

# MOVIMIENTO RELATIVO

Cuando examinamos el movimiento de algún cuerpo u objeto, siempre describimos es su movimiento en relación a un marco o sistema de referencia en particular. Por ejemplo, supongamos que vamos a despedir a un amigo que se dispone a viajar en autobús. Conforme el autobús se aleja de la parada, observamos que nuestro amigo se mueve alejándose junto al mismo. Sin embargo, para él las cosas se perciben de forma distinta, el autobús está quieto y somos nosotros los que nos alejamos junto a la parada.

Entonces, ¿Somos nosotros los que nos movemos o es nuestro amigo? Aunque parezca increíble, ambos nos movemos, solo que la diferencia en nuestras observaciones surge de nuestros distintos marcos de referencia.

Para nuestro propósito, un sistema de referencia es un objeto físico al que adjuntamos nuestro sistema de coordenadas. En la vida cotidiana, ese objeto es el suelo. Un ejemplo es cuando la policía mide la velocidad de los conductores en una carretera o autopista, siempre hace la medición en relación con el suelo. Si el oficial se estuviera moviendo mientras la realiza, obtendría un valor para la velocidad muy diferente.

## ***MOVIMIENTO RELATIVO EN UNA DIMENSIÓN***

Sigamos con el ejemplo anterior, el policía (en el origen del sistema de referencia A) está estacionado a un costado de una carretera, mirando el auto P pasar rápidamente. María (en el origen del sistema de referencia B) está conduciendo a lo largo de la misma carretera a velocidad constante y está también mirando al auto P.

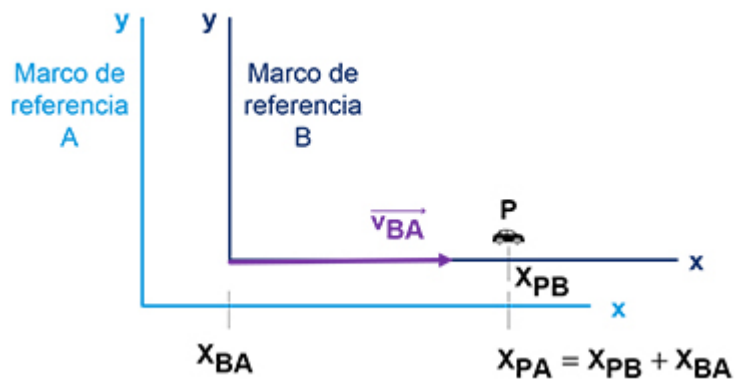


Figura 1. Movimiento relativo

en una dirección

Supongamos que ambos miden la posición del automóvil en un tiempo  $t$ , por lo tanto, se cumple que:

$$x_{PA} = x_{PB} + x_{BA} \quad (1)$$

Esta ecuación nos expresa que *la posición  $x_{PA}$  de la partícula  $P$  medida por el observador A (el policía), es igual a la posición  $x_{PB}$  de  $P$  medida por B (María), más la posición de B medida por A*. Observa en la ecuación que el primer subíndice representa lo que se observa y el segundo es quién realiza la observación.

Si derivamos la ecuación (1) respecto al tiempo, obtenemos:

Por lo tanto, los componentes horizontales de la velocidad están relacionados por:

$$v_{PA} = v_{PB} + v_{BA} \quad (2)$$

Esta ecuación no expresa que *la velocidad  $v_{PA}$  de  $P$ , medida por A, es igual a la velocidad  $v_{PB}$  de  $P$  medida por B más la velocidad  $v_{BA}$  de B medida por A*. Este último término es la velocidad del marco de referencia B relativo al marco A.

Aquí solo consideramos marcos de referencia que se mueven a velocidad constante uno con respecto al otro. En nuestro ejemplo, esto significa que María (sistema de referencia B) se mueve a velocidad constante

$v_{BA}$  relativa al policía (sistema de referencia A). El auto (nuestra partícula P) sí puede cambiar su rapidez y dirección, es decir, acelerar.

Para encontrar la relación de la aceleración del auto medida por María y el policía, derivamos con respecto al tiempo la ecuación (2).

Como  $v_{BA}$  es constante, obtenemos:

$$a_{PA} = a_{PB}$$

Lo que significa en otras palabras que *la aceleración de una partícula medida por un observador en un sistema de referencia es la misma que la medida por cualquier otro que se mueve con velocidad constante en relación con el primer sistema.*

## **MOVIMIENTO RELATIVO EN DOS DIRECCIONES**

Supongamos que nuestros observadores están de nuevo en el origen de los sistemas de referencia A y B, mientras B se mueve a una velocidad constante  $v_{BA}$  relativa a A, mirando el movimiento de una partícula P. Además, supongamos que los ejes de ambos marcos o sistemas permanecen en paralelo durante toda la observación. La Figura 2, nos muestra el movimiento de P en un tiempo t.

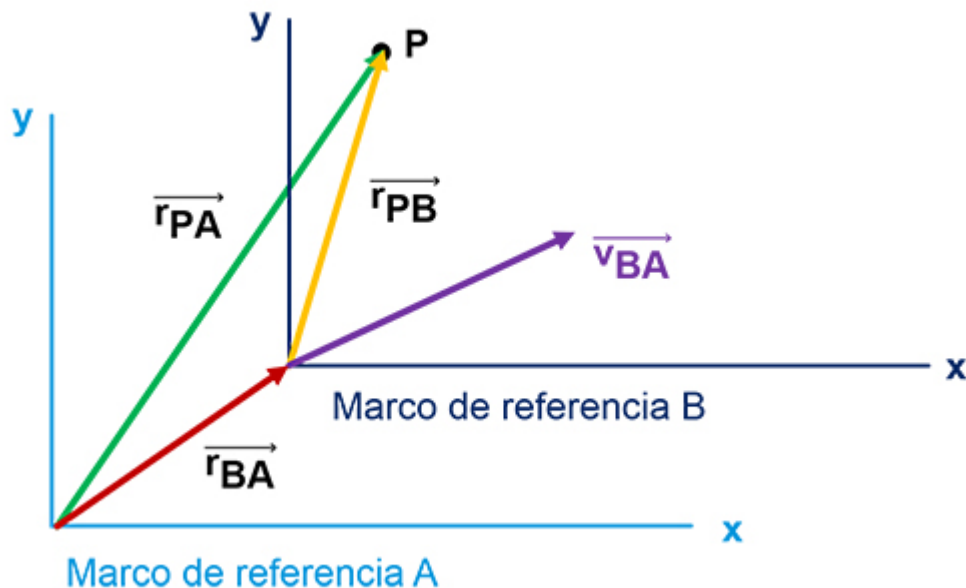


Figura 2.

En ese instante, los orígenes de los marcos de referencia están separados por una distancia:  $\vec{r}_{BA}$  El **vector** posición de la partícula P con relación al origen del sistema A es:

$$\vec{r}_{PA}$$

y con respecto al origen de B es:

$$\vec{r}_{PB}$$

De la figura podemos ver que los tres vectores se relacionan mutuamente a través de la expresión:

$$\vec{r}_{PA} = \vec{r}_{PB} + \vec{r}_{BA} \quad (3)$$

Al derivar la ecuación (3) con respecto al tiempo, podemos relacionar las velocidades  $\vec{v}_{PA}$  y de la partícula P relativa a nuestros observadores:

$$\vec{v}_{PA} = \vec{v}_{PB} + \vec{v}_{BA} \quad (4)$$

Las ecuaciones (3) y (4) se conocen como ecuaciones de transformación galileanas y relacionan la posición y velocidad según las miden los observadores en movimiento relativo.

Ahora, si derivamos la ecuación (4) con respecto al tiempo, podemos relacionar las aceleraciones de A y B, y de la partícula P relativa a nuestros observadores. Sin embargo, debemos tener en cuenta que es constante, por lo tanto:

$$\vec{a}_{PA} = \vec{a}_{PB}$$

Por lo tanto, al igual que en una dimensión, tenemos que:

*Cuando dos observadores en diferentes marcos o sistemas de referencia se mueven a velocidad constante uno con respecto al otro, medirán la misma aceleración para una partícula P en movimiento.*