

A photograph of a red train at a subway station platform. The train is stopped, and several people are visible inside and outside the open doors. The platform is tiled with a grid pattern and has a yellow safety line. The background shows the curved, white ceiling of the station. The overall scene is captured with a slight motion blur, particularly on the people walking on the platform, which emphasizes the concept of relative motion.

# Movimiento Relativo

Por: Juan Piloña



# Índice

Introducción	3
Movimiento Relativo	5
Curiosidades	13
Análisis de los datos	25
Movimiento relativo en el fútbol	26
Glosario	28



Anteriormente en el parque, hablamos con Mariana, Alejandra, Francisco y Mario acerca del movimiento relativo.

¿Te recuerdas?

Hoy es un día domingo, lluvioso, típico de estos meses. Me encuentro despejado y quisiera profundizar el tema.

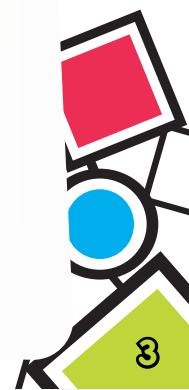
¿Te atreves?

Decimos que un movimiento es relativo cuando un objeto se mueve, tiene movimiento si cambia de posición a través del tiempo. El movimiento es relativo porque depende del punto de referencia desde donde se mide.

Un ejemplo: Es la persona y el bus.

Si la persona está en la calle y se utiliza a sí mismo como punto de referencia. El bus se mueve. Si la persona está en el bus y se utiliza a sí mismo como punto de referencia. La calle se mueve.

¿Te ha pasado que estás parado esperando la luz verde en un semáforo y te asustas creyendo que tu carro se mueve, cuando en realidad es el carro vecino el que se está moviendo?



No existe ningún punto de referencia absoluto, por lo tanto todo movimiento es relativo.

Para describir el estado de movimiento de un cuerpo es necesario establecer un marco de referencia, pues tanto el reposo como el movimiento tienen un carácter relativo.

Por ejemplo si nos encontramos parados en la calle, consideramos a los árboles y edificios en estado de reposo con respecto a nosotros; en cambio, para nosotros mismos, las personas que viajan en un carro guardan un estado de movimiento. Pero si viajamos en el carro, podemos considerar que las personas y los objetos que van con nosotros permanecen en reposo y que los árboles y edificios son los que se mueven.

Así un mismo cuerpo puede estar en reposo o movimiento con respecto al marco de referencia; por lo tanto, para analizar y describir el movimiento de un cuerpo, es necesario especificar una relación con que otros objetos.





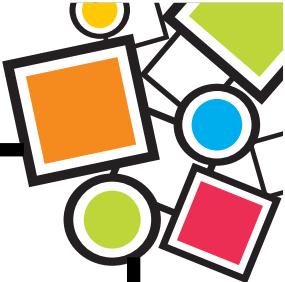
En todo problema de MOVIMIENTO RELATIVO (MR) tienes que identificar tres personajes:

El primero de ellos es un observador "fijo".



El segundo personaje es un espacio, un lugar, un medio, que se mueve con velocidad constante en la Tierra.

Este espacio tiene la particularidad de permitir movimientos adentro suyo.



Ejemplos típicos son:

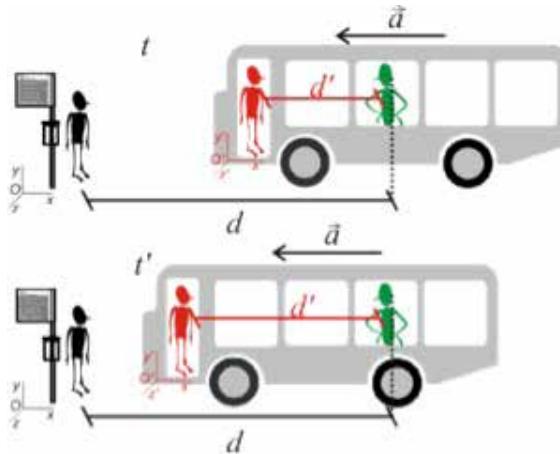
Un río, que se mueve respecto de la Tierra y permite que adentro haya barcos, lanchas y nadadores;

El aire, que al moverse se llama viento y permite que aves, aviones y superhéroes vuelen a su gusto y antojo (valga la redundancia).

Un tren, que se mueve en las vías y permite que un vendedor lo recorra de una punta a la otra vendiendo chicles y gaseosas.

Es conveniente que este espacio móvil lleve adentro un sujeto quieto; por ejemplo: si es un río, un tipo en una balsa; si es el aire, una persona en un globo aerostático; si es un tren, una señorita sentada.





Fíjate que en los tres ejemplos, este observador “quieto” tiene la misma velocidad que el espacio móvil que lo contiene: a este lo suelen llamar el observador móvil, se entiende por qué. Es el personaje hecho persona.



El tercer personaje de estas historias es el móvil propiamente dicho, aquel cuya posición o velocidad en el tiempo queremos describir. En nuestros ejemplos podría ser un avión, una lancha, una persona que vende chicles o lo que sea.

Resumamos:

- Personaje 1: El observador.
- Personaje 2: El espacio en que se mueve.
- Personaje 3: El objeto.

Veamos algunos ejemplos:

Un carro viaja a una razón de 60 km/h y pasa a otro que marcha a 45 km/h. ¿Cuál es la velocidad del primero respecto al segundo?





1. Identifica y anota claramente los conceptos involucrados.

DATOS
$v_1 = 60 \text{ km/h}$
$v_2 = 45 \text{ km/h}$
$v_1$ respecto a $v_2$

2. Plantea el problema.

Observa que utilizaremos la siguiente fórmula:

$$v_r = v_1 - v_2$$

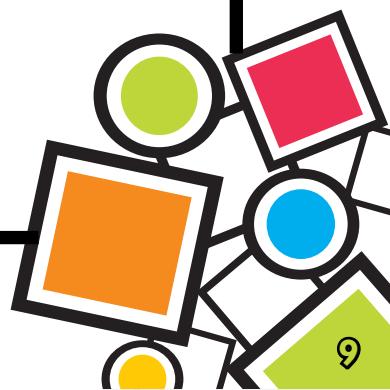
3. Ejecuta la solución del problema.

$$v_r = v_1 - v_2$$

$$v_r = 60 \text{ km/h} - 45 \text{ km/h}$$

$$v_r = 15 \text{ km/h}$$

4. Evalúa la respuesta.



### Otro ejemplo:

Un avión marcha de norte a sur con una velocidad de 280 km/h. Si sopla viento de sur a norte a razón de 85 km/h. ¿Cuánto tiempo tarda el avión para cubrir una distancia de 800 km?

1. Identifica y anota claramente los conceptos involucrados.

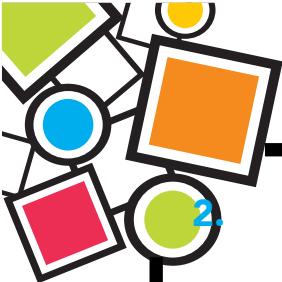
#### DATOS

$$v_{\text{Avión}} = 280 \text{ km/h}$$

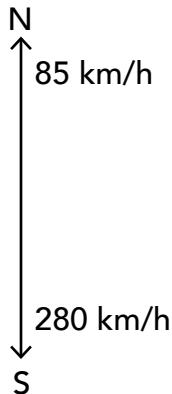
$$v_{\text{viento}} = 85 \text{ km/h}$$

$$x = 800 \text{ km}$$

$$t = ?$$



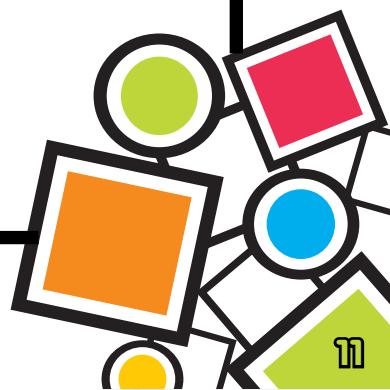
2. Plantea el problema.

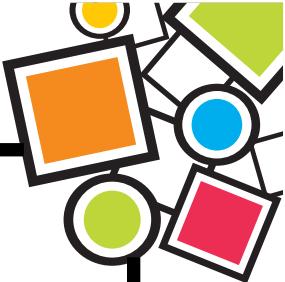


Primero debemos hallar la velocidad relativa y luego el tiempo. Utilizaremos:

$$v_r = v_1 - v_2$$

$$v = \frac{x}{t}$$





3. Ejecuta la solución del problema.

$$v_r = v_1 - v_2$$

$$v_r = 280 \text{ km/h} - 85 \text{ km/h}$$

$$v_r = 195 \text{ km/h}$$

$v = \frac{x}{t}$  despejemos para t.

$$t = \frac{x}{v}$$

$$t = (800 \text{ km/h}) / (195 \text{ km/h})$$

$$t = 4.1026 \text{ h}$$

4. Evalúa la respuesta.



## CURIOSIDADES

La ley de suma de velocidades del movimiento relativo es otra de las proezas de Galileo Galilei. Este estudio construye los cimientos de una revolución del conocimiento. En época de Galileo todavía se discutía si la Tierra estaba quieta o no. Si se movía o sea si tenía una velocidad no nula, esa velocidad debía sumarse automáticamente a la velocidad de cualquier móvil que anduviese sobre ella. De no ser así, la Física habría estado en serios problemas.

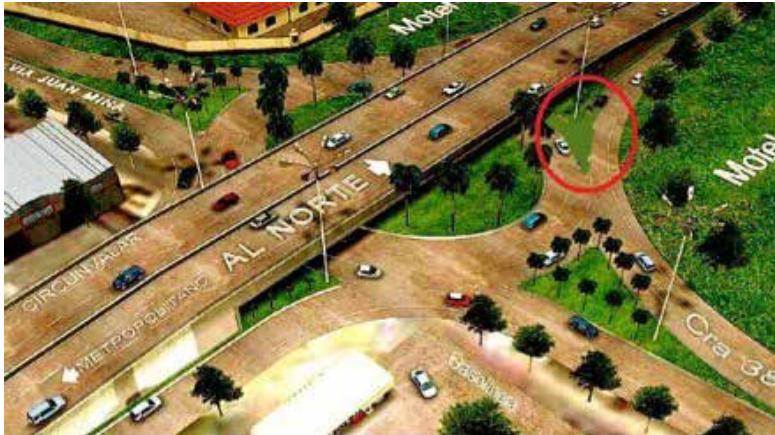
### **Analicemos la teoría.**

¿Qué tipo de movimiento es el correspondiente a una persona que se mueve dentro de un carro?

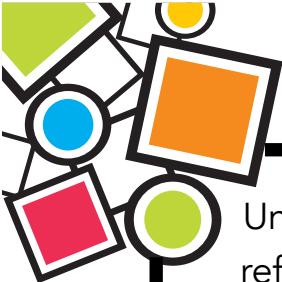
Para una persona que viaja dentro del carro, su asiento permanece en reposo.



Para un observador situado en la calle, fuera del carro, en la calle, el asiento se mueve a la misma velocidad que el carro. Entonces, ¿se mueve o no se mueve el asiento?



Desde lo alto del mástil de un barco se deja caer una piedra. ¿Cómo será el movimiento de la piedra según un observador situado en un punto de la cubierta del barco y según otro observador que se encuentra en un punto de la playa?



Un observador situado en el propio barco (sistema de referencia) verá que la piedra cae verticalmente hasta llegar a la base del mástil.

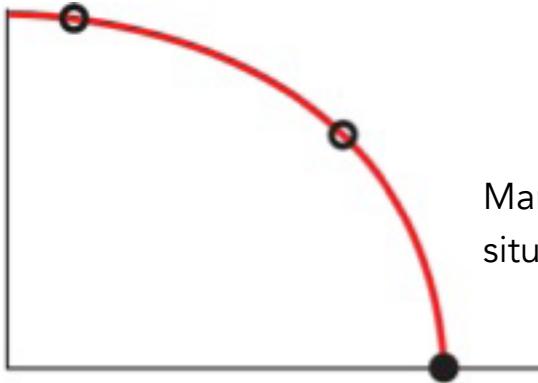
Sin embargo, si cambiamos de sistema de referencia y nos situamos en la playa, hemos de tener en cuenta que la piedra, respecto a ese nuevo sistema de referencia, se mueve solidariamente con el barco, es decir, lleva su misma velocidad.

Por tanto, la piedra, a la vez que cae, se traslada respecto a la persona que la observa desde la playa.



Marco de referencia situado en el barco.





Marco de referencia  
situado en la playa.

¿Ves la diferencia desde el punto de referencia?

Ya sé....te estarás preguntando ¿y para qué sirve eso? ¿En qué se usa? Déjame explicarte un ejemplo práctico, que te servirá para relajarte y divertirte un poco.

En el caso de las multas impuestas por nuestras autoridades de tránsito, ellos utilizan herramientas especiales para determinar la velocidad, colocándose con un aparato especial sobre un punto de referencia.



La velocidad se expresa en kilómetros por hora tal y como lo hemos visto a lo largo de nuestro estudio. Podemos determinar dos tipos de velocidad: la velocidad en un punto o velocidad instantánea y la velocidad de viaje. La velocidad instantánea es aquella referida a un lugar determinado bajo ciertas condiciones en ese momento. Esta velocidad es la que se mide por parte de las autoridades de tránsito.

**Velocidad de operación:** corresponde a la velocidad del percentil 85. ¿Qué es la velocidad del percentil 85? Es aquella velocidad bajo la cual circula el 85% de los vehículos cuando no existe congestionamiento.

En base a ella se fija el parámetro; cualquier carro con mayor velocidad a esta será sancionado.





**Velocidad de diseño:** corresponde a la máxima velocidad a la que un vehículo puede circular en condiciones de flujo libre, con seguridad teóricamente total.

**Velocidad límite legal:** es de 60 km/h en el ámbito urbano y de 120 km/h en el interior, en carretera.

Es importante que sepas que la mayoría de carreteras en Guatemala fueron construidas hace muchos años. No están diseñadas para recorrerlas a altas velocidades. No te dejes engañar por algunas que parecen nuevas. Se cambió el asfalto y probablemente se ampliaron.....pero el diseño sigue siendo el mismo.

**Objetivos con los que se realiza:**

- Nos permite conocer la tendencia o comportamiento del tráfico.
  - Saber la velocidad en un sitio determinado para establecer límites.
  - Establece zonas para adelantar.

- Estudios de accidentes.
- Localización de señalizaciones.
- Selección de elementos para el diseño geométrico.
- Evaluar las capacidades, calcular los ciclos de los semáforos, etc.

### ¿Cómo se realiza?

Los estudios de velocidad son efectuados, generalmente, en secciones rectas, a nivel de la carretera y lejos de intersecciones en los caminos. Asimismo, en lugares específicos de acuerdo a los requerimientos.



La hora en que se deben efectuar depende del propósito del estudio. Un estudio general para determinar límites de velocidad podría efectuarse en las



horas que no sean de máxima demanda.

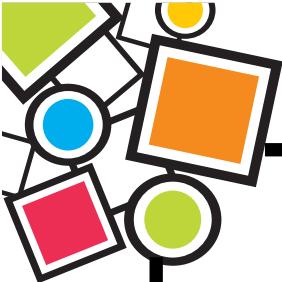
Cuando el volumen vehicular es bajo, es conveniente tomar datos en más de un día. Ya que los datos que tomes, pueden no ser muy significativos.

Los elementos necesarios para efectuar un estudio manual de velocidad son: una pistola de medir, un cronómetro, un formulario especial y dos observadores.

Cuando el estudio se efectúa con un radar, sólo el formulario será necesario.

Un estudio de velocidad instantánea (manual, radar o sensores) requiere de una muestra mínima para que satisfaga requerimientos estadísticos mínimos:


$$M = \left( \frac{SK}{E} \right)^2$$



Donde:

M = muestra mínima

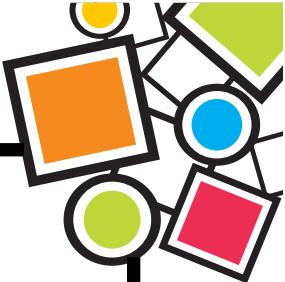
S = desviación estándar

K = constante para nivel de confiabilidad

E = error permitido

El valor de S se puede considerar igual a 8.0. Este valor corresponde a un valor medio observado en estudios de velocidad urbanos.

La constante K depende de la probabilidad que la velocidad media estimada sea la real:



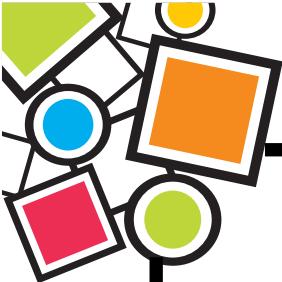
Constante	% N.C.
1.0	68.3
1.5	86.5
1.64	90.0
1.96	95.0
2.00	95.5
2.5	98.8
2.58	99.0
3.0	99.7

El valor de E depende de la precisión requerida para el valor medio de la velocidad. El error permitido corresponde a un valor positivo y negativo, por ejemplo + 1.0 Kph.

La muestra mínima no puede ser inferior a treinta observaciones.

Si el estudio busca determinar un percentil determinado de la velocidad, la muestra tendrá la siguiente expresión:

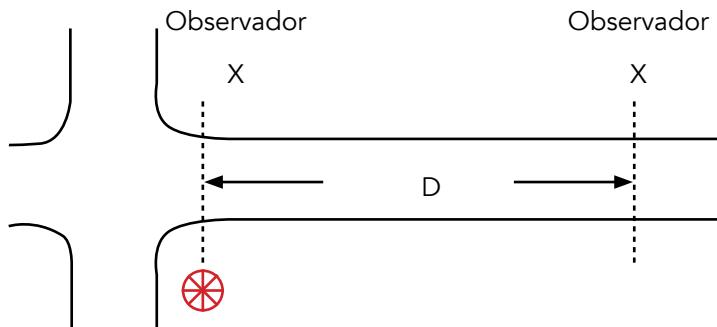



$$N = \frac{S^2 K^2 (2+U)^2}{(2E)^2}$$

Donde:  $U = 1.04$  para 15 u 85 percentil

1.64 para 5 ó 95 percentil

Una vez determinado el número de observaciones mínimo y el lugar donde se efectúa el estudio, se deberá determinar exactamente los puntos donde se instalarán los observadores. La distancia que los separará está dada por la velocidad de los vehículos. En las áreas urbanas esta distancia es de 40 metros aproximadamente.





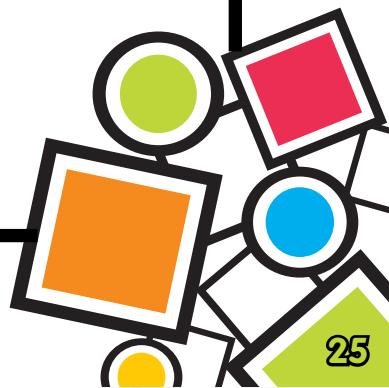
Uno de los observadores hará una señal cuando el bumper delantero del vehículo pasa frente a él; en ese momento el segundo observador pondrá en funcionamiento su cronómetro hasta que el bumper delantero lo enfrente. El tiempo observado, medido en segundos se anotará en la hoja de observaciones para posteriormente determinar la velocidad, asimismo, deberá anotar el tipo de vehículo y el número de ocupantes.

Para un estudio de velocidad de recorrido y de viaje se pueden usar los siguientes métodos: medición directa (similar a velocidad instantánea manual), método de las patentes, método del vehículo flotante, método del seguimiento y filmación de flujo.

## ANÁLISIS DE LOS DATOS

Todos los datos arriba del percentil que se estipuló en el inicio, serán penalizados con una multa.

En otros países, la primera toma de velocidad no es suficiente para determinar una multa, por lo que se consideran los valores de varios radares cercanos y estos emiten una velocidad media para determinar si de acuerdo al percentil fijado, se emite o no una multa.



# EL MOVIMIENTO RELATIVO EN EL FUTBOL

## El gol imposible de Roberto Carlos



Si tuviste la oportunidad de ver este gol en la televisión o en repetición vía internet te imaginaras que tanto Roberto Carlos, como Fabian Barthez o algún hincha en el estadio no tuvieron la misma imagen cuando se ejecutó el tiro libre.



## ¿Sabes por qué?

Dado que el movimiento es relativo en función del punto de referencia.

¿Te ha ocurrido que has visto un “golazo” que te deja impactado y cuando ves la repetición.....no era tan bueno? La culpa la tiene de nuevo el marco de referencia, en este caso del camarógrafo que captó la imagen. Depende del punto en dónde esté ubicado.



# GLOSARIO

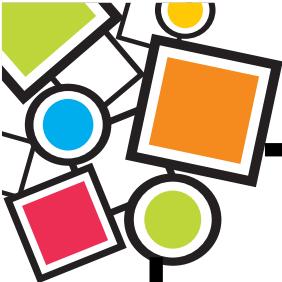
**Confiabilidad:** Se puede definir como la capacidad de un producto de realizar su función de la manera prevista.

**Desviación Estándar:** La desviación estándar o desviación típica (denotada con el símbolo  $\sigma$  o  $s$ , dependiendo de la procedencia del conjunto de datos) es una medida de dispersión para variables de razón (variables cuantitativas o cantidades racionales) y de intervalo. Se define como la raíz cuadrada de la varianza.

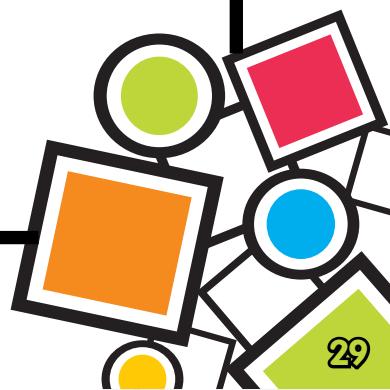
**Movimiento:** Puede definirse como el cambio de posición de los cuerpos desde un punto de referencia. Al cuerpo que se mueve se le llama móvil.

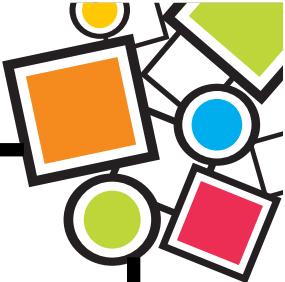
**Muestra:** La muestra es una representación significativa de las características de una población, generalmente no superior al 5%.

**Observador:** Es cualquier ente capaz de realizar mediciones de magnitudes físicas de un sistema físico para obtener información sobre el estado físico de dicho sistema.



**Relativo:** Se refiere a todo hecho que no tiene absolutismo, sino que tiene distintos condicionantes que pueden causar cambios sobre el tenor de su esencia, o bien poder alterar las condiciones en las cuales se esté trabajando.





Por: Juan Piloña  
Palabras: 2,200  
Imágenes: Depositphotos  
Fuentes:

[hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/relmot.html](http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/relmot.html)  
Ortega, Manuel R. (1989-2006) (en español). Lecciones de Física (4 volúmenes). Monytex. ISBN 84-404-4290-4, ISBN 84-398-9218-7, ISBN 84-398-9219-5, ISBN 84-604-4445-7.

Resnick, Robert & Halliday, David (2004) (en español). Física 4ª. CECSA, México. ISBN 970-24-0257-3.

Tipler, Paul A. (2000) (en español). Física para la ciencia y la tecnología (2 volúmenes). Barcelona: Ed. Reverté. ISBN 84-291-4382-3.

[www.educ.ar/sitios/educar/recursos/ver?id=14570](http://www.educ.ar/sitios/educar/recursos/ver?id=14570)