

Aspectos de interés general relacionados con la química y su impacto en la sociedad

Las cabras locas, la UAM, el café y las vacas muertas

Ana Martínez y Rubicelia Vargas*

Cuentan por ahí que las cabras fueron las primeras que probaron el café. Corría el año 1440 cuando en algún lugar de Arabia, un pastor llamado Kaldi que tenía a su cuidado un rebaño de cabras, encontró a sus animales bailando junto a un arbusto de hojas brillantes y cerezas rojas. Atribuyó la alegría de las cabras y la causa de su extraña conducta al hecho de que se habían comido parte de los frutos. Ni corto ni perezoso los probó y en consecuencia se puso a bailar como ellas. Un monje que vivía en un monasterio cercano pasó por ahí, tomó las cerezas y comenzó a experimentar diversas formas de utilizarlas. Una de ellas era el secarlas al sol para después hervirlas. La bebida resultante le produjo efectos tan gratos que no tardó en dárselas a probar a sus amigos. Las cerezas rojas son los granos de lo que hoy llamamos café, las mismas que se utilizan para preparar la mundialmente conocida bebida con la que cada mañana una tercera parte de la población mundial se desayuna... ¡y todo gracias a las cabras locas! (Crail, 1990).

¿Qué tiene que ver esta historia con nuestra universidad y con las vacas muertas? En realidad es solamente una anécdota acerca del descubrimiento del café y un poco más adelante se entenderá de qué manera está relacionada con el otro par de elementos que forman parte del título. Empecemos por lo que nos interesa en estos momentos, que es hablar de los cambios que se están proponiendo en las diversas formas de la enseñanza de la química en la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa (UAM-I).

Para aquéllos que no lo saben, o para aquéllos otros que no lo recuerdan, la Universidad Autónoma Metropolitana tiene tres campus en la ciudad de México, cada uno organizado por Divisiones, que se dividen en Departamentos, que a su vez están formados por Áreas de Investigación.

En la División de Ciencias Básicas e Ingeniería (DCBI) de la UAM-I se estudian diversas carreras, algunas muy demandadas por los estudiantes actuales, como computación, y otras que no lo son tanto, como matemáticas, física y química. Para todos los estudiantes de esta división, las materias que se cursan durante los tres primeros trimestres son exactamente iguales. Estas materias son física, química y matemáticas, y forman lo que conocemos como el Tronco General de Asignaturas.

Muchos estudiantes y algunos profesores de nuestra

universidad, se han preguntado si es necesario para una persona que va a estudiar computación por ejemplo, el estudio de ciencias básicas como la química y la física. La respuesta de los que creemos en un tronco general ha sido que una división que quiere preparar a sus estudiantes en el área de ciencias básicas e ingeniería, tiene que formar a sus estudiantes forzosamente en estas disciplinas. Para todos aquéllos que cuestionan la utilidad de estas materias la respuesta ha sido siempre que lo importante no es la información que se adquiere, que posiblemente muchos estudiantes no utilicen nunca más después del examen, sino la formación que de ellas se obtiene.

En la UAM-I se realiza en estos momentos la revisión de los planes de estudio del Tronco General de Asignaturas de la DCBI. Dentro de los planes de modificación de las materias de química, existe la propuesta de que el primer curso dentro de la universidad tenga como objetivo que el alumno conozca aspectos relevantes de la materia y la relación de la química con otras ciencias básicas e ingenierías. En este sentido se planea estudiar a la química basándose en un tema central alrededor del cual se revisan diversos conceptos, siguiendo de esta manera la escuela del *Chemcom* estadounidense (Shea, 1993).

Algunos de los temas que aparecen en el contenido sintético de la materia que se está proponiendo son: petroquímica, contaminación, fármacos, quimioterapia, síntesis de nuevos materiales con propiedades fisicoquímicas relevantes, química y su relación con la computación, y el punto de vista de la sociedad en México sobre la química. Siguiendo estos temas globales, se pretenden revisar conceptos como: estados de agregación de la materia, mezclas, acidez y basicidad, equilibrio químico, y química orgánica e inorgánica, entre otros.

La idea básica de esta forma de abordar el estudio de la química es plantear una situación real que los alumnos identifiquen con su vida, si no cotidiana sí conocida, y que la analicen o resuelvan utilizando los conocimientos de química necesarios. Además es importante que desarrollen una serie de habilidades intelectuales que les permitan tener un mejor desempeño en sus profesiones, como por ejemplo, realizar investigaciones, hacer e interpretar gráficas, expresar ideas por escrito, inferir conocimientos o hacer deducciones. De esta forma se puede tratar, por ejemplo, la muerte de las vacas en los estados de Puebla y Veracruz, estudiar sus causas, ver qué es lo que la produce y plantear posibles alternativas de solución.

* Departamento de Química, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

Recibido: 23 de septiembre de 1996; Aceptado: 6 de enero de 1997.

La que hemos llamado “escuela del *Chemcomi*” ha planteado esta forma de estudio para los estudiantes del bachillerato, pero no para el nivel universitario. Si nuestros alumnos llegaran de las diferentes escuelas con esta educación, esta materia sería una repetición y posiblemente un fracaso. Pero como la realidad de la mayoría de los alumnos que salen del bachillerato es otra, creemos que el tipo de formación que se puede obtener con esta manera de estudiar la química en los primeros niveles universitarios puede ser muy valiosa, para cualquier estudiante de ciencias básicas e ingeniería sin importar la licenciatura a la que estén inscritos.

Para un curso de estas características, es fundamental contar con material de apoyo. Si bien es cierto que ya existen libros que siguen esta filosofía, también es verdad que no hay textos nacionales que la contemplen. De ahí nos surgió la idea de escribir este artículo. Lo que aquí quisiéramos presentar es la estructura general de un posible tema, con los conceptos que pueden estudiarse en cada uno de los subtemas. Las limitaciones de espacio no nos permiten desarrollar el tema en su totalidad, por lo que la idea es presentarlo como una serie consecutiva de artículos donde en cada uno de ellos se desarrolle un subtema.

La estructura general de un tema se muestra a manera de índice en la tabla 1, donde se puede ver que se comienza con la definición del asunto a tratar, que no tiene por qué ser siempre un problema, para después analizarlo y definir qué se puede hacer para mejorar o resolver la situación. La idea es introducir los conceptos que se van a estudiar desde el análisis y utilizarlos posteriormente para encontrar soluciones. Por esta razón, los conceptos que aparecen en el subtema de “Analicémoslo” se repiten en el de “¿Qué podemos hacer?” En el primero se muestran mientras que en el segundo se pretende que se empleen.

A lo largo de cada tema se piensa que pueden introducirse recuadros que contengan lecturas importantes, o información que el alumno ya debería de manejar, o aspectos interesantes de lo que se está exponiendo, o bien desafíos que el estudiante tiene que resolver. En estos últimos se incluirán ejercicios que prueben sus habilidades intelectuales. De esta forma creemos que se puede dar un curso de química de manera integral, donde se refuercen y desarrollen ciertas habilidades intelectuales indispensables para cualquier profesional. Comencemos con la definición del problema para después exponer el primer subtema.

¿Cuál es el problema?

El 19 de febrero de 1996 apareció en el periódico *El Financiero* una noticia relacionada con el problema de contaminación que genera el proceso del café en los estados de Puebla y Veracruz. Lo que en este artículo se presenta es que el café se procesa antes de poder ser consumido. Este proceso se

lleva a cabo por vía húmeda, en los lugares conocidos como *beneficios húmedos*, para lo cual se necesitan grandes cantidades de agua.

El hecho más importante es que, cerca del río Amiztlán —que pasa por los estados de Puebla y Veracruz—, las vacas se mueren de diarrea en la época en la que se cosecha el café. Este comportamiento se ha repetido a través de los años. El agua de desecho que se produce en los beneficios húmedos se vierte precisamente en el río Amiztlán. ¿Cómo está relacionada la muerte de las vacas con el proceso del café? ¿Qué contienen los desechos de aguas residuales que pudiera ocasionar la muerte de las vacas? ¿Qué alternativas hay de solución?

Analicémoslo

¿De dónde sale el café?

La planta del café, conocida como cafeto, es un arbusto que requiere de ciertas condiciones para sobrevivir. Para ella es

Tabla 1. El café y las vacas.

CUÁL ES EL PROBLEMA?	
ANALICÉMOSLO	
¿De dónde sale el café? Conceptos	Mezclas y métodos de separación Fermentación Equilibrio químico Unidades de concentración Contaminación
¿Qué contiene el café? Conceptos	Más sobre equilibrio Compuestos orgánicos Ácido-base, pKa Disoluciones amortiguadoras Equilibrio químico
¿Qué comen las vacas? Conceptos	Grasas, carbohidratos y proteínas Alimentación Energía y fotosíntesis
¿QUÉ PODEMOS HACER?	
¿Cómo cambiar el agua? Conceptos	Mezclas y métodos de separación Fermentación Unidades de concentración Equilibrio químico Contaminación Compuestos orgánicos Ácido-base, pKa Disoluciones amortiguadoras Equilibrio químico
¿Qué más comen las vacas? Conceptos	Grasas, carbohidratos y proteínas Alimentación Energía y fotosíntesis

importante tener sombra, humedad adecuada, temperaturas frías, suelo arcilloso y ausencia de vientos fuertes. Estas condiciones se cumplen generalmente en zonas de mayor altitud que la del nivel del mar. Por extraño que parezca, la altitud a la que se cosecha el café es uno de los factores que influyen en su calidad. Mientras mayor sea la altitud, mejor será la calidad. Las principales zonas productoras de café están localizadas en Sudamérica y África.

Los primeros cafetos que llegaron a México en el siglo XVIII provenían de Cuba y se plantaron en las ciudades de Córdoba y Veracruz. Hoy, en México, la producción de café es la principal fuente de divisas del sector agropecuario y representa el tercer lugar de la actividad económica nacional.

El suelo donde crece el cafeto tiene que ser profundo, y neutro o ligeramente ácido. Contiene esencialmente materia orgánica, ácido fosfórico y potasio. Después de que se siembra la semilla, hay que esperar cinco años para que la planta empiece a producir. A los 20 años se alcanza la máxima producción, para perderla por completo a los 40. El fruto del cafeto tiene el aspecto de una cereza y por esta razón se le llama con ese nombre. Durante la cosecha se toma cada fruto a mano, se inspecciona y se aparta. Si se separan bien los frutos maduros de los que no lo están o de los que están en malas condiciones, se obtiene un café de mejor calidad.

En la figura 1 se muestra un corte longitudinal simplificado del fruto donde se pueden ver las diferentes capas. El grano del café está rodeado por una capa delgada que se conoce como pergamino, que a su vez tiene alrededor al mucilago. Afuera del grano se encuentra la pulpa que está formada por una epidermis y una gruesa capa de tejido esponjoso de aproximadamente 5 mm de espesor, rica en azúcares y pectinas. Así se encuentra el fruto. Sin embargo, la única parte que se utiliza para preparar la bebida es el grano, razón por la cual hay que quitarle de alguna manera todo lo que lo rodea. Esto se hace en los beneficios de café.

En México la mayoría de los beneficios utilizan la vía húmeda para separar el grano de todo lo que lo rodea. Se empieza por el despulpado, que consiste en pasar las cerezas mezcladas con agua por una máquina despulpadora. Lo que esta máquina hace es apretar las cerezas contra dos superficies, una fija y otra que permanece en movimiento. Así se separan la pulpa por un lado, y los granos envueltos en el mucilago y el pergamino por el otro. La pulpa mezclada con el agua se desecha.

El grano envuelto en el pergamino pasa al desmucilaginado donde se le quita el mucilago de alrededor. Para esto

se realiza una fermentación, donde las enzimas rompen esta capa. Una vez rota, los granos se lavan con abundante agua limpia, la cual arrastra los productos de la fermentación que son solubles en ella. Después de secar los granos, se pasan por un proceso de trillado para quitarle la cascarilla, dejando el grano listo para ser tostado y molido. El proceso del café se puede ver ilustrado en la figura 2.

Otra forma de procesar el café es por la vía seca, en los conocidos como *beneficios secos*, donde el fruto del café se pone simplemente a secar. La pulpa, el mucilago y el pergamino se deshidratan y de esta forma se pueden separar del grano. De aquí que este proceso sea más barato, pues no requiere de las grandes cantidades de agua que son necesarias en el beneficio húmedo.

Si tomamos un grano de café, sólo el 44% del fruto es el que se utiliza. El 56% restante que consiste en la pulpa, el mucilago y el pergamino, se tira en los campos y los ríos, y son los principales contaminantes del proceso. En el caso de los estados de Puebla y Veracruz, las aguas residuales llegan hasta el río Amiztlán, cuya localización se puede ver en la figura 3.

Para poder determinar qué es lo que produce la muerte de las vacas en Puebla y Veracruz, es necesario conocer qué contienen los productos de desecho del café. Como se acaba de describir, el fruto del café está formado por una mezcla de componentes que a lo largo del proceso se separan. Los métodos de separación que se emplean son físicos y químicos. La pulpa del café se separa físicamente, como si lo hiciéramos a mano. Al pasarlo por esas superficies móviles y fijas se quita la pulpa igual que si la pusiéramos en nuestras manos y le diéramos vueltas para despegarla. En este proceso no cambia la composición de la pulpa, ni la del grano. Sin embargo, para quitar el mucilago se utilizan métodos químicos. A través de la fermentación se cambia la composición química y con esto las propiedades de solubilidad, lo que hace posible que se separen.

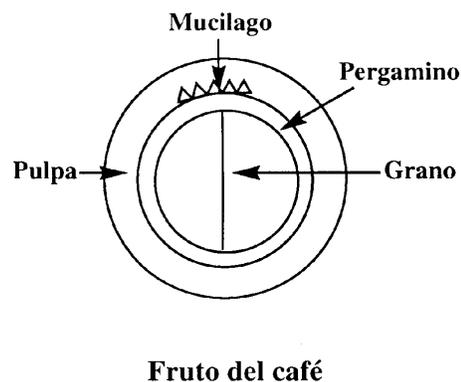


Figura 1. Corte longitudinal del fruto del café.

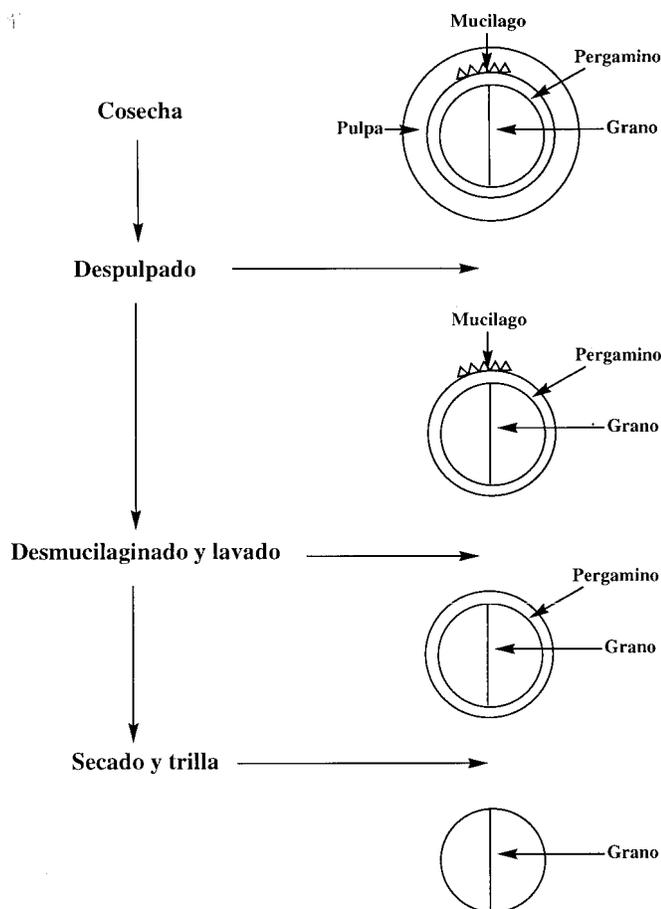


Figura 2. Proceso del café. En cada paso se indica cómo va quedando el fruto.

Pero ¿son éstas las únicas formas de separar los componentes de una mezcla? ¿Cómo podemos conocer qué es lo que contiene la pulpa, el mucilago y el pergamino del café? Para contestar estas preguntas es conveniente revisar cómo se separan los componentes de una mezcla.

¿Cómo se separan los componentes de una mezcla?

Cuando se tiene una mezcla de componentes puede surgir la necesidad de separarlos debido a diversas razones. Una de ellas es el interés por obtener alguna de las sustancias que contiene la mezcla, aislada del resto. Esto puede ser porque son contaminantes o bien porque lo que nos importa es uno de los productos, como en el caso del café, donde lo que nos interesa es el grano y no el resto del fruto. Otra razón para querer separar los componentes de una mezcla es con el objeto de identificarla. Por ejemplo, en el café, al menos 150 sustancias contribuyen a su sabor y aroma. Muchas de ellas están presentes en pequeñas cantidades. Es por esto que no

se han podido identificar y por lo tanto no se han podido reproducir a plenitud ni su aroma, ni su sabor. Para poder conocer cuáles son los componentes del café es necesario separarlos y concentrarlos, porque si están a muy bajas concentraciones simplemente no se puede determinar de qué están formados. De esta manera, se han separado e identificado 103 compuestos volátiles diferentes. Si queremos conocer qué componentes contiene la pulpa también hay que hacer una separación de los compuestos que la forman.

Ya sabes que...

La diferencia entre una mezcla y una sustancia pura es que las sustancias puras están formadas siempre por moléculas iguales, mientras que en una mezcla se encuentran varios tipos de moléculas. En una mezcla, el componente que se encuentra en menor proporción es el soluto, mientras que el que se encuentra en mayor proporción es el disolvente. Con esta definición, puedes tener una mezcla de dos sólidos por ejemplo, donde uno de ellos es el disolvente y el otro es el soluto.

La separación de las mezclas puede basarse en el equilibrio de fases. Existen mezclas que contienen sustancias en diferentes estados de agregación, por ejemplo, sólido-líquido, líquido-vapor, o sólido-vapor. Para cada una de ellas existen métodos de separación diferentes. Veamos algunos ejemplos.

Destilación

Este proceso se utiliza desde hace cientos de años, aunque al principio no se sabía que está basado en el equilibrio líquido-vapor. Con objeto de entender cómo se lleva a cabo una destilación, es necesario conocer qué es lo que ocurre cuando un disolución líquida se evapora. En el momento en el que un líquido se evapora, las moléculas de vapor permanecen en la vecindad del líquido. Algunas de ellas se condensan y regresan a formar parte de líquido nuevamente. De esta manera se tiene un constante paso de moléculas en estado líquido a moléculas en estado gaseoso y viceversa. Cuando el número de moléculas que se condensan es el mismo que el de las que se evaporan, se dice que se ha alcanzado el equilibrio. En el equilibrio, la cantidad de moléculas en estado gaseoso es constante, porque las moléculas abandonan el vapor por condensación a la misma velocidad que surgen por evaporación. Si te fijas, una condición de equilibrio no implica que no está pasando nada. Aquí la condición de equilibrio es que el número de moléculas en estado gaseoso permanezca constante. Esto se debe a que los cambios



Figura 3. Mapa de la República Mexicana donde se localiza el Río Amatlán, al norte de los estados de Puebla y Veracruz.

opuestos (condensación/evaporación) se llevan a cabo a la misma velocidad, y no al hecho de que la evaporación y la condensación se hayan detenido.

El vapor que se produce durante la evaporación es un gas, y como todo gas ejerce una cierta presión. Si el sistema está en equilibrio, a la presión del gas se le conoce como presión de vapor. Las presiones de vapor de cada uno de los componentes puros de una mezcla en disolución generalmente son distintas una de la otra. Esto es porque los componentes de una mezcla se evaporan en diferente grado a la misma temperatura (sus presiones de vapor son diferentes), lo que se traduce en que la composición del vapor es diferente a la composición de la solución. El componente más volátil, el que tiene la presión de vapor más grande, será el que esté en mayor proporción en la fase gaseosa. Este comportamiento es precisamente el que se aprovecha para separar los componentes de una mezcla a través de la destilación.

En la destilación se pueden separar los componentes de una mezcla gracias a que tienen presiones de vapor distintas.

Ya sabes que...

La ebullición de un líquido ocurre cuando la presión de vapor se iguala con la presión atmosférica. La presión atmosférica al nivel del mar es igual a 1 atm. En la ciudad de México la presión atmosférica es menor, alrededor de 0.8 atm. Por esta razón, los líquidos ebullicen a menor temperatura en la ciudad de México.

El compuesto con una presión de vapor más alta se evapora primero. Después se condensa y se obtiene en forma líquida separado de los demás. Como la presión de vapor está relacionada de manera inversa con la masa molar de los compuestos (cuando se trata de la misma familia de compuestos), es de esperarse que el producto que se evapore primero sea el que tiene menor masa molar. Cuando los puntos de ebullición de los diferentes compuestos están muy cercanos lo que se utiliza es una destilación fraccionada, que es como hacer la destilación en múltiples pasos.

La destilación se podría utilizar para separar algunos de los diversos componentes volátiles del café. Una vez separados y concentrados se podrían analizar e identificar, lo cual ayudaría a conocer algunas de las sustancias que le dan ese sabor y aroma tan característico.

Desafío

El vinagre es una mezcla de ácido acético (CH_3COOH) y agua. El alcohol que generalmente se consume como bebida es una mezcla de etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) y agua. Una de estas dos sustancias se puede separar por destilación. **Investiga** lo que sea necesario para establecer cuál de ellas NO se puede separar y explica por qué. Te sería muy útil saber qué es un azeótropo.

Extracción

Cuando se quiere separar un componente de otros presentes en una mezcla líquida se puede realizar una extracción. Para esto se necesita un soluto que sea soluble en dos líquidos que sean inmiscibles entre sí. Inmiscible significa que sean mutuamente insolubles. Veamos un ejemplo para que esto quede más claro. Supón que tienes juntos dos líquidos inmiscibles, agua y tetracloruro de carbono (CCl_4). Igual que cuando tienes agua y aceite, lo que observas son dos fases, donde el líquido más denso está en la parte inferior y el menos denso en la superior. Si los agitas vigorosamente, los líquidos se mezclan temporalmente para eventualmente volverse a separar en dos fases distintas. Ahora agreguemos un soluto, como yodo (I_2), y agitemos fuertemente. Parte del soluto se disolverá en el tetracloruro, mientras que el resto se quedará disuelto en el agua. En este caso también se establece un equilibrio, ya que la relación de yodo disuelto en tetracloruro y de yodo disuelto en agua es siempre la misma. Si agregamos más yodo, se disolverá más en cada uno de los disolventes de manera que la relación

$$[\text{I}_2]_{\text{tetracloruro}} / [\text{I}_2]_{\text{agua}} = K$$

es siempre igual. En esta relación, $[\text{I}_2]$ representa a la con-

centración molar de iodo ya sea en tetracoloruro de carbono o en agua. A la K se le conoce como el coeficiente de partición, y su valor será una constante siempre y cuando la temperatura de la mezcla no varíe. Si el valor de K es mayor que 1 quiere decir que el iodo es más soluble en tetracoloruro de carbono que en agua. Una vez que el iodo se disuelve en el tetracoloruro, como los líquidos son inmiscibles se pueden separar por decantación o utilizando un embudo de separación. El valor de la constante de partición es muy importante, porque mientras más grande sea más fácil será separar el soluto mediante una extracción.

Ya sabes que...

La concentración molar expresa el número de moles de un soluto en un litro de disolución.

La extracción con disolventes se ha utilizado para separar la cafeína del café. Esto es de suma importancia porque se puede obtener por un lado café descafeinado, y por otro la cafeína que se utiliza en medicamentos.

Cromatografía

La cromatografía se puede ver como un proceso de extracción continua en el que el soluto se intercambia entre dos fases, una móvil que se mueve con respecto a otra que es estacionaria (soporte). En la cromatografía siempre se necesitan dos partes, una estacionaria que consiste en sólidos puros empacados en una columna, y una móvil, que puede ser líquida o gaseosa, dependiendo de lo que se quiere separar. Algunos compuestos interactúan más con la fase móvil que con la estacionaria y entonces se mueven junto con el disolvente a través del material sólido, mientras que con otros ocurre lo contrario, interactúan más con la fase estacionaria y por eso no avanzan a la misma velocidad sobre el soporte. La separación se basa en que la distribución de los compuestos está determinada por los diferentes tiempos de migración a través del material.

Esta técnica de separación es la más importante para compuestos orgánicos, y junto con la electroforesis, la más útil para sistemas biológicos. Se utiliza para analizar mezclas complejas e identificarlas, o bien para separarlas. La cromatografía ha ayudado a determinar cuáles son algunos de los 150 componentes del café.

Cristalización y precipitación

Cuando se tiene un soluto sólido disuelto en una disolución saturada se puede observar qué parte del soluto permanece en estado sólido. En este caso se establece un equilibrio en el que el soluto constantemente se está disolviendo y preci-

Desafío

Haz una pequeña **investigación** para determinar en qué consiste la electroforesis y qué similitudes y diferencias tiene con la cromatografía? ¿Qué otros métodos de separación parecidos se utilizan en la biotecnología?

Puedes hacer una cromatografía en papel, para lo cual necesitas una tira de papel periódico que mida 3 cm de ancho por 10 cm de largo y que no tenga letras escritas, plumones de diferentes colores, alcohol etílico, un vaso de vidrio y un plato. A 2 cm de la orilla en la parte estrecha del papel, dibuja con los plumones puntos de diferentes colores. Coloca un poco de alcohol etílico en el vaso, de tal manera que la altura del líquido en el vaso no sea mayor a dos centímetros. Pon la tira de periódico, con los puntos hacia abajo, dentro del vaso. Cuida que el alcohol etílico no toque los puntos dibujados con el plumón. Tapa el vaso con el plato. Espera y observa qué ocurre. Identifica en este caso cuál es la fase móvil y cuál es la estacionaria.

pitando, de la misma forma que en la evaporación las moléculas pasaban del estado gaseoso al líquido continuamente. El efecto de la temperatura sobre una disolución saturada es el de favorecer la disolución del sólido. De esta forma, al calentar, el soluto en exceso se puede disolver. Si la enfriamos, el soluto en exceso volverá a cristalizarse y tendremos otra vez una disolución saturada. La solubilidad de los compuestos en un disolvente en particular suele ser diferente, por lo que es posible encontrar condiciones en las que la solución tenga solutos que estén completamente disueltos, y que esté saturada de uno de los solutos nada más. Este último cristalizará antes que los demás y de esta manera se podrá separar.

Otra forma de separar los componentes de una mezcla es mediante reacciones químicas donde se produzcan compuestos insolubles que precipiten. En este caso se separan los componentes químicamente modificados. Para esto se utiliza un agente precipitante, cuya cantidad se tiene que controlar para asegurar que solamente precipite el compuesto que se quiere separar. Como veremos más adelante, esta técnica se puede utilizar para eliminar los contaminantes del café en el río Amiztlán.

En el proceso de cristalización no se lleva a cabo ninguna reacción química. Sólo se disuelven y se cristalizan los compuestos sin cambiar su fórmula química. Distinto es el caso de la precipitación, porque aquí lo que se hace es formar un compuesto insoluble a través de una reacción química. También se pueden hacer reacciones para obtener compues-

tos solubles en ciertos disolventes, como en el caso de la fermentación.

Fermentación

Los organismos aeróbicos obtienen mucha de su energía de la respiración, oxidando combustible orgánico mediante oxígeno molecular. En los organismos anaerobios, esta energía se obtiene de la degradación de carbohidratos. A este proceso se le conoce como fermentación anaeróbica, y en él participan catalizadores biológicos conocidos como enzimas. De hecho, la fermentación fue una de las primeras reacciones en las que se utilizó un catalizador.

Ya sabes que...

Un catalizador es un compuesto que acelera las reacciones químicas, sin participar propiamente en la reacción como reactivo o como producto. Es decir, el catalizador antes y después de la reacción permanece igual y sólo ayuda a que la reacción se lleve a cabo a mayor velocidad.

Los dos tipos más comunes de fermentación son la glicólisis y la fermentación alcohólica. En la primera el producto de la fermentación es ácido láctico y en la segunda etanol y dióxido de carbono. En una fermentación siempre son necesarias enzimas, y existe una enzima específica para cada reactivo.

La química de la fermentación del mucilago del café es muy compleja y no del todo conocida. En este caso se utiliza como un método de separación, porque los componentes del mucilago son insolubles en agua, pero los productos de la fermentación de estos mismos componentes son solubles. En esta forma de separación lo que se hace es lo inverso a la precipitación, porque se realiza una reacción química para producir compuestos solubles que se pueden separar del resto.

Una vez conocidos estos métodos de separación, los podemos utilizar para saber qué es lo que contiene el café, pero eso será en otra ocasión, por ahora aquí le dejamos.

Desafío

Investiga las reacciones de glicólisis y de fermentación alcohólica. Explica mediante estas reacciones por qué se dice que son una fuente de energía.

La bebida del café se prepara haciendo pasar agua caliente por los granos tostados y molidos. ¿Es esto la separación de una mezcla? ¿De qué tipo?

Para terminar

Un aspecto que nos gustaría resaltar para finalizar es que lo presentado aquí es una idea de lo que podría ser la filosofía de un primer curso de química general del Tronco General de Asignaturas, sumado a las ventajas que esto representaría y seguido del desarrollo de un posible primer subtema.

Es claro que este material no es exhaustivo ni puede esperarse que sea como el que se puede encontrar en un libro de texto. En este sentido quisiéramos que se viera como lo que es, material de apoyo para una materia de química que tiene las características que anteriormente explicamos y defendimos.

Como puede verse a lo largo del desarrollo del subtema, no estamos explicando cada concepto a profundidad. En este sentido se podría pensar que una materia de estas características va a ser como "platicada" pero lo cierto es que ésa no es nuestra intención. En este caso resultó así porque este subtema es de alguna manera motivacional, y pretende ser la entrada a equilibrio químico, que se verá de manera mucho más formal cuando se hable de lo que contiene el café. Por ningún motivo quisiéramos que quedara la impresión de que la propuesta es un curso que siga la filosofía del *Chemcom*, sacrificando por ello la formalidad y el rigor científico que un curso de química a nivel universitario debe tener. Una vez aclarado lo anterior, hasta aquí queda expuesto el primer subtema propuesto, y esperamos que haya quedado clara la relación de las cabras locas con la UAM, el café y las vacas muertas.

Referencias

- Craih Chávez, M.L. y Gran de Cano, J.D., El café: una historia estimulante, *Cuadernos de Nutrición*, 13 [13], 1990.
- Clarke, R.J. y R. Macrae (editores), *Coffee, Vol. I. Chemistry*, Elsevier Applied Science Publishers, London y New York, 1985.
- Garriz, A. y Chamizo, J.A., *Química*, Addison-Wesley Iberoamericana, S.A. México, 1994.
- Lehninger, A.L., *Biochemistry*, Worth Publishers, Inc., 2a. edición, New York, 1975.
- Mortimer, Ch. E., *Química*, Grupo Editorial Iberoamérica, 5a. edición, México, 1985.
- Roussos, S., R. Licono-Franco y M. Gutierrez-Rojas (compiladores), *Primer seminario sobre Biotecnología en la Agroindustria Cafetalera*, editado por Inmecafe, Orstom y UAM, México, 1989.
- Shea, K.M., (project manager), *ChemCom. Chemistry in the community*, second edition, Kendall/Hunt Publishing Company, 1993.
- Sivetz, M., *Coffee Technology*, capítulo 5, editado por Norman W. Desrosier, Avi. Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, 1963.
- Sivetz, M., *Elementos de Tecnología de Alimentos*, capítulo 19, editado por Norman W. Desrosier, Avi. Publishing Company, Inc., tercera reimpresión, México, 1985. ■