

# La Química Toma Los Cielos



MIRANDA FULLER

Por Brian Rohrig

El día Pi, 14 de marzo, muchos estudiantes compiten para ver quién puede recitar la mayor cantidad de dígitos del número irracional más famoso del mundo. En el 2014, los estudiantes en Austin, Texas, habrían recibido ayuda con sus recitaciones. Una empresa de publicidad, “AirSign”, envió su flota de pequeños aviones para estampar cientos de dígitos de pi sobre la ciudad. Los números se organizaron en un circuito de 160 kilómetros (100 millas), y cada dígito tenía 0.4 km (0.25 millas) de alto. Este “pi en el cielo” fue producto del maravilloso arte de escribir en el cielo.

La escritura del cielo no siempre fue tan fantástica. La práctica se remonta a la Primera Guerra Mundial cuando los pilotos la usaban para comunicarse entre sí y crear pantallas de humo para ocultar sus movimientos del enemigo. Ganó popularidad en la década de 1930 cuando las empresas se lanzaron a los cielos para enviar mensajes a cientos o incluso a miles de personas a la vez. Hoy en día, escribir en el cielo es más una novedad, representando una forma única de proponer matrimonio o ganar un momento de fama en Instagram.

Pero no todos los días puedes mirar hacia el cielo azul y ver un mensaje garabateado en letras o números blancos e hinchados. Si eres fanático de las películas antiguas, “El mago de Oz” podría haber sido tu primera introducción a la escritura del cielo. En la película clásica, la malvada bruja del oeste vuela en el aire para escribir el mensaje amenazante “RÍNDETE DOROTHY” en humo negro con su palo de escoba. La película se estrenó en 1939, cuando la escritura del cielo estaba en su apogeo. Por supuesto, la escena de la escritura en el cielo fue creada con efectos especiales, no escritura en el cielo real. La escritura del cielo real es

casi siempre blanca. Pero la película acertó una cosa—la escritura del cielo se crea con humo.

## Pero primero, estelas de vapor

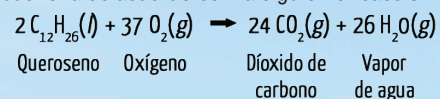
Es fácil confundir la escritura en el cielo con las rayas blancas en el cielo, o **las estelas**, que producen los aviones a reacción. Pero hay una diferencia química crítica entre los dos: las estelas de vapor se forman cuando se expulsa el agua de los tubos de escape, mientras que la escritura en el cielo está hecha de humo.

El agua responsable de crear estelas no se agrega deliberadamente al escape, sino que se forma como un producto de la combustión del combustible para aviones. El combustible para aviones es principalmente queroseno, una mezcla de hidrocarburos, derivados de la destilación de petróleo crudo. Los hidrocarburos son compuestos formados solo de carbono e hidrógeno.

En términos químicos, los hidrocarburos que forman el **queroseno** son alcanos—**hidrocarburos** con la fórmula general  $C_nH_{2n+2}$ . Para determinar el número de hidrógenos en una fórmula de un alcano específico, multiplique el número de carbonos por 2 y luego sume 2. En-

tonces, si tiene una molécula con 10 carbonos, tendría 22 hidrógenos (10 veces 2, más 2), y su fórmula sería  $C_{10}H_{22}$ . Los hidrocarburos líquidos en el queroseno tienen de 10 a 16 átomos de carbono, pero por simplicidad, el queroseno a menudo está representado por la fórmula  $C_{12}H_{26}$ .

Aquí es donde entra el agua que forma la estela de vapor: los motores de un avión a reacción absorben el oxígeno de la atmósfera, que se combina con el combustible y se combustiona de acuerdo con la siguiente reacción:



Ambos productos gaseosos expulsados del tubo de escape de un avión a reacción— $CO_2$  y vapor de agua—son invisibles. Cuando los productos golpean el aire frío, el vapor de agua se condensa y se congela alrededor de pequeñas partículas, conocidas como sitios de nucleación, que también están presentes en el escape. Esto produce una nube visible.

Las estelas generalmente se forman a una altitud de aproximadamente 9 km (30,000

pies), donde las bajas temperaturas aseguran una rápida condensación y congelación.

La humedad relativa del aire también juega un papel importante. Después de que el vapor de agua del escape se condensa y se congela para formar pequeños cristales, los cristales crecen a medida que el vapor de agua del aire circundante se condensa y se congela en los cristales recién formados. Los niveles más altos de humedad relativa en el aire significan que hay más vapor de agua disponible para contribuir a la estela, lo que hace que dure más.

### ¿Qué es la escritura del cielo?

La escritura en el cielo generalmente ocurre a una altitud de aproximadamente 3 km (10,000 pies) para mantener las letras visibles para el público a nivel del suelo. Pero dado que esta altitud es demasiado baja para que las estelas se formen de manera confiable, la escritura en el cielo involucra un proceso diferente que crea humo, en lugar de nubes.

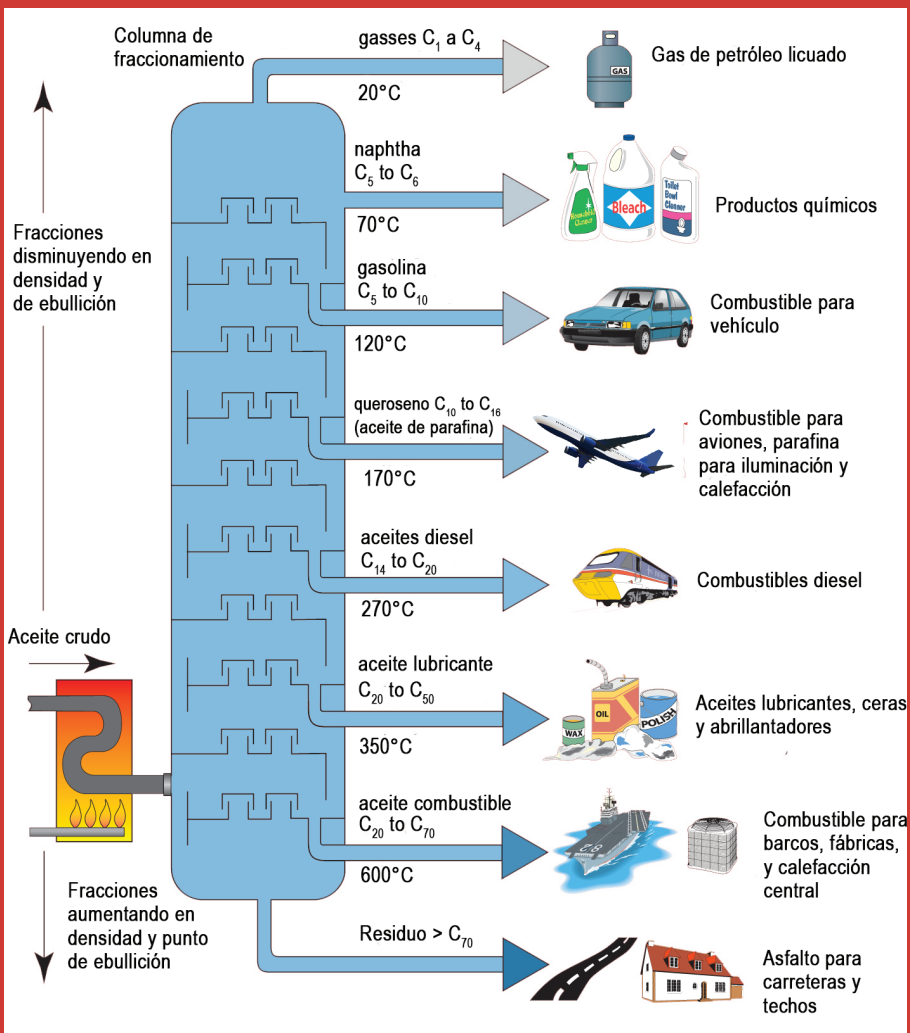
Los aceites de calefacción con **viscosidad** relativamente baja, lo que significa que fluyen fácilmente, pueden crear el efecto deseado. Tradicionalmente, los escritores del cielo usaban aceite mineral, que puedes comprar en una farmacia. El aceite de canola también se puede usar, y se considera más respetuoso del medio ambiente que el aceite mineral.

Los escritores del cielo transportan muchos galones de aceite en botes presurizados cerca del motor. Cuando los pilotos están listos para hacer un poco de humo, presionan un interruptor e inyectan aceite en el colector de escape, que es la cámara donde se acumulan los gases de la combustión del combustible en el motor.

Tan pronto como el aceite mineral llega al colector de escape caliente, hierve instantánea-



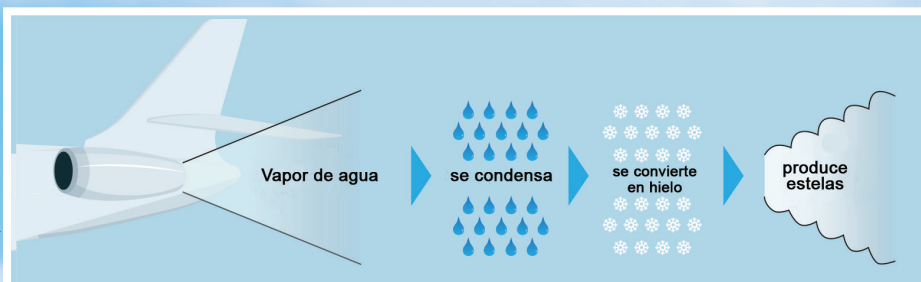
Estelas de Vapor  
bit.ly/Reactions-Contrails



⤴ El petróleo crudo se separa en diferentes componentes de hidrocarburos, o fracciones, en un proceso llamado destilación fraccionada.



⤴ Los Blue Angels de la Marina de los Estados Unidos producen rastros ahumados con un producto llamado Canopus 13, una mezcla de aceites minerales altamente refinados, con fórmulas que van desde C<sub>15</sub>H<sub>32</sub> hasta C<sub>50</sub>H<sub>102</sub>.



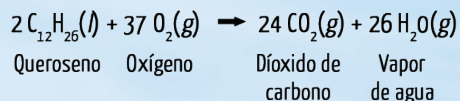
Las rayas blancas que crea el avión a reacción, llamadas estelas, se forman a partir del vapor de agua en el escape de los aviones.

mente, porque la temperatura es mucho más alta que el punto de ebullición del aceite, que es 260 °C (500 °F). Desde el colector de escape, los gases fluyen a través del tubo de escape y salen del avión.

Al igual que el vapor de agua, el aceite mineral gaseoso es invisible. Pero tan pronto como el aceite gaseoso golpea el aire frío fuera, se condensa, formando columnas de humo blanco. Si alguna vez has visto que el aceite calentado a una temperatura alta en una sartén, es posible que ya hayas visto este tipo de reacción de cerca. A medida que el aceite hierve, sus moléculas abandonan la fase líquida. Pero a medida que las moléculas alcanzan el aire más frío, el aceite se condensa y forma humo.

El humo es un ejemplo de un **aerosol**: partículas sólidas o líquidas suspendidas en el aire, y que varían en tamaño desde 1 nanómetro hasta 100 micrómetros.

Otros métodos también pueden producir resultados similares. Un método patentado implica el uso de cloruro de titanio (IV) ( $\text{TiCl}_4$ ), un líquido transparente y **volátil**, lo que significa que se evapora fácilmente. Cuando  $\text{TiCl}_4$  entra en contacto con el agua en el aire, forma columnas blancas de óxido de titanio (IV) ( $\text{TiO}_2$ ), un medio perfecto para escribir en el cielo. La reacción es la siguiente:



### Mensajes boyantes—y errores tipográficos

Saber cómo hacer humo es una cosa, pero

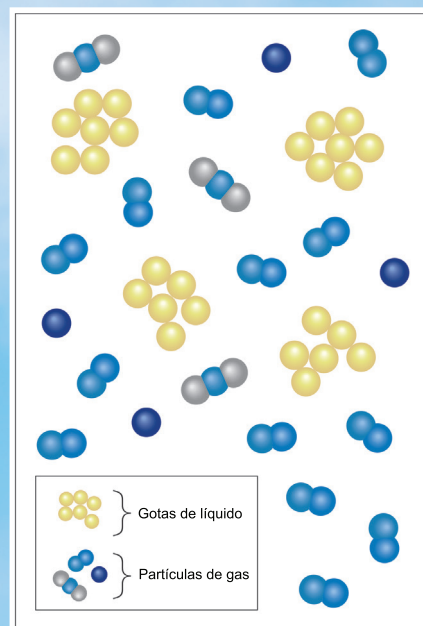
usar humo para crear un mensaje legible es otra cosa. Incluso el piloto más habilidoso tendría dificultades para escribir en el cielo sin una amplia capacitación. Se sabe que los escritores del cielo inexpertos hacen errores tipográficos en sus mensajes o deletrean un mensaje al revés. Si los pilotos cometen un error, lo mejor que pueden hacer es trazar una línea a través del mensaje errante y comenzar de nuevo.

Un error tipográfico mayor puede parecer una vergüenza permanente para un piloto. Pero incluso en condiciones de calma, el mensaje comienza a dispersarse de inmediato, ya que tanto el aire como las partículas de humo están en constante movimiento. Solo su enorme tamaño evita que las letras escritas en el cielo se vuelvan rápidamente ilegibles. Pero dentro de una hora, las palabras desaparecerán.

Sin embargo, cuando las letras se disipan, las partículas de humo permanecen en el cielo. Debido al tamaño tan pequeño de sus partículas, el humo permanece en el aire como parte de un coloide. Los **coloides** tienden a tener una apariencia turbia y se forman cuando una sustancia se dispersa en otra. Las estelas de vapor y las nubes son ejemplos de coloides.

### Un nicho novedoso

Desde su inicio, la escritura del cielo se ha enfrentado a una dura competencia. La publicidad en vallas publicitarias representaba la primera amenaza real para la escritura en el cielo, seguida de la creación de anuncios de televisión. Como resultado, la cantidad de escritores del cielo ha disminuido—solo hay un puñado de escritores del cielo activos en el mundo de hoy.



Los coloides se forman cuando una sustancia se dispersa en otra, como cuando las partículas líquidas se suspenden en un gas, como en mensajes escritos en el cielo.

Ahora, con la Internet, las empresas pueden dirigirse a audiencias específicas con anuncios en línea que no requieren cielos despejados para ser vistos, y cuestan muy poco—tan solo unos pocos dólares. Por el contrario, un simple mensaje escrito en el cielo puede costar más de \$5,000. A ese precio, la mayoría de nosotros tendremos que depender de las redes sociales para transmitir nuestros mensajes.

Pero dada la rareza de la escritura del cielo, las letras blancas esponjosas en el cielo se sienten novedosas nuevameWnte. Algunas compañías han tomado ventaja de este sentir para fines publicitarios. Con cientos o miles de personas en el terreno armados con teléfonos celulares, un anuncio puede volar a los cielos y luego difundirse a través de Instagram o Twitter a miles de personas más, ya que pocos pueden resistir la atracción mágica de un mensaje en el cielo.

**Brian Rohrig** es un profesor de química que vive en Columbus, Ohio.

### REFERENCIAS

- Layton, J. Cómo funciona la escritura del cielo. "How Stuff Works": <https://science.howstuffworks.com/transport/flight/modern/skywriting.htm/printable> [accedido en diciembre de 2019]
- Wilkinson, S. El cielo es su lienzo: el arte perdido de la escritura del cielo. "HistoryNet": <https://www.historynet.com/the-skys-their-canvas.htm> [accedido en diciembre de 2019]
- LaFrance, A. ¿Qué pasó con la escritura del cielo? "The Atlantic", 16 de abril de 2014: <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2014/04/what-happened-to-skywriting/360764/> [accedido en diciembre de 2019]

	Número	Potencia	Prefijo	Símbolo
One billón	1,000,000,000	$10^9$	giga	G
One millón	1,000,000	$10^6$	mega	M
Mil	1,000	$10^3$	kilo	k
Uno	1	$10^0$	ninguno	ninguno
Una milésima	0.001	$10^{-3}$	milli	m
Una millonésima	0.000001	$10^{-6}$	micro	$\mu$
One-billonésima	0.000000001	$10^{-9}$	nano	n