



07/08/2020

Supersónico

TXT [Ale Hacker](#)

¿Cómo funciona una onda de choque? ¿Por qué se hizo esa nube enorme en Beirut?

El pasado martes 4 de agosto a las 18:08 (hora local) ocurrió una explosión masiva en el Puerto de Beirut, la capital de Líbano, cuyo daño se extendió por sobre la mitad de la ciudad, dejando al menos 157 muertos y más de 5000 heridos. **La explosión produjo un cráter de destrucción de 120 metros en la costa de Beirut y se sintió hasta unos 240 kilómetros de distancia**, convirtiéndose en una de las explosiones no-nucleares más grandes de la historia.

Momentos después, las redes sociales en todo el planeta se llenaron de los videos de la explosión filmados por testigos.



Todos los videos comienzan con una columna de humo proveniente de un incendio que se generó en el almacén 9 del puerto. Hasta ahora no se conocen las causas de este incendio inicial pero en el depósito había fuegos artificiales, lo cual explica los flashes de luz que se ven en medio del humo al comienzo de algunas filmaciones.

Pero lo sorprendente aparece unos segundos después. La secuencia es la misma en cada video: una explosión totalmente repentina hace aparecer casi instantáneamente una torre de humo rojo-anaranjado que de inmediato es seguida de una nube esférica que se expande en todas direcciones. **Hasta acá todo esto en el más puro silencio.** Las personas que están filmando todo esto ven la explosión. Recién unos segundo después, la sienten. ¿Qué fue lo que pasó? ¿Cómo se explica lo que se muestra en los videos?

Ondas de choque

La gran explosión se soltó cuando el incendio inicial llegó hasta el almacén 12, detonando 2750 toneladas de **nitrato de amonio** que estaban allí almacenados. Este compuesto químico es generalmente utilizado tanto en fertilizantes como en explosivos de alto poder y se lo conoce como protagonista de muchos desastres tanto accidentales como intencionales de los últimos 100 años. El nitrato de amonio (NH_4NO_3) se detona en dosis medias o altas, en presencia de sustancias combustibles o fuentes intensas de calor (el fuego en este caso) que desestabilizan las moléculas del compuesto y lo hacen reaccionar liberando energía y produciendo gases, entre ellos, dióxido de nitrógeno (NO_2), el cual tiene el característico color rojo anaranjado de la torre de humo que se ve en los videos.

¿Pero qué fue lo que hizo que esta explosión sea tan especial y tan destructiva? La alta velocidad a la que ocurrió la combustión del nitrato de amonio produjo un fenómeno físico muy particular conocido como **ondas de choque (shockwaves)**, las cuales también

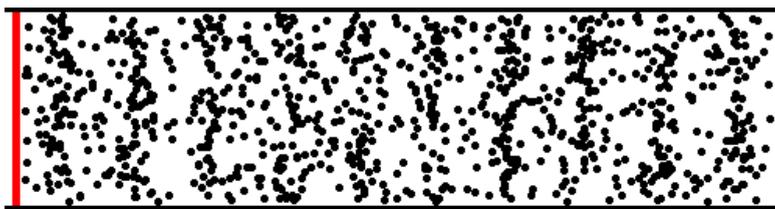
están presentes en vuelos de aviones supersónicos, tormentas eléctricas, meteoritos y hasta supernovas.

Supersónico

El aire de la atmósfera, como cualquier medio gaseoso, líquido o sólido, es un sistema que se puede describir según sus propiedades termodinámicas, como la temperatura, la presión, la densidad, etc. Por lo general, estas magnitudes varían de manera continua en el espacio. Esto quiere decir que si en una parte del planeta hay una temperatura de 15° y en otra parte hacen 33°, el aire en el medio pasa por todas las temperaturas intermedias que conectan ambos puntos.

Cuando un objeto se mueve a través de un fluido (como la atmósfera), se produce un cambio en la presión y la densidad del medio que se propaga en todas las direcciones.

Si muevo mi mano, por ejemplo, las moléculas del aire se desvían alrededor buscando restablecer el equilibrio que muy descaradamente rompí. Si yo hablo, el cambio en el aire es generado por mi sistema vocal. En ambos casos estoy generando fluctuaciones de presión en el aire. **Estas variaciones de presión que se propagan como ondas son lo que llamamos sonido.** Así, alguien frente a mí me va a escuchar si le hablo porque los cambios de presión viajan por el aire y llegan hasta sus oídos. Sin embargo no va a escuchar el movimiento de mi mano ya que la perturbación que generé con ella no llega a ser una onda como para que el oído la capte. **La velocidad a la que se dispersan estas ondas de presión, la velocidad del sonido, depende del medio en el que esté inmerso.** En el aire terrestre, a nivel del mar es de aproximadamente 343 m/s.



Propagación de ondas de sonido. La fuente emisora empuja las partículas generando ondas de presión y densidad en el medio.

Pero ¿qué pasa si hay algo que se mueve más rápido que la velocidad del sonido? Esto es posible y sucede con las balas de fusil o aviones supersónicos, por ejemplo. En este caso primero llega el objeto y luego la onda acústica, y este efecto genera las llamadas ondas de choque, que se pueden pensar como una superficie que se expande separando al aire en dos regiones, la región que está en contacto con el móvil y el resto del aire que está en reposo. De un lado del frente expansivo el aire tiene una determinada presión, temperatura y densidad, y del otro lado pasa abruptamente a otros valores de estas magnitudes.

Lo que pasó en el puerto de Beirut fue que la detonación liberó gases a una velocidad mayor que la velocidad del sonido y este gas se expandió formando ondas de choque

supersónicas que transportaron el violento cambio de presión del aire extendiéndose hasta 240 kilómetros, destruyendo edificios en las zonas más cercanas y explotando vidrios y techos a medida que se expandía.

La nube esférica

Las ondas de choque no sólo se pueden escuchar y sentir con el cuerpo, sino que también se pueden ver a la distancia. La razón de esto es la gran nube esférica que se expande en los videos tras la explosión. **El frente de la onda de choque transporta un salto abrupto tanto en la presión como en la temperatura**, y de esta manera el gas que atraviesa el frente se enfría rápidamente. Si la temperatura cae debajo de su punto de saturación, el agua presente en el aire se condensa rápidamente en vapor formando la nube esférica que se ve en el video, también llamada **nube de Wilson**. Esta nube crece en todas direcciones acompañando la onda expansiva pero como el efecto en la presión se reduce a medida que la onda se expande, la nube de vapor tiene un radio limitado. Cuando la presión y la temperatura vuelven a la normalidad, la nube se disipa.

<http://www.youtube.com/watch?v=Ta14puDV0VI>

En los vuelos supersónicos también aparecen nubes de condensación.

Cuantificar la destrucción

La cantidad de energía liberada en una explosión (y con ella, su poder destructivo) se suele cuantificar según su equivalente en la detonación de toneladas de TNT y se puede determinar mediante aspectos de la explosión, como por ejemplo el tamaño del cráter que dejan tras ellas. **La detonación en Beirut tuvo una energía explosiva de 2,2 kilotones, es decir, lo mismo que 2200 toneladas de TNT**. Como referencia, las bombas nucleares (otro tipo mucho más potente de explosión) detonadas en Hiroshima y Nagasaki en 1945 explotaron con 16 y 22 kilotones de energía respectivamente.

No se sabe aún si se trató de un accidente o si hubo algún tipo de intencionalidad. Pero cuando el punto de referencia para entender la magnitud de una explosión son dos bombas nucleares, podemos por lo menos afirmar que no se trata de un incidente menor.

elgatoylacaja.com/noticias/supersonico

