

El etanol no tiene ni gota de ciencia

por Laurence Hecht

El alcohol etílico o etanol es excelente para que empieces a calentar motores; nada más no manejes cuando lo uses. Reduce el tiempo de reacción, nubla el juicio y es ilegal. En exceso, puede atarantarte, indisponerte, sulfurarte, deprimirte, violentarte y volverte estúpido. Quizás hasta te lleve a la Presidencia de Estados Unidos.

Aquí informaremos qué es el etanol, por qué es una forma más que estúpida de remplazar nuestra dependencia del petróleo, y por qué el desarrollo de la energía nuclear es la única forma cuerda de construirnos un futuro económico.

El etanol (C_2H_5OH) es el segundo en lo que los químicos llaman la serie de los alcoholes homólogos, que incluye los alcoholes metílico, etílico, propílico, butílico y amílico, cada uno distinto del anterior por la adición de un átomo de carbono y dos de hidrógeno (CH_2). El hombre lleva produciendo alcohol etílico desde mucho antes de que conociera su fórmula química y estructural. Casi cualquier sustancia vegetal puede servir de materia prima: uvas, manzanas, maíz, cereales y papas son algunos de los ingredientes tradicionales. Para prepararte tú mismo un poco, empieza con algo de jugo de manzana del supermercado sin sustancias preservativas. Ponlo en un recipiente limpio de vidrio, y déjalo reposar varios días. La levadura, que se encuentra naturalmente en el aire, actuará sobre los azúcares de la fruta —por un proceso que dedujo Luis Pasteur— para convertirlos en alcohol. Esto se llama fermentación. Asegúrate de usar una tapa que no quede ajustada, porque el proceso libera gas de dióxido de carbono y puede hacer que un envase sellado estalle.

Si esperas demasiado, la fermentación pasará a la siguiente etapa, convirtiendo el alcohol en vinagre (ácido acético). Si la detienes en el momento correcto, obtendrás cidra de manzana con un contenido de alcohol de entre 5 y 10%. El

alcohol se mezclará con el jugo de fruta azucarado. Una forma sencilla de separar el alcohol es congelar la mezcla. El alcohol, que tiene un punto de congelación menor que el resto de la mezcla, se concentrará en una depresión cilíndrica en el centro de la sustancia congelada. Uno también puede separar el alcohol con un alambique o lo que los químicos llaman un aparato de destilación. El alcohol etílico tiene un punto de ebullición de $78^\circ C$, muy por debajo del del agua. Al calentar la mezcla, el alcohol etílico hierve primero y su vapor puede separarse por condensación en una parte fría del aparato llamada condensador. Ambos métodos de separación son formas de destilación fraccional.

El costo de producirlo a gran escala

Para producir etanol a nivel comercial, la escala del proceso de fermentación y destilación del laboratorio tiene que agrandarse. Si tenemos en cuenta que nuestra intención original era reducir el uso de derivados del petróleo, tenemos que examinar la cantidad de gasolina y otros combustibles de petróleo que entrarían en la producción de etanol en remplazo de la gasolina. Primero está la producción de maíz u otros productos vegetales que proveerán los azúcares para la fermentación. La agricultura moderna es una operación con un uso intenso de energía: los tractores y vehículos agrícolas requieren una gran cantidad de gasolina o diésel; los fertilizantes de amoníaco usan gas natural como insumo; la irrigación requiere una gran cantidad de electricidad; el trabajo agrícola también requiere el esfuerzo físico y mental humano, que necesita de energía para mantenerse. Entonces, las materias primas tienen que transportarse en volumen del campo al alambique para destilarse, que es otro proceso con un uso intenso de energía para el que, por lo general, se usa gas natural. De hecho, se requeriría más que el consumo mundial

actual de gas natural para alimentar los alambiques que producirían el etanol suficiente con qué reemplazar nuestra dependencia del petróleo.

Al tomarse en cuenta todos estos insumos —como han demostrado los estudios del doctor David Pimentel de la Universidad Cornell y Tad W. Patzek del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de Berkeley—, la producción de alcohol consume más unidades de energía fósil que las que genera al quemarse como combustible. El etanol de maíz, de pasto *switchgrass* y de madera consume, respectivamente, 29, 45 y 57% *más* unidades de energía de combustible fósil que las que rinde como combustible.

Si estuviéramos tan locos como para tratar de reemplazar en EU el uso del petróleo con etanol de maíz (la menos ineficiente de las alternativas), tendríamos que usar 2,9 millones de kilómetros cuadrados —o 51% del territorio de los 50 estados de la Unión Americana— para cultivar maíz, según los cálculos del profesor de física retirado de la Universidad de Connecticut, Howard Hayden. Sin embargo, ésta es una imposibilidad física, no sólo porque no podríamos encontrar la superficie arable suficiente; ¡no tendríamos el abasto de combustible con qué producir nuestro combustible de reemplazo! ¿Necesitamos mencionar también que una gran parte de la población sufre desnutrición? A sabiendas de esto, ¿podría cualquier persona moral justificar que nuestra tierra agrícola productiva dejara de producir alimentos para alimentar este fraude?

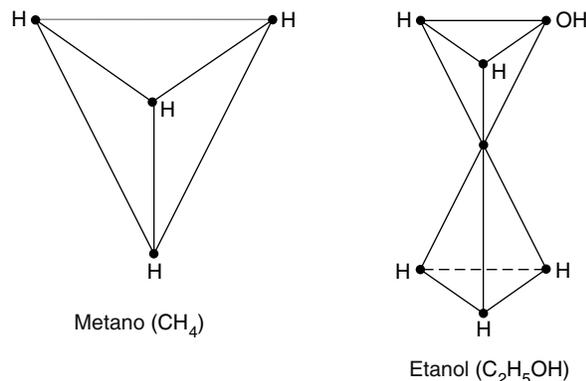
De hecho, el alto costo de los insumos energéticos necesarios para la producción de etanol se refleja en el precio del producto. Al tomar en cuenta todos los créditos tributarios y subsidios del gobierno en EU, el costo del etanol asciende a 1,91 dólares por litro de “gasolina importada reemplazada” (para ver un estudio exhaustivo, visite zfacts.com). Un grupo bipartidista de senadores estadounidenses está tratando ahora de eliminar el requisito federal de que la gasolina contenga 10% de etanol, porque le añade unos 10 centavos de dólar por litro al costo. No es de sorprender que los grandes beneficiados con los subsidios del Gobierno estadounidense sean los carteles cerealeros —Archer, Daniels, Midland y Cargill— y los fondos especulativos, los cuales recientemente han pasado sus apuestas al fútil etanol.

Veamos ahora por qué la energía nuclear es una alternativa mil veces mejor y absolutamente necesaria a combustible tan ridículo.

Cómo se quema el etanol y la gasolina

En su estructura, los alcoholes son parecidos a los hidrocarburos, que son la parte combustible del carbón, el petróleo y la gasolina. Los hidrocarburos forman una serie homóloga simple, como los alcoholes. El metano, uno de los ingredientes del gas natural, es el hidrocarburo más simple, pues consiste en un solo átomo de carbono rodeado por cuatro de hidrógeno. En los 1870 dos jóvenes químicos brillantes, Joseph Achille LeBel y Jacobus Henricus van't Hoff, dedujeron que el

FIGURA 1



carbono forma una figura tetraédrica al unirse a otros átomos. Así, la molécula de metano (CH₄) puede representarse como un tetraedro con un átomo de carbono en el centro y uno de hidrógeno en cada uno de los cuatro vértices. El etano, el segundo de la serie de los hidrocarburos, lo conforman dos tetraedros unidos por uno de sus vértices (ver **figura 1**). Al conocer esto, su fórmula puede deducirse con facilidad por construcción, como C₂H₆, y así sucesivamente. La serie del alcohol se parece mucho a la de los hidrocarburos, excepto que a uno de los átomos de hidrógeno lo reemplaza una molécula formada por una combinación de oxígeno e hidrógeno (OH).

La conexión entre un átomo y otro se llama enlace. Hoy entendemos estos enlaces como relaciones de atracción entre los electrones de las órbitas exteriores de los átomos. Su naturaleza exacta aún se desconoce, a pesar de mucho estudio. Sin embargo, la rama de la química física conocida como termodinámica ha podido crear una suerte de sistema contable, al que no le importa cuál es el proceso físico geométrico real de transformación. Sólo registra las relaciones de energía, bajo el supuesto de que en un cambio químico no se crea ni se destruye nada de energía nueva. Así, se considera que el enlace de atracción entre los electrones contiene cierta cantidad de energía. Al quemarse un hidrocarburo o un alcohol, o sea que se combina con oxígeno en el aire, estos enlaces se rompen. La energía que contienen se convierte ahora en calor. No sabemos exactamente cómo, pero podemos medir con precisión qué tanto.

El calor se mide en unidades llamadas calorías, resultado del trabajo de Antoine Lavoisier (1743–1793) en experimentos sobre el calor específico de los elementos, y es la cantidad de calor que se requiere para elevar un grado centígrado la temperatura de un gramo de agua (a una temperatura de 14,5°C). Como ésta es una unidad muy pequeña, por lo general usamos las kilocalorías, que es la cantidad de calor que se requiere para elevar un grado centígrado la temperatura de un

kilogramo de agua (el calor también puede medirse con la unidad de trabajo conocida como julio —una caloría tiene 4,16 julios— y la unidad térmica británica o BTU, que equivale a 252 calorías). Al usar cualquiera de estas unidades, podemos determinar la cantidad de calor que se produce cuando cierta cantidad de alcohol, gasolina, carbón o cualquier otra sustancia combustible arde.

Quemar un kilogramo de gasolina produce unas 10.500 kilocalorías; quemar un kilogramo de etanol, unas 7.140, cerca de 68% de las de la gasolina. Así, un carro a base de etanol requiere un tanque de combustible una y media veces más grande que el de un vehículo a gasolina.¹

El dominio nuclear

Sin embargo, estas diferencias relativamente menores son insignificantes en comparación con el calor que liberan los procesos nucleares. La fisión de un gramo de uranio libera dos millones de veces más calor que el que produce la combustión de la misma cantidad de gasolina o petróleo, y 3 millones de veces más que el carbón.

Estas cantidades enormes de energía no provienen de los enlaces químicos. Estamos hablando ahora de un nuevo dominio físico. En la separación del núcleo del uranio, estamos liberando las fuerzas mucho más poderosas que mantienen unido al núcleo. Aquí, en un espacio que es la millonésima parte del tamaño del átomo, encontramos 92 partículas cargadas conocidas como protones, cada una 1.836 veces más pesada que los electrones extranucleares, que son los protagonistas de las reacciones químicas. A los protones los mantiene unidos un agente poderoso, convencionalmente conocido como la fuerza fuerte. Además de estos 92 protones, un núcleo de uranio 235 fisionable contiene otras 143 partículas neutras más o menos de la misma masa que el protón. Cuando se rompe el núcleo del uranio, los fragmentos que contienen estas partículas salen volando hasta a una décima parte de la velocidad de la luz.

Por más de 60 años, desde que entró en operación la primera pila atómica el 2 de diciembre de 1942, hemos sabido cómo controlar este proceso. Por más de 50 años hemos aprovechado el calor que genera la fisión del núcleo para producir electricidad de forma barata y segura. Con un ciclo completo del combustible que incluye su reprocesamiento, *no deja ningún desperdicio nuclear*.

La nuclear es una fuente de energía completamente renovable. También es sólo el comienzo, pues en 25 años empezaremos a comercializar una fuente de energía del núcleo aun más poderosa: la energía de fusión.

Con energía nuclear abundante, podemos prácticamente

1. El etanol puede proporcionar más o menos la misma cantidad de energía que la gasolina, porque requiere menos aire para su combustión y, así, el etanol aparece en una proporción más grande de la mezcla gaseosa que se encuentra en el cilindro a cada estallido. Dado el aire que necesita, un cilindro de un tamaño dado sólo ocupa un tercio del vapor de gasolina que requiere con el etanol.

eliminar nuestra dependencia del petróleo sin tener que cubrir toda la Tierra de campos de etanol de maíz ni eliminar nuestra producción de alimentos. La energía nuclear proveerá la electricidad para recargar las baterías de vehículos eléctricos en viajes de menos de 50 kilómetros, que son la mayor parte del transporte.

La energía nuclear también generará el combustible que reemplace a la gasolina para viajes más largos. Con las temperaturas de entre 370 y 430 grados que pueden generar los nuevos reactores nucleares de cuarta generación, podemos separar fácilmente el hidrógeno del agua empleando la electrólisis y métodos químicos de separación aun más eficientes. El hidrógeno alimentará las células de combustible de motores eléctricos o se usará en motores de combustión interna. A resultas de los avances en los procesos industriales con pulsos láser, pronto contaremos con turbinas cerámicas capaces de trabajar a temperaturas de 1.600 grados y de alcanzar así una eficiencia tres veces mayor que la de los motores convencionales.

Combustible de hidrógeno

Con un calor de combustión de 34.200 kilocalorías por kilogramo, el hidrógeno tiene más de tres veces el contenido energético por peso de la gasolina, y casi cinco veces el del etanol. Por eso se usa como combustible para cohetes. El principal problema de usar hidrógeno para impulsar vehículos ha sido el costo de comprimirlo a un tamaño en que pueda utilizarse. Sin embargo, existe una variedad de alternativas disponibles y en proceso de resolverlo.

El residuo de la combustión del hidrógeno es agua. El subproducto de la producción de hidrógeno a partir del agua es oxígeno. Liberar oxígeno en la atmósfera mediante la producción industrial de hidrógeno eliminaría la que por mucho es la amenaza atmosférica más grave que enfrentamos. Esa amenaza no viene de la emisión de dióxido de carbono de la combustión de combustibles de carbono, pues el dióxido de carbono amplía la vida vegetal, ayuda a producir nubes y nunca se ha comprobado que eleve la temperatura de la Tierra. El verdadero peligro al que hay que temer del uso extendido de combustibles de carbono, es el agotamiento del oxígeno atmosférico. La energía nuclear y el ciclo del hidrógeno le proporcionarán a los niños del próximo siglo el aire que necesitarán para respirar.

Como un grupo creciente de jóvenes inteligentes está empezando a reconocer, las obsesiones antinucleares —a menudo de un cariz sexual— de la generación de sus padres han contribuido en gran medida a que las nuevas generaciones no tengan acceso a los niveles de educación, salud y oportunidades de empleo que solían tener. Es hora de que aquellos que aún se aferran a tales fantasías maduren y reconozcan sus errores, o que dejen de estorbar. Los Woodstock estadounidenses, los Avándaro mexicanos, el Día de la Tierra y el resto de esas estúpidas travesuras juveniles son cosa del pasado. Es el futuro del mundo el que está en juego.