

Cómo hacer divertida la clase de química

*M. Ángeles Paz-Sandoval**

Me da mucho gusto estar reunida el día de hoy, precisamente un día antes del Día del Maestro, con profesores preocupados no sólo por cumplir con el objetivo de transmitir los conocimientos básicos que maneja la química, que en términos generales comprenden la composición y la transformación de la materia, sino también por estimular la participación activa de sus estudiantes durante el curso. Este aspecto puede favorecerse al establecer un nexo entre la química y la vida cotidiana. Así, el estudiante podrá analizar además las repercusiones sociales, ecológicas y económicas de la asignatura, lo que le conducirá a un curso de química con un mayor significado en relación con él y su medio ambiente.

Para lograr lo anterior, una alternativa es dar respuestas a diversas dudas, en particular acerca de situaciones cotidianas, lo que permitirá al estudiante reconocer la necesidad de la química y, aún más, que ésta le parezca una ciencia atractiva y motivadora. Así al utilizar ejemplos con información relacionada con su medio ambiente y con adelantos recientes a lo largo de todo el curso, ello permitirá que la estructura tradicional de la enseñanza, esté en equilibrio con un esquema novedoso que intenta relacionar la ciencia con la vida cotidiana del alumno.

Si una responsabilidad inherente del profesor en el aula es la de favorecer la formación de profesionales de la química por la vía de la motivación vocacional, es entonces imperante presentar el estudio de la química tan atractivo y diversificado como sea posible.

Esta propuesta de vincular la química de todos los días con el curso formal lo cual afortunadamente para algunos no es nada nuevo busca romper con actitudes pasivas, receptivas y tradicionalistas, lo que permitirá que el alumno se motive y desarrolle su capacidad de análisis, interrelación y deducción, volviéndose la reflexión crítica una actividad cotidiana en él o ella.

El cambio de actitud que esto requiere en el profesor favorecerá un cambio de mentalidad y una actualización permanente, aspectos que redituarán en la propia satisfacción del profesor como profesional, evitando el tedio y la rutina que pueden acabar con su vocación y la de quienes lo escuchan.

Presentaré a continuación ejemplos variados que permitan dar ideas y sugerencias algunas novedosas, otras clásicas de aspectos de la química en la vida cotidiana. Entiéndase por cotidiana, no sólo aspectos como los alimentos, la química de la

cocina o los fármacos, sino también todos aquellos adelantos recientes en investigación en química e ingeniería química que, a través de la tecnología, nos han permitido llevar una vida con mayor confort. La plática comprenderá aspectos de salud, medio ambiente, bienestar, nuevos materiales, energía, e información y comunicaciones, buscando deleitar e interesar a los oyentes con moléculas de acceso diario y común. A partir de estas sugerencias se espera que ustedes puedan sumar en número ilimitado todos aquellos ejemplos que se consideren de interés por su actualidad o por su relevancia en la clase diaria con los muchachos del bachillerato.

Salud

En el aspecto de salud, podemos comenzar haciendo notar el delicado equilibrio químico de nuestro organismo para definir un estado de salud o enfermedad. Pequeñas deficiencias o excesos de aminoácidos o sustancias químicas en general son la causa de trastornos en nuestro organismo. Así, es ya conocido el daño causado por acumulación de aluminio a nivel cerebral, detectada en la enfermedad de Alzheimer, o en términos simplistas la carencia o exceso de dopamina, que producen el mal de Parkinson o la esquizofrenia, respectivamente.

Hace 50 años, cuando enfermedades como la poliomielitis y la neumonía cobraban muchas vidas e incapacitados, se contaba con unos cuantos medicamentos. A través de la colaboración con físicos, químicos, bioquímicos, biólogos e ingenieros químicos, el curso de la historia médica ha cambiado significativamente en los últimos años. Se cuenta ahora con vacunas, antibióticos y otros fármacos que permiten salvar y prolongar la vida, así como mejorar la calidad de vida de aquellas personas que sufren enfermedades. Los continuos avances en la investigación química han ayudado a reducir y erradicar enfermedades.

Algunos ejemplos son: la cimetidina, droga antiúlcera que no sólo reduce el dolor, sino que también disminuye la necesidad de hospitalización y los gastos relacionados; la síntesis de la droga AZT, que es un primer paso en la batalla contra el síndrome de autoinmunodeficiencia adquirida; los péptidos inhibidores de enzimas específicas, tales como la enzima convertidora de la angiotensina que provoca problemas de hipertensión (presión alta) y la compactina o lovastatina que inhibe la síntesis de colesterol. Esta última ayuda en forma segura y efectiva a disminuir los niveles de colesterol y con ello a reducir los problemas de arteriosclerosis y enfermedades cardíacas.

Los dispositivos médicos, como prótesis y biomateriales han

* Departamento de Química, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Apartado Postal 14-740, 07300-México, D.F.

**Recibido: 23 de junio de 1994; Aceptado: 1 de noviembre de 1994.

jugado un papel importante en el bienestar de la humanidad, y se han logrado al conocer la estructura de moléculas que confieren propiedades físicas específicas a estos nuevos materiales. Lo más probable es que alguien de su familia haya utilizado un dispositivo hecho por el químico para algún tratamiento médico en particular; quizás un implante de oído, una cadera artificial o simplemente unos lentes de contacto. El desarrollo de sustitutos sintéticos para uniones, articulaciones, ligamentos, lentes y dientes seguro es más importante a medida que las personas de edad avanzada aumentan en nuestra sociedad.

Los marcapasos permiten mantener el ritmo de los sistemas biológicos con control defectuoso. El desarrollo de pilas de litio fue fundamental en el uso prolongado de estos dispositivos; el uso previo de baterías de mercurio restringía el tiempo de vida del aparato a dos años en lugar de diez, como ocurre actualmente con las baterías de litio. Estas nuevas baterías deben cubrir requisitos muy especiales, debido a que deben estar implantadas dentro del cuerpo humano, necesitan ser muy ligeras, no tóxicas y a prueba de fugas. Investigaciones exhaustivas con nuevos disolventes no acuosos, permitieron a los químicos encontrar un electrólito sólido para ser usado con el litio metálico y evitar la reacción de éste con el aire y el agua. El electrólito sólido es el yodo o el cloruro de sulfurilo (SOCl_2) y las baterías de litio-yodo y litio-cloro han sido exitosamente usadas en aplicaciones biomédicas en general.

Diferentes polímeros han permitido reemplazar desde pequeños vasos sanguíneos hasta corazones artificiales. Inicialmente se utilizó al Dacrón para la elaboración de corazones artificiales. Sin embargo, este material favorecía la presentación de trombos, por lo que actualmente se utilizan polisulfonas como plásticos biocompatibles adecuados y que además permiten esterilizaciones a altas temperaturas.

El diseño y síntesis de materiales para uso en el cuerpo

humano presentan uno de los mayores retos para los químicos e ingenieros químicos y el uso exitoso de estos dispositivos médicos radica en la comprensión y el control de como los materiales hechos por el hombre interactúan con el cuerpo. Los materiales biodegradables pueden reducir significativamente problemas de rechazo y con ello una disminución de tiempos de hospitalización e incomodidades para el paciente.



El diagnóstico médico depende del análisis químico de especímenes y busca que las muestras sean cada vez menores. La tecnología para tales pruebas de diagnóstico requieren de los avances logrados en la interfase química-biología. Para ello se requiere comprender cómo ocurre el transporte de moléculas hacia los tejidos, métodos más finos de detección vía electricidad, ultrasonido, láser, etcétera, por lo que se hace indispensable la investigación científica en todos estos aspectos. Así en un futuro no muy lejano, será posible medir la glucosa o el colesterol al poner un simple parche en el paciente. Estos métodos no invasivos desplazarán a los actuales, como la extracción de sangre y otros fluidos.

La síntesis de los medicamentos de uso actual fue precedido por el descubrimiento de sustancias farmacológicamente activas obtenidas a partir de fuentes naturales, comúnmente plantas, organismos marinos o microorganismos del suelo. Algunas de estas medicinas son conocidas como medicina folclórica. Una vez que alguna de estas sustancias promete, los químicos diseñan y sintetizan nuevas moléculas con estructura molecular parecida o idéntica, buscando que sea segura, efectiva y de preferencia ambas. Para lograrlo, se debe tener a la mano una serie de herramientas para desarrollar la investigación básica en química; el modelaje de estructuras moleculares complejas por computadora, la cristalografía de rayos-X, para tener en términos sencillos una fotografía de la molécula en tres dimensiones, y la espectroscopía de resonancia magnética nuclear, que nos permite indagar

acerca de algunos de los átomos presentes en la molécula estudiada.

El descubrimiento de los efectos dramáticos de la cortisona en pacientes incapacitados por artritis reumatoide es uno de los primeros ejemplos de la importancia de la síntesis química. La cortisona se sintetizó inicialmente utilizando compuestos orgánicos en alrededor de 50 pasos, mientras que la introducción del silicio y algunos metales de transición como intermediarios permitieron la obtención de la cortisona en menos de 20 pasos y con una eficiencia mil veces mayor, lo cual repercutió en una mayor producción del medicamento y su abaratamiento.

Recientemente, las proteínas que disuelven coágulos se han utilizado en víctimas de ataques al corazón y, por otro lado, el factor de coagulación VIII es ahora empleado en el tratamiento por sangrado en personas hemofílicas, etcétera.

Aún las drogas modernas tienen limitaciones. Puede ser que una medicina nunca llegue al órgano en donde se necesita, la barrera que impide el acceso de sangre al cerebro es un ejemplo; otro puede ser la dificultad de alcanzar el nivel adecuado de la droga en la sangre, ya que la mayoría es metabolizada por el cuerpo, lo que hace necesario el utilizar grandes dosis, para asegurar una concentración efectiva en el flujo sanguíneo, pero con el inconveniente de efectos secundarios indeseables.

Algunos medicamentos se metabolizan muy rápido, así que permanecen poco tiempo en el cuerpo, por lo que deben administrarse en dosis muy frecuentes. Para evitar estos problemas se estudian nuevos sistemas de administración de los medicamentos. Actualmente, se ha desarrollado una micropíldora con una superficie plástica, en la cual se hace un pequeño orificio con un láser. Cuando se traga una micropíldora dentro de una cápsula plástica biodegradable, el fluido en la micropíldora fluye hacia la cubierta y la droga se empieza a liberar en una cantidad precisa y constante. Este sistema se utiliza para administrar un medicamento potente para enfermos cardíacos, manteniendo la concentración de la sangre a un nivel constante y evitando efectos secundarios. El asma es también tratada con un sistema oral de diseño novedoso y esto se logra conociendo la estructura molecular de los materiales que componen la cápsula y micropíldoras, las propiedades no solo químicas, sino físicas del medicamento y la fisicoquímica involucrada en el estudio de fluidos.

El parche transdérmico ha sido introducido en el mercado en los últimos años. Este sistema representa una innovación que permite combinar cinco capas separadas: una capa externa a través de la cual la droga no puede penetrar, el reservorio del medicamento, una membrana para controlar la velocidad de paso, una capa adhesiva que es eventualmente puesta sobre la piel y una parte que se quita de la parte con adhesivo previamente a la aplicación. La medicina que está en el parche pasa lentamente a través de la piel y del flujo sanguíneo por períodos de un día a una semana. Este sistema ofrece convenientes y evita la adminis-

tración oral, la cual a veces resulta en la destrucción de la medicina por las enzimas del aparato digestivo o del hígado. Los parches transdérmicos se utilizan en la liberación de nitroglicerina en pacientes con angina, asimismo, la hormona femenina estradiol se administra para desórdenes post-menstruales. Hay también medicamentos contra el vértigo y mareos dosificados por esta vía, por la que se administra también nicotina para fumadores que desean dejar de fumar.

Nuevos métodos de administración de medicamentos han permitido a través de días o aún años la liberación sistemática y controlada de algún medicamento. Tales sistemas de largo alcance han ya sido utilizados en el tratamiento del cáncer de próstata y endometriosis. Se espera en un futuro cercano que a los diabéticos se les pueda administrar la dosis de insulina una vez por mes o tal vez por año, evitando los inconvenientes y riesgo que originan las inyecciones diarias.

El diagnóstico correcto de la condición médica de un paciente es el paso esencial para el tratamiento. El rápido crecimiento de tecnologías de diagnóstico por imágenes dan información directa acerca de la estructura de los huesos, órganos blandos y tumores. Para todos son conocidos los rayos x actualmente, pues alguna vez se ha diagnosticado con base en ellos. Ahora las nuevas técnicas son la resonancia magnética nuclear (RMN) de imágenes, el ultrasonido, la tomografía de emisión de positrones (TEP), la tomografía computarizada por emisión de fotón único (TCFU) y otras técnicas de medicina nuclear.

La información obtenida a través de estas tecnologías de imágenes va más allá de la estructura para dar mediciones de las funciones biológicas. La TEP puede mostrar claramente niveles de metabolismo en varias regiones del cerebro, o determinar el flujo de sangre a través de las arterias coronarias o del corazón.

Estas técnicas de diagnóstico actual han resultado de la investigación de químicos, físicos, matemáticos, ingenieros y biólogos.

Medio ambiente

El interés del público por la protección del medio ambiente aumenta y tiene un impacto significativo en la actividad económica y política. Es entonces de interés para el químico ayudar a contestar preguntas en relación a: ¿cómo se pueden reducir las cantidades de desperdicios producidos?, ¿cómo se pueden reciclar estos materiales?, ¿cómo pueden ser los productos comerciales y los desperdicios industriales benignos al medio ambiente?. Estas preguntas y otras relacionadas requieren del conocimiento de la composición química, de la estructura molecular y de su interacción con el medio ambiente, por lo que las respuestas deben ser cuidadosas y detalladas si deseamos guardar un balance entre civilización y naturaleza.

Cada paso en el ciclo de vida de un producto tiene un impacto ambiental, comenzando por la extracción de materias

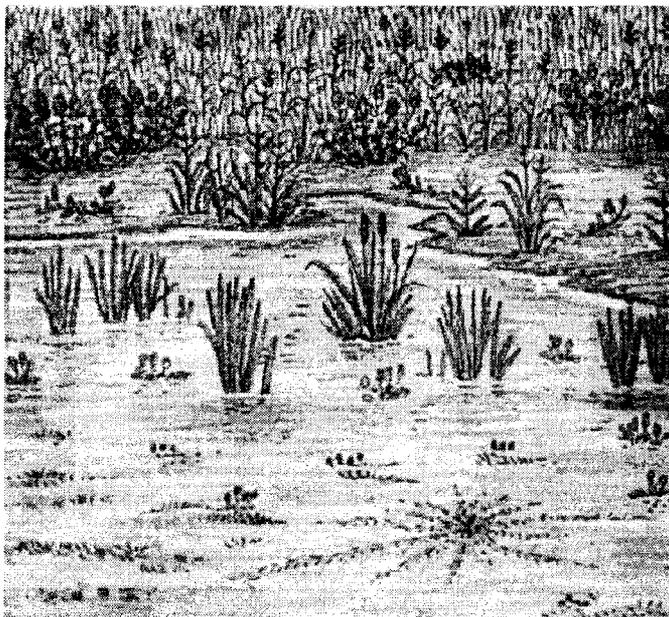
primas, luego el procesamiento, manufactura y transporte, concluyendo con el consumo y deshecho o la recuperación de los materiales. Cada uno de estos pasos es un reto para la ciencia química y para la tecnología. Los productos y procesos han de buscar ser rediseñados para minimizar el impacto ambiental y se requiere para ello de una nueva filosofía de producción y un nivel diferente en la comprensión de las transformaciones químicas. Para lograr lo anterior se requiere de nuevos materiales que sean reusables, reciclables o biodegradables.

Vivimos en un mundo químico en el cual los ciclos químicos naturales establecen las condiciones para la vida. Sin embargo, muchas personas asocian el término "químico" con productos químicos hechos por el hombre, especialmente los peligrosos. Esta percepción de la química presenta un obstáculo serio para comprender el verdadero carácter de los aspectos ambientales y evaluar soluciones propuestas. Así también, frena la vocación de muchos jóvenes, a quienes se les ha inculcado desde las aulas que la química es todo aquello "artificial" y dañino para el hombre.

Los estudiantes deben saber que algunas de las plantas que comen comúnmente contienen sus propios pesticidas, que hay compuestos particularmente tóxicos sintetizados por la naturaleza, como la palitoxina extraída de corales marinos o la cicuta aislada de algunos reptiles. Ellos deben darse cuenta de que la toxicidad de un producto químico depende de su estructura molecular, sin importar si ha sido hecho de plantas, animales o por el hombre.

El uso de hormonas reguladoras del crecimiento en insectos ha permitido controlar plagas, pudiendo utilizarse como pesticidas, controlando las plagas sin necesidad de exterminarlas. Las feromonas compuestos químicos que actúan como atractores sexuales entre insectos de una misma especie, y que funcionan como señales de comunicación para el apareamiento, en situaciones de alarma, territorialidad, reconocimiento de los nidos, etcétera, han sido exitosamente utilizadas en control de plagas. Las cantidades empleadas con estos fines son extremadamente pequeñas, lo que favorece su uso al ser sustancias además biodegradables.

Hay muchos compuestos naturales de defensa que han sido



estudiados y utilizados por el hombre para controlar plagas de insectos, bacterias, hongos o virus. Un compuesto que interfiere en la alimentación de una variedad de insectos, bloqueando una enzima esencial para llevar a cabo su proceso digestivo, se conoce como la "azadirachtina". Esta sustancia química compleja producida por las plantas actúa en su defensa contra diversas plagas.

El uso del herbicida denominado "glifosato" permite el control de crecimiento de hierbas, al bloquear la actividad de una enzima de las mismas. Al tener lista el área de cultivo, ésta se rocía con la sustancia, misma que acaba con la hierba

y poco después se degrada por los microorganismos presentes en la tierra para dar dióxido de carbono, agua y fosfatos. A continuación se siembra de manera rápida y segura. El "glifosato" tiene la ventaja de ser inactivo en animales, por lo que su uso es también seguro.

Las plantas de algodón pueden actualmente ser modificadas genéticamente y volverse resistentes al gusano del algodón. Un gene presente en una bacteria, al ser transferido a la planta, produce una proteína que es ordinariamente fabricada por la bacteria. Cuando el gusano del algodón empieza a comerse la planta, la proteína lo mata al interrumpir su proceso digestivo. Esta proteína es inocua para otros insectos benéficos para la planta del algodón.

Así, los productos "ambientalmente amigables" tienen actualmente y tendrán en el futuro un lugar importante en los laboratorios de investigación y desarrollo.

Es importante observar los ejemplos anteriores de la química de los pesticidas, herbicidas y fertilizantes, ya que permiten cada vez un control más efectivo y seguro de las plagas y hierbas, nos ofrecen mejores alimentos sin agotar o contaminar la tierra.

La investigación en química permite reemplazar compuestos con alta toxicidad o con efectos no favorables a largo plazo por aquellos copiados de la naturaleza que, por su selectividad y capacidad biodegradable, son alternativas más seguras desde el punto de vista ambiental.

Energía

Los avances recientes en catálisis son un ejemplo en el que se optimizan condiciones de reacción, y se reduce la demanda de

energía en muchos procesos, simplificándose con ello la selección de materias primas.

Las gasolinas reformuladas, en las que los hidrocarburos aromáticos se reducen y compuestos orgánicos oxigenados como el metil-butil-éter están presentes éste último para compensar la pérdida de octanaje (por la disminución en aromáticos) y para disminuir la presión de vapor (reduciendo las emisiones por evaporación) están en continuo estudio para buscar óptimos costos y emisiones ultrabajas.

El desarrollo de convertidores catalíticos para controlar la calidad del aire, ha tenido una investigación exhaustiva desde hace dos décadas. En una situación ideal es de esperarse que la combustión de combustibles fósiles como la gasolina, no causen contaminación. Estos combustibles fósiles, al ser hidrocarburos, deben quemarse para dar agua y dióxido de carbono como únicos productos químicos, dos componentes del ciclo de vida; pero en realidad el proceso de combustión produce monóxido de carbono. A altas temperaturas la combustión de gasolina puede originar, en presencia de nitrógeno, la formación de óxidos de nitrógeno al reaccionar éste último con el oxígeno. La función del convertidor catalítico será la transformación del monóxido de carbono y de los óxidos de nitrógeno en dióxido de carbono, nitrógeno y agua. El convertidor consiste en un material cerámico o metálico que lleva una capa delgada de alúmina en donde se encuentra disperso un metal, generalmente rodio, platino o paladio, que actúa como catalizador y por ello su alto costo.

El uso de autos eléctricos será el mejor sustituto de los autos que ahora manejamos. Estos deben tener cero-emisiones y por ello el interés de un buen número de químicos, físicos e ingenieros en el desarrollo de baterías que ofrezcan un mayor tiempo de vida y mayor cantidad de energía. La conversión de energía química a electricidad es uno de los retos que se han ido venciendo y que han permitido el vuelo de naves espaciales.

La generación de energía eléctrica a través de energía solar ha demostrado la utilidad que ofrecen materiales como el silicio en este campo, debido a la alta eficiencia en la transformación energética. La liberación de hidrógeno a partir de celdas electroquímicas ha sido muy estudiada y, aunque su eficiencia de conversión de energía solar a eléctrica no es muy alta, han dado pie para estudiar las celdas fotovoltaicas que con comparable eficiencia han demostrado ser menos complejas y más baratas.

Información y comunicaciones

Las fibras ópticas de vidrio ultrapuro, no más gruesas que un cabello, han reemplazado prácticamente al alambre de cobre en la transmisión de datos, voces y video-comunicaciones, a través de señales digitales emitidas por un láser semiconductor. La capacidad de transmisión de las fibras ópticas se debe a la efectiva propagación de luz a lo largo de la fibra óptica, lo cual se ocurre por los diferentes índices de refracción (es mayor el del centro

que aquél en las orillas). El centro del material se produce con vidrio puro, el cual es dopado con óxidos de fósforo, germanio o aluminio, y la parte externa consiste en vidrio de sílica pura o sílica dopada con fluoruros o con óxido de boro. El control y la delicada precisión requeridos para la manufactura de estos materiales ha sido responsabilidad de químicos, físicos e ingenieros.

En la industria de la microelectrónica la fabricación de módulos "multichip" ha sido fundamental en el desarrollo de computadoras de alta velocidad. El nitruro de aluminio ha demostrado ser un material cerámico con una combinación de propiedades térmicas y de constante dieléctrica excelente.

Los dispositivos óptico-electrónicos permitirán en corto tiempo dar aún mayor velocidad a los sistemas de comunicación. Los sistemas híbridos con componentes electrónicos y ópticos discretos reemplazarán eventualmente los dispositivos integrales actuales.

Los cristales líquidos son moléculas orgánicas que pueden formar un estado intermedio entre un orden aleatorio, típico de un líquido, y un arreglo molecular alto, típico de un sólido. Las moléculas en un cristal líquido se alinean en una misma dirección, pero una fuerza externa, tal como un campo eléctrico, puede causar un cambio en la orientación colectiva de estas moléculas, mediante la modificación de sus propiedades físicas y químicas. Este tipo de materiales nos permite el uso de las computadoras portátiles, cuyo monitor está constituido por este tipo de materiales, lo mismo los relojes digitales y los dispositivos de los tableros de los autos modernos.

Los discos ópticos, constituidos por polímeros orgánicos, son el método de almacenamiento actual de información y ofrecen ser más confiables, rápidos y baratos que las cintas magnéticas antes usadas.

Se espera que con los ejemplos descritos en este resumen los profesores de química tengan un panorama, aunque compacto, de la importancia y relevancia de la química en algunos aspectos de la vida diaria, misma que debe ser transmitida durante los cursos teóricos a los jóvenes estudiantes, para despertar su interés en el área y para hacer la clase de química agradable y motivante.

Bibliografía

- Garriz, A. y Chamizo, J.A., *Química*, Addison-Wesley Iberoamericana, México, 1994.
- Joesten, M.D., Johnston, D.O., Netterville, J.T. y Wood, J.L., *The World of Chemistry*, Saunders College Publishing Chicago, 1991.
- Snyder, C.H., *The Extraordinary Chemistry of Ordinary Things*, John Wiley, New York, 1993.
- Atkins, P.W., *Molecules*, Scientific American Library, Serie 21, Oxford, 1987.
- Hegedus, L.L., *Critical Technologies*, National Academy Press, Washington, 1992. ■