

Foll  
377.8  
12



MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACIÓN

DIRECCIÓN NACIONAL DE GESTIÓN  
DE PROGRAMAS Y PROYECTOS

031482
SIG Foll 377.8
113 12

# PNCD

PROGRAMA NACIONAL DE  
CAPACITACIÓN DOCENTE

**LA QUÍMICA Y LA VIDA  
COTIDIANA**

REPÚBLICA ARGENTINA  
1994

---

---

**MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACION**

---

---

**Ministro de Cultura y Educación**

Ing. Agr. Jorge Alberto Rodríguez

**Secretaria de Programación y Evaluación  
Educativa**

Lic. Susana Beatriz Decibe

**Subsecretaria de Programación y Gestión Educativa**

Lic. Inés Aguerro

**Director Nacional de Gestión de Programas y Proyectos**

Prof. Darío Pulfer

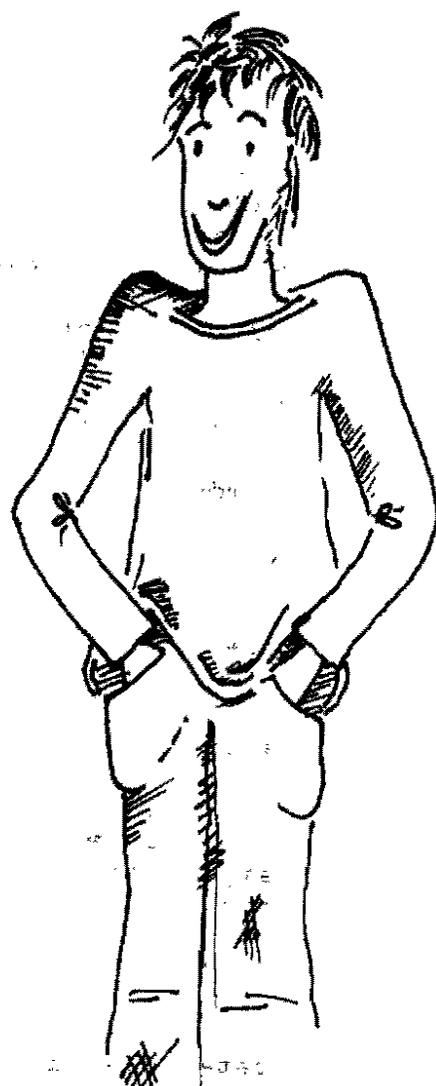
**Coordinadora del Programa Nacional de Formación y Capacitación Docente**

Prof. Cristina Armendano

# ÍNDICE

	Pág.
Nos presentamos	1
Un laboratorio diferente: nuestra cocina	3
Después de la comida...	16
La Química y los dientes	23
Algo más	26
Electrones que van y vienen	37
Y ahora, una propuesta metodológica	41

# Nos presentamos



Este material ha sido seleccionado para usted, por el Equipo de Química del Programa de Capacitación Docente del Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, integrado por Marta Bulwik, Lilia Davel, Luz Lastres, Sandra Musanti, Cristina Sardella y Laura Vidarte.

Agradecemos a Lorena Vidarte por las ilustraciones.

Hemos realizado la selección con el criterio de hacerle llegar artículos periodísticos, de divulgación científica, textos informativos, etc. que habitualmente no aparecen en los libros tradicionales de Química.

Los docentes estamos convencidos que la química es parte de nuestra vida diaria, pero ... ¿lo ven así nuestros alumnos?

La mayoría de los fenómenos que ocurren en el mundo que nos rodea se llevan a cabo mediante cambios químicos: la madera se quema en la atmósfera produciendo agua, dióxido de carbono y otras sustancias; las plantas crecen al sintetizar sustancias complejas a partir de otras más sencillas; los metales que forman un automóvil se van oxidando si no están adecuadamente protegidos; necesitamos combustibles para que ese automóvil se mueva; mezclamos varios ingredientes y horneamos para obtener una torta; fabricamos vino por fermentación de jugo de uvas; las usinas térmicas que nos proveen de energía eléctrica lamentablemente liberan en la atmósfera sustancias que pueden provocar la lluvia ácida; también nuestros organismos, así como los de todos los seres vivos, son usinas químicas en continuo funcionamiento.

Los conceptos químicos permiten comprender la naturaleza de éstos y muchos otros cambios y ayudan a manipular los materiales naturales para beneficio humano.

Si este mensaje llega claramente a los alumnos, ellos estarán en mejores condiciones para valorar positivamente la adquisición de conocimientos químicos.

Consideramos que el análisis de episodios y la resolución de problemas de la vida cotidiana contribuyen a hacer significativas las proposiciones de la química y a desarrollar estrategias cognoscitivas útiles para el aprendizaje.

En el momento actual, y teniendo en cuenta la situación presente de la química y las necesidades de la sociedad, consideramos aconsejable cambiar el enfoque tradicional de esta disciplina, haciendo prevalecer las relaciones entre la química y los hechos concretos de la vida diaria, el medio ambiente, la sociedad, la tecnología, es decir, la química para la vida cotidiana. Creemos que al buscar que los alumnos apliquen sus conocimientos, estableciendo relaciones con la sociedad y emitiendo juicios críticos, se los preparará para desempeñarse como ciudadanos capaces de opinar, de tomar decisiones responsables y fundamentadas, de optar libremente y con discernimiento y también para que sean usuarios inteligentes de los productos que les ofrece la tecnología.

¿ Lo lograremos ? Depende de todos nosotros.

# Un laboratorio diferente: nuestra cocina



Una forma de motivar el interés por las ciencias experimentales, en particular por la química, es mostrando su vinculación con hechos de la vida diaria, como son los que ocurren en una cocina.

Solemos decir que queremos que nuestros alumnos pasen del asombro a la reflexión; asombro por lo cotidiano y reflexión sobre hechos aparentemente desconectados.

Muchas de las reacciones que se producen mientras cocinamos, tienen una explicación científica que respalda al arte culinario y detenernos en ellas para desarrollar actitudes científicas (imaginación, curiosidad, espíritu crítico, etc.), suele dar muy buenos resultados.

Le acercamos algunos textos en los que encontrará muy buenos ejemplos para utilizar en sus clases.

*Uno de los artículos que transcribimos contiene expresiones animistas. Aunque tuvimos ciertas reservas para incluirlo, lo hemos hecho luego de discutirlo con una especialista en didáctica, Ana Rda, quien nos aclaró que las explicaciones animistas de la realidad, frente a objetos de aprendizaje de gran nivel de abstracción y de formalización, cumplen la función de servir de andamiaje para elaboraciones posteriores más rigurosas. Así, el uso de recursos didácticos animistas no tiene necesariamente que significar un retorno a estadios precientíficos pasados sino un paso atrás para avanzar más seguros.*

## QUIMICA Y VIDA DIARIA

José Luis Córdova Frunz  
Departamento de Química, UAM-I



### Acidos y bases

(La química en la cocina)

Podría afirmarse que todas las ciencias comienzan clasificando. Evidentemente, lo anterior implica una identificación de las características más importantes de los objetos en estudio, tarea que no es fácil ni rápida. En ocasiones, deben emplearse cientos de años para poder llegar a una clasificación práctica o, aún más, a una definición general. La clasificación ácido-base, tema de este artículo, es un buen ejemplo de esta afirmación.

En efecto, la química comenzó describiendo y clasificando. Así tenemos metales, no metales, compuestos orgánicos, inorgánicos, ácidos (del latín *acetum* vinagre, vino agrio) y álcalis (del árabe *alkali* cenizas) también llamados "bases", etcétera.

En el antiguo Egipto, era bien sabido que la fermentación de jugos vegetales podía llegar a producir vinagre. Desde el proceso de la química esto implica la oxidación del alcohol, que se transforma en ácido acético. Aparte de su uso culinario, el vinagre era importante por ser el ácido más fuerte de la antigüedad.

Si bien en el siglo IX eran pocos los ácidos conocidos (vinagre, jugos de frutas), ya se habían desarrollado los métodos y equipos de laboratorio necesarios para la producción de muchos más (Ihde, 1970). Los alquimistas alejandrinos conocían los procesos de destilación, pero es poco probable que tuvieran aparatos lo suficientemente avanzados como para conseguir componentes volátiles

puros, antes del siglo XII. El descubrimiento de los ácidos minerales, es decir, derivados de materiales inorgánicos, comenzó en Europa en el siglo XIII. Probablemente el primero fue el ácido nítrico, obteniendo mediante la destilación de salitre (nitrato de sodio y potasio) y vitriolo (sulfato de cobre) o alumbre (sulfato de aluminio, y magnesio). Más difícil de descubrir fue el ácido sulfúrico, pues éste requiere mayores temperaturas y equipo más resistente a la corrosión, más difícil aún, el ácido clorhídrico, pues los vapores no pueden condensarse, sino que deben ser disueltos en agua.

En química, el conocimiento empírico comenzó su desarrollo con el curtido de pieles, la elaboración de alimentos, etcétera, esto es, con el origen mismo del hombre. Sin embargo, la elaboración precisa de los conceptos químicos fundamentales comenzó en el siglo XVII. Se definieron: elementos, compuestos, ácidos, bases, sales, etcétera. Robert Boyle (1627-1691) dio, acerca del tema que nos ocupa, una especificación clara de los ácidos, al decir que tales sustancias podían enrojecer al tornasol (Szabadváy, 1964). Existían, además, otras formas de caracterizar a los ácidos: su sabor peculiar; el ataque a los metales y a la piedra caliza; el cambio de color de algunos vegetales (p. ej. líquenes); y, aunque resulta redundante, los ácidos se caracterizaban por su sabor ácido.

No es de sorprender que las primeras clasificaciones de sustancias se hayan hecho empleando los recursos más disponibles por los investigadores: sus sentidos, esto es, la vista, el tacto, el gusto. Hoy, esto puede parecer poco preciso y subjetivo; sin embargo, el entrenamiento logra mejorar notablemente tales sentidos, por ejemplo, el olfato. La mayoría de la gente puede distinguir algunos cientos de colores, pero un químico hábil logra identificar alrededor de 3 mil. En cuanto al color, el ojo humano llega a distinguir hasta 700 matices distintos de forma, que, sin entrenamiento, pueden distinguirse unos 4 mil colores distintos (Wright, 1974).

Fue Robert Boyle, en 1661, quien buscó características más allá de lo inmediato: análisis a la flama, la célebre "piedra de toque", análisis de manchas, de humos, de precipitados, acción de disolventes, peso específico, etcétera. Los álcalis los identificaba por su tacto aceitoso (luego veremos por qué tal carácter aceitoso) y su capacidad para neutralizar los ácidos, que formaban sustancias cristalinas de sabor salado. Los ácidos, en cambio, los descubría por la efervescencia que producían con los metales, y ambos, ácidos y bases, porque anulaban sus características al combinarse, para dar lugar a una sustancia de gusto salado. Como ya mencionamos, Boyle añadió a lo anterior el cambio de color que los ácidos y bases provocaban en ciertas sustancias como el extracto de violetas y el tornasol (que es obtenido de los líquenes *Roccella tinctoria*, *Roccella fuciformis*, *Lecanora tartarea*).

Estas observaciones permitieron la clasificación de muchas sustancias en ácidos y bases, lo cual llevó a relacionar una gran cantidad de observaciones experimentales. Así, muchas sustancias pudieron catalogarse como ácidos (nitríco, sulfúrico, carbónico, etcétera); como bases (sosa, potasa, cal, amoníaco, etcétera); y como sales (sal de mesa, salitre, bórax, alúmina, etcétera).

El primer intento de una explicación teórica del comportamiento de los ácidos fue hecho por Antoine-Laurent Lavoisier a fines del siglo XVIII, quien afirmaba que todos los ácidos contenían oxígeno (etimológicamente oxígeno significa: *oxys* ácido, amargo, y *genna* producción, e. d. generador de ácidos). Sin embargo, el elemento clave para el comportamiento ácido no está en el oxígeno sino en el hidrógeno, como propuso Humphry Davy en 1815. Con todo, no basta que exista hidrógeno en una sustancia, se requiere que éste sea sustituible por un metal (como sugirió Justus Von Liebig en 1838). Esta definición de ácido fue un poco más permanente que las anteriores —duró aproximadamente 50 años— pero no dio ninguna explicación acerca del comportamiento de las bases, ya que éstas simplemente se definían como sustancias que neutralizaban a los ácidos.

El tema adquirió una nueva perspectiva con los trabajos de Wilhelm Ostwald y Svante August Arrhenius (Córdoba, 1987) en la década de 1880. A grandes rasgos, la teoría de Arrhenius propone que los ácidos son sustancias que, en solución acuosa, producen iones  $H^+$ ; y las bases, a su vez, producen iones  $OH^-$ . De forma que la neutralización de ácidos y bases se explica en términos de la reacción:



La teoría de Arrhenius tuvo una vigencia de 35 años, pues no tardaron en presentarse inconsistencias. Por ejemplo, hay sustancias que producen el vire básico de indicadores, pero no producen iones  $OH^-$ , sino  $(CH_3O)^-$  (si el disolvente es metanol  $(CH_3OH)$ ), o bien iones  $(NH_2)^-$ , si el disolvente es amoníaco líquido  $(NH_3)$ . También la definición de "ácido" como sustancia que produce iones  $H^+$ , tiene algunas excepciones. La más importante es que en solución acuosa no existe el  $H^+$  como tal, sino asociado, por lo menos, con una molécula de disolvente como  $(H_3O)^+$  en agua ( $(H_2O)_4^+$ , según algunos); como  $(CH_3OH_2)^+$  en metanol; y como  $(NH_4)^+$  en amoníaco líquido. Aún más, en disolventes como benceno o cloroformo, donde se dan las reacciones y propiedades típicas de ácidos y bases, difícilmente se ha detectado la existencia de iones!

Otro escollo a la teoría de Arrhenius son las sustancias que no tienen  $OH^-$  en su composición y se comportan como bases. De este tipo son la mayoría de los alcaloides (el sufijo griego *oide* significa "semejante a", por ejemplo en *humanóide*, *intelectualóide*, *hidrogenóide*). Ejemplos de alcaloides son la nicotina, efedrina, mescalina, morfina, heroína, etcétera. Cabe aclarar que algunos alcaloides (como la morfina) sí tienen grupos  $OH^-$ .

Pero, volviendo al tema, llegamos al siguiente resumen: las definiciones de ácido y de base dependen del disolvente involucrado.

Además, según la teoría de Arrhenius, un ácido produce iones  $H^+$  sólo si hay una base que los reciba. Por ejemplo, el ácido acético:



produce el ión  $H^+$  (asociado a  $H_2O$  como  $H_3O^+$ ), sólo si el  $H_2O$  se comporta como una base:



Análogamente, una base sólo produce iones  $(OH)^-$  si hay un ácido presente; así, el ión bicarbonato  $(HCO_3)^-$  producido por la disolución de una sal (por ejemplo bicarbonato de sodio)



recibe un  $H^+$  del agua (que se comporta como ácido).

Actualmente, existen otras teorías (como la de Lewis) con mayor poder explicativo, sin embargo, ellas están fuera de los objetivos de este artículo.

#### Ácidos y bases en la cocina

Veámos ahora cómo podemos reconocer ácidos y bases en el laboratorio cotidiano llamado *cocina*.

A decir verdad, hay una gran abundancia de sustancias, además de las ya mencionadas (extracto de violetas, tornasol, etcétera), que pueden emplearse como indicadores. Por ejemplo, el repollo morado puede usarse como indicador ácido-base.

Para obtener el pigmento, se necesita dejar el repollo rallado en una taza con agua, donde se agitará ocasionalmente. Cuando el agua esté de un fuerte color rojo, se

vierte con cuidado, de tal forma que elimine lo más posible del repollo.

Se puede averiguar el color del indicador para el ácido con jugo de limón, y el color para medio básico, con bicarbonato de sodio (mal llamado por muchas amas de casa *carbonato*).

- Examine, por ejemplo, las siguientes sustancias:
- agua resultante del cocimiento de vegetales, chícharos, frijoles, cebollas, espárragos, etcétera;
  - líquidos que acompañan a vegetales y frutas enlatadas;
  - cremor tártaro;
  - refrescos gaseosos (Coca-Cola, Tehuacán, etcétera);
  - jugos de frutas;
  - tomate;
  - yogurt, queso, etcétera;
  - leche refrigerada; y
  - leche a punto de "coarse".

#### Destapacaños y lavahornos

Como mencionamos, una de las propiedades comunes a las bases (tal como dice R. Boyle en "*El químico escéptico*", 1661) es la de ser aceitosa al tacto. Esta característica es debida a la capacidad que tienen las bases para disolver los tejidos orgánicos. En otras palabras, no es que sean "untuosas" o "resbalosas" al tacto, sino que, por disolver la piel, los dedos resbalan fácilmente como si hubiera aceite.

No es raro, entonces, que se usen bases fuertes para disolver los tejidos y restos orgánicos que han tapado alguna cañería.

La mencionada propiedad de disolver compuestos orgánicos hace muy útiles a los álcalis para quitar pringue y cochambre. De aquí que el ingrediente activo de muchos destapacaños y menjurjes para lavar hornos sea NaOH o KOH.

#### Color en los vegetales

Hay cuatro tipos fundamentales de colorantes en los vegetales:

- Carotenos (del latín: *carota*, zanahoria), (Webster, 1981), que dan el color naranja a las —obvio— naranjas, zanahorias, maíz, duraznos, tomates, etcétera. Aunque están presentes en casi todos los vegetales y en las hojas verdes de los árboles, el color de los carotenos permanece oculto por la clorofila. Sólo en otoño, cuando disminuye la clorofila, aparecen los carotenos: amarillos, naranjas, rojos, que dan la coloración típica de las hojas.
- En general, todos los vegetales verdes contienen clorofila (del griego: *chloros*, verde; y *phyllo* hoja), (Webster, 1981). Estos son los más abundantes en nuestra dieta: espárragos, alcachofas, lechugas, calabazas, perejil, berros, acelgas, escarolas, espinacas, chícharos, cilantro, etcétera.
- Antocianinas (del griego: *anthos* flor y *kyanos* azul oscuro), (Webster, 1981), las cuales producen los colores azules y rojos de cebolla morada, repollo morado, fresas, betabel, etcétera. En particular, las antocianinas cambian notablemente de color cuan-

do cambia el pH. Los cocineros saben que para conservar el color de los brócolis les conviene un pH ácido y, por lo mismo, les añaden jugo de limón o vinagre.

- Antoxantinas (del griego: *anthos* flor y *xanthos* amarillo), (Webster, 1981), son las que dan lugar a los colores cremosos en cebollas, espárragos, coliflor, arroz, etcétera, que en pH alcalino se vuelven amarillentos (de aquí que las amas de casa, para cocer el arroz blanco, le pongan unas gotas de limón).

Los tres últimos tipos de colorantes vegetales cambian de color cuando se someten a cocimiento. El caso de la clorofila se tratará más adelante.

Los carotenos, en cambio, son casi insensibles al calor y la acidez. Aunque los carotenos se hallan en todos los vegetales verdes, los oculta la clorofila. Sólo cuando desaparece ésta (al secarse las hojas, al marchitarse el vegetal o al cocinarlo) se manifiestan los carotenos: amarillos, rojos, anaranjados.

#### Nopales y ejotes

Como mencionamos, las bases se caracterizan por ser aceitosa al tacto y por cambiar a azul el color del líquen llamado "tornasol"; también se distinguen por su sabor "amargo" (?).



Boyle encontró que muchas sustancias orgánicas cambiaban de color con ácidos y bases. El alcañal y el jazmín, por ejemplo, se ponen amarillos con vapores ácidos. Las rosas cambian a púrpura con el amoníaco y, en general, los vegetales verdes cambian a color pardo, en un medio ácido.

De aquí que la sabiduría de las abuelas haya elaborado una antigua receta consistente en poner un poco de bicarbonato (o bien, tequesquite, del nahuatl *teitl* piedra y *quitquill* brotante), (Cabrera, 1978), en el agua empleada para cocer los vegetales.

Con el cocimiento, se libera el ácido contenido en las células del vegetal y cambia el color de la clorofila. Al poner bicarbonato, el ácido producido se neutraliza y se conserva el color de los vegetales.

La molécula de clorofila tiene un átomo de magnesio

que es eliminado por los ácidos, lo que da lugar a nuevas moléculas; si el vegetal contenía carotenos (casi inertes al calor y a los ácidos), el color pardo resultante disminuirá el atractivo de las legumbres. Esto explica por qué el aderezo para ensaladas (que contiene vinagre) se agrega cuando está por servirse.

Por otro lado, al poner exceso de bicarbonato en el agua de cocido de vegetales, se tiene el riesgo de ablandar la textura de éstos y hacerlos poco apetitosos, pues, como ya mencionamos, las sustancias con características básicas reblandecen o disuelven los tejidos orgánicos. Otra forma de mantener el color verde brillante de los vegetales es cocerlos en olla de cobre. Al cocer los nopales en olla de cobre (o de aluminio), se evita que se pongan de color café, debido a la formación de  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  (o  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ), que neutraliza el ácido responsable de la pérdida del Mg de la clorofila. Otra forma es cocerlos rápidamente. Basta hervir una gran cantidad de agua para vaciar inmediatamente las legumbres. Si se pone a calentar poca agua ésta se enfriará considerablemente al añadir los vegetales y aumentará el tiempo de cocimiento y la cantidad de ácido liberada.

Otra aplicación culinaria de los ácidos es la siguiente: el característico olor a pescado es debido a la presencia de aminas  $\text{R-NH}_2$ , que son muy volátiles. En un medio ácido (donde por definición abunda el  $\text{H}^+$ ), se produce la reacción



al tener un carácter eléctrico la amina resultante puede disolverse fácilmente en  $\text{H}_2\text{O}$  (por la asimetría eléctrica de la molécula de  $\text{H}_2\text{O}$ ). En resumen, para disminuir el olor a pescado, debe ponerse limón al pescado.

#### Conclusiones

Los conceptos de acidez y basicidad surgieron de nociones y experiencias cotidianas (como la mayoría de los conceptos de la ciencia); se originaron de las prácticas comunes de artesanos y artistas, de la forma en que reaccionaban con los metales o con ciertos compuestos orgánicos, etcétera.

Al encontrarse sustancias como el cloruro de aluminio, el trióxido de azufre y el trifluoruro de boro que, sin producir  $\text{H}^+$  en solución, reaccionan con bases y producen sales (y muchas otras características de los ácidos), fue necesario revisar el concepto de Arrhenius para los ácidos.

Sin embargo, hoy difícilmente podemos afirmar que el concepto científico de ácido o base forma parte de la experiencia común. Esto es muy "común" en la química moderna: el "sentido común" lo es solamente en el sentido de que debe ser "común" para el que tiene una preparación especial y está consagrado a un campo específico. Sólo él puede mirar sus problemas y las soluciones como algo común. Tan común como puede ser a un artesano su tarea.

Ahora bien, durante mucho tiempo se consideró que la "acidez" o "basicidad" de una sustancia era una característica intrínseca (como podría serlo su masa molecular o su estructura molecular). En la actualidad, es más aceptado pensar en la "acidez" o "basicidad" como una

forma de comportarse de las sustancias en determinadas situaciones. El ejemplo más notable es el  $\text{H}_2\text{O}$ , que tiene las características de un ácido y de una base.

Según la teoría de Arrhenius, un ácido se caracteriza por ceder iones  $\text{H}^+$ , y una base, por la posibilidad de recibirlos. Esto es, desde luego, simplificado, pero permite explicar muchos fenómenos. Pocos científicos sostienen que realmente hay iones  $\text{H}^+$  involucrados; proponen, más bien, la intervención de iones complejos del tipo  $(\text{H}_3\text{O})^+$ .

Desde luego, esto ha tenido su precio. Nos hemos alejado de las representaciones sensibles que fácilmente nos permiten "imaginar" a un "protón" que cambia de "amante". Y ante tal situación, conviene recordar que la validez de los conceptos científicos no está ni en su evidencia ni en la posibilidad de representarlos con analogías, sino en la posibilidad de definir los conceptos sin ambigüedad ni contradicción, a partir de efectos mensurables, que permiten explicar fenómenos (Holton, 1981).

Es posible que muchos confundan familiaridad de los términos con claridad en los conceptos; de aquí que pensar en  $\text{H}^+$  producido por un ácido, no sorprende. Sin embargo, cuando Arrhenius propuso tal idea, en 1895, encontró una gran oposición por parte de la comunidad científica.

La importancia de ácidos y bases no es teórica exclusivamente. Ambos juegan un importante papel en la industria química, ya sea como reactantes o como catalizadores. Casi no hay proceso biológico, en la célula o en el organismo como un todo, que sea indiferente a la acidez o alcalinidad del medio. Por ejemplo, la sangre es ligeramente alcalina y sólo en un pequeño intervalo de  $\text{pH}$  ( $7.35 > \text{pH} > 7.45$ ) se mantiene la óptima regulación de las reacciones químicas del organismo. Se pueden citar muchos otros ejemplos: la importancia de la acidez o alcalinidad de un terreno para los cultivos, de la lluvia ácida en el deterioro de monumentos, bosques, etcétera.

#### Referencias bibliográficas

- Cabrera, L. *Diccionario de aztequismos*. Ed. Oasis. México, 1974.
- Cobb, V. *Science Experiments You Can Eat*. p. 25ss. J. B. Lippincot Co. New York, 1972.
- Córdova F., J. L. *Teoría de Disociación Electrolítica I y II*. Contactos, Vol. III, N. 1, pp. 28ss. y 2, p. 22ss, 1987.
- Corominas, J. *Diccionario crítico etimológico de la lengua castellana*. Ed. Francke, Suiza, 1954.
- Derry, T. K., Trevor I., *Historia de la tecnología*. I, 379. Siglo XXI, México, 1980.
- Grosser, A. E. *The Cookbook Decoder*. Warner Books, New York, 1983. p. 30ss.
- Holton, G. *Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas*. Ed. Reverté, S. A., España, 1981.
- Inde, Aaron. *The Development of Modern Chemistry*. Harper & Row Publishers, New York, 1964.
- Szabadvary, F.; Oesper, E. E. "Development of the pH Concept". *Journal of Chemical Education*. Vol. 41, N. 2. Febrero 1964, p. 105ss.
- Webster's Third New International Dictionary*. Encyclopaedia Britannica, Inc. U.S.A., 1981.
- Wright S. *Applied Physiology*. Oxford University Press, 1974.

Juana F. C. de Katz - Laura Vidarte - Emilse Mérida  
Elsa Gómez de Sarría - Esther Novik de Wolf\*

## UNA EMULSION QUE DA GUSTO

*El modo de mezclar los huevos con el aceite puede bajar a la tierra un tema aparentemente tan teórico como la relación ciencia-tecnología-técnica. Es que en este caso, como en el de cualquier emulsión, la técnica de preparación resulta decisiva para la obtención del producto.*

Ustedes estarán de acuerdo con nosotras en que vivimos en una era tecnológica. Los medios de comunicación nos informan continuamente sobre los adelantos en el tema.

Mucha gente tiene su posición tomada frente a la tecnología, defendiéndola ciegamente o atribuyéndole todos los males que aquejan a nuestra civilización. Lo cierto es que muy pocos son indiferentes, aún sin saberlo.

Por eso nos pareció oportuno incluir en esta revista temas de tecnología y técnica vinculados con áreas de la ciencia y, de paso, sondear un poco en la idea que tiene el ciudadano común sobre un asunto que con frecuencia supone difícil. Se suele creer que la tecnología es algo muy importante, muy complicado, en ocasiones también...

### Tecnología por doquier

Para la mayoría de la gente no está claro hasta qué punto toda nuestra vida cotidiana se apoya en la tecnología. Pensemos en los artefactos electrodomésticos, las máquinas agrícolas, las herramientas de uso corriente (martillo, tenaza, pinza), los objetos para el arreglo personal (peine, cepillo de dientes, cepillos para ropa y calzado), la vajilla, los cubiertos, la vestimenta, los sofisticados instrumentos usados en medicina, los materiales de construcción de viviendas, las cámaras frigoríficas que conservan los alimentos, las maquinarias para la construcción de muebles, de objetos de vidrio, de cerámica, los productos

cosméticos, los artículos farmacéuticos, etcétera. Desde siempre la humanidad inventó herramientas que facilitarían sus tareas.

¿Cómo podríamos definir suscitadamente ciencia, tecnología y técnica?

Si bien el tema es polémico, se suele incluir en el dominio de la *ciencia* a toda actividad del conocimiento dirigida a descubrir y definir leyes que, por lo general, se formulan en lenguaje matemático, después de seguir las vías de experimentación y razonamiento característicos de esta disciplina.

La *tecnología*, en cambio, parte de una necesidad o un problema y mediante datos que pueden proceder

proyectar nuevos objetos tecnológicos o, simplemente, planificar técnicas novedosas que utilicen objetos tecnológicos ya en uso.

Conviene diferenciar la *tecnología*, tarea intelectual, de la *técnica*, que es una actividad fundamentalmente práctica, de realización concreta. Ambas están estrechamente ligadas. Todo trabajo tecnológico se vincula al futuro, lo que implica la necesidad de concretar lo proyectado en objetos o en técnicas.

En muchas ocasiones la ciencia también necesita de la tecnología y de la técnica para poner a prueba la veracidad de sus asertos. De modo que estas tres áreas del conocimiento están indisolublemente unidas y se realimentan continuamente.

Por otro lado, una cosa es el conocimiento científico en el que se basa el funcionamiento de un objeto tecnológico y otra, muy distinta, aprender el manejo de dicho objeto. Cualquier niño puede manejar un video-juego ignorando totalmente lo que ocurre en el interior del aparato. Es decir que para ejecutar ciertas técnicas no es indispensable poseer conocimientos científicos o tecnológicos.



de áreas muy diversas (economía, sociología, matemática, química, artes, física, geología, medicina) llega, por un proceso intelectual, a la solución buscada. Esta puede ser

\* Las cinco autoras integran un equipo asesorado por Hilda Weizman y son socias fundadoras de la mutual "Ciencia para todos". Katz es licenciada en Química egresada de la Universidad de Buenos Aires y cuenta con una amplia experiencia profesional y en investigación. El resto de las autoras son profesoras de Química egresadas del Instituto Nacional Superior de Profesorado "Joaquín V. González"; todas ellas se desempeñan como docentes (varias en la Escuela Superior de Comercio "Carlos Pellegrini") y han publicado libros y artículos sobre su especialidad.

## Las emulsiones

Fue pensando cómo podíamos demostrar lo dicho anteriormente que se nos ocurrió hacer un trabajo sobre emulsiones: es un caso donde la técnica de preparación resulta decisiva para la obtención de un buen producto. ¿Por qué elegir emulsiones?

Porque en nuestra vida cotidiana tenemos permanente contacto con productos o sustancias emulsionadas. Aunque sorprenda enterarse, son emulsiones las cremas de belleza, los champúes, las cremas de afeitar, algunos perfumes líquidos para ambientes, ciertos aceites minerales usados como lubricantes en los tornos de las industrias metalúrgicas, algunos tipos de asfaltos emulsionados que se utilizan en construcciones viales, la leche, la crema de leche, parte de los lípidos de la carne que se incorporan a los caldos (durante los procesos de asimilación en el cuerpo humano, los lípidos pasan a través de ciertas membranas cuando están emulsionados); también son emulsiones diversas salsas blancas, la mayonesa, la salsa golf, las ceras al agua para pisos, las cremas para autos. Durante el lavado, las grasas que se incorporan al agua del lavado lo hacen emulsionadas. Son emulsiones las dispersiones de creosoles o fenoles en agua cuando se usan como desinfectantes, y también varios polímeros sintéticos utilizados en pinturas al agua. El listado podría ser larguísimo pero alcanza estos ejemplos para tener una idea de la diversidad de los campos donde aparecen o se usan emulsiones.

Para el presente trabajo elegimos la *mayonesa*. De modo que aplicando nuestros conocimientos científicos sobre el tema prepararemos un producto ampliamente conocido, tecnológicamente explotado y que se puede hacer en cualquier colegio con una técnica muy sencilla, sin necesidad de instalaciones o equipos especiales.

¿Qué es una emulsión? Básicamente, es una dispersión coloidal de un líquido en otro conformando un sistema de dos fases; una de ellas, llamada dispersa o discontinua, está constituida por gotitas o glóbulos de uno de los líquidos contenidos en el medio dispersión, al que se llama fase continua.

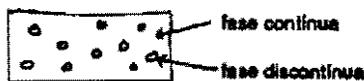


La composición de ambas fases puede ser muy variada y el tamaño de los glóbulos también.

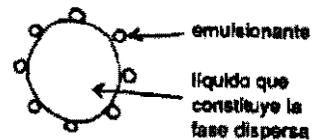
Cuando un líquido se emulsiona, el tipo de emulsión que se forma y su estabilidad dependen de una serie de factores como la tensión interfacial, la viscosidad del sistema, la solubilidad mutua de sus componentes, la carga eléctrica, el tamaño de las partículas, la técnica de preparación, etcétera.

Creemos no equivocarnos si decimos que tanto en la naturaleza como en los productos artificiales se puedan encontrar casi inimaginables tipos de emulsiones y en cantidades considerables.

En el dibujo siguiente se ejemplifica, en forma simplificada, la estructura de una emulsión.



Si pudiéramos observar con gran aumento una gotita, veríamos algo así:



En el caso de nuestra emulsión, la mayonesa, el emulsionante que rodea las gotitas de aceite se encuentra presente en la yema de huevo y está formado por lecitinas y colesterol.

## Hacer la mayonesa

Para un posible abordaje de este tema con los alumnos proponemos el siguiente proyecto de Guía:

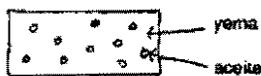
Los alumnos se reunirán en grupos y discutirán en cada uno de ellos sobre algunos interrogantes (que el profesor podrá ampliar o cambiar si lo considera necesario):

—¿Con qué ingredientes creen que se prepara una mayonesa?

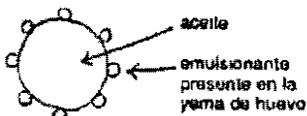
—¿De qué manera?

—La mayonesa que van a preparar es una emulsión que tiene como fase continua la yema de huevo y como fase discontinua el aceite.

Podemos graficarla así:



Una gotita muy ampliada sería así:



—A partir de estos dibujos, ¿qué técnica les parece la más apropiada entre las tres siguientes?

1) poner la yema en un plato y echar de a poquito el aceite, revolviendo y aplastando con un tenedor; no batir;

2) poner en el plato el aceite y agregar lentamente y de a poco la yema; siempre se revolverá y aplastará con un tenedor;

3) poner en el plato la yema y el aceite juntos; proceder con el tenedor como en los casos anteriores.

En todos los casos deben ustedes consignar qué volumen de aceite se usa por cada yema.

—Ahora discutan dentro del grupo, seleccionen una de las técnicas propuestas y realicen el trabajo.

Materiales para cada grupo:

aceite, cantidad necesaria  
1 yema entera  
1 plato hondo  
1 tenedor  
1 jeringa descartable (nueva sin uso) o una pajita de refresco o un frasco gotero para agregar el aceite a la yema

1 vaso de precipitación graduado o una probeta graduada o un frasco de volumen conocido para medir volumen de aceite.



Una vez finalizada la tarea:

—¿Qué volumen de aceite usó este grupo?

—¿Otros grupos usaron volúmenes diferentes?

—¿Todos los grupos tuvieron éxito?

—¿Algunos usaron otro procedimiento?

—¿Cuál?

—¿Qué resultados obtuvieron?

—Expliquen por qué la técnica que se usó para obtener la mayonesa es tan importante como su composición.

—¿Qué otras clases de mayonesa podrían preparar?, ¿qué técnica elegirían?

—Basándose en lo que acaban de aprender, ¿podrían mencionar otras emulsiones?, ¿cuáles?

Suponiendo que un grupo de alumnos quisiera elaborar mayonesa en cantidad con fines diversos (por ejemplo, reunir fondos para un viaje de egresados) deberá tener en cuenta que al no llevar conservadores, el producto tendrá que ser guardado en heladera (no en freezer o en congelador) y consumirse en poco tiempo para evitar intoxicaciones (los



productos industriales están acondicionados para soportar largos periodos desde la fabricación hasta el consumo). Siguiendo en el terreno de las suposiciones:

—¿Qué tipo de mayonesa les agrada?

—¿Qué técnica utilizarían para realizar la tarea con mayor rapidez?

Si el profesor tuviera interés en efectuar una tarea interdisciplinaria con el de contabilidad, se sugiere hacer un tratamiento tecnológico del tema en un proyecto de fabricación de mayonesa en gran cantidad.

Entre otras cosas se deberá considerar:

- 1) El sistema de comercialización (por venta directa o por intermediarios), previo estudio del mercado.
- 2) Cálculos de costos (edificio, instalaciones, materia prima, envases, sueldos, impuestos, energía consumida, etcétera.)
- 3) Financiación de la empresa, teniendo en cuenta qué capital se necesitará para el inmueble, capital en giro y sus intereses.

Cacerola en mano, aunque

no lo crea, usted es un científico

# LA QUIMICA DE LA COCINA



Junto con el limón, el vinagre es la principal fuente de ácido de la cocina. Los compuestos fenólicos liberados al cortar frutas y verduras los oxidan y los ponen negros.

**CASI TODOS  
LOS CHEFS  
ALUDEN QUE  
SUS OBRAS  
SON FRUTO  
DE ARCANOS  
SECRETOS  
CULINARIOS.  
PERO LA  
VERDAD ES  
QUE HASTA  
EL MAS  
EXQUISITO  
DE LOS  
PLATOS ES  
PRODUCTO  
DE LAS  
EXACTAS  
LEYES DE LA  
QUIMICA.**

Ariel Torres

¿Por qué la yema del huevo tarda más en coagularse que la clara? ¿Por qué se endurece el pan o se emmigran los champiñones recién cortados? ¿Con qué se une la mayonesa? ¿Por qué no hay que abrir el horno cuando se cocina un soufflé?

La respuesta está en la química. Porque, aunque sólo nos parezcan exquisitos platos nacidos casi por arte de magia, en ellos hay complejas reacciones moleculares que, a la larga, constituyen sus identidades. Hervé This, un experto en fisicoquímica culinaria, acaba de publicar en Francia *Los secretos de la cacerola*, un sorprendente manual de cocina donde los consejos surgen menos de la mano que del conocimiento y estudio de los fenómenos químicos que ocurren todos los días entre las hornallas, la heladera y el mantel.

Hervé This organizó el año pasado el primer coloquio internacional de gastronomía molecular y física, en compañía de Nicholas Kurti, físico de Oxford. Kurti destacó en esa ocasión que "conocemos mejor la temperatura en el interior de los planetas que en el interior de un soufflé".

Esto ha comenzado a cambiar desde la aparición del libro de This. El cocinar, cuyas dos funciones fundamentales son la de volver asimilables los productos alimenticios duros, fibrosos o indigestos y, naturalmente, dar sabor a lo que comemos, tiene misterios que todavía hoy deja perplejos a los científicos.

## TODO ESTÁ EN LA EMULSION

¿Por qué y cómo se forma la mayonesa? Usted ya sabe lo que pasa si se baten juntas en un bol partes iguales de aceite y agua. La mezcla de gotitas es efímera y, en breve, el aceite y el agua se divortian de común acuerdo. Sus moléculas, dicho químicamente y con todo respeto, no se enganchan. Las de una pierden quedarse entre ellas porque así se polarizan. En esas condiciones, el estado positivo de una atrae el estado negativo de la otra:



y todos e 1 miz. Con el aceite esta clase de seducción no cuenta.

Pero si usted viene con suavidad aceite sobre una yema de huevo haciendo fuerte, la mezcla probablemente formará una mayonesa. No obstante, una yema tiene una mitad de agua... ¿cómo se logra entonces la mezcla?

La yema de huevo contiene algo más que agua, contiene también proteínas y otras moléculas tensioactivas, con o las lecitinas.

Las moléculas tensioactivas son la clave de la mayonesa. Forman el puente entre el agua y el aceite y, como explica This, "envuelven las gotitas de aceite poniendo en contacto su parte hidrófoba (que las separaba del agua), ligándolas a las moléculas de agua por su parte hidrófila".

La verdad es que con una sola yema de huevo se pueden hacer hasta 24 litros de mayonesa. No es fácil, claro, y hay que lograr que la mezcla se estabilice para que los tensioactivos sigan actuando. Ocurre que sus cabezas li-

drofílicas están cargadas eléctricamente; las gotitas, en cambio, presentan todas la misma carga eléctrica y se rechazan, no se funden entre sí. Ayuda añadir ácidos; elisicamente, vinagre o jugo de limón. "En un medio levemente ácido ciertas moléculas tensioactivas tienen una carga eléctrica superior", explica This.

Es posible incluso mejorar este esquema básico. Primero, el aceite: vinagre (optativo), luego mostaza (optativo), yema de huevo y, por último, con lentitud, el aceite.

El ácido está ahí con el agua y las moléculas intermediarias esperando que llegue el aceite, que se dividirá en millares de gotitas. Pero, atención: a pesar de un buen batido, la mayonesa, ¿puede precipitarse? "Sí, cuando las gotitas de aceite se mezclan entre sí y consiguen separarse de la fase acuosa", dice This.

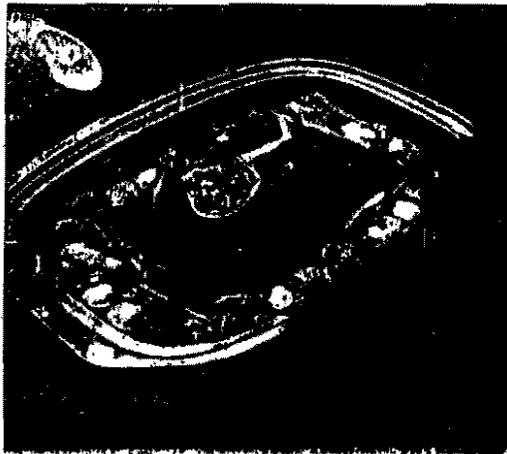
Para resolver este engorro, que sobreviene cuando los ingredientes están fríos o si no hay suficiente agua,

intente agregar agua y batir vigorosamente.

#### EL AIRE Y EL SOUFFLÉ

Un soufflé es siempre una crema batida de claras de huevo a la que se incorpora alguna preparación: una salsa bechamel, un puré de frutas, etc. Pero todo el secreto reside en la crema batida. Como escribe This, las claras a punto nieve no son otra cosa que "una mezcla de agua y proteínas donde se intenta introducir burbujas de aire". A priori esto resulta imposible porque el agua no retiene ningún gas. Pero, a semejanza de la mayonesa, las proteínas de la clara (básicamente, ovomucina y conalbumina) son tensioactivas y se fijan a la vez con el agua y con el aire. Tapizan las burbujas de aire y aseguran su dispersión en el agua de la clara.

Una vez en el horno, el aire y el agua apresados por las proteínas harán inflar el soufflé: "El soufflé sabe porque las burbujas de aire engordan por acción del calor (el aire se dilata, en otras palabras)", explica This. Sin embargo, un cálculo simple indica que este fenómeno sólo puede provocar una hinchazón de entre el 20 y el 30 por ciento. Puesto que el soufflé dupli-



¿Por qué cocinamos las carnes, y por qué adoptan ese característico sabor agradable a nuestro paladar? El calor produce bases de Schill y de Amadori que terminan convirtiéndose en compuestos cíclicos aromáticos. Los dulces nacen gracias a la pectina, una larga molécula contenida en las frutas.



ca y hasta triplica su volumen, hace falta responsabilizar también al vapor de agua que se produce en la cocción, que contribuye a inflar todavía más las burbujas. Cuando las proteínas se coagulan, aparecen definitivamente las burbujas en la masa."

Nunca hay que abrir el horno, por lo tanto. Si la temperatura disminuye bruscamente, el aire de las burbujas se contrae en proporción y el soufflé se viene abajo. Cuando se cierra otra vez la puerta del horno, las paredes de las burbujas se coagulan antes de tener tiempo de volver a hincharse. Y adiós.

Consejo del químico: cocinar el soufflé sin espíar.

#### UN POCO DULCE, UN POCO ACIDO

Lo ácido, junto con lo salado, lo azucarado, lo amargo y el glutamato, es uno de los sabores clásicos de la cocina. Para los químicos los ácidos son moléculas que, en solución, liberan iones de hidrógeno positivos, es decir, unos átomos que han perdido su único electrón. En la cocina tienen una serie de aplicaciones que van más allá del dar gusto. Por ejemplo, si se corta demasiado temprano una papa, una manzana, una patata o unos champiñones, se pondrán negros al cabo de un rato. Lo que ocurre es que cuando se corta una fruta o una verdura se rompen las células a lo largo de la incisión y se liberan algunas enzimas. En presencia de aire -- que contiene oxígeno -- las enzimas oxidan ciertos compuestos fenólicos (propios de las frutas y verduras), transformándolos en unos polímeros pardos o grises. Para evitar esto es necesario inhibir o destruir las enzimas liberadas. Como los ácidos bloquean estas enzimas, unas gotas de limón sobre el corte impiden el ennegrecimiento.

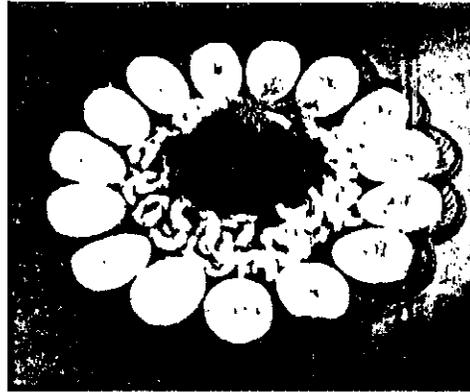
Lo dulce también tiene su historia química. La clave de una buena mermelada es una larga molécula llamada pectina, presente en las paredes de las células vegetales en proporciones variadas. La pectina es la que funciona como gelificante. La molécula es una especie de hilo largo que contiene grupos ácidos que pueden ionizarse (es decir, perder un electrón y por lo tanto adquirir una carga eléctrica); en un buen dulce es preciso arreglárselas para acercar las moléculas de pectina unas a otras. Todas ellas están cargadas de la misma manera y tienden a rechazarse. Al bañarlas en un medio ácido, por ejemplo limón, se evita que los grupos ácidos de la pectina se disocien y que las repulsiones eléctricas entre

## SEIS SECRETOS

**1** Si el cangrejo, el camarón o la langosta se ponen rojos cuando se los pinta por agua hirviendo es porque sus caparazones contienen astaxantina (anillo:  $C_{41}H_{52}O_7$ ) cuyo color solo se libera por efecto del calor.

**2** Si no hay que supurar la dosis prescrita de nuez moscada es porque contiene moléculas tóxicas. Una sola nuez engullida por un hombre provocaría su muerte. Por robusto que sea.

Quando el almidón le dispona, el pan se endurece.



Camarones: se vuelven rojos por efecto de la astaxantina.



**3** La yema del huevo se cocina después de la clara porque solo logran coagular a una temperatura 8 grados superior a la que necesitan las claras.

**4** Si la harina espesa una salsa es porque las moléculas de amilosa y de amilopectina se rodean de moléculas de agua y por ese motivo se vuelven muy voluminosas.

**5** El pan se endurece porque las moléculas de almidón que contiene cristalizan y rechazan una parte del agua que normalmente da flexibilidad al pan.

**6** No hay que amasar demasiado las pastas porque las proteínas del gluten terminan por coagularse. Pero sí es necesario dejar reposar una pasta para darle tiempo al agua de migrar entre los granos de almidón, haciendo que estos se hidraten.



las moléculas sean demasiado fuertes. Es una receta.

Dice This que "David Graham, del Centro de Asuntos Médicos de los ex Combatientes de Houston, Estados Unidos, ha investigado presuntas inflamaciones entre doce voluntarios, después de ingerir comidas combinadas de diferentes formas por las amonías de platos bien sazonados." Resultado: hay que desconfiar de las salsas muy picantes, en particular la Tabasco. Contienen ácido acético en una concentración dos veces superior a la del vinagre común.

#### TIEMPO AL TIEMPO

Calentamiento es desencadenar la reacción química estrella de la cocina más de quince veces en el libro de This. La reacción de Maillard — así se llama — engendra compuestos picados, aromáticos y rápidos en la cocina. Su principio: cuando las moléculas que contienen un grupo químico amino NH<sub>2</sub> (un átomo de nitrógeno unido a dos átomos de hidrógeno), típicos en los aminoácidos de las proteínas ali-

menticias, son calentadas en presencia de azúcar, una de las moléculas queda eliminada y los dos reactivos — unen en lo que se conoce como "base de Schiff". Esta base es una cadena de átomos de carbono unidos a oxígeno e hidrógeno a los que se añade el nitrógeno, se transforman rápidamente en otro producto (llamado de Amadori), vuelven a reaccionar (mientras persista el calor) y forman las moléculas cíclicas y aromáticas que dan el buen gusto de las comidas cocidas.

Se advierte que la reacción de Maillard ama las altas temperaturas que pueden alcanzar los cuerpos rásos. Se efectúa pobremente cuando la mezcla no alcanza los cien grados centígrados.

Hablando de temperaturas, no parece ser un lujo el usar una cacerola de cobre. Conduce extraordinariamente bien el calor. "Una cacerola de cobre

dice This — reacciona con rapidez a las variaciones de temperatura y esto asegura una cocción en toda la superficie, tanto en el fondo como en los bordes, sin puntos calientes o puntos de sobrecalentamiento que aprisa marcan las moléculas, las carbonizan y se van a perder el gusto a quemado a todo el plato."

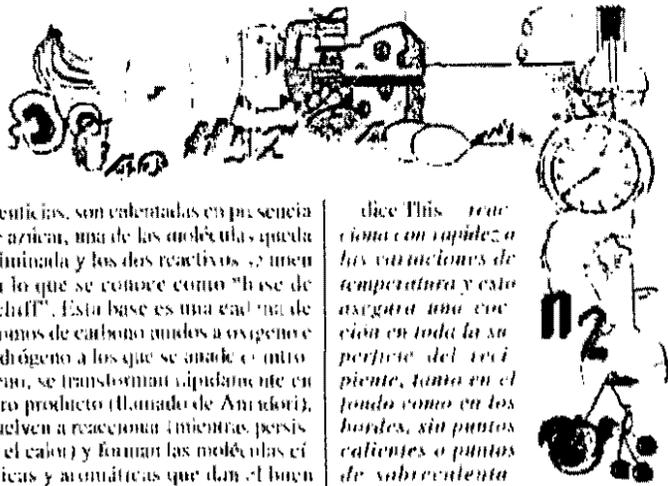
#### A TODO GAS

En plural es el nombre que se le da al castigo que reciben aquellos que comen alimentos indigestos. En singular, y más técnicamente, es un conjunto de moléculas apenas unidas entre sí y que se despiden al azar en todo el volumen del que disponen. Los gases son algo que no debemos olvidar en la cocina.

Puede cocinarse mal un huevo duro, por ejemplo. Si se lo cocina de más las proteínas de la clara, que contienen algunos átomos de azufre, liberan un gas denominado sulfuro de hidrógeno, que aporta el célebre olor a huevo podrido. Pero ese gas contamina la clara y la hace virar al verde. El consejo del químico: no cocinar un huevo durante más de diez minutos.

El olor a queso es un olor amoniacal, un gas que se desprende por ejemplo del camembert cuando las bacterias hidrolizan los triglicéridos. El consejo del químico: si su camembert no está bien hecho, "colóquelo — dice This — en una bolsa bien cerrada en lo alto de la cocina hasta que se purifique. El propio amoníaco hará todo el trabajo".

Si las habas, por citar una de las legumbres responsables, producen flatulencias es porque contienen un azúcar llamado rafinosa. "La rafinosa explica This — es demasiado grande para nuestros enzimas, por lo tanto pasa por el intestino grueso sin descomponerse, donde es asaltada por la flora intestinal." Esta última, a falta de algo mejor, libera hidrógeno, dióxido de carbono y metano. Usted ya sabe lo que esto significa. ■



La mayonesa es una compleja emulsión dotada de propiedades rarísimas: las gotitas de aceite se unen a las moléculas de agua gracias a la intervención de las proteínas leucocitinas del huevo. Si usted prefiere no cortar los champiñones para que no se sangrezcan, prueba un método mejor: ponga unas gotas de jugo de limón sobre el corte.

# Después de la comida...



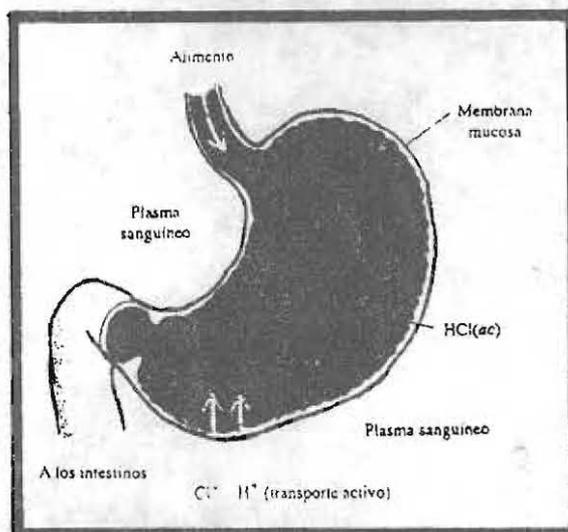
Las comidas copiosas y con exceso de grasas, pueden producir fácilmente, problemas en la digestión, por ejemplo pesadez de estómago, acidez gástrica, como así también úlceras. Son con frecuencia los trastornos más alarmantes del mundo civilizado, particularmente de "nuestro civilizado modo de comer" y la tensión de la vida moderna. A continuación encontrará, algunos artículos seleccionados, que tratan acerca de estos contenidos, como así también actitudes que generan, sus remedios y peligros ocasionados por el uso excesivo de los mismos.

## LA QUIMICA Y LOS AROMAS

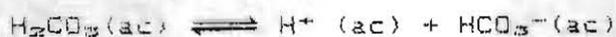
Esencia natural	Ester responsable del aroma
Cocfiac y vino	heptanoato de etilo
Ron	formiato de etilo
Frambruesa	formiato y acetato de isobutilo
Jazmin	acetato de bencilo
Manzana	butanoato y propanoato de etilo isovalerianato (3-metilbutanoato) de isoamilo
Naranja	acetato de octilo
Pera	acetato de isoamilo
Ananá	butanoatos de metilo, etilo, butilo e isoamilo
Banana	acetatos de amilo e isoamilo isovalerianato de isoamilo
Rosas	butanoato y nonanoato de etilo y undecilato de amilo
Uvas	formiato y heptanoato de etilo

## Los antiácidos y el balance del pH en el estómago

Un adulto promedio produce a diario de 2 a 3 L de jugo gástrico. El jugo gástrico es un fluido digestivo delgado y ácido, secretado por las glándulas de la membrana mucosa que envuelve al estómago. Entre otras sustancias, contiene ácido clorhídrico. El pH del jugo gástrico es de aproximadamente 1,5, que corresponde a una concentración de ácido clorhídrico 0,03 M - ¡concentración tan alta como para disolver zinc metálico! - ¿Cuál es el propósito de este medio tan ácido? ¿De dónde provienen los iones  $H^+$ ? ¿Qué pasa cuando hay un exceso de iones  $H^+$  en el estómago?



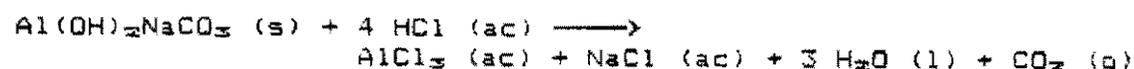
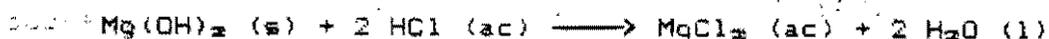
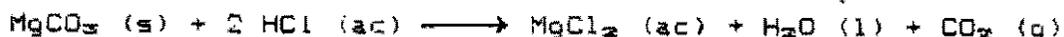
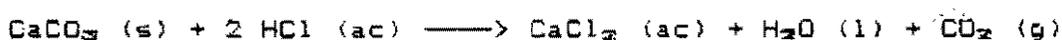
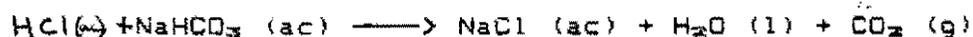
La figura es un diagrama simplificado del estómago. La envoltura interior está hecha de células parietales que, en conjunto, forman uniones compactas. El interior de las células está protegido de los alrededores por las membranas celulares. Estas membranas permiten el paso de agua y moléculas neutras, pero comúnmente impiden el movimiento de iones tales como el  $H^+$ , el  $Na^+$ , el  $K^+$ , y el  $Cl^-$ . Los iones  $H^+$  provienen del ácido carbónico ( $H_2CO_3$ ) que se forma como resultado de la hidratación del  $CO_2$ , un producto final del metabolismo:



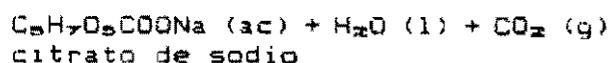
Estas reacciones ocurren en el plasma sanguíneo que irriga las células de la mucosa. Por un proceso conocido como *transporte activo* los iones  $H^+$  se mueven a través de la membrana hacia el interior del estómago. (Se sabe que los procesos de transporte activo se realizan con la intervención de enzimas, pero los detalles todavía no se entienden con claridad.) Para mantener el balance eléctrico, una cantidad igual de iones  $Cl^-$  también se mueve desde el plasma hacia el estómago. Una vez en el estómago, muchos de estos iones no pueden regresar por difusión al plasma sanguíneo por las membranas celulares.

El propósito de un medio tan ácido dentro del estómago es digerir el alimento y activar ciertas enzimas digestivas. El comer estimula la secreción de los iones  $H^+$ . Una pequeña fracción de estos iones se reabsorbe por la mucosa, lo que provoca diminutas hemorragias, un proceso normal. Aproximadamente medio millón de células se renueva cada minuto y un estómago sano se recubre en forma completa cada tres días, más o menos. Sin embargo, si el contenido de ácido es demasiado grande, la afluencia constante de los iones  $H^+$  a través de la membrana de regreso al plasma sanguíneo puede causar contracción muscular, dolor, hinchazón, inflamación y sangrado.

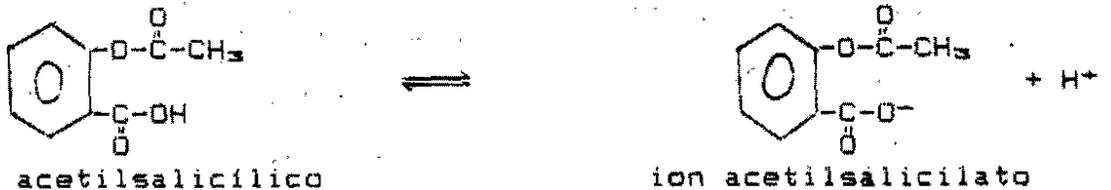
Una forma de reducir temporalmente la concentración del ion  $H^+$  en el estómago es tomar un antiácido. La función principal de los antiácidos es neutralizar el exceso de  $HCl$  en el jugo gástrico. Las reacciones por medio de las cuales neutralizan al ácido estomacal son las siguientes:



El  $CO_2$  liberado en la mayoría de estas reacciones aumenta la presión gaseosa del estómago, provocando que la persona eructe. La efervescencia que ocurre cuando una tableta de Alka-Seltzer se disuelve en agua es causada por el dióxido de carbono, que se libera por la reacción entre el ácido cítrico y el bicarbonato de sodio:



La mucosa también se daña por la función de la aspirina. La aspirina, o ácido acetilsalicílico, es un ácido moderadamente débil:



En presencia de una gran concentración de iones  $\text{H}^+$  en el estómago, este ácido permanece casi sin ionizar. El ácido acetilsalicílico tiene una molécula relativamente no polar y, como tal, tiene la capacidad de penetrar las barreras membranales, que también están hechas de moléculas no polares. Sin embargo, dentro de la membrana hay muchas pequeñas cavidades de agua. Una vez que el ácido acetilsalicílico entra a una de esas cavidades, se ioniza en iones acetilsalicilato y  $\text{H}^+$ . Estas especies iónicas quedan así atrapadas en regiones internas de la membrana. El almacenamiento continuo de iones por esta vía debilita la estructura de la membrana y, finalmente, causa sangrado. Unos 2 mL de sangre se pierden comúnmente por cada tableta de aspirina que se toma, una cantidad que por lo general no se considera dañina. Sin embargo, la acción de la aspirina puede desencadenar sangrados importantes en algunos individuos. Es interesante notar que la presencia de alcohol hace al acetilsalicílico todavía más soluble en la membrana y, por consiguiente, favorece grandemente el sangrado.

Chang R., Química, McGraw Hill, México, 1992. pg 654-655

## EL CUERPO Y SUS RINCONES

POR GUILLERMO RAPALLO

# La acidez y sus remedios

En esta sociedad en la que nos ha tocado vivir, parece como si existiese una colectiva obsesión gástrica.

Una gran parte de nuestras comidas se realiza con prisa, entre jornadas de trabajo, en muchas ocasiones hablando de las propias ocupaciones, de manera que, entre una terrorífica fabada y un enorme filete con guarnición, ha dado tiempo a resolver aquel problema de la oficina, o aquella firma de contrato. En realidad, no es que comamos mal, es que no comemos.

Pelemos, discutimos, competimos y, mientras ingerimos, como el que no quiere la cosa, el pan nuestro de cada día.

Es fácil deducir que los problemas no tardarán en aparecer: pesadez de estómago, flatulencia, ardores, cortes de digestión. En fin, que nos han dado el almuerzo, y el remedio parece inmediato, bicarbonato o una píldora que nos ha recomendado un amigo nuestro experto en este tipo de comidas de trabajo.

El consumo de antiácidos gástricos es realmente altísimo en esta sociedad tan civilizada. Y podemos asegurar que en la mayoría de los casos, su utilización es innecesaria y en muchos de ellos podría resultar incluso peligrosa. Parece que existe una lucha continua contra la acidez gástrica, olvidando que esta acidez del estómago es un medio de la naturaleza para una perfecta digestión de los alimentos y que los antiácidos tienen sus indicaciones y, naturalmente, sus peligros.

Los antiácidos son bases químicas encargadas de neutralizar transitoriamente un ácido. En terapéutica, la base más utilizada es el hidróxido, aunque también se utilizan, se han utilizado, otros aniones básicos como el bicarbonato, el citrato y el trisilicato. Pero, naturalmente, el hidróxido ha de ir unido a un catión metálico para su administración, y este catión metálico tiene, a su vez, gran importancia sobre el organismo. Los hidróxidos de aluminio y de magnesio son los más utilizados en la mayoría de los preparados comerciales. Sus fórmulas químicas son  $\text{Al}(\text{OH})_3$  y  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , respectivamente. También son ampliamente empleados el carbonato de magnesio y el trisilicato de magnesio, así como el bicarbonato cálcico.

La asociación entre el compuesto de magnesio y el de aluminio parece ser la preferida en la mayoría de los preparados, ya que el primero es de acción más rápida y corta, mientras que el segundo es de acción más tardía y duradera.

Todos ellos actúan disminuyendo la acidez del medio gástrico, al reaccionar químicamente con el ácido clorhídrico segregado en el estómago. Pero hemos de tener en cuenta una serie de mecanismos contraproducentes, entre ellos el llamado de rebote ácido, más notable para los compuestos del calcio que para los de magnesio o aluminio. Este mecanismo hace que se observe una persistencia de la secreción de ácido en el estómago aún después de cesar el efecto del antiácido.

Además de esta acción, exclusivamente local y química, la mayoría de estos productos presentan otras reacciones secundarias. Todos ellos ejercen un efecto sobre la motilidad intestinal; así los compuestos de magnesio tienen una cierta acción laxante, mientras que los aluminios tienden a producir estreñimiento. También se ha sugerido que la administración crónica de estos preparados podría alterar la absorción de otros compuestos; pero sobre todo se han investigado los cambios que el paso de estos productos a la sangre puede ocasionar en el equilibrio ácido-base de nuestro organismo. Quizá se halla exagerado mucho sobre estas complicaciones de los antiácidos, pero es cierto que pueden producir trastornos peligrosos en este delicado equilibrio interno.

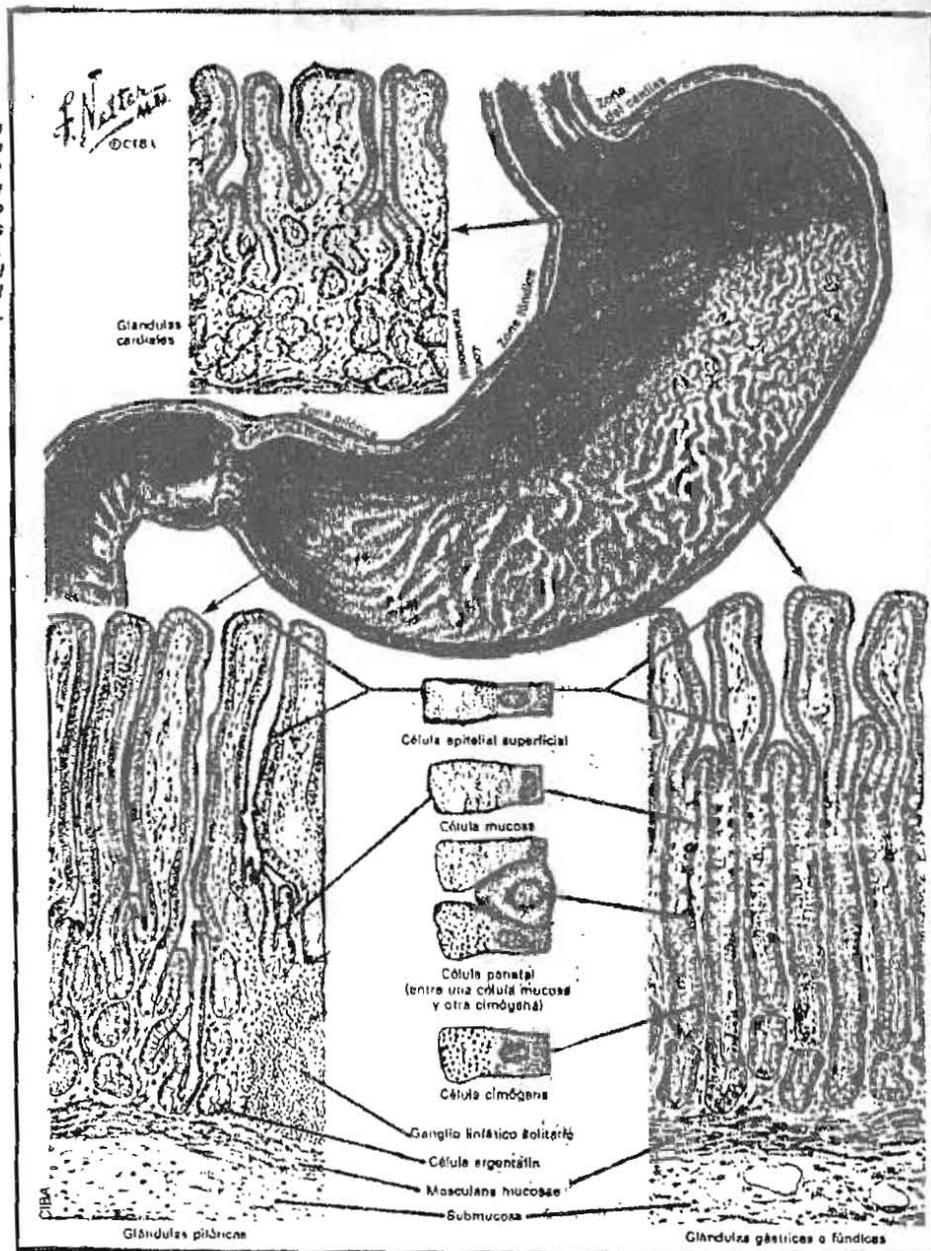
Durante los años en los que el tratamiento de la úlcera de estómago consistía en la administración de grandes cantidades de leche y bicarbonato, se pudo observar un cuadro de alcalosis (aumento de la reserva alcalina en la sangre) severo, que en algunos casos podía producir graves complicaciones. La aparición de cálculos de riñón también se ha asociado a largos tratamientos, debido a los depósitos de carbonato cálcico y la aparición de nefrolitos (cálculos renales) de este compuesto. Entre las complicaciones ocasionadas por este grupo de medicamentos, es necesario destacar sus interacciones: los antiácidos pueden alterar de manera importante la absorción y la biodisponibilidad de otras muchas medicaciones que se administren de forma conjunta. El hierro, las tetraciclinas, los corticoides, las vitaminas, el propranolol, son medicamentos que ven alterada su absorción en presencia de los antiácidos; este efecto tendrá que ser tenido en cuenta en muchos tipos de tratamientos.

Se puede afirmar que los antiácidos solo tienen unas pocas indicaciones, desde el punto de vista médico: la úlcera de estómago y duodeno, las denominadas esofagitis por reflujo (lesión en la mucosa del esófago por paso hacia atrás del contenido del estómago) y aquellos casos en los que se prevea un estado de estrés provocado por la situación del paciente, como puede ser una larga estancia en la unidad de vigilancia intensiva (en este caso se utilizan como medicación profiláctica, lo que se ha llevado a emplearlos en diversos cuadros como la anestesia, el coma de cualquier causa, etc.).

Con la aparición de otros tipos de medicación para la úlcera péptica, como la cimetidina y sus derivados, se pensó que la utilización de los antiácidos gástricos iba a desaparecer pero no ha sido así, demostrando su verdadera eficacia en esta y otras enfermedades; y si su uso no ha aumentado en los últimos años, desde luego no se han observado descensos significativos.

Por tanto, los antiácidos son unos medicamentos de acción local en la mucosa del estómago que pasan a la sangre y que, por tanto, sólo deben ser consumidos por los pacientes aquejados de determinadas enfermedades y siempre bajo un control que pueda evitar efectos colaterales indeseables.

La acidez gástrica se debe a un aumento de producción de ácido clorhídrico por parte de las glándulas fúndicas situadas en el fondo del estómago.



CONOCER

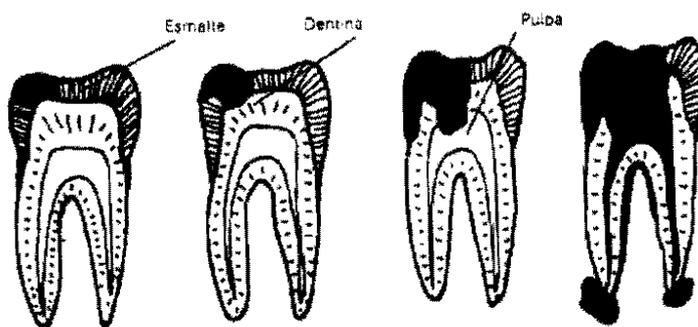
abril 1989

# La Química y los dientes



Y luego de comer, a cepillarse los dientes ...

*¿ Sabía usted que la caries dental se produce debido a un proceso químico en el que algunos ácidos (tales como el láctico, propanoico y acético) atacan el esmalte dental y la dentina ?*



*Fases de una caries dental: 1) primer grado, sólo afecta al esmalte; 2) segundo grado, afecta ya a la dentina y el diente es sensible al frío y al calor; 3) tercer grado, afecta a la pulpa y el dolor se acentúa por irritación directa del nervio; 4) cuarto grado, formación de un absceso (flemón).*

Cuanto más conozcamos acerca del origen de las caries, en mejores condiciones estaremos para prevenirlas.

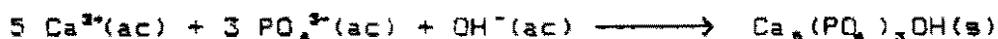
## El pH, solubilidad y caries dental

Los humanos han padecido la caries dental durante siglos y, aunque su origen ya se ha entendido bastante bien, todavía no es posible su total prevención.

Los dientes están protegidos por una capa de esmalte duro de unos 2 mm de espesor, que está compuesto de un material que se llama hidroxiapatita,  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ . Cuando se disuelve (un proceso llamado *desmineralización*), los iones en solución van hacia la saliva:



Ya que los fosfatos de los metales alcalinotérreos como el calcio son insolubles, esta reacción sólo ocurre en pequeña proporción. El proceso inverso, llamado *remineralización*, es la defensa natural del cuerpo contra la caries dental:

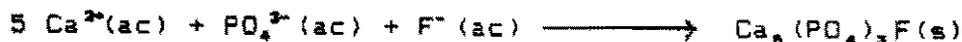


En los niños, el crecimiento del esmalte dental (mineralización) ocurre más rápido que la desmineralización; en los adultos, la desmineralización y la remineralización se dan aproximadamente a la misma velocidad.

Después de cada comida, las bacterias que se encuentran en la boca degradan alimentos, produciendo ácidos orgánicos como el acético y el láctico ( $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ ). La producción de ácidos es mayor cuando la comida tiene un alto índice en azúcares, como los dulces, los helados y las bebidas azucaradas. La disminución de pH disminuye la cantidad de iones  $\text{OH}^-$  lo que favorece la desmineralización. Una vez debilitada la capa protectora de esmalte, se inicia la caries:



La mejor manera de combatir la caries es tener una dieta baja en azúcares y cepillarse siempre los dientes inmediatamente después de comer. La mayoría de las pastas dentífricas contienen un compuesto de fluoruro, como el  $\text{NaF}$  o el  $\text{SnF}_2$ , que también ayuda a reducir la caries. Los iones  $\text{F}^-$  de estos compuestos sustituyen a parte de los iones  $\text{OH}^-$  durante el proceso de remineralización:



Como el  $\text{F}^-$  es una base más débil que la  $\text{OH}^-$ , el esmalte modificado, llamado fluorapatita, es más resistente a los ácidos.

De Chang, R. Química. McGraw Hill, México, 1992. Pág. 732-733.

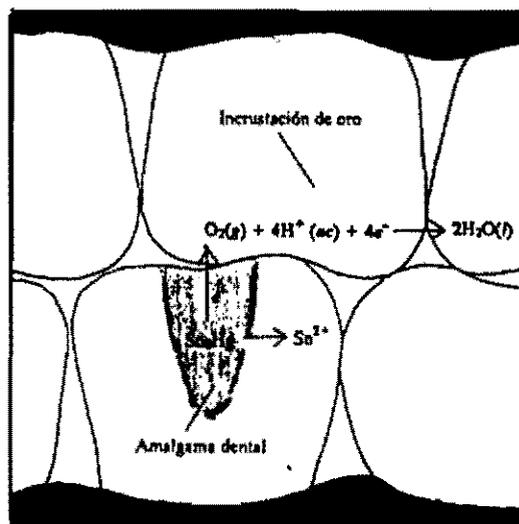
## LA QUÍMICA EN ACCIÓN

### El contacto con las obturaciones dentales

En la odontología moderna, el material comúnmente más usado para tapar dientes con caries es una mezcla conocida como *amalgama dental* (una amalgama es un material hecho al mezclar mercurio con otro metal o metales). De hecho, consta de tres fases sólidas que tienen estequiometrias que corresponden aproximadamente al  $\text{Ag}_2\text{Hg}_9$ ,  $\text{Ag}_3\text{Sn}$  y  $\text{Sn}_7\text{Hg}$ . Los potenciales estándar de reducción para estas fases son  $\text{Hg}_2^{2+}/\text{Ag}_2\text{Hg}_9$ , 0,85 V;  $\text{Sn}^{2+}/\text{Ag}_3\text{Sn}$ , -0,05 V;  $\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}_7\text{Hg}$ , -0,13 V.

Cualquiera que muerda un trozo de papel de aluminio (como el que se utiliza para envolver los caramelos), de tal manera que el papel quede colocado sobre una obturación dental, probablemente experimentará un agudo dolor momentáneo. En efecto, se ha creado una celda galvánica en la boca con el aluminio ( $E^\circ = -1,66$  V) como el ánodo, la obturación como el cátodo y la saliva como electrolito. El contacto entre el papel de aluminio y la obturación cierra el circuito de la celda, ocasionando un pequeño flujo de corriente entre los electrodos. Esta corriente es detectada por el sensible nervio del diente como una sensación desagradable.

Otro tipo de molestia se presenta cuando un metal menos electropositivo tiene contacto con la obturación. Por ejemplo, si una tapadura hace contacto con una incrustación de oro de un diente cercano, habrá corrosión en la obturación (ver figura). En este caso, la obturación actúa como el ánodo y la incrustación de oro como el cátodo. Consultando los valores de  $E^\circ$  dados para las tres fases se observa que la fase de  $\text{Sn}_7\text{Hg}$  es más fácil de corroer. Cuando eso ocurre, la liberación de iones  $\text{Sn(II)}$  en la boca es la responsable del desagradable sabor metálico. La corrosión prolongada conducirá de hecho a otra visita al dentista para otro trabajo de restauración.



De Chang, R. Química. McGraw Hill, México, 1992. Pág. 808-809.

# Algo más



A continuación adjuntamos unas publicaciones que se realizaron durante los años 1990 a 1993.

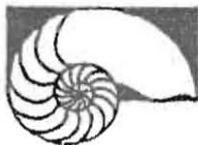
Se trata de **Notiquimia**, que se distribuyó desde Prociencia, gratuitamente, entre docentes de química de todo el país y **Noticiencia**, que también fue entregada en forma gratuita desde el Cencad, a docentes de matemática y de ciencias experimentales.

Es nuestra idea "reflotar" este tipo de aporte, desde el Programa de Capacitación Docente del Ministerio de Cultura y Educación de la Nación.

Es muy importante para nosotras conocer su opinión respecto de este tipo de publicación, para decidir si hacerlo o no.

Esperamos sus comentarios

Equipo técnico docente de Química



**PRO  
CIENCIA**

Programa de perfeccionamiento docente

Estimado colega:

Con esta edición de Notiquímica iniciamos otra forma de acercarnos a usted. Si la considera útil y cree que a sus colegas les puede interesar, no dude en hacer la circular entre ellos.



# NotiQuímica

1990

¿Sabía Ud. que...

no todas las enzimas son proteínicas?

El Premio Nobel de Química fue otorgado en 1989 a los profesores Sidney Altman (Universidad de Yale) y Thomas Cech (Universidad de Colorado), quienes descubrieron las propiedades catalíticas de ácidos ribonucleicos.

Este descubrimiento echó por tierra la idea hasta ahora aceptada de que todas las enzimas son proteínicas.

Chem 13 News, N°189, pág. 3, noviembre 1989

Encontramos para Ud....

un buen ejemplo de conservación de la energía

Los osos polares, a menudo tienen a su alcance colonias de gansos, pero raramente los atacan. ¿Por qué no? Porque a los osos polares, correr, les cuesta el doble de energía que a otros animales de su peso.

Para ganar energía por comer un ganso, un oso de 320 kg debe agarrarlo en menos de 12 segundos, y eso, es imposible.

Ian Stirling. The Polars Bears. 1988.

Cocaína en papel moneda??

En efecto, según el jefe de Toxicología del Dade County, Miami, Florida, se encuentran trazas de cocaína (desde 2 ng a 0,25 ng) en casi todos los billetes estadounidenses de 1 a 100 dólares. Luego de analizar 135 billetes relativamente nuevos, se pudo comprobar que sólo 4 no contenían cocaína. Ocurre que los billetes se contaminan pues son usados por los adictos como tubos de aspiración y para envolver pequeñas muestras de dicha droga. Se supone que la mezcla de estos billetes con otros "limpios", explica esta "contaminación" prácticamente completa del dinero estadounidense.

Chem 13 News, N°186, pág. 22, mayo 1989.

Fósforo, fósforo... ¿lo usamos?

Actualmente encontramos compuestos de fósforo en muchos de los productos que usamos a diario. Aquí van algunos ejemplos.

Las bebidas cola no sólo nos refrescan sino que, por ser una fuente

de ácido fosfórico diluido, nos sirven también como removedores caseros de herrumbre.

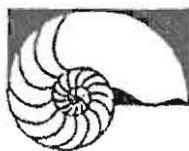
Los cereales de cocimiento rápido contienen 1% de fosfato disódico que reduce el tiempo de cocción por aumento del pH. No se usa en mayor proporción porque produciría la desintegración del cereal.

¿Y por qué las papas bastón congeladas se mantienen tan blancas y brillantes, mientras que las que cortamos en nuestra cocina se ennegrecen rápidamente? Otra vez el fósforo está presente, una rápida inmersión en solución al 1-2% de pirofosfato ácido de sodio es la "trampa".

¿Se preguntó alguna vez qué le agregan a la sal, polvos de hornear o azúcar que se expenden en envases volcadores, para que se mantengan corredizos y puedan fluir libremente?... Adivinó, el fósforo nuevamente, ahora como fosfato tricálcico que recubre las partículas y evita que se aglutinen.

Datos extraídos de:

Toy and Walsh, Phosphorus Chemistry in Everyday Living American Chemical Society, Washington, 1987.



PRO  
CIENCIA

Programa de perfeccionamiento docente

Estimado colega:

Con esta edición de Notiquímica iniciamos otra forma de acercarnos a usted. Si la considera útil y cree que a sus colegas les puede interesar, no dude en hacerla circular entre ellos.



# NotiQuímica

1991

¿Sabía Ud. que...

el indio hace a los electrones más rápidos?

Científicos del Centro de Investigación de Jülich, han desarrollado un sistema semiconductor con el que se puede aumentar diez veces la movilidad de los electrones, que representa una medida de la velocidad de conexión del semiconductor, en comparación con los semiconductores normales de silicio. Los semiconductores rápidos están constituidos por elementos de los grupos III y V del sistema periódico de elementos químicos. Los compuestos normalmente utilizados para ellos, arsenuro de galio y arsenuro de galio-aluminio, han sido sustituidos por fósforo de indio y arsenuro de galio-indio.

Novedades científicas alemanas Vol. XXIII-N°5/91 página 7.

## Protegiendo a la capa de ozono

Los clorofluorocarbonados (CFC<sub>3</sub>) desarrollados hace más de 60 años, poseen propiedades y características únicas en su aplicación como refrigerante, propelente, agentes espumantes y solventes de limpieza.

La gran estabilidad de estos compuestos y el hecho de tener cloro en sus moléculas, los vinculó a la reducción de la capa de ozono que protege a la Tierra. Como consecuencia, una empresa decidió reemplazar a los CFC<sub>3</sub> por productos alternativos. Hidrofluorcarbonos (HFC<sub>3</sub>) e hidroclofluorcarbonos (HCFC<sub>3</sub>) aparecen como fuertes candidatos para reemplazar a los CFC minimizando el impacto en el medio ambiente.

Los HFC<sub>3</sub> no tienen cloro y en consecuencia el valor potencial de reducción de la capa de ozono (ODP). En el caso de los HFC<sub>3</sub>, el hidrógeno confiere a la molécula una estructura que permite la casi total dispersión del Cl en la baja atmósfera antes de que pueda alcanzar la zona en la que se halla la capa de ozono.

Industria y Química N° 303-Julio 1991 página 24-Revista de la Asociación Argentina.

Le contamos que en el Cometa Halley...

Existe materia orgánica, al menos en su núcleo

Esto es el resultado de un trabajo realizado sobre los llamados JETS DE CIANO, que surgen en las cercanías del sol desde el núcleo del cometa como rayos de vapor y que se reparten alrededor del cometa como estructuras en forma de cubierta. El ciano, formado por un átomo de C y uno de N, es a su vez una fracción de molécula de intensa reacción química, un radical. Se cree que esos radicales "ciano" serían irradiados por moléculas orgánicas de mayor tamaño.

Novedades científicas alemanas Vol. XXIII-N°5-página 6.

## Energía nuclear para la paz

Más de 200 expertos en diferentes disciplinas relacionadas con la radiación, asistieron a la Conferencia Internacional en Viena realizada en mayo de 1991. Se estudiaron las consecuencias radiológicas del accidente de Chernobyl en 3 repúblicas soviéticas y esos estudios incluyeron "contaminación ambiental, exposición humana a la radiación y la situación de gente que todavía sigue viviendo en las áreas afectadas".

International Atomic Energy Agency, IAEA Newbriefs, Oct. 1991.

# NotiCiencia

Callao 930 (1023) Cap. Fed.  
Teléfono: 42-8487



Esta publicación periódica del CENCAD llega a los docentes de matemática y ciencias naturales, para el intercambio de experiencias profesionales e informaciones, con el fin de colaborar en su tarea diaria.

Junio de 1992, N° 1

## POPEYE TENIA RAZON

La espinaca si contiene altos niveles de hierro. Pero, la espinaca también contiene ácido oxálico que compleja al hierro y determina que éste sea poco absorbido por el organismo. Un comentario similar se aplica al calcio de la acelga: el ácido oxálico presente en este rica fuente de calcio impide su absorción.

Chem 13 News, septiembre 1991, N° 205, pág. 6.

## EL CALCIO Y LA MENSTRUACION

Los resultados de un estudio preliminar desarrollado en North Dakota por James E. Penland, indican que altas dosis de calcio pueden auxiliar a las mujeres que sufren de problemas agudos previos o durante la menstruación.

Las dosis diarias para la investigación oscilaron entre 1,3 y 0,6 gramos diarios de calcio. Con la dosis alta, nueve de cada diez mujeres tuvieron una fuerte reducción de problemas depresivos o de irritabilidad premenstrual.

Ya en 1990 se informó de otro metal, el zinc, que parece estar relacionado con el mismo problema. De esta manera, parece ser que varios iones metálicos parecen regular hormonas clave en el complejo rompecabezas del síndrome premenstrual.

Tomado de Science News, 20 de Julio de 1991.

## Bibliografía recomendada para Matemática

- PETTOFREZZO, Anthony J.; "Introducción a la Teoría de los Números"; Prentice/Hall; 1972. (Elemental, clarísimo e introductorio)
- GENTILE, Enzo; "Aritmética Elemental"; Monografías de la OEA N°25; 1985 (Completo y de lectura más exigente)
- GENTILE, Enzo; "Aritmética Elemental en la Formación Matemática"; Publicaciones de la OEA; 1991. (Es un magistral libro de problemas y entrenamiento)
- VASILIEV, N. B.; GUTENMAJER, V. L.; "Rectas y Curvas"; MIR; 1980 (Geometría Elemental con ejemplos y aplicaciones)
- BOLT, Brian; "Juegos Matemáticos"; Labor (Estimulante para niños)
- DE GUZMAN, Miguel y Otros; "Matemática 1, 2 y 3"; Ed. ANAYA (Libros de Texto Españoles. Excelentes)

**PROBLEMAS:** Los siguientes problemas intentan servir como motivación para las clases de diferentes temas tales como "Propiedades de la Exponenciación y Logaritmicación"

**Problema Clásico:** Construir una matriz cuadrada de 3x3 con distintos números naturales tales que las sumas de sus columnas, hileras y diagonales coincidan (Cuebrado Mágico Aditivo)

**Nuestro Problema:** Construir un "cuadrado mágico multiplicativo" a partir de la solución al problema anterior.

**Problema Extra:** Dada una solución del Problema Clásico construir todas las soluciones del mismo que utilizan los números usados (Utilizar el grupo de movimientos rígidos del cuadrado)

## ¿BASTA LA PRESENCIA DE LA BACTERIA PARA PRODUCIR LA ENFERMEDAD?

El cólera es una enfermedad infecciosa producida por una bacteria cuyo nombre técnico es *Vibrio cholerae*, que ingresa al organismo a través del agua o alimentos contaminados.

En el año 1900, un grupo de investigadores en Alemania y Francia ingerieron vasos de cultivos aislados de personas que habían muerto a causa del cólera, donde había grandes cantidades de vibriones coléricos; algunos padecieron una diarrea leve, pero ninguno presentó el cuadro completo del cólera.

Este experimento tan riesgoso muestra claramente que la presencia del *Vibrio cholerae* es necesaria pero no suficiente para producir la enfermedad, siendo importante también el estado de salud y las defensas de la persona infectada. Además, para que el vibrión se disemine y genere una epidemia de cólera, son necesarias condiciones desfavorables de vida, de higiene y de saneamiento básico.

En torno a la vacuna, la Organización Mundial de la Salud destaca que la actualmente disponible no solo tiene un efecto limitado, sino que además resulta contraproducente en cuanto "provoca una falsa sensación de seguridad" que conduce al descuido de las medidas preventivas.

Porcentaje de población sin acceso a agua potable en algunos países de A.L. (Unicef, 1986)

Bolivia	63	Honduras	56
Paraguay	61	Ecuador	55
Perú	58	Argentina	40

El cólera es una de las enfermedades más rápidamente mortales que se conocen. Una persona sana puede entrar en hipotensión incluso una hora después del comienzo de los síntomas y morir aun en 2-3 horas si no recibe un tratamiento que, en principio, es muy simple. El agua y las sales perdidas en las heces se deben reemplazar, en cantidades y concentraciones comparables. Salvo en los casos más graves (10 a 20 por ciento) este reemplazo se puede hacer por vía oral. Si no se dispone de las soluciones preparadas, cualquier persona, ante el comienzo de una diarrea persistente, puede disolver una cucharadita de té (5g) de sal fina y cuatro cucharadas soperas de azúcar (40g) en 1 litro de agua potable mientras busca ayuda. Cuanto antes se inicie el reemplazo, menores serán las complicaciones de la grave pérdida de volumen de líquidos y sales que ocurre en el cólera. No bien comienza una diarrea de suficiente gravedad como para amenazar la vida (frecuentes deposiciones líquidas eventualmente acompañadas de otros síntomas) hay que administrar las sales. Este tratamiento no requiere médico, enfermera, ni trabajador sanitario de ningún tipo. Pocas son las enfermedades conocidas en las que el dominio de un procedimiento tan sencillo por los afectados pueda ejercer una influencia tan directa en la mortalidad.

Nuestra labor docente difundiendo estas medidas nos parece de gran utilidad.

Fuentes: "EL CÓLERA". Greenpeace, América Latina; Diario "QUARIN", 16/5/91; Diario "PAGINA 12", 23/2/92.

**NOTICIAS**

- \* VI Congreso Nacional e Internacional de Profesores de Química.  
14-15 y 16 de noviembre de 1992.  
Montevideo-Uruguay  
Organizado por el Instituto de Profesores Artigas y Asociación de Educadores en Química (ADEQ).  
Av. del Libertador 2025  
Laboratorio de Química - Montevideo -  
FAX 598.2-920386  
Hay problemas con el Correo Oficial del Uruguay, utilizar correo privado o FAX.
- \* En cada uno de los Centros de Capacitación del CENCAD usted podrá obtener los siguientes materiales de trabajo
  - Endulzando la clase de química.
  - La Geometría en la escuela secundaria.
  - Evaluación de los aprendizajes del alumno de escuela media.
 Esperamos que le resulten útiles. Nos gustaría recibir sus comentarios.
- \* Octava Reunión Nacional de Educación en la Física (REF 8). Se realizará en Rosario, provincia de Santa Fe entre el 18 y 22 de octubre de 1993 organizada por la Asociación de Profesores de Física de la Argentina (APFA).  
Solicitar informes a Ing. Marta Yanistelli C.C. 426 Correo Central - 2000 Rosario - Santa Fe.

**DIETA Y SALUD**

Admitiendo que el hombre moderno apareció hace aproximadamente 50.000 años, la especie habrá pasado el 90% de su historia consumiendo una dieta baja en grasas y alta en fibras, ácido ascórbico (4 veces mayor a la actualidad) y calcio. La fisiología del *Homo sapiens sapiens*, la misma que poseía en la edad de piedra, se enfrenta con una dieta siglo XX. Se acusa a las modificaciones de la dieta de ser una de las causas del cáncer. Se habla de sustancias promotoras que pueden favorecer la proliferación de las células anormales. La grasa alimentaria constituye el promotor mejor identificado. Comparar las tasas de mortalidad por cáncer entre distintos países puede proporcionar claves sobre las causas que lo provocan.

Teniendo en cuenta las poblaciones de E.E.U.U. y Japón, se ha visto que en el primero abundan las neoplasias de mama, colon y próstata, mientras que en Japón es más común el cáncer de estómago.

En E.E.U.U., desde 1900 la ingesta de grasas animales y vegetales ha aumentado en un 40%; por otro lado, el descenso en el índice de cáncer de estómago se ha atribuido a la sustitución de los procesos de salado, adobado y ahumado en los alimentos en favor de la congelación.

Las dietas ricas en grasa y ácido linoleico (aceite de maíz, girasol y otros) actúan también como promotores, mientras que el ácido oleico (aceite de oliva) no actúa como promotor.

La tasa moderada de cáncer de mama en España (donde el consumo de grasa es elevado) respondería a que en las dietas el aceite de oliva es el más usado.

Dentro de los anti-promotores estarían: la fibra vegetal, las vitaminas A, C y E y ciertos compuestos presentes en las crucíferas (coles).

Sin embargo, es importante recordar que no se ha demostrado directamente en ningún caso que la introducción de cambios en la dieta inhiba la aparición del cáncer o impida la propagación de otro ya presente.

Tomado de Investigación y Ciencia,  
Enero de 1988.

**PARADOJA**

La enseñanza tradicional suele evitar los temas confusos o espinosos. En ocasiones es para no distraer a los alumnos de los temas clásicos y otras es por el temor del profesor a introducirse en temas que no dominan cabalmente. Sin embargo, los estudiantes aprecian tales tópicos y se interesan intensamente por ellos. Recordemos que el interés siempre va a favor de un mejor aprendizaje. Aquí va una paradoja para discutir alrededor de temas físicos:

"Tenemos una placa cuadrada de metal a la que se le ha practicado un agujero en el centro. Si la calentamos, el material se dilata, pero el agujero ¿se agranda o se achica?. Porque si dilatarse significa que todas las dimensiones aumentan, entonces el agujero se agranda; pero por otra parte, si el material se dilata, el agujero, que es falta de material, debería achicarse. Entonces ¿se agranda o se achica?".

LA SOLUCION EN EL PROXIMO NUMERO.



**RESOLUCION DEL PROBLEMA CLASICO DEL NUMERO ANTERIOR**

Problema Clásico (Ecuaciones de 1er grado)

Sea 

a	b	c
d	e	f
g	h	i

 la solución. Elegimos los números del 1 al 9. Sea k la suma fija que deben dar todas las filas, columnas y diagonales.

Como  $a+b+c = d+e+f = g+h+i = k \Rightarrow 4k = 1+2+\dots+9 = 45$   
 $a+b+c+d+e+f+g+h+i = 3k \Rightarrow k = 15$ . Calculemos "e" el número del centro:  $a+e+i=b+e+h=c+e+f=d+e+f=15 \Rightarrow$  la suma de estas 4 sumas es:  $a+b+c+d+4e+f+g+h+i=3e+45$   
 luego  $3e + 45 = 60 \Rightarrow e = 5$

Observemos que los pares de números (1,2), (1,3), (1,4), (2,3) no pueden pertenecer simultáneamente a alguna fila o columna del borde. (\*)

Así (\*)  $\Rightarrow$  1 no puede estar en los ángulos.  
 Sea  $b=1 \Rightarrow h=9$ . (\*)  $\Rightarrow$  2,3,4  $\in$  {d,g,f,i}  $\Rightarrow g=2, i=4$  ó vice versa.  
 Consideremos  $g=2, i=4$ , luego (\*)  $\Rightarrow f=3 \Rightarrow c=8 \Rightarrow a=6 \Rightarrow d=7$

LAS OTRAS SOLUCIONES EN EL PROXIMO NUMERO.

Martín GALLI.

Estimado colega:  
 En los próximos números nos gustaría incluir su colaboración. Esperamos recibir noticias de actividades que se realicen en su zona, relacionadas con experiencias didácticas o cualquier otro tipo de aporte que sea de interés para los docentes de ciencias naturales y matemática.

Esta publicación periódica del CENCAD llega a los docentes de matemática y ciencias naturales, para el intercambio de experiencias profesionales e informaciones, con el fin de colaborar en su tarea diaria.

ABRIL DE 1993

Número 3

### Nuevos materiales

Se ha creado un material compuesto ("composite"), que puede conducir selectivamente electricidad en direcciones privilegiadas. Se tomaron perlas de níquel, de unos 20  $\mu$ m de diámetro, revestidas de oro o plata y mezcladas con silicona ópticamente transparente; se sometieron finas películas de la mezcla a un campo magnético, que alineó las esferas en columnas a modo de alambres en miniatura a través de la película. El material podría destinarse a conmutadores sensibles a la presión, como las pantallas sensibles al tacto.

INVESTIGACION Y CIENCIA.  
Número 188. Mayo de 1992

### Ecoplásticos

Uno de los primeros intentos en el desarrollo de plásticos que causarían el menor impacto posible al ambiente fueron los llamados "biodeestructibles". Estos polímeros se obtuvieron a partir de mezclas de almidón degradable - presente en el maíz - con sustancias derivadas del petróleo. Estos materiales podían descomponerse parcialmente en el suelo al ser enterrados. El almidón lo hacía fácilmente al entrar en contacto con las bacterias del suelo, pero los demás compuestos sintéticos permanecían inalterables.

Los plásticos biodegradables "verdaderos" se transformarían totalmente en sustancias no tóxicas, como dióxido de carbono y agua.

En la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, hace dos años comenzó un proyecto de investigación "Único en América Latina" que tiene por objetivo la obtención de bioplásticos, empleando para ello bacterias y un medio de cultivo inédito: los residuos que producen las agroindustrias. Los primeros resultados obtenidos han sido muy auspiciosos y permiten alentar expectativas serias sobre el posible ingreso, al mercado local, de los ecolásticos.

La Dra. Silvia Miyazaki, directora de la investigación, señala: "En nuestro laboratorio estamos explorando la posibilidad de aprovechar como sustrato de fermentación algunos desechos agrícolas como es el caso del alpechín -residuo de la producción de aceite de oliva- o del orujo de manzana, desecho proveniente de la manufacturación de la sidra. La implementación de estas fuentes como medio de cultivo, disminuiría los precios finales de manera significativa."

Con respecto a su estructura ...

Se trata, en general, de poli  $\beta$ -hidroxibutiratos (PHB), o sus poliésteres, producidos por bacterias durante su actividad metabólica. La masa molecular relativa de estos polímeros oscila entre 800.000 y 2.000.000 y depende de las condiciones del medio de cultivo.

### RESOLUCION DE LA PARADOJA DEL NOTICIENCIA NUMERO 2

En el número anterior preguntábamos qué ocurre con un agujero practicado sobre una plancha metálica, cuando la misma se calienta ¿se agranda o se achica? Pues bien, se agranda.

Hay evidencias cotidianas que apoyan esta afirmación: los técnicos ópticos suelen colocar los cristales de los anteojos de marco metálico calentando ligeramente éstos, colocando los cristales y esperando que el sistema se enfríe. Una vez alcanzada la temperatura ambiente ya no hay peligro de que se desarmen.

La misma técnica usaban los constructores de carretas para ensamblar el aro metálico exterior con la parte interna de madera de las ruedas.

También pueden idearse argumentos teóricos como el siguiente. Cuando el material se calienta, el proceso de dilatación consiste en que aumentan las distancias entre las moléculas de aquél; si el agujero se achicase en lugar de agrandarse, las moléculas integrantes del borde del agujero estarían, después de la dilatación, más cerca entre sí que antes ¡ABSURDO!

Por último podemos recurrir a una analogía que nos termina de convencer.

Se cuenta que un viejo escocés, decidido a radicarse en los EE.UU., hizo desarmar su castillo, bloque por bloque, y se lo llevó por barco hacia América. En el trayecto el navío naufragó y los bloques terminaron en el fondo del mar. El viejo, que logró sobrevivir, consiguió que la empresa aseguradora le repusiera todos los bloques, los cuales resultaron ligeramente más grandes que los originales debido a la diferencia entre la pulgada inglesa y la norteamericana. Cuando el viejo reconstruyó su castillo comprobó con sorpresa, que era algo más grande ¡ incluso las ventanas !

Jorge Sztrajman

### En la cocina

El color atractivo y brillante de los vegetales crudos desaparece cuando se cocinan; esto se debe a que la clorofila es muy inestable y fácilmente pierde el magnesio cambiándolo por hidrógeno. El nuevo compuesto tiene una coloración verde oliva opaca.

Para conservar el lindo color de las verduras conviene cocinarlas al baño María por poco tiempo o con una pequeñísima cantidad de agua. Recomiendan las abuelas agregar una pizca de bicarbonato (¿será para inhibir la reacción mencionada?).

Adaptado de: QUIMICOSAS.  
Universidad del Valle.  
Colombia. Setiembre 1987

**La Biología y el idioma**

"¿Qué es un guisante, profesor?" (un alumno). "Estos argentinos están majaretas, viven en cuadras y se visten con sacos" (un chiste español).

Para los españoles, una cuadra es una caballeriza y un saco, una bolsa. Las arvejas son guisantes, las papas, patatas y las batatas, boniatos. A los "bichos bolita" les llaman cochinitas.

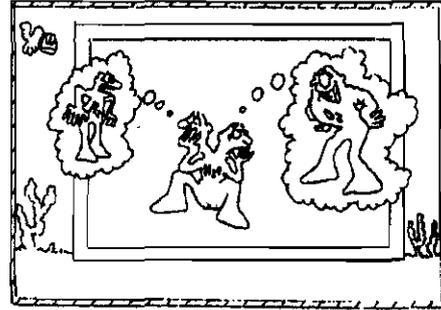
Algunos docentes de Secundaria y de Universidad hablan de guisantes y de judías al ejemplificar las leyes de la Genética, pero en el supermercado compran arvejas y porotos. Al explicar la morfología celular hablan de estructuras en forma de saco (Golgi, retículo, etc.). Los argentinos nunca decimos perdo para referirnos a algo de color marrón, a menos que seamos docentes, en cuyo caso algunas algas serán pardas...

Este problema quizá nació de una mala traducción de textos ingleses por parte de españoles o mejicanos. Así nació aportación por aporte y educacional por educativo, por ejemplo. A propósito, está la palabra huésped, con la que designamos al organismo invadido por el parásito, cuando nuestro sentido común nos dice que sería más aplicable a este último. Dicha palabra deriva de hospes (igual a anfitrión, mesonero). Para la Real Academia Española huésped significa: persona que se hospeda en casa ajena, / persona que hospeda a otra, // vegetal o animal en cuyo cuerpo se aloja un parásito. (Diccionario Kapelus, 1979). Evidentemente el término introduce confusión y ambigüedad, y para evitarlo podemos usar el sinónimo anfitrión o proponer hospedador.

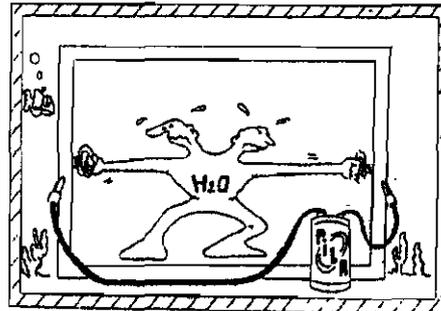
Pero, fundamentalmente, una forma de evitar ambigüedad sería tener clara la conexión entre lo que decimos y lo que queremos decir. El alumno y el idioma nos lo agradecerán: al pan, pan y a los guisantes, arvejas.

Guillermo Haut

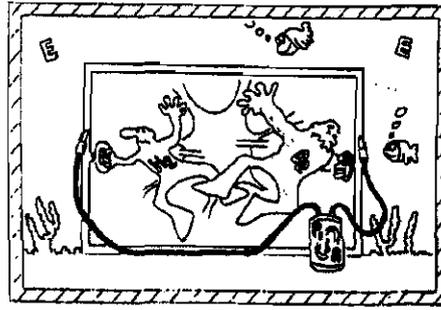
Universidad Nacional de Colombia.



¿Hay algún punto pendiente... ¿es posible volver al sistema y sus alrededores a sus estados iniciales?



¿De qué el sistema regresa a un estado inicial es necesario romperlo a un punto, por ejemplo, de equilibrio en el cual se le suministra en forma de trabajo eléctrico la energía necesaria para disociar el agua en sus componentes.



**RESOLUCION DE PROBLEMAS PENDIENTES DEL NOTICIENCIA N°1**

a) Construir un cuadrado mágico multiplicativo a partir de un cuadrado mágico aditivo.

Solución: si queremos pasar de "sumas" a "productos" entonces elijamos como base natural un número cualquiera, por ejemplo 7, y exponenciamos el cuadrado mágico aditivo para obtener uno multiplicativo, esto es:

Si	a	b	c	es aditivo	$7^a$	$7^b$	$7^c$	$7^d$
	d	e	f	entonces ...	$7^d$	$7^e$	$7^f$	$7^g$
	g	h	i		$7^g$	$7^h$	$7^i$	

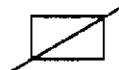
es multiplicativo (Propiedades de exponenciación y logaritización).

b) Construir todos los cuadrados mágicos editivos que utilicen todos los números del 1 al 7.

Solución: una manera es seguir la construcción hecha en el Noticiencia N°2 y cuando hay libertad para elegir (por ejemplo la posición, del número 1) considerar todas las posibilidades.

Otro camino más interesante es aplicar a la solución

6	1	8	los 8 movimientos rígidos del cuadrado, consiguiendo por ejemplo la solución ...
7	5	3	
2	9	4	
4	3	8	mediante la aplicación al cuadrado anterior de la simetría de eje r ...
9	5	1	
2	7	6	



¿Se configuran todos los cuadrados?

Martin GALLI

Dentro del ámbito del Ministerio de Cultura y Educación inicio sus actividades el grupo de consulta técnica de química, en marzo 1992. Del primer documento, elaborado en abril, damos a conocer algunos párrafos: "La escuela media debe preparar al joven para poder desenvolverse en su vida como ciudadano capaz de opinar y de tomar decisiones responsables para que sea un usuario inteligente de los productos que le ofrece la sociedad actual, siendo capaz de optar libremente con discernimiento. En este contexto la Química debería proporcionar al alumno formas de abordar el conocimiento que favorezcan la comprensión de los hechos naturales y de las actividades humanas y de sus interacciones mutuas, facilitándole su integración al medio en que vive.

En otras palabras, creemos necesario preparar personas que posean una educación en química que les permita comprender los fenómenos químicos y sus relaciones e implicancias. Esta preparación evidentemente favorecerá un posterior ingreso a alguna carrera de nivel terciario que profundice aspectos de química, pero esta no es la finalidad prioritaria del nivel medio.

Para lograr que la enseñanza de la química en el nivel medio, cumpla con el papel mencionado es aconsejable cambiar el enfoque tradicional de esta disciplina, debiendo prevalecer las relaciones entre la química y los hechos concretos de la vida diaria, el medio ambiente, la sociedad, la tecnología, es decir, la Química para la vida cotidiana. (...).

Antes de implementar cualquier cambio, es imprescindible dar al docente el tiempo necesario para informarse respecto del mismo y poder arbitrar los medios para estar preparado, tanto en la forma de conducir el aprendizaje, como en la manera de evaluar dicho proceso. Para ello proponemos la publicación de pequeños documentos y ensayos sobre distintos temas tomados como ejemplos ilustrativos de los cambios de contenido o de metodologías que se proponen. Consideramos sumamente importante para apoyar la transformación que se sugiere, realizar acciones de capacitación docente, con un sistema de perfeccionamiento en servicio que asegure su efectividad. Esto implica crear las condiciones adecuadas para que los educadores puedan acceder a ese sistema dentro del tiempo que dedican a sus tareas remuneradas. Consideramos que las acciones de perfeccionamiento deberían apuntar a la participación en talleres y seminarios, así como pasantías en centros de investigación o en industrias químicas, antes que a la asistencia a clases o conferencias. Estas acciones deberían centrarse tanto en la reflexión acerca de la propia práctica docente como en instancias de actualización de conocimientos. Recomendamos tener en cuenta la capacitación a distancia en aquellos casos en que las otras modalidades sean de difícil realización.

Al elaborar la propuesta curricular ministerial para Química, dentro del área de Ciencias Naturales, sugerimos: Incluir Física y Química como parte de los currícula del nivel medio desde primer año. En primer año intentar un tratamiento interdisciplinario de Física, Química y Biología siempre que existan docentes capaces de hacerlo (en la actualidad no los hay). Proponemos formar a estos docentes, en principio, a través de una carrera corta de posgrado.

A partir de segundo año ya podrían diferenciarse las distintas disciplinas.

---

Del 20 al 23 de setiembre se desarrolló en Tucumán la Sexta Reunión de Educadores en Química. Concurrieron unos 300 docentes de todo el país y se contó con la presencia del Prof. Daniel BARTET de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación de Santiago de Chile.

Representantes del CENCAD coordinaron dos talleres.

La próxima reunión nacional se realizará en 1994 en la Prov. de Bs. As. posiblemente en Mar del Plata.

---

---

La Secretaría de la Prov. de Buenos Aires de ADEORA, organiza el CEBEA III (Tercer Congreso de Educación en Química de la Prov. de Buenos Aires), para Julio de 1993 en Avellaneda.

---

---

Del 14 al 16 de noviembre se realizó en Montevideo el Sexto Congreso Nacional de Profesores de Química. Asistieron docentes de Uruguay, Brasil, EE. UU., España y Argentina.

La conferencia inaugural estuvo a cargo del Premio Nobel de Química Dr. HOFFMAN. De la Universidad de Salamanca, asistió el Dr. Casado Lineros quien coordinó un taller y dió una conferencia.

El CENCAD estuvo presente ya que representantes del mismo coordinaron un taller. Se realizaron visitas a industrias y laboratorios. El próximo congreso se realizará en 1993, en la ciudad de Colonia.

---

Entre el 5 y 10 de octubre se realizaron en Tandil la reunión anual de la UMA (Unión Matemática Argentina) y la REM (Reunión de Educación Matemática).

Entre los trabajos presentados por profesores de enseñanza media, resultó particularmente interesante el de la profesora Alicia COLELL\*, quien, previo estudio de las dificultades que el infinito potencial provoca en el aprendizaje del análisis matemático en la escuela media, expuso su trabajo paulatino con el concepto intuitivo de límite, basado en procesos de iteración indefinida, y los logros obtenidos en 3° año.

— o —

Del 29 al 31 de octubre tuvo lugar en Bs. As. el Primer Congreso Argentino de Educación Matemática, de la Universidad CAECE\*\*. Además de docentes de la Cap. Fed. y Gran Bs. As., asistieron numerosos colegas del interior del país.

En su conferencia de apertura el Prof. Jorge Bosch se refirió al problema de los contenidos de matemática para la enseñanza media, y mencionó los siguientes aspectos para tener en cuenta al proponerlos:

- 1) La matemática en sí:
  - a) como ciencia formal,
  - b) como instrumento para resolver problemas prácticos,
  - c) como sistema de pensamiento aplicable a otras ciencias.
- 2) El desarrollo psíquico de los alumnos y el nivel de obligatoriedad.
- 3) El encuadre de la matemática dentro de la cultura contemporánea.
- 4) La referencia a la importancia actual, de algunas ramas de la matemática.
- 5) Centro de Investigaciones en Antropología Filosófica (CIAFIF) Conicet, Cap. Fed.  
\*\* Av. de Mayo 400 - (1085) Cap. Fed.  
381-3229/4426



Estimado colega:

En los próximos números nos gustaría incluir su colaboración. Esperamos recibir noticias de actividades que se realicen en su zona, relacionadas con experiencias didácticas o cualquier otro tipo de aporte que sea de interés para los docentes de ciencias naturales y matemática.

# NOTICIAS MATEMÁTICAS

Entre el 5 y 10 de octubre se realizaron en Tandil la reunión anual de la UMA (Unión Matemática Argentina) y la REM (Reunión de Educación Matemática).

Entre los trabajos presentados por profesores de enseñanza media, resultó particularmente interesante el de la profesora Alicia COLELL<sup>§</sup>, quien, previo estudio de las dificultades que el infinito potencial provoca en el aprendizaje del análisis matemático en la escuela media, expuso su trabajo paulatino con el concepto intuitivo de límite, basado en procesos de iteración indefinida, y los logros obtenidos en 5° año.

— 0 —

Del 29 al 31 de octubre tuvo lugar en Bs. As. el Primer Congreso Argentino de Educación Matemática, de la Universidad CAECE<sup>\*\*</sup>. Además de docentes de la Cap. Fed. y Gran Bs. As., asistieron numerosos colegas del interior del país.

En su conferencia de apertura el Prof. Jorge Bosch se refirió al problema de los contenidos de matemática para la enseñanza media, y mencionó los siguientes aspectos para tener en cuenta al proponerlos:

1) La matemática en sí:

- a) como ciencia formal,
- b) como instrumento para resolver problemas prácticos,
- c) como sistema de pensamiento aplicable a otras ciencias.

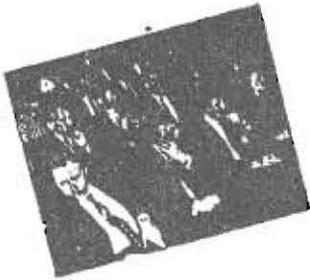
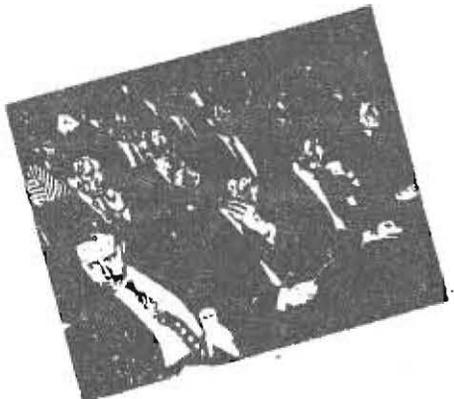
2) El desarrollo psíquico de los alumnos y el nivel de obligatoriedad.

3) El encuadre de la matemática dentro de la cultura contemporánea.

4) La referencia a la importancia actual, de algunas ramas de la matemática.

§ Centro de Investigaciones en Antropología filosófica (CIAFIC) Conicet, Cap. Fed.

\*\* Av. de Mayo 1400 - (1085) Cap. Fed.  
381-3229/4426



Estimado colega:

En los próximos números nos gustaría incluir su colaboración. Esperamos recibir noticias de actividades que se realicen en su zona, relacionadas con experiencias didácticas o cualquier otro tipo de aporte que sea de interés para los docentes de ciencias naturales y matemática.

# Electrones que van y vienen



La corrosión que sufren los metales es un fenómeno con el que convivimos, y que nos trae muchos problemas: en construcciones metálicas, en objetos de uso diario (envases, ollas, cubiertos, etc), en la carrocería de los automóviles o en las herramientas de nuestro taller.

Es un proceso de intercambio de electrones que tratamos de evitar, ya que da como resultado grandes pérdidas materiales y económicas.

Al mismo tiempo, hay otros procesos de intercambio de electrones que nos resultan beneficiosos, por ejemplo el que ocurre en las pilas, que nos permite disponer de energía eléctrica "concentrada" y disponible para ser usada en cualquier lugar.

La corrosión, la generación de corriente eléctrica por un proceso redox, los recubrimientos metálicos por vía electrolítica, son temas relacionados con la electroquímica que vale la pena tratar en nuestras clases pues son muy buenos ejemplos de la relación entre la Química y nuestra vida diaria.

## A VECES ES MEJOR MOSTRAR. PARTE 2: LAS FRUTAS, LOS TUBÉRCULOS Y LA ELECTROQUÍMICA

Ana Martínez y Ana Lilia Rodríguez\*

### INTRODUCCIÓN

La electricidad es una de esas cosas que dejó de sorprender al hombre, simplemente porque se acostumbró a ella. Ahora incluso son pocos los que se preocupan por saber de dónde viene o cómo se produce. Lo mismo ocurre con las pilas. Desde niños sabemos que con esos cilindros metálicos nuestro juguete podrá caminar, hablar, encenderse, o hacer cualquier otra "moñada", y pocas veces nos preocupamos por explicar cómo funciona. Sin embargo, las pilas se pueden utilizar como un fuente apoyo en los cursos de electroquímica. De esta forma, la pila de Daniel y el acumulador de plomo se hacen presentes en la clase para ilustrar diferencias de potencial, electrodos, potenciales estándar de reducción y otros conceptos. Con esto, generalmente se explica la relación entre las reacciones de óxido-reducción y la corriente eléctrica, porque lo que se tiene en una de estas pilas es una solución que contiene a un oxidante y a un reductor, que realizan un intercambio electrónico entre ellos. Como el único nexo que hay entre este tipo de proceso son los electrones ganados y perdidos, se puede hacer que las reacciones de oxidación y reducción sucedan en recipientes separados, unidos por un conductor metálico que transporta los electrones. Los electrones que pasan por el conductor pueden realizar un trabajo eléctrico, como encender una lámpara. La explicación termina diciendo que el flujo de electrones es lo que se le conoce como corriente eléctrica.

La misma idea de usar las pilas convencionales se puede aplicar, utilizando ahora una pila hecha con papas o con naranjas. Esto es lo que se presenta en este artículo. El utilizar frutas y verduras permite conectarse con cosas de la vida cotidiana, y lo más importante es que genera muchas preguntas interesantes entre los estudiantes, como ¿quién es el oxidante y quién es el reductor en una papa o en una naranja?, ¿qué pasa si utilizo otras frutas?, ¿qué pasa si las papas están cocidas

y no crudas?, ¿y si las naranjas están agrias?, ¿y si cambio los electrodos? Todo esto se tendrá que ir resolviendo sobre la marcha.

### EN CLASE

El material que se necesita para esta experiencia es:

- 20 láminas de cobre y 20 de zinc, con un área de 10 cm<sup>2</sup> aproximadamente,
- cables con caimanes,
- un LED,
- de 5 a 10 papas crudas,
- de 5 a 10 naranjas,
- un milímetro y/o galvanómetro,
- una pila alcalina de 3.5 V,
- un reloj eléctrico.

En clase lo que se hace es lo siguiente:

- A una papa se le coloca una lámina de cobre y otra de zinc, las cuales funcionan como electrodos. Usando el galvanómetro se demuestra que circula corriente de un electrodo a otro. A cada papa se le colocan dos electrodos (de cobre y zinc).
- Una vez que tienen los electrodos conectados, las papas se conectan en serie utilizando los alambres. El electrodo de cobre de cada papa se conecta al de zinc de la siguiente.
- Utilizando el multímetro se mide el voltaje y la corriente que circula en este circuito. En este momento ya tenemos nuestra pila de papas construida.
- La podemos utilizar para dos cosas diferentes. Una es conectar el LED a las puntas del circuito. Como el LED es un diodo, es importante conectarlo en el sentido adecuado. Si no enciende es porque está al revés y se deben invertir las puntas. Para demostrar que el circuito construido funciona como una pila, se conecta el LED a una pila alcalina de 3.5 V y se verifica que enciende. Es importante hacer el experimento en un lugar oscuro, porque de lo contrario es muy difícil ver el LED encendido.
- También podemos utilizar la pila para hacer funcionar un reloj eléctrico. De esta forma, el profesor

Una oportunidad para enseñar la química en forma más atractiva, mediante el uso de "experiencias de cátedra". Con la idea de retroalimentarlos, los autores están muy interesados en recibir opiniones acerca de las experiencias de los lectores con las experiencias presentadas aquí. Sobre mencionar que esto será de gran utilidad para establecer un canal necesario de comunicación entre los maestros interesados en esta forma de enseñanza. Asimismo, la revista está en espera de nuevas aportaciones de otros lectores.

\*Universidad  
Autónoma  
Metropolitana-  
Iztapalapa.  
Departamento de  
Química,  
Apartado Postal  
55-534. México D.F.

Recibido:  
12 de octubre de  
1992

Aceptado:  
25 de octubre de  
1992.

puede llegar al salón de clases con la pila previamente construida y conectada al reloj, dejando todo su instrumento encima de la mesa y al finalizar la clase pedirle a los estudiantes que expliquen el papel que juegan las papas en el funcionamiento del reloj.

Se construye una pila de naranjas de la misma forma, y se comparan ambas para ver cuál es la que funciona mejor.

#### PARA EL PROFESOR

Con el fin de ayudar al profesor a contestar las diferentes preguntas que suelen surgir, en 1988 Ensmann, Hacker y Wetworth realizaron distintos experimentos y obtuvieron la siguiente información:

Electrodos	medio	fem (V)	$E^{\circ}$ (V)	I (mA)
Zn, Cu	papas	0.94	1.10	0.58
	naranjas	0.99		0.15
	manzanas	1.02		0.27
	limones	0.96		0.21
	cebollas	0.83		0.42
	tomates	0.96		0.51
Zn, Pb	naranjas	0.55	0.63	-
Pb, Cu	naranjas	0.43	0.47	-

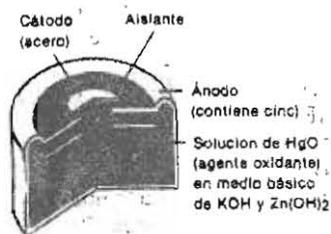
Tomada de *Journal of Chemical Education*, 65(8) 727, (1988).

De la tabla se concluye que con los electrodos de Cu y Zn se produce una fuerza electromotriz de 1 V aproximadamente, y que el voltaje depende fuertemente del material de los electrodos y no tanto del medio utilizado. También encontraron que una batería formada por dos o más naranjas conectadas en serie muestran una fuerza electromotriz aditiva.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Ensmann, R., Hacker, T.R. and Wentworth, R.A.D., Vegetable Voltage and Fruit Juice. an Electrochemical Demonstration, *Journal of Chemical Education*, 65, 727, (1988)
- Fontana, S. y Norbis, M., *Química General Universitaria*, Ed. Fondo Educativo Interamericano, S. A. 1983.
- Ford, L.A., *Magia química*, Ed. Diana, S.A. 1985.
- Mahan, B.H., *Química, Curso universitario*, Ed. Fondo Educativo Interamericano, S.A. 1982.
- Ramette, R.W., *Equilibrio y análisis químico*, Ed. Fondo Educativo Interamericano, S.A. 1983.
- Worley, J.D and Fournier, J., A Homemade Lemon Battery, *Journal of Chemical Education*, 65, 158, (1988).

## ¿ SABIA UD ?

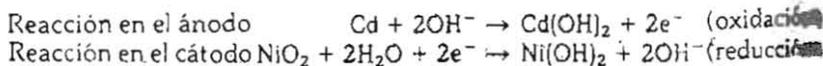


Batería de mercurio usada en calculadoras pequeñas.

Las celdas secas alcalinas duran más principalmente porque el ánodo de cinc se corroe más lentamente en condiciones básicas que en condiciones ácidas.

Otros tipos de baterías secas son la *celda de plata* que tiene un ánodo de Zn y un cátodo de Ag<sub>2</sub>O, que es el agente oxidante, en un medio básico. Las *celdas de mercurio* que suelen emplearse en las calculadoras tienen ánodo de Zn y cátodo con HgO como sustancia oxidante en medio básico.

Un tipo especialmente importante es la *batería de níquel y cadmio* en la cual las reacciones de los electrodos son:



# El hierro es inactivo?

## RESPUESTAS

A) Una placa de hierro o acero expuesto al aire se corroe lentamente, aunque después de varios meses o años se puede observar el color del óxido. Cuando la placa se sumerge en la solución de Cu (II), el cobre ataca los sitios activos de corrosión y precipita cristales de Cu por la reacción redox que se produce, la cual puede desarrollarse hasta cubrir la superficie completa. Si la placa primero se sumerge en una solución de ácido nítrico concentrado, los sitios de corrosión son oxidados para producir una densa capa de óxido de hierro. Si la placa es sumergida en solución de cobre (II), el reactivo no puede penetrar en la capa de óxido y no se deposita Cu. Desafortunadamente, la capa de óxido es muy delgada y frágil; cualquier golpe mecánico como el que se hace con una varilla de vidrio, provoca un rompimiento o un "descasamiento". El hierro que queda expuesto (en las grietas) comienza a corroerse casi inmediatamente. Cuando se sumerge en la solución de Cu (II), el reactivo ataca el hierro expuesto en las pequeñas grietas y la corrosión redox ocurre nuevamente, comenzando en las grietas y desarrollándose sobre la superficie.

El tratamiento con ácido nítrico se usa comercialmente para proteger de la corrosión al acero y sus aleaciones. Industrialmente, el baño de ácido incluye aditivos para reducir la fragilidad y controlar el desarrollo de los óxidos de hierro. Cuando la lámina protectora de óxido es óptima, el acero adquiere un color negro-azul oscuro; este proceso recuerda el característico color azul que adquieren las armas de caza de alta calidad.

La inmersión en solución de Cu (II) se usa después como un método de laboratorio para chequear la efectividad del óxido y otras películas protectoras sobre el acero. Una mancha de color cobrizo brillante se forma cuando la película se quebraja en grietas microscópicas. Un mecanismo detallado está dado en Corrosion Chemistry de Brubaker y Phipps (Washington DC, American Chemical Society, 1979) páginas 159-165

Robert W. Kreps, Westinghouse Electrical Company, Oceanic Division, PO Box 1488, MS 9115, Annapolis MD 21404 CHEM-13-NEWS, 1983.

R) El ácido nítrico concentrado es un poderoso agente oxidante y forma una capa muy delgada de  $Fe_2O_3$  sobre la superficie de hierro. Por consiguiente, la solución de sulfato de cobre no entra en contacto con el hierro hasta que la capa de

Cuando una placa de hierro se sumerge en una solución acuosa de cobre (II), el cobre rápidamente forma una lámina o película sobre el hierro. Sin embargo, cuando la misma placa de hierro se introduce en ácido nítrico concentrado durante varios segundos, y luego se sumerge en la misma solución de cobre (II), la formación de la lámina no ocurre.

Si la placa se retira de la solución y se golpea una vez con una varilla de vidrio, el cobre inmediatamente forma una película de este metal sobre la placa de hierro.

Aparentemente el hierro es inactivo por la inmersión en ácido nítrico concentrado y es activo al golpearlo con la varilla. ¿Puede Ud. explicar este fenómeno?

óxido se rompe por un pequeño golpe. Una vez que la capa de óxido ha sido rota, el cobre se deposita y la capa de óxido es desprendida del hierro por el cobre, por lo tanto el depósito de cobre se extiende. Si se usa un trozo de hierro de 8 cm x 5 cm, el estudiante puede ver fácilmente la extensión de cobre depositado en el punto que ha sido golpeado ligeramente. La capa de  $Fe_2O_3$  es también muy delgada y no se puede ver a simple vista, pero es visible mediante difracción electrónica (Yo conocí este experimento 37 años atrás —¡no es nada nuevo!—).

Se dice que el ácido crómico y el peróxido de hidrógeno también forman una capa de  $Fe_2O_3$  sobre el hierro (ver *Modern Inorganic Chemistry de Mellor*, revisada por G. O. Parkes, Longmans Publisking, 1961, pág. 916) pero yo nunca lo he experimentado.

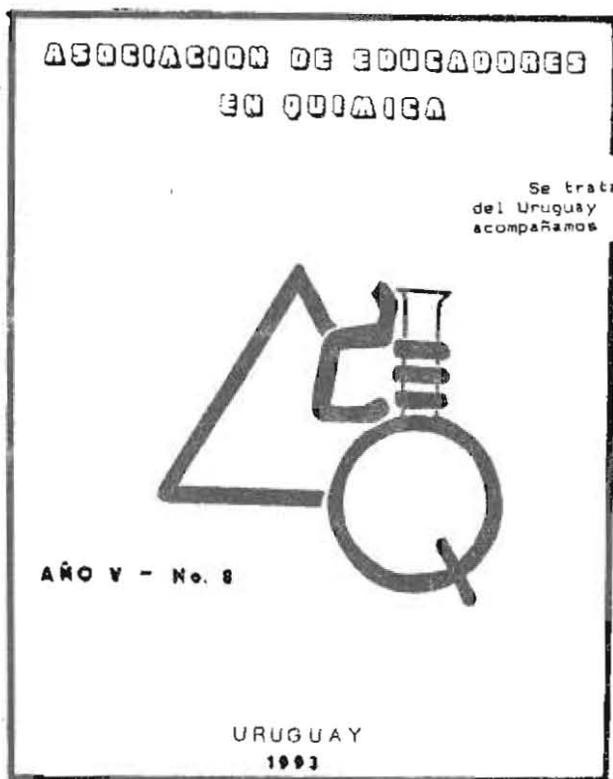
Eric G. Meek, Jordankill College of Education Southbrne Drive, Glasgow, G13 1PP UK. CHEM-13-NEWS, 1983.

C) Este efecto demuestra la inactividad del hierro, probablemente por la formación de una película de óxido producida por el ácido nítrico.

La obra *Experimental Researches en Electricity* de Faraday (biblioteca Everyman's, Volumen 576, pág. 314 f.f.) incluye una discusión de la inactividad del hierro que data de 1836, la cual es fascinante de leer, y describe muchos experimentos que los estudiantes podrían repetir con agrado. El texto *Lectures on Electrochemical Corrosion* de Pourboix (Plenum, 1973) dedica el capítulo 6 a la corrosión, inmunidad e inactividad del hierro. El sugiere una película estable ( $Fe_3O_4$  ó  $Fe_2O_3$  ó  $HFe_2O_8$ , i, e -  $Fe_2O_3$  llenado con hidrógeno) que impide el ataque sobre el metal. Si la película es quebrada, ataca a los iones ferrosos los cuales reducen al  $Cu^{+2}$  mientras que ellos se oxidan a iones férricos (Para mayor detalle, ver el texto de Pourbaise, pág. 203 f.f.).

[G.F. Atkinson, Department of Chemistry, University of Waterloo, Waterloo ON N2L 3G1, CHEM-13-NEWS, 1983.]

# Y ahora, una propuesta metodológica



## UNA PROPUESTA MOTIVADORA: LA QUIMICA DE TODOS LOS DIAS

LAURA CARRARA - DANIEL CASAROTTI - LIDIA DIAZ -  
MONICA FRANCO - MANUEL NIETO\*

### RESUMEN

En este trabajo se presenta una forma de enfrentar algunos de los temas del programa de Química de tercer año de Bachillerato, a partir de episodios de la vida cotidiana. Puede ayudar a los estudiantes a desarrollar estrategias cognitivas útiles para el aprendizaje.

### INTRODUCCION

Desde hace unos años, se asiste a un cambio en el currículo de la Educación Media, como consecuencia de la reforma del sistema educativo de nuestro país. Todo esto se ha manifestado, entre otras cosas, en el papel de las diversas asignaturas, en especial de la Química, disciplina que nos ocupa. En lo que a ella respecta, encontramos renovaciones programáticas, las que han alcanzado, desde el año pasado, al tercer año del Bachillerato.

Las modificaciones introducidas en los programas incluyen, por un lado, cambios en los contenidos; los mismos comportan un conjunto de conocimientos propios del estado actual de la ciencia y del mundo en que vivimos. Por otro lado, se busca una renovación metodológica, lo que se manifiesta por:

o la búsqueda de una mayor participación del alumno, tendiente a la construcción de los conceptos propios de la disciplina;

o la coordinación de las actividades experimentales con las del curso teórico, de modo que constituyan una unidad.

Conscientes de estas modificaciones, y con la responsabilidad que les incumbe, los profesores han emprendido también una renovación de su práctica docente. Esta renovación pasa, no solamente por una actualización en lo que se refiere a los conocimientos propios de la disciplina, sino también por una búsqueda de estrategias, técnicas y procedimientos que permitan a los alumnos, construir los conceptos fundamentales y adquirir las habilidades inherentes a una metodología científica.

Pero, a pesar de los esfuerzos que se están realizando, se percibe una desmotivación en los alumnos, fundamentalmente en los cursos superiores. Aunque los temas que se aborden sean de actualidad, los contenidos de los cursos aparecen para los alumnos como alejados de la realidad

---

\* Instituto Nacional de Docencia "Gral. Artigas" - Av. del Libertador 2025 - Montevideo

Hay evidencias de que, con frecuencia, los estudiantes no tienen claros los objetivos de las actividades que se realizan en clase y aprenden poco. Además, los alumnos de Bachillerato perciben los trabajos prácticos como eventos aislados, sin relación con el curso teórico, más aún si éstos se realizan guiados por profesores distintos.

Por otra parte, la resolución de problemas se convierte, muchas veces, en una mera ejercitación de algoritmos, de un modo mecánico, sin que se explicita la relación entre los conceptos científicos involucrados y el significado del procedimiento que se aplica. Los estudiantes buscan aprender una secuencia que les permita encontrar un resultado correcto, sin que tenga lugar una verdadera interpretación y la comprensión de la situación.

#### NUESTRA PROPUESTA

El presente trabajo constituye una propuesta para vencer las dificultades que se mencionan. No se trata de buscar un aprendizaje "por descubrimiento", basado en la experimentación, de tipo conductista, que fuera tan popular hace unos años. En un enfoque constructivista, se propone una estrategia de enseñanza que conduzca a un aprendizaje significativo. Será necesario establecer un puente entre los conceptos nuevos a aprender, y los ya existentes en la estructura cognoscitiva de quien aprende.

Para esto se propone organizar la estrategia en torno de una "situación problema" que sea familiar al alumno. Si se elige como punto de partida un hecho que pertenezca a la vida del joven, existe ya en él una experiencia directa en relación con el tema que se aborda. La toma de conciencia de esto, despertará la curiosidad del estudian-

te y creará cierto interés. Se trata de sensibilizarlo, de provocar en él la necesidad de encontrar los conceptos que den sentido a los episodios cotidianos y que preponderan a las preguntas que nos surgen a diario.

El análisis de estos episodios y la resolución de problemas de la vida cotidiana, pueden contribuir a hacer significativas las proposiciones de la ciencia y a desarrollar estrategias cognoscitivas útiles para el aprendizaje.

El profesor tendrá a su cargo la tarea de guiar al alumno en la búsqueda de la información que permita responder a las interrogantes planteadas. Con la inquietud por encontrar las respuestas, los alumnos podrán emprender la recolección de datos, siendo ellos mismos los protagonistas del aprendizaje.

La elección de actividades experimentales complementarias podrá realizarla el docente; o mejor aún, quizás logre que sean los propios estudiantes, quienes las propongan, como parte de la búsqueda de las respuestas a las que se ha hecho mención.

Muchas veces, una deficiencia del trabajo de laboratorio es su falta de relación con los materiales, sustancias y eventos que los estudiantes encuentran fuera del liceo. Esto hace que el conocimiento allí adquirido permanezca apartado de los temas cotidianos, de modo que resulta difícil a los alumnos encontrar el propósito de la ciencia de comprender el mundo que nos rodea.

Si una porción de las tareas de laboratorio utiliza materiales y sustancias comunes en lugar de aparatos y productos extraños, se puede acortar la distancia entre

la Química y la vida diaria. Aquellos trabajos experimentales realizados con materiales de uso común unirán las proposiciones científicas y las actividades intelectuales con el conocimiento general, más amplio del estudiante.

La propuesta que aquí se presenta incluye dos estrategias, teniendo cada una de ellas un centro de interés diferente. El primero se relaciona con la química cosmética y el segundo con la química alimentaria. Ambas estrategias se inscriben en una estrategia más amplia en la cual predominan las actividades del alumno, quien emprenderá las tareas trabajando en equipo con sus compañeros. Será competencia del profesor orientar todas las actividades y guiar y organizar intercambios y discusiones de modo tal que las mismas lleven a los jóvenes al aprendizaje de los conceptos involucrados.

#### PRIMERA PARTE:

#### EL CABELLO

##### Presentación

Todos nosotros, y también nuestros alumnos, lavamos nuestros cabellos, conocemos personas más o menos cercanas que se hacen permanentes o laciados. También nos hemos preguntado en alguna oportunidad a qué se debe el color del cabello, o qué son las canas.

Algunas personas, desconformes con su color natural, se aplican tinturas o se hacen decoloraciones. Para entender todos estos aspectos vinculados con nuestro diario vivir debemos preguntarnos:

¿Qué es el cabello?

Al emprender la búsqueda de una

respuesta a esta pregunta inicial nuestro grupo encontró un primer conjunto de datos ( $I_1$ ) que a su vez hizo emerger nuevos cuestionamientos ( $P_2$ ). Sus respuestas constituyeron una nueva información ( $I_2$ ) que provocó el surgimiento de otras preguntas. Esta situación se repitió sucesivas veces tal como lo muestra la figura 1. Cada una de las informaciones recogidas contribuyó a dar finalmente respuesta a la pregunta inicial.

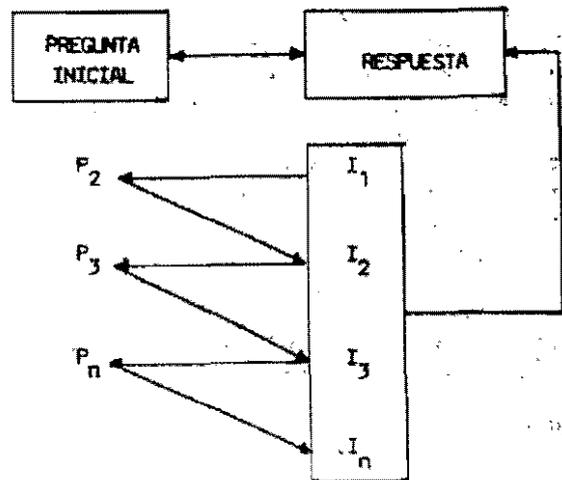


Figura 1

Para abordar el tema con estudiantes del 6º año liceal, puede elegirse una estrategia de enseñanza-aprendizaje que siga una secuencia similar. De este modo, se trata de suscitar la inquietud intelectual y emocional de los alumnos. La búsqueda de información, por medio de la lectura de bibliografía variada, de actividades experimentales, o de consultas a profesionales debe llevar a los adolescentes a reconocer nuevas preguntas e incitarlos a buscar respuesta a las mismas. La necesidad de encontrar información conducirá a la construcción de los conceptos en forma progresiva.

**¿Cómo orientar la búsqueda?**

Se puede iniciar el trabajo recolectando datos sobre la composición elemental del cabello desde dos puntos de vista:

- ◊ cualitativo: elementos que se encuentran presentes en el cabello;
- ◊ cuantitativo: porcentaje en que se encuentra cada uno de ellos.

En lo que respecta al aspecto cualitativo podría ser viable una tarea experimental de análisis elemental empleando los métodos tradicionales.

Gran parte de la bibliografía hace referencia a la  $\alpha$ -queratina como componente principal del cabello. Si a continuación se trata de saber qué es la  $\alpha$ -queratina, los textos de Química Orgánica proveen la siguiente información: "proteína fibrosa con conformación de  $\alpha$ -hélice". Surgen aquí nuevamente varias preguntas:

- ◊ ¿qué es una proteína?
- ◊ ¿qué significa fibrosa?
- ◊ ¿en qué consiste la conformación de  $\alpha$ -hélice?

Surge entonces la necesidad de encontrar más información: estudiar las proteínas, macromoléculas formadas por gran cantidad de aminoácidos. Esto conduce al estudio de los mismos, su estructura y clasificación, así como del enlace entre ellos: la unión peptídica.

En este momento se está en condiciones de profundizar en la estructura de las proteínas, lo que aquí se resume.

**ESTRUCTURA PRIMARIA**

- ◊ identidad de los aminoácidos presentes
- ◊ cantidad relativa de aminoácidos
- ◊ secuencia de aminoácidos

**ESTRUCTURA SECUNDARIA**

- ◊ arreglo espacial de las cadenas polipeptídicas (puentes de hidrógeno)
- ◊ conformación

**ESTRUCTURA TERCIARIA**

- ◊ arquitectura tridimensional completa de la proteína
- uniones iónicas
- enlaces disulfuro

**ESTRUCTURA CUATERNARIA**

- ◊ agregación de varias unidades polipeptídicas.

Se tratará entonces, de un modo particular, la estructura de la  $\alpha$ -queratina. Su estudio será importante para poder interpretar, luego, las características propias del cabello.

Conocida la estructura de la  $\alpha$ -queratina, es posible comenzar el estudio del cabello propiamente dicho, lo que se resume en la figura 2. En ella y en las siguientes se indica con un asterisco aquellos temas que se relacionan estrechamente con otras disciplinas.

Los vínculos con las Ciencias Biológicas resultarán motivadoras para los alumnos que siguen cursos de opciones relacionadas a ellas. También es importante la aproximación que puede hacerse hacia la Física, al abordar el estudio de las propiedades del cabello.

**CABELLO**

- ◊ ESTRUCTURA - protofibrillas \*  
                   - microfibrillas  
                   - macrofibrillas  
                   - cutícula
- ◊ CRECIMIENTO \*
- ◊ CAIDA \*
- ◊ PROPIEDADES
  - mecánicas \* propiedades
  - de superficie \* -queratina
- ◊ COLOR
  - melaninas \*
  - variedades
  - síntesis, ENZIMAS \*
- ◊ CANAS

Figura 2

Particularmente interesante es el estudio del color del cabello. El mismo se debe a la presencia de pigmentos llamados melaninas, concretamente la eumelanina y la feomelanina. La producción de estos

pigmentos está controlada genéticamente y su síntesis se produce en células especializadas (melanocitos) e incluye una secuencia compleja de reacciones químicas a partir del aminoácido tirosina. La síntesis de las melaninas es catalizada por la enzima tirosinasa. Esta información muestra la necesidad de interiorizarse en el estudio de las enzimas, el cual podrá hacerse en una secuencia como la que se esquematiza a continuación:

- ◊ concepto
- ◊ estructura - proteína  
                   - cofactor
- ◊ características
- ◊ cinética enzimática
- ◊ especificidad y sitio activo

Una vez completada la secuencia se está en condiciones de entender el fenómeno de aparición de las canas, sobre el cual existen diferentes hipótesis. La más aceptada de ellas corresponde a la formación de una sustancia aún desconocida, que inhibe la actividad de la tirosinasa, lo que detendría la melanogénesis.

Todo lo estudiado hasta este momento permitirá a los alumnos comprender las diversas alteraciones que puede sufrir el cabello.

**ALTERACIONES DEL CABELLO**

- DEFORMACION TEMPORAL

- deformación cabello húmedo
- fijación por secado

- DEFORMACION PERMANENTE

- ondulación \*

- laciado

semejanzas y diferencias con ondulación

- COLORACION

- DECOLORACION

REVERSIBILIDAD



- ruptura puentes de H
- formación de puentes de H

- ruptura -S-S-  
           acción agente reductor ◊

- formación -S-S-  
           acción agente reductor

Figura 3

En la figura 3 se presentan los fenómenos químicos que están involucrados en cada una de ellas. Puede resultar interesante emprender una actividad experimental en la que se investigue la deformación permanente del cabello utilizando agentes oxidantes y reductores diversos sobre muestras de cabello.

Por último podríamos incluir los aspectos vinculados con la higiene del cabello.

Si nos preguntamos qué tipo de suciedad posee el cabello y cuál es su origen, desembocamos en el estudio de los lípidos. Numerosas interrogantes emergen nuevamente, las que podrán irse develando en una progresión como la que se plantea en la figura 4. Varias son las actividades experimentales que pueden aquí realizarse, como por ejemplo la fabricación de jabones o champú y el estudio de sus propiedades.

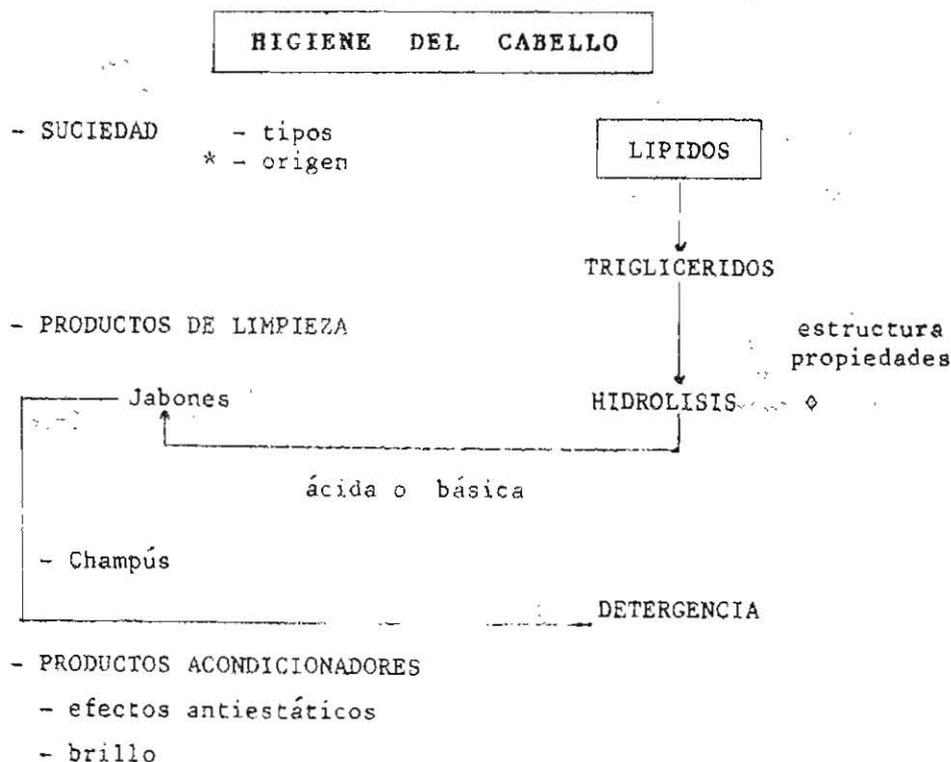


Figura 4

A lo largo de toda la secuencia, emergen temas y conceptos estudiados anteriormente durante el curso o en cursos previos, lo que aparece, en las figuras, indicando mediante el símbolo ◊ (cinética química, enlaces químicos y atracciones moleculares, ácidos y bases, oxidación

reducción). Esta recurrencia contribuye a completar y/o fortalecer la construcción de los conocimientos en el alumno, en especial ahora que aparecen relacionados con hechos que forman parte de sus vivencias cotidianas.

**RESUMEN**

Estudiar el cabello permite:

- desarrollar completamente el tema a proteínas, incluyendo enzimas y también introducir de manera, más o menos profunda, el estudio de los lípidos.

- Retomar y reafirmar temas ya estudiados en el curso de sexto año o en los cursos de Química previos.

- Establecer numerosas vinculaciones con otras disciplinas, en especial con la Física y las Ciencias Biológicas.

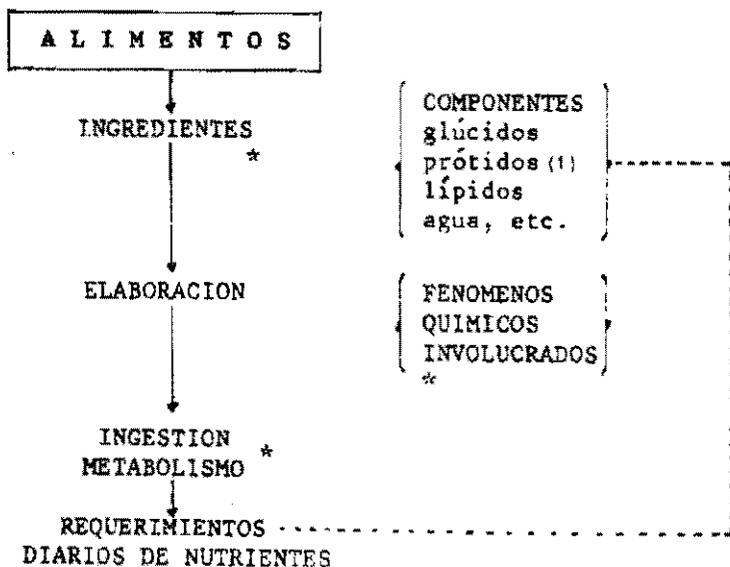
Es importante reconocer que, si bien el estudio del cabello resultará motivante para las chicas, puede no serlo para los varones. Es posible solucionar este inconveniente considerando como trabajo alternativo el estudio de la lana. Este tema se podrá desarrollar de un modo semejante, considerando en primer lugar las proteínas, luego las enzimas y finalmente los lípidos a partir de la lanolina. Asimismo, una estrategia de este tipo podría ser de especial interés para alumnos provenientes de zonas rurales, permitiendo establecer una vinculación más estrecha con el medio y la vida diaria.

**SEGUNDA PARTE**

**PREPARACION DE UNA TORTA**

Un hecho tan cotidiano como la elaboración de los alimentos, nos permite introducirnos en el mundo de las Biomoléculas. Sus componentes, los procesos de cocción y almacenamiento, su ingestión

y el metabolismo, en relación con los requerimientos diarios de los nutrientes, constituyen una fuente insgotable de ejemplos y puntos de apoyo para el estudio de numerosos conceptos químicos.



(1) proteínas

Figura 5

Si se toma en consideración un hecho tan simple, cotidiano, como es la elaboración de una torta podremos ejemplificar nuestra propuesta. Observando detenidamente la receta para la preparación de una torta se ve como cada una de las pautas que allí figuran pueden hacer surgir diversas preguntas. Si se busca respuesta a estas preguntas se encuentran muchos conceptos químicos que es necesario estudiar.

Generalmente aparece en primer lugar, una lista de los ingredientes necesarios. Y aquí emergen las primeras preguntas:

- ¿qué son químicamente la manteca y el azúcar
- ¿en qué se diferencia la composición de la clara y la yema del huevo?
- ¿cómo está constituida la harina?
- ¿y el polvo de hornear?

Las respuestas a estas preguntas iniciales, llevan a "descubrir" los tres tipos de alimentos básicos: LIPIDOS, GLUCIDOS, y PROTIDOS.

No es conveniente detenerse aquí para profundizar en cada uno de ellos, sino simplemente presentarlos desde el punto de vista químico.

Seguidamente es aconsejable, siempre verificar que se tengan todos los ingredientes y leer atentamente los pasos a seguir.

Esto permite insistir una vez más en la importancia de trabajar "experimentalmente" con un orden preestablecido, ya que "el orden de las verduras puede alterar el puchero".

Se ve ahora, una posible secuencia de los pasos mencionados y

cómo puede servirse de ellos para introducir el estudio de los conceptos en cuestión. Se analiza para cada etapa los cuestionamientos que podrán surgir.

#### I) BATIR LA MANTECA CON EL AZUCAR. AGREGAR LAS YEMAS Y CONTINUAR BATIENDO

- ¿qué función cumple la manteca?, ¿puedo sustituirla por margarina o aceite sin alterar el resultado?
- ¿qué efectos se obtiene si también uso las claras?
- ¿puedo eliminar el azúcar y usar edulcorantes, fructosa o miel?

El primer grupo de preguntas hará reflexionar sobre las diferencias de grasa y aceites, dando un paso en el estudio de los lípidos. A partir del último, se puede abordar los conceptos de di. y monosacáridos, y plantear una comparación entre la estructura y las propiedades de la glucosa y la fructosa.

#### II) MEZCLAR LA HARINA CON EL POLVO DE HORNEAR Y LA SAL

- ¿por qué la harina, que se usa en repostería, es 5 ceros?,
- ¿qué diferencia hay en usar harina integral, fécula de maíz?,
- ¿puedo sustituir el polvo de hornear por levadura?

El estudio de las diferentes calidades de harina muestra la presencia de gluten (prótidos) y almidón (polisacáridos), en proporciones variables. El de la harina integral resultará de particular interés ya que aporta aminoácidos esenciales. La comparación entre el polvo de hornear y la levadura mostrará dos fenómenos químicos diferentes: una reacción ácido-base y una fermentación aeróbica

que poseen un efecto similar en la masa.

### III) INCORPORAR ALTERNANDO LOS SÓLIDOS Y LA LECHE A LA MEZCLA DE MANTEGA

- ¿por qué deben alternarse en la preparación?
- ¿puedo sustituir la leche por agua?, ¿y por jugo de fruta?

Estas alternativas, proporcionarán el marco para encontrar los otros componentes básicos de una dieta: las vitaminas y los minerales.

### IV) BATIR LAS CLARAS A PUNTO NIEVE. INCORPORAR SUAVEMENTE A LA MEZCLA

- ¿qué transformaciones sufren las claras al batirlas?
- ¿por qué se le agrega a veces polvo de hornear?, ¿por qué al cabo de un tiempo comienza a formarse líquido?, ¿por qué tengo que incorporarlas con tanto cuidado?

Aparece aquí un proceso característico de las proteínas: la floculación.

### V) COLOCAR EN TORTERA ENMANTECADA Y HORNEAR 50 MINUTOS EN HORNO MODERADO

- ¿puedo sustituir la manteca por aceite?, ¿y si no lo pongo?
- ¿qué pasa si el horno está frío? ¿y muy caliente?
- ¿por qué crece la masa? ¿de dónde salen las burbujitas?
- ¿por qué se dora?

Reencontramos aquí conceptos como: ácido-base y leyes de los gases y es posible seguir ampliando los conocimientos sobre proteínas al estudiar el proceso de coagulación; y acerca de los glúcidos teniendo en cuenta la "gelatinización" del

almidón, y la caramelización del azúcar.

Si el grupo está motivado, se puede "preparar" una crema para rellenar la torta y hasta un merengue cocido para bañarla. Aquí encontraríamos otros ejemplos de "gelatinización" del almidón, desnaturalización y coagulación de proteínas.

Cuando nuestro grupo comenzó el trabajo, las primeras reflexiones surgieron simplemente leyendo la receta. Pero en cierto momento, todos coincidimos en elaborar realmente una torta.

Ordenando toda la información a la que se llegue después de responder éstas y otras preguntas que surjan, es posible tener una buena aproximación a las biomoléculas con un enfoque original y práctico.

No es desaprovechable la excusa que brinda la elaboración de una torta, para introducirse en el estudio del "metabolismo" de los alimentos; y aún un paso más: la nutrición, una de las misiones de la Bioquímica... "informar al público de la base científica de la nutrición y erradicar creencias irracionales del folklore alimenticio, capricho alimenticio o charlatanería sobre las dietas" (Lehninger, 1988).

Importa comentar, que la evocación del proceso de elaboración de una torta, o su sola mención, pueden ser motivantes para introducir a los jóvenes en el estudio de las Biomoléculas. Pero no es ésta nuestra intención. La elaboración de una torta, o de otros alimentos, podrá estudiarse en profundidad. De su análisis surgen una gran variedad de conceptos químicos. Cada profesor teniendo en cuenta las características del grupo, sus intereses, el tiempo disponible, determinará la profundidad con

que los temas involucrados serán tratados. No debemos perder de vista que se trata de lograr la apropiación de conocimientos por parte de los alumnos. El desarrollo de la secuencia y todas las actividades que en ella se realicen, deberán tener como propósito que el alumno construya algunos de los conceptos fundamentales del curso. El trabajo creativo del docente será un pilar fundamental para que los jóvenes alumnos alcancen las metas deseadas. Esto requerirá de parte del profesor un tiempo de estudio profundo, pero finalmente todos estos esfuerzos podrán llevarlo a mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje de su disciplina.

#### CONCLUSION

Muchos son los temas que podrían abordarse con un enfoque similar, de modo de lograr que los jóvenes estudiantes descubran por sí mismos el propósito de la Química de interpretar los fenómenos que tienen lugar a nuestro alrededor. A continuación se enumeran algunos de ellos, que pueden resultar motivantes para los adolescentes.

- ◊ ALIMENTOS
  - ingredientes
  - elaboración
  - conservación
- ◊ HIGIENE
  - limpieza
  - cosmética
- ◊ SALUD
  - medicamentos
  - sustancias tóxicas
- ◊ VESTIMENTA
  - materiales-fibras
  - procesamiento
- ◊ VIVIENDA: ESTRUCTURA Y CONSERVACION
  - materiales-pinturas
  - procesamiento
- ◊ BIJOUTERIA
  - galvanoplastia

- ◊ PLAGUICIDAS
  - productos para combatir insectos, roedores, etc.

Como consecuencia de una práctica docente de este tipo, es claro que otro aspecto que deberá modificarse es el de la evaluación. El profesor deberá realizar un seguimiento del alumno para detectar sus logros, ver sus limitaciones y ayudarlo a superarlas, y determinar en qué medida ha alcanzado los objetivos de aprendizaje.

La reflexión y el trabajo de los docentes podrán ampliar esta propuesta, cuya organización ha sido para este grupo una actividad altamente motivante, que requirió un estudio profundo de cada uno de los tópicos que en ella se incluyen. Con creciente interés nos fuimos introduciendo en ellos, descartando algunos aspectos y rescatando aquéllos que nos parecieron más convenientes. Hemos así descubierto, que sólo constituye una porción de un vasto abanico de posibilidades.

Es importante destacar que esta propuesta es el resultado del trabajo en equipo, en el cual cada uno participó activamente, de modo comprometido. La búsqueda de información, la discusión, la reflexión y el análisis crítico de cada una de sus partes llevaron a interiorizarnos cada vez más en los temas y a desarrollar nuestra creatividad. El aporte de cada uno, original y propio, contribuyó de un modo particular a la elaboración de este trabajo. Pensamos que haciendo que los jóvenes alumnos trabajen de un modo similar es posible fomentar en ellos el espíritu de grupo, el respeto por la opinión del otro y la solidaridad.

Finalmente, creemos que una estrategia como la que proponemos servirá para desarrollar en los

alumnos el pensamiento crítico. Los ayudará a establecer la veracidad de sus creencias y a desarrollar la capacidad de enfrentar y resolver situaciones diversas, aplicando una metodología científica.

Un curso de Química organizado de esta forma involucrará mucho "hacer", de modo que los alumnos aprendan Química a través de situaciones problema como limpiar ropa, elegir entre un jabón y un detergente, etc. Los principios unificadores fluirán a través de la práctica y se estudiarán con tanto detalle como posean con las actividades cotidianas.

\*\*\*\*\*

Agradecemos a la Quím. Farm. Estela ACOSTA de la firma L'OREAL quien suministró bibliografía para la realización de este trabajo.

Este trabajo fue presentado en el V Congreso Nacional e Internacional de Profesores de Química en la ciudad de Maldonado en noviembre de 1991.

#### BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, G. y col (1986) La nutrición: un enfoque bioquímico - Limusa
- ATKINS, P. (1989) Moléculas au quotidien. Intereditions.
- FULLER, E. (1974) Chemistry and man's environment. Houghton Mifflin.
- GARCIA LUTZ, G. (1989) Lo cotidiano y la Química, Asoc. Educ. Quím. 1,2, 44-47
- GARLAND, J. (1975) Chemistry of our world. Mac Millan P.C.
- GROSSER, A.E. (1984) Cooking with chemistry. J. of Chem Ed. 61, 4, 362-363.
- HELMAN, J. (1969) Farmacotecnia teórica y práctica. Tomo VII
- HILL, J.W. (1980) Chemistry for Changing Times. Burgess P.C.
- KELTER, P. y col (1990) Kitchen Chemistry. J. of Chem Ed. 67, 10, 892-896.
- KERMODE, G.O. (1972) Los aditivos alimentarios. Sci. Amer. marzo 1972.
- LENHINGER, A. (1988) Principios de Bioquímica. Omega.
- LOWENBERG G. y col (1979) Los alimentos y el hombre. Limusa
- MOORE, E. (1974) Margarine & cooking fats. Unilever Educ. Booklet.
- MORRISON, R., BOYD, R. (1985) Química Orgánica. Fondo Educativo Interamericano.
- NAVARRA, C. y col. (1965) Today's Basic Science. Harper & Row.
- NOLLER, C. (1978) Química de los Compuestos Orgánicos. El Ateneo.
- NOVACK, J.D. (1988) Constructismo Humano: un consenso emergente. Enseñ. Cienc. 6, 3, 213-233.
- POMES RUIZ, J. (1991) La metodología de la resolución de problemas y el desarrollo cognitivo. Enseñ. Cien. 9, 1, 78-82.
- RIVIERA, H. (1961) Fabricación de Jabones. Hobby
- SAE, A. (1990) People's Chemistry Solving Problems. J. of Chem. Ed. 67, 10.
- STINE, W.R. (1978) Chemistry for the Consumer. Allyn & Bacon.
- STRYER, L. (1988). Bioquímica. Reverte

TYLLER MILLER, G. (1976) *Chemistry: a contemporary approach*. Wadsworth P. C.

ca. *Asoc. Educ. Quím.* 1, 2, 9-24.

VARELA, M.G. (1989) *Propuesta Didáctica*

ZVIAR, Ch. (1987) *Ciencia del cuidado del cabello*. Masson.

ooOoo