



# Guía Conceptual de Física

## Tema: Efecto Doppler.

### Montoya

Extracto De Wikipedia, la enciclopedia libre

Alguna vez esperando cruzar una calle hemos escuchado el sonido de de una sirena de un vehículo, recordaremos como va cambiando el sonido a medida que el móvil se nos acerca, y especialmente el cambio del tono, justamente cuando acaba de pasarnos. Si hubiésemos viajado en el coche no hubiéramos observado este cambio. Cuando una fuente de sonido en movimiento se nos acerca, apreciamos un aumento en la frecuencia. El tono nos parece más agudo. En cambio si se nos aleja, disminuye. *Johann Doppler (1803-1853)* estudió este fenómeno físico, por este motivo, este fenómeno recibe el nombre de "efecto Doppler". Las ondas de radio que son muy diferentes presentan un efecto parecido. Si una fuente de radio en movimiento se nos acerca observamos un aumento de la frecuencia (frecuencia aparente). Todo lo contrario si se nos aleja. La distancia en la que ocurre este hecho con respecto al receptor, incide inversamente en el valor del efecto Doppler. Con respecto a la frecuencia de emisión es directamente proporcional.

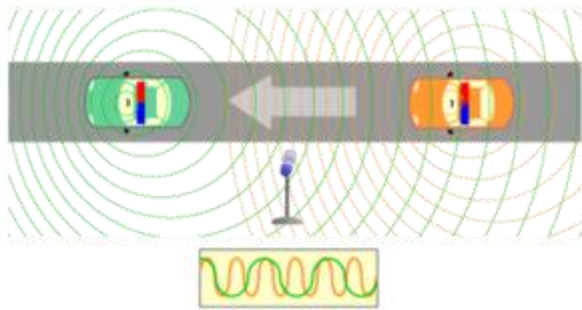
### Efecto Doppler



**Efecto Doppler**, llamado así por el austríaco [Christian Doppler](#) consiste en la variación de la [longitud de onda](#) de cualquier tipo de [onda](#) emitida o recibida por un objeto en movimiento. Doppler propuso este efecto en [1842](#) en una monografía titulada *Über das farbige Licht der Doppelsterne und einige andere Gestirne des Himmels* ("Sobre el color de la luz en estrellas binarias y otros astros").

Su hipótesis fue investigada en [1845](#) para el caso de ondas sonoras por el científico holandés [Christoph Hendrik Diederik Buys Ballot](#), confirmando que el tono de un sonido emitido por una fuente que se aproxima al observador es más agudo que si la fuente se aleja. [Hippolyte Fizeau](#) descubrió independientemente el mismo fenómeno en el caso de

ondas electromagnéticas en 1848. En Francia este efecto se conoce como "Efecto Doppler-Fizeau".



Un micrófono inmóvil registra las sirenas de los policías en movimiento en diversos tonos dependiendo de su dirección relativa.

En el caso del **espectro visible** de la **radiación electromagnética**, si el objeto se aleja, su luz se desplaza a longitudes de onda más largas, desplazándose hacia el rojo. Si el objeto se acerca, su luz presenta una longitud de onda más corta, desplazándose hacia el azul. Esta desviación hacia el rojo o el azul es muy leve incluso para velocidades elevadas, como las velocidades relativas entre estrellas o entre galaxias, y el ojo humano no puede captarlo, solamente medirlo indirectamente utilizando instrumentos de precisión como **espectrómetros**. Si el objeto emisor se moviera a fracciones significativas de la **velocidad de la luz**, entonces sí sería apreciable de forma directa la variación de longitud de onda.

Sin embargo hay ejemplos cotidianos de efecto Doppler en los que la velocidad a la que se mueve el objeto que emite las ondas es comparable a la velocidad de propagación de esas ondas. La velocidad de una ambulancia (50 km/h) puede parecer insignificante respecto a la **velocidad del sonido** al nivel del mar (unos 1.235 km/h), sin embargo se trata de aproximadamente un 4% de la velocidad del sonido, fracción suficientemente grande como para provocar que se aprecie claramente el cambio del **sonido** de la sirena desde un tono más agudo a uno más grave, justo en el momento en que el vehículo pasa al lado del observador.

## Álgebra del efecto Doppler en ondas sonoras

### Observador acercándose a una fuente.

Imaginemos que un observador O se mueve con una velocidad  $v_o$  que tiene una dirección y sentido hacia una fuente S que se encuentra en reposo. El medio es aire y también se encuentra en reposo. La fuente emite un sonido de velocidad  $v$ , frecuencia  $f$  y longitud de onda  $\lambda$ . Por lo tanto, la velocidad de las ondas respecto del observador no será  $v$ , sino la siguiente

$$v' = v + v_o$$

Sin embargo, no debemos olvidar que como la velocidad del medio no cambia, la longitud de onda será la misma, por lo tanto, si:

$$v = f \cdot \lambda \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda}$$

Pero como mencionamos en la primera explicación, el observador al acercarse a la fuente oirá un sonido más agudo, esto implica que su frecuencia es mayor. A esta frecuencia mayor captada por el observador se la denomina frecuencia aparente, que la denominamos  $f'$ .

$$f' = \frac{v'}{\lambda} = \frac{v + v_o}{\lambda} = \frac{v}{\lambda} + \frac{v_o}{\lambda} = f + \frac{v_o}{\lambda} = f \cdot \left(1 + \frac{v_o}{f \cdot \lambda}\right) = f \cdot \left(1 + \frac{v_o}{v}\right)$$

El observador escuchará un sonido de mayor frecuencia debido a que  $\left(1 + \frac{v_o}{v}\right) \geq 1$

### Observador alejándose de una fuente

Analicemos el caso contrario: cuando el observador se aleja de la fuente, la velocidad será  $v' = v - v_o$  y de manera análoga podemos deducir que  $f' = f \cdot \left(1 - \frac{v_o}{v}\right)$

### Fuente acercándose al observador

En este caso la frecuencia aparente percibida por el observador será mayor que la frecuencia real emitida por la fuente, lo que genera que el observador perciba un sonido más agudo.

Por tanto, la longitud de onda percibida para una fuente que se mueve con velocidad  $v_s$  será:

$$\lambda' = \lambda - \Delta\lambda$$

Como  $\lambda = \frac{v}{f}$  podemos deducir que:

$$f' = \frac{v}{\lambda'} = \frac{v}{\lambda - \frac{v_s}{f}} = \frac{v}{\frac{v}{f} - \frac{v_s}{f}} = f \cdot \left(\frac{v}{v - v_s}\right)$$

## Fuente alejándose del observador

Haciendo un razonamiento análogo para el caso contrario: fuente alejándose; podemos concluir que la frecuencia percibida por un observador en reposo con una fuente en movimiento será:

$$f' = f \cdot \left( \frac{1}{1 \pm \frac{v_s}{v}} \right)$$

Cuando la fuente se acerque al observador se pondrá un signo (-) en el denominador, y cuando la fuente se aleje se reemplazará por (+).

Al terminar de leer lo anteriormente expuesto surge la siguiente pregunta: ¿Qué pasará si la fuente y el observador se mueven al mismo tiempo?. En este caso particular se aplica la siguiente fórmula, que no es más que una combinación de las dos:

$$f' = f \cdot \left( \frac{v \pm v_o}{v \mp v_s} \right)$$

Los signos  $\pm$  y  $\mp$  deben ser aplicados de la siguiente manera: si el numerador es una suma, el denominador debe ser una resta y viceversa.

### Ejemplo

Un observador se mueve a una velocidad de 42 m/s hacia un **trompetista** en reposo. El trompetista está tocando (emitiendo) la nota **La** (440 Hz). ¿Qué frecuencia percibirá el observador, sabiendo que  $v_{sonido} = 343$  m/s?

Solución: Si el observador se acerca hacia la fuente, implica que la velocidad con que percibirá cada frente de onda será mayor, por lo tanto la frecuencia aparente será mayor a la real (en reposo). Para que esto ocurra debemos aplicar el signo (+) en la ecuación.

$$f' = f \cdot \left( 1 \pm \frac{v_o}{v} \right)$$

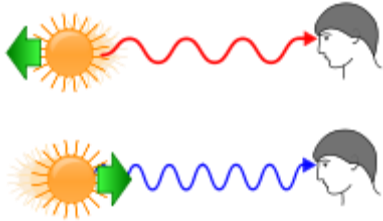
$$f' = 440 Hz \cdot \left( 1 + \frac{42 m/s}{340 m/s} \right)$$

$$f' = 494,353 Hz$$

En este caso particular, el trompetista emite la **nota La** a 440 Hz; sin embargo, el observador percibe una nota que vibra a una frecuencia de 494,353 Hz, que es la frecuencia perteneciente a la nota **Si**. Musicalmente hablando, el observador percibe el sonido con un **tono** más agudo del que se emite realmente.

# Efecto Doppler relativista

De Wikipedia, la enciclopedia libre



En **física**, el **efecto Doppler relativista** es el cambio observado en la **frecuencia** de la **luz** procedente de una fuente en movimiento relativo con respecto al observador. El efecto Doppler relativista es distinto del **efecto Doppler** de otro tipo de ondas como el **sonido** debido a que la **velocidad de la luz** es constante para cualquier observador independientemente de su estado de movimiento. El efecto Doppler relativista requiere para su explicación el manejo de la **teoría de la relatividad especial**.

El cambio en frecuencia observado cuando la fuente se aleja viene dado por la siguiente expresión:

$$f_o = f_s \sqrt{\frac{1 - v/c}{1 + v/c}},$$

donde:

$f_o$  = **frecuencia** observada,


$f_s$  = frecuencia emitida,

$v$  = velocidad relativa, positiva cuando el emisor y el observador se alejan entre sí,

$c$  = **velocidad de la luz**

El efecto Doppler relativista no difiere del efecto Doppler normal a velocidades de desplazamiento muy inferiores a las de la luz. Pero a diferencia del efecto Doppler clásico, cuando el objeto se mueve con respecto del emisor en una dirección diferente a la de unión entre ambos se puede definir un efecto Doppler transversal y un efecto Doppler lateral.

## Enlaces externos

-  [Wikimedia Commons](#) alberga contenido multimedia sobre **Efecto Doppler relativista**.
- [Doppler Relativista longitudinal y transversal](#)

Obtenido de "[http://es.wikipedia.org/wiki/Efecto\\_Doppler\\_relativista](http://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_Doppler_relativista)"

Categorías: [Fenómenos electromagnéticos](#) | [Relatividad](#) | [Efecto Doppler](#)