un trozo de zanahoria como pickle.

### 1.4.3. El agua y el congelamiento de los alimentos

El proceso de congelamiento y la manera en que se lo conduce condicionan los procesos de conservación de los alimentos, así como también la retención o no de los caracteres *organolépticos* y funcionales al descongelarlos. La velocidad de congelamiento determina la formación y localización de los cristales de hielo. Por ejemplo en el caso de las carnes, cuando se hace rápidamente, se producen muchos cristales pequeños tipo aguja a lo largo de las fibras musculares. Por el contrario si se disminuye la temperatura en forma lenta, se induce un menor número de cristales pero de mayor tamaño, de tal manera que cada célula contiene una masa central de hielo. El congelamiento lento es más dañino que el rápido ya que afecta mayormente la membrana celular y además genera cristales intermoleculares que tiene la capacidad de unir las células e integrar grandes agregados. (Recordar los consejos para congelar cuando se utiliza el freezer).

Muchas veces el agua asociada a determinados alimentos, como es el caso de una salsa blanca, sufre cambios que generan procesos irreversibles en los alimentos y la incapacidad de recuperar sus propiedades *organolépticas* iniciales. Cualquiera que ha tratado de colocar en el freezer un resto de salsa blanca sabe que, al retirarla, se encuentra con un producto imposible de retomar sus características iniciales. Sin embargo, una visita por las góndolas de los supermercados, muestra productos congelados que sí tienen salsa blanca. Estos productos están elaborados con lo que los químicos en alimentos han desarrollado para evitar el problema mencionado: los llamados almidones modificados (ver capítulo “**Los Hidratos de Carbono**”). Usando estos productos, sí, la salsa blanca puede ser congelada y luego descongelada permitiendo mantener la estructura y características del producto recién elaborado.

#### *Actividad experimental N°3: “Formación de hielo en salsa blanca”*

##### *Materiales:*

- 2 cucharadas de harina o almidón de maíz.
- 50 g de manteca
- 1 taza de leche
- olla
- cocina o equipo de calentamiento.

##### *Desarrollo*

1. Derretir la manteca con la sal en una olla chica, cuando se haya fundido la manteca completamente agregar (fuera del fuego) la leche y la harina o el almidón de maíz.
2. Revolver bien y colocar nuevamente sobre el fuego.
3. Cocinar 3 ó 4 minutos hasta que aumente la viscosidad.
4. Dejar enfriar y observar la consistencia.
5. Almacenar en el freezer durante 24 hs.
6. Descongelar a temperatura ambiente y observar los cambios producidos.

##### *Análisis de los resultados*

- a. Comparar el producto obtenido con la salsa blanca preparada en el laboratorio con los productos que se venden congelados con salsa blanca como ingrediente, tales como canelones o tartas. Explicar a qué se deben las diferencias observadas.



Salsa blanca



Canelones



Tarta

Figura 26. Alimentos con salsa blanca.

### 1.4.4. Soluciones acuosas

Son mezclas homogéneas (formadas por una sola fase) con composiciones variables. Resultan de la mezcla de dos o más sustancias puras diferentes cuya unión no produce una reacción química sino solamente un cambio físico. Una sustancia (solute) se disuelve en otra (solvente) formando una sola fase. Los componentes pueden separarse utilizando procedimientos físicos.

Si el solvente es el agua, se habla de soluciones acuosas.

Por *solubilidad* se entiende la cantidad máxima de soluto que puede ser disuelta por un determinado solvente. Varía con la presión y con la temperatura. Es un dato cuantitativo.

Una *solución saturada* es la que contiene la máxima cantidad de soluto que el solvente puede disolver a esa presión y esa temperatura y una *no saturada* es la que contiene una cantidad de soluto menor que la que el solvente puede disolver a esa presión y esa temperatura. Como característica general primaria de las soluciones se puede decir que "lo similar disuelve a lo similar". Es por esto que las sustancias iónicas son solubles en solventes polares (por ej. sal en agua) y las no polares en solventes no polares (aceite en hexano, ver en capítulo "Los Lípidos" obtención de aceites de semillas). Entre los factores que afectan la solubilidad de un soluto en un determinado solvente se encuentran: a) el tamaño de las partículas del soluto; b) la naturaleza física del soluto; c) la naturaleza física del solvente; d) la temperatura; y e) el grado de agitación del soluto y del solvente.

La concentración de las soluciones (cantidad de soluto disuelto en una determinada cantidad de solución), puede expresarse de diferentes maneras:

- a. **porcentaje en masa (m/m)** (cantidad de gramos de soluto disuelto en 100 gramos de solución);
- b. **porcentaje en volumen (V/V)** (volumen en mililitros de soluto disuelto en 100 mililitros de solución);
- c. **porcentaje masa en volumen (m/V)** (cantidad de gramos de soluto disuelto en 100 mililitros de solución) y,
- d. **partes por millón (ppm)** (cantidad de miligramos de soluto disuelto en 1 litro (ó 1 kg) de solución).

#### *Problema : "Concentraciones en refrescos de consumo frecuente"*

*A partir de la información nutricional encontrada en un rótulo de una bebida concentrada sin alcohol calcular:*

- a. *la concentración expresada en %m/v de cada nutriente en la bebida concentrada,*
- b. *la concentración de cada nutriente expresada en %m/v en la bebida lista para consumir, si*

- se la prepara según las indicaciones del envase (Suponer volúmenes aditivos entre la bebida concentrada y el agua),
- c. decir qué datos serían necesarios conocer para poder expresar la concentración de la bebida concentrada y la diluida (lista para consumir) en %m/m?

| Información nutricional de la bebida concentrada | Cada 200 ml |
|--|-------------|
| Valor energético                                 | 56 k cal    |
| Proteínas  | 0 g         |
| Hidratos de Carbono                              | 7,2 g       |
| Sacarina   | 100 mg      |
| Ciclamato  | 672 mg      |
| Sodio  | 11,18 mg    |

#### Forma de preparación:

mezclar una parte de la bebida concentrada con tres partes de agua.



Polvo para preparar refrescos



Refresco listo para consumir

| Figura 27. Bebidas sin alcohol.

### 1.4.5. Dispersiones

Las dispersiones son un tipo de mezclas heterogéneas en las cuales una de las fases (*fase dispersa*) está finamente dividida y distribuida en la otra (*fase continua o dispersante*).

Si las partículas dispersas son muy pequeñas y no pueden ser separadas por filtración, la dispersión se llama *coloidal* mientras que si las partículas son de mayor tamaño y sí pueden separarse por filtración o decantación, la dispersión es *grosera*.

Las dispersiones coloidales se caracterizan por ser opacas y parecer homogéneas a simple vista. Esto se debe a que las partículas son tan pequeñas que no se pueden ver, pero dispersan la luz provocando turbidez. Este fenómeno se conoce como *efecto Tyndall*.

Con el tiempo, las dispersiones groseras tienden a separarse por efecto de la gravedad: las partículas dispersas sedimentan si tienen mayor densidad que la fase continua o flotan si tienen menor densidad. Cuanto menor es el tamaño de las partículas dispersas, mayor es el tiempo que tardan en separarse. Es por ello que las dispersiones coloidales, que tienen partículas muy pequeñas, son muy estables en el tiempo.

Dentro de las dispersiones se pueden distinguir las suspensiones, las emulsiones y las espumas.



Suspensión  
leche chocolatada



Emulsión  
salsa mayonesa



Espuma  
merengue

Figura 28. Algunas dispersiones alimentarias.

• **Suspensiones:** la fase dispersa es sólida y la fase continua es líquida. Un ejemplo de suspensión coloidal son las caseínas (proteínas más abundantes de la leche) que están dispersas en el suero y son las responsables de que la leche sea blanca y opaca. La leche chocolatada, también, es una suspensión en la cual el cacao está disperso en la leche. Como el cacao tiene un tamaño mucho mayor que las caseínas, esta dispersión es grosera y con el tiempo sedimenta. Para evitar estos problemas que hacen a la aceptabilidad de los alimentos por los consumidores, el tecnólogo alimentario, en conjunto con el resto de los profesionales que se vinculan con la industria alimentaria, desarrolla sustancias químicas y procesos que impiden, en este caso, la sedimentación del cacao y permiten la buena estabilidad de la leche chocolatada en el tiempo. Muchas veces este factor se toma como sinónimo de calidad del producto y puede justificar la diferencia de precio con productos similares. Es sencillo comprobar lo que se ha dicho. Basta sólo con comparar la leche chocolatada que se obtiene agregando dos cucharadas de cacao en polvo comercial a un vaso de leche, con el contenido de una cajita de la leche chocolatada lista para consumir.

• **Emulsiones:** en este tipo de dispersiones, una de las fases es un aceite o una grasa y la otra fase es acuosa. Hay dos tipos de emulsiones:

1. emulsiones aceite en agua: la fase dispersa (gotitas) es aceite y la fase continua es acuosa, como la mayonesa y la crema de leche,
2. emulsiones agua en aceite: la fase dispersa es acuosa y la fase continua es una grasa, como la manteca y la margarina.



Mayonesa



Postre con crema de leche



Manteca

Figura 29. Emulsiones alimentarias.

### Actividad experimental N°4: “Emulsiones”

#### Materiales:

- mayonesa
- crema de leche
- manteca
- margarina
- porta y cubreobjetos
- microscopio (100X – 400X)

#### Desarrollo

1. Colocar una pequeña cantidad de cada producto (una gota o un trocito muy pequeño) sobre portaobjetos.
2. Luego agregar un cubreobjeto encima de cada gota o trocito.
3. Observar al microscopio con aumento de 100X y 400X.
4. Dibujar todas las observaciones y, si es factible realizarlo, registrar utilizando cámara fotográfica.
5. Describir cada uno de los sistemas observados en detalle.

#### Análisis de los resultados

- a. Establecer en cada caso si se trata de productos homogéneos o heterogéneos. Justificar la respuesta.
- b. Con la ayuda del listado de los ingredientes que figuran en el rótulo, identificar, en cada caso, la fase continua y la fase dispersa (gotas).

• **Espumas:** las espumas son dispersiones en las cuales la fase dispersa son burbujas de gas o de aire y la fase continua puede ser líquida (merengue) o sólida (bizcochuelo).

### Actividad experimental N°5: “Espumas sólidas”

#### Materiales

- 2 cajas de polvo para preparar bizcochuelo
- leche y huevos (según indicaciones del envase)
- utensilios necesarios para preparar los bizcochuelos
- horno

#### Desarrollo

1. Preparar un bizcochuelo según las indicaciones del envase y hornear.
2. Preparar el segundo bizcochuelo, mezclando los ingredientes, pero sin batir con batidora eléctrica (evitando la incorporación de aire) y hornear.
3. Una vez fríos, ambos productos, cortar una porción de forma cúbica (aprox de 3 cm de lado) de cada uno.
4. Comparar el alveolado (burbujas) de ambos.
5. Pesar ambos cubos.
6. Calcular el volumen que ocupa cada uno (volumen de un cubo = lado x lado x lado).

7. Calcular la densidad de cada bizcochuelo:  $\text{densidad} = \text{masa/volumen}$ .

*Nota: el trabajo práctico se puede realizar con menor cantidad de polvo para preparar bizcochuelo, por ejemplo, una cuarta parte de la receta, utilizando recipientes más pequeños.*

### Análisis de los resultados

- Establecer cuál es la relación que existe entre la cantidad de aire que incorpora el producto y la densidad del mismo.
- Determinar en qué manera afecta la incorporación de aire la textura de un bizcochuelo y la aceptabilidad del mismo por los consumidores.



Figura 30. Bizcochuelos (espumas sólidas) con diferente alveolado.

### PARA ANALIZAR

- Comprar distintos tipos de panes (pan lactal, pan tipo baguette, flautita, etc) y observar el *alveolado* de cada rebanada de ellos. Establecer, luego, cómo influye la cantidad y distribución de los alvéolos en la textura de los distintos panes.



Pan de molde

Pan francés

Pan de hamburguesa

Pan pebete

Figura 31. Panes (espumas sólidas) con diferente alveolado.

- Comparar el volumen que ocupa 1 kg de helado artesanal y 1 kg de helado industrial. Deducir, luego, cuál de ellos posee en su formulación mayor cantidad de aire. Analizar cuáles pueden ser las causas por las cuales el helado artesanal se vende por peso (kg) y el helado industrial se vende por volumen (litro).



Helado artesanal



Helado industrial

Figura 32. Helados (espumas sólidas) con distinta cantidad de aire incorporado.



- **Geles:** Los geles son estructuras en las cuales la fase líquida está atrapada en una red tridimensional. La fase sólida que retiene al líquido puede ser un polisacárido (almidón, pectina, goma carragen) o una proteína (gelatina).

Como ejemplo de geles se encuentran distintos postres preparados a partir de polvos que se disuelven en agua o leche, como por ejemplo:

- la gelatina, que se disuelve en agua caliente y posteriormente se enfría en la heladera,
- los postres de almidón o maicena, los cuales se disuelven en leche, se cocinan unos minutos y luego se enfrían,
- los postres tipo flan, que contienen gomas alimenticias como el carragen (ver capítulo “**Los Hidratos de Carbono**”) y se preparan de igual forma que los postres de almidón.



Gelatina



Postre de almidón



Flan

Figura 33. Geles alimentarios.

### Actividad experimental N°6: “Formación de geles”

#### Materiales:

- polvo para preparar postre de gelatina
- polvo para preparar postre de almidón o maicena
- polvo para preparar postre tipo flan
- leche o agua (según corresponda)
- utensilios de cocina para preparar los postres

#### Desarrollo

##### Primera parte

- Preparar aproximadamente 200 ml de:
  - postre de gelatina,
  - postres de almidón o maicena,
  - postre tipo flan, según las indicaciones de cada producto.
- Transferir a envases adecuado y almacenar en la heladera durante 24 hs.
- Retirar de la heladera y observar los geles formados, comparando:
  - consistencia,
  - capacidad de mantener la forma una vez cortado,
  - palatabilidad (sensación al paladar).

### *Segunda parte*

4. Colocar una muestras de cada postre en un recipiente adecuado y calentar en baño de agua a  $100^{\circ}\text{C}$  durante 30 minutos.
5. Volver a colocar la muestra en la heladera durante 24 hs.
6. Retirar de la heladera y observar los productos que se obtienen comparando nuevamente:
  - a. consistencia,
  - b. capacidad de mantener la forma una vez cortado,
  - c. palatabilidad (sensación al paladar).

### *Análisis de los resultados*

*De acuerdo con lo observado, estimar cuál o cuáles de los productos obtenidos, luego del segundo calentamiento, podría ofrecerse al consumidor y cuál o cuáles no. Justificar su respuesta.*