

## Hindenburg: Fórmula para el Desastre

*Por Tim Graham*

**“Oh... ¡se está estrellando!... oh, está cuatrocientos o quinientos pies en el cielo, y es una explosión tremenda, damas y caballeros. Hay humo, hay llamas ahora, y el armazón se está cayendo al suelo, cerca de la torre de amarre... ¡Oh, la humanidad y todos los pasajeros gritando por todos lados!... Jamás había presenciado algo peor.”** 6 de mayo de 1937, de la emisión radial en vivo de Herbert Morrison, periodista para Chicago WSL, junto con Charlie Nelson, ingeniero de sonido.

El dramático relato de Morrison, quien presenció el accidente del dirigible alemán Hindenburg, uno de los desastres más famosos en materia de aviación, todavía resuena en la historia de la radiodifusión. Mientras el Hindenburg se preparaba para aterrizar en una base aeronaval en Lakehurst, Nueva Jersey, los pasajeros observaban la Estatua de la Libertad y disfrutaban de los lujos que ofrecía la espaciosa cabina del Hindenburg: excelente comida y música de piano. De repente, sin previo aviso, reinó el caos cuando la nave se prendió [en](#) fuego y provocó la muerte de 36 pasajeros.

Desde entonces continúan las especulaciones sobre la causa del accidente. Una nueva teoría ha reavivado el debate sobre uno de los desastres más importantes del siglo pasado, y la química está en el centro de la discusión.

### La Historia del Hindenburg

Para comenzar, es necesario aclarar algunos puntos. El Hindenburg no explotó. Se prendió fuego rápidamente. Hay una diferencia. El Hindenburg, que medía 804 pies de largo, se quemó desde la parte trasera a la delantera en menos de 35 segundos; pero ni siquiera la propagación tan veloz del fuego puede llamarse “explosión”.

El Hindenburg era una aeronave enorme... más grande que cuatro dirigibles Goodyear juntos, más largo que tres Boeing 747. Su armazón de acero estaba cubierto por un material parecido a la lona. Dentro del armazón había 16 bolsas grandes que contenían el gas "más liviano que el aire" que llamamos hidrógeno. Con una densidad de 0.08988 g/l, aproximadamente 1/14 de la del aire, los objetos rellenos de hidrógeno pueden flotar

muy bien en la atmósfera. Sin embargo, el uso de hidrógeno en aeronaves implica un gran riesgo: es extremadamente inflamable. Una vez que se enciende, se quema rápidamente en el aire. De hecho, el Hindenburg había sido diseñado para usar helio, un gas inerte, pero Alemania no pudo conseguir la cantidad que se necesita para hacer funcionar una flota aérea. En ese entonces, Estados Unidos acaparaba la mayor provisión de helio del mundo. Preocupados por la creciente tensión política en Alemania por el ascenso de Hitler al poder, Estados Unidos se negaba a vender su helio.

Cuando el Hindenburg se estaba acercando a la base aeronaval de Lakehurst, atravesó una tormenta eléctrica. Cuando ésta apenas había amainado, el Hindenburg estalló en chispeantes llamas amarillas que comenzaron en la parte posterior de la aeronave y que se dispararon en el aire. La aeronave se consumió... ¡en 35 segundos! Todavía no se ha resuelto el misterio: ¿Qué encendió el hidrógeno? ¿Fue un caso de sabotaje? ¿Fue provocado por relámpagos? ¿Pudo el fuego haberse iniciado por un problema eléctrico? Las investigaciones que llevaron a cabo los gobiernos de Estados Unidos y Alemania no fueron concluyentes. La causa del desastre siguió siendo un misterio.

### **La Teoría de la Pintura Incendiaria**

En 1997, Addison Bain, ex científico de la NASA, sugirió que el desastre fue provocado por un material inflamable que se usa para sellar y aislar la cubierta de tela de la aeronave. La Teoría de la Pintura Incendiaria de Bain (IPT, según las siglas en inglés: Incendiary Paint Theory), ha reavivado el debate reciente. Bain argumenta que el Hindenburg estaba revestido con una mezcla de componentes que habitualmente se usan para fabricar bombas incendiarias. Según su teoría, estas sustancias químicas se encendieron y provocaron el desastre del Hindenburg. Sostiene que, después de todo, el hidrógeno inflamable no fue el culpable principal. Si bien su teoría tiene algo de respaldo, muchas personas dentro de la comunidad científica se mantienen escépticas. La teoría IPT de Bain se basa en dos puntos principales: el hidrógeno arde con una llama casi invisible, no como la bola de fuego amarilla que se vio; y la cubierta revestida del Hindenburg fue la causa tanto del comienzo como de la propagación del fuego. El análisis de la película que se grabó en ese momento sostiene el primer punto de Bain. La llama que se levanta por cientos de pies sobre la cola es amarilla, lo que sugiere que se está quemando algo que no es hidrógeno. También puede observarse que la

sección de la cola se mantiene flotando horizontalmente por bastante tiempo, lo que induce a pensar que los globos de hidrógeno todavía permanecían intactos.

El segundo punto de Bain es aún más convincente. La mezcla utilizada para pintar la tela contenía óxido de hierro II ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), aluminio (Al), y acetato de celulosa. Bain señala que la mezcla de aluminio y óxido de hierro es exactamente la misma mezcla utilizada para la reacción termita (véase ***ChemMatters*, febrero de 2002**), la base para algunas bombas incendiarias. Esta mezcla es muy difícil de encender, pero, una vez que se enciende, la reacción es terriblemente exotérmica.

Para probar su primer punto, Bain consiguió restos de la tela que se recuperó de 1937 y los expuso a pruebas de quemadura. Los resultados confirmaron sus sospechas: al quemarse, la tela se convirtió en una llama amarilla similar a la que se vio en la cinta del desastre del Hindenburg. Bain cree que la tormenta creó una acumulación de carga eléctrica en la superficie del Hindenburg, generando una chispa con la energía suficiente para encender el compuesto superficial de la cola de la aeronave. Las llamas se extendieron rápidamente por la superficie, lo cual consumió el Hindenburg en 34 segundos. Sostiene que el gas hidrógeno *no* fue el que inició o propagó la llama que consumió el Hindenburg.

### **IPT : Terriblemente errada**

A.J. Dessler, científico de la Universidad de Arizona y ex director del Laboratorio de Ciencias Espaciales en el Centro de Vuelos Espaciales Marshall de la NASA sugiere que la teoría de Bain es "terriblemente errada". Los argumentos de Dessler se basan en conceptos químicos de estequiometría y en la velocidad de reacción. ¿Pudo la tela del Hindenburg quemarse tan rápido sin la presencia de hidrógeno? ¿Hubo una proporción adecuada de componente químicos para sostener la reacción? La respuesta tajante de Dessler para ambas preguntas es "no". Sus datos experimentales indican que el componente de la capa de pintura no debe compararse con un "cohetes propulsante". Aun cuando algunos de los componentes son los mismos, las proporciones o estequiometrías son muy **diferentes**. De hecho, registros históricos muestran que el Hindenburg había sido golpeado por relámpagos varias veces en vuelos anteriores. Esos golpes incluso ocasionaron hoyos de quemaduras en la cubierta exterior. Sin

embargo, Dessler señala que el Hindenburg nunca reaccionó como aquel día de mayo de 1937.

Además, Dessler indica que no es posible que se haya generado una chispa con la energía suficiente para encender la mezcla de la capa protectora. En cambio, sostiene, una descarga eléctrica, posiblemente generada por una acumulación de electricidad estática de una tormenta, sí tiene suficiente energía para provocar la ignición del hidrógeno. La mayoría que ha visto la cinta grabada sobre Hindenburg dicen que parecería que se quemó desde adentro. Este hecho sugiere absolutamente que el hidrógeno fue la causa del fuego. Cuando el hidrógeno salió expulsado con gran fuerza de los globos, el oxígeno del aire se ingresó para sostener el fuego. Esta posibilidad también explicaría por qué el Hindenburg parecía mantenerse horizontal en la cinta de video. El impulso hacia delante del Hindenburg junto con las corrientes ascendentes provocadas por el hidrógeno quemándose permitió que el Hindenburg siguiera flotando. Finalmente, el hidrógeno invisible que se quemaba continuó en combustión hasta que la tela externa se prendió en fuego. Únicamente en ese momento la llama se tornó del color amarillo como se observó.

El argumento más convincente de Dessler contra la Teoría de la Pintura Incendiaria de Bain es el de la velocidad de la reacción. Aun si el Hindenburg estuviera revestido exactamente con la misma composición que el propulsor utilizó en un cohete propulsor sólido, la tela tardaría aproximadamente 12 horas en quemarse de punta a punta. El combustible de un cohete sólido no está diseñado para que queme rápidamente. Hasta una bengala tarda un minuto en quemarse por completo. Si una bengala se quemara a la misma velocidad que el Hindenburg... ¡tardaría cuatro centésimos de segundo! Muy poco tiempo para disfrutar del espectáculo.

Por ende, la conclusión de Dessler es que la capa protectora de tela por sí sola no puede haber causado el fuego que quemó tan rápidamente el Hindenburg, y que la teoría de Bain simplemente no tiene respaldo experimental.

A la misma conclusión se llegó en el popular programa del Discovery Channel, "Cazadores de Mitos". En un programa emitido en enero del 2007, el audaz equipo científico exploró la teoría de la pintura incendiaria y la teoría del hidrógeno. Con dos modelos en escala 1:50, demostraron que, mientras fue posible una reacción termita en

el recubrimiento del Hindenburg y haciendo propagar el fuego rápidamente, el hidrógeno fue el combustible principal. El modelo se quemó el doble de rápido cuando lo llenaron de hidrógeno en lugar de gases inertes y generó un fuego que se parecía mucho al que se observa en la cinta del noticiero. Sólo con la ayuda del hidrógeno el fuego pudo salir por el frente al igual que pasó con el Hindenburg. El resultado del programa fue que el mito de la Teoría de la Pintura Incendiaria de Bain fue "Derrocada".

¿Es esa la última palabra? Incluso los Cazadores de Mitos aceptarían que en la ciencia nunca hay una palabra *final*. Siempre hay información nueva, descubrimientos nuevos y nuevas líneas de pensamiento en el horizonte. Podemos estar de acuerdo en una explicación bastante factible del desastre del Hindenburg. Pero tenemos que prepararnos para "derrocarla" como tantas otras. Eso es lo que hace interesante a la ciencia.

## Referencias

Stacey, Tom. *El Hindenburg*, Lucent Books, San Diego, 1990.

"El Fuego del Hindenburg: ¿Hidrógeno o Pintura Incendiaria?" A.J. Dessler D. E. Overs, W. H. Appleby, *Vuelo Flotante* 52, #2 y 3, enero/febrero y marzo/abril de 2005, páginas 1-11.

Dessler, A.J. "El Hindenburg y el Fuego por Hidrógeno: Terribles errores en la Teoría de la Pintura Incendiaria de Bain". Laboratorio Planetario y Lunar, Universidad de Arizona, Tucson, 3 de junio de 2004, 2004., <http://spot.colorado.edu/~dziadeck/zf/LZ129fire.pdf>

**Tim Graham** enseña química en la Escuela Secundaria Roosevelt en Wyandotte, MI. Su artículo más reciente en *ChemMatters* fue "Tesoros Hundidos Insólitos", que fue publicado en diciembre de 2006.

## ¡Ignición!

Las naves espaciales de la NASA se lanzan al espacio con la potencia de dos cohetes propulsores líquidos y un tanque externo.

El Cohete Propulsor Sólido contiene:

69.6% de perclorato de amonio ( $\text{NH}_4\text{ClO}_4$ ), que sirve como oxidante;

16% de metal de aluminio (Al), un componente de combustible;

12% de ligante de caucho, para mantener los componentes sólidos unidos;

2% de agente de curado, utilizado para garantizar una mezcla homogénea para una velocidad de encendido propicia; y

0.4% de óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), el catalizador para la reacción entre el aluminio y la sal de perclorato.

**Una receta típica para fabricar una bengala puede tener los siguientes elementos:**

70% de clorato de potasio ( $\text{KClO}_3$ ), el oxidante;

15% de metal de aluminio (Al), un componente de combustible (agente reductor) y...

15% de dextrosa (hidrato de carbono derivado del almidón de maíz) que actúa como un ligante y contribuye al combustible.

Sin duda, los componentes del Cohete Propulsor Sólido y de las bengalas son los mismos que se utilizaron para pintar la cubierta de tela del Hindenburg. ¿Misterio resuelto? Quizás.