

## 12. Velocidad instantánea y velocidad media

Friedrich Herrmann. Universidad de Karlsruhe, Alemania  
Georg Job. Universidad de Hamburgo, Alemania  
Nelson Arias Ávila. Universidad Distrital, Bogotá, Colombia

### *Tema:*

En algunos libros escolares se encuentran frases como las siguientes:

“Entendemos por velocidad  $v$  de un movimiento uniforme el cociente constante de un cambio de posición cualquiera  $\Delta s$  y del tiempo  $\Delta t$  necesario para ello:  $v = \Delta s / \Delta t$ .”

“Para un movimiento uniforme con los valores iniciales  $t = 0$  y  $s = 0$ , además de  $v = \Delta s / \Delta t$ , es válido también que  $v = s / t$ .”

“En la práctica se encuentra la velocidad instantánea de manera aproximada como velocidad media de un intervalo de tiempo pequeño.”

En otros textos se lee:

“Definición: Si en el movimiento rectilíneo de un cuerpo su desplazamiento  $s$  es proporcional al tiempo  $t$ , al cociente  $s/t = v$  se le llama velocidad del cuerpo.”

“Definición: Si en una sección de un movimiento rectilíneo todos los cocientes tienen el mismo valor, entonces  $\Delta s / \Delta t = v$  es la velocidad del movimiento en dicha sección.”

“Si  $\Delta s$  y  $\Delta t$  son intervalos correspondientes del desplazamiento y del tiempo de un movimiento cualquiera, entonces  $v = \Delta s / \Delta t$ , es la velocidad media de dicho movimiento en el desplazamiento  $\Delta s$  o durante el intervalo de tiempo  $\Delta t$  respectivamente.”

“La velocidad instantánea en el instante  $t_0$  se obtiene aproximadamente como ‘velocidad de intervalo’, del intervalo más pequeño posible que contiene al instante  $t_0$ .”

Estas afirmaciones no son particularidades de los libros escogidos, existen formulaciones análogas en la mayoría de los textos escolares, independientemente de que sean modernos o tengan 100 años de antigüedad. Se encuentran teoremas similares para la aceleración.

### *Defectos:*

Se introduce la velocidad y la relación  $v = \Delta s / \Delta t$  con una inusitada meticulosidad, lo cual genera varias consideraciones:

1. No es posible mantener en el resto del texto el rigor que aquí se aplica. Baste recordar la imprecisión con la cuál se introduce más tarde la fuerza, el calor o la corriente eléctrica.
2. La extrema formalización tiene un efecto intimidador, en particular al comienzo del curso escolar.
3. No es grande la distancia entre el rigor conceptual y la pedantería y cabría preguntarse si aquí ya se ha rebasado el límite entre los dos.

4. Se dice que por velocidad se *entiende* el cociente  $\Delta s/\Delta t$  y se *define* la velocidad por dicha relación ( $v = \Delta s/\Delta t$ ); no se dice simplemente que esa ecuación representa la relación entre  $v$ ,  $s$  y  $t$ . ¿Debe concluir el alumno que aquello que él pensaba era la velocidad, no lo es en el sentido de la física? Dicho sea de paso, existen otras posibilidades para *definir* la velocidad (1).

5. La vía propuesta para entender el concepto de velocidad no es muy práctica, se propone un rodeo por dos o tres velocidades particulares: la velocidad instantánea, la velocidad de intervalo y la velocidad media. Si se procediera de manera análoga al introducir otras magnitudes físicas no se avanzaría mucho en un curso, ya que sería consecuente establecer el siguiente tipo de formulaciones: “En la práctica el valor instantáneo de la corriente eléctrica se encuentra de manera aproximada como la corriente media en un intervalo de tiempo pequeño.”, o “En la práctica la densidad local se halla de manera aproximada como la densidad media de un elemento espacial pequeño.”, o “En la práctica la presión local se calcula de manera aproximada como la presión media en un elemento de superficie pequeño.”

#### *Origen:*

Probablemente es una tradición de la época en que comenzó la mecánica moderna. En los libros de Física del siglo 18 se encuentra a menudo tal meticulosidad en lugares donde hoy día apenas vemos un problema.

#### *Eliminación:*

La solución puede presentarse de varias maneras: en la etapa introductoria del curso escolar no es necesario explicar lo que se *entiende* por velocidad y por velocidad constante. La ecuación  $v = s/t$  describe la relación entre la velocidad, el desplazamiento y el tiempo necesario para ello, cuando la velocidad es constante; si no lo es, se procederá como con las demás magnitudes que cambian con el tiempo. La velocidad se puede medir con el tacómetro.

#### *Referencias:*

(1) Se presentan a continuación dos alternativas para la definición o introducción del concepto de velocidad, aunque no se recomiendan en cursos escolares de iniciación.

1. Se define la velocidad por medio de  $dE = \mathbf{v} \cdot d\mathbf{p}$ , es decir, de la variación de la energía y del momento. Esta forma es análoga a la definición usual del potencial eléctrico (variación de energía por variación de carga) o de la temperatura absoluta (variación de energía por variación de entropía).

2. Se introduce la velocidad por “medición directa”. Por medio de un tacómetro no calibrado es posible establecer si una velocidad es constante en el tiempo, así se puede definir una unidad para ella. Se obtendrán múltiplos de la unidad desplazando un cuerpo B, con velocidad relativa  $v_0$  respecto al cuerpo A, que a su vez se mueve con velocidad  $v_0$  respecto a la tierra; B tendrá una velocidad  $2v_0$  respecto a la tierra.