

Leyes de la física  
Nota de investigación: Principios de Cinemática

Miguel Aguilar

### Resumen

En este documento, explicamos los conceptos de velocidad y aceleración, tanto sus definiciones como sus similitudes y diferencias. El fin es introducir al estudiante al estudio de la física del movimiento.

### Contenido

1. Introducción
2. Aprendizaje esperado
3. Definiciones y distinciones preliminares
  - a. Diferencia entre vectores y escalares
  - b. Relatividad del movimiento y sistemas de referencia
4. Conceptos centrales
  - a. Velocidad y rapidez
  - b. Gráficas de velocidad constante
  - c. Aceleración
    - i. Caída libre y planos inclinados
5. Recursos complementarios
6. Glosario
7. Lista de referencias

### Introducción

La física trata de explicar los fenómenos que suceden a diario a nuestro alrededor, como es caso del *movimiento*: todo se está *moviendo* todo el tiempo. Incluso la Tierra, que nos parece tan firme, gira alrededor del sol. A su vez, éste se *mueve* con relación al resto de las estrellas. Las galaxias se *mueven* unas con respecto a otras. Y así sucesivamente. No hay nada que pueda considerarse absolutamente quieto: aun lo que parece que lo está puede estarse *moviendo* con respecto a otra cosa.

Entonces, para entender esto que pasa a nuestro alrededor, debemos adentrarnos en el estudio de la *mecánica*, la parte de la física que estudia el movimiento y que los físicos suelen dividir en dos: la *cinemática* y la *dinámica*. El término *cinemática* fue propuesto por el gran científico francés André-Marie Ampère (1775-1836) para hablar del movimiento de cuerpos y partículas sin pensar sus causas. Por su parte, el término *dinámica* fue propuesto por el notable científico y filósofo Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) para nombrar el área de la física que desentraña las causas del movimiento (Cfr. Jammer, 2000:5). Aquí vamos a abordar sólo la *cinemática*, de donde vienen palabras que usamos todos los días para *describir el movimiento en línea recta*, como *rapidez*, *velocidad media*, *velocidad promedio*, *aceleración* y *caída libre*. Meternos con el movimiento circular es tema para otra ocasión. ¿Vamos?

## Aprendizaje esperado

Al finalizar el estudio del contenido temático del ODA, el participante reconocerá los conceptos de velocidad y aceleración mediante el estudio de sus aspectos numéricos e intuitivos con la finalidad de aclarar su relación con los fenómenos que se observan en la vida diaria.

## Definiciones y distinciones preliminares

Antes de comenzar, es importante mencionar algunas distinciones que nos ayudarán a entender mejor las diferencias y similitudes entre los conceptos más importantes de la *cinemática*. Primero, tenemos que separar las *cantidades vectoriales* de las *escalares*. Después, hablaremos de la importancia de establecer un marco de referencia cuando queremos hablar de movimiento. Esto nos ayudará a entender los fenómenos no sólo de la *cinemática*, sino de toda la física.

### Diferencia entre vectores y escalares

Los conceptos de *vector* y *escalar* son recursos matemáticos muy adecuados para la física. Los vectores son entidades matemáticas que tienen magnitud, dirección y sentido, mientras que los escalares sólo poseen magnitud; en otras palabras, los escalares son números que se usan para representar la cantidad de algo, como distancia, mientras que los vectores se usan para representar la cantidad de algo que tiene dirección. Ambos representan cantidades, pero los vectores también toman en cuenta una dirección (por eso suelen representarse con flechas en un plano). Cuando una cantidad no puede entenderse sin datos sobre su dirección, decimos que es una cantidad *vectorial*; cuando no tiene dirección, decimos que es una cantidad *escalar*. Por ejemplo, el peso de un objeto es una característica de los cuerpos que nos jala hacia abajo, al centro de la Tierra. Ya que el peso siempre lleva una dirección, decimos que es un vector. Por otra parte, hay otras cantidades que no tienen una dirección. La temperatura, por ejemplo, no va hacia ningún lado: no decimos “estamos a 25 °C hacia el norte”. Por lo tanto, la temperatura es una cantidad escalar.

Un ejemplo de la distinción entre cantidades vectoriales y escalares que está más relacionado con la *cinemática* es la diferencia entre *distancia* y el *desplazamiento*. Cuando hablamos de *distancia*, nos referimos al espacio que hay entre dos objetos: no lleva una dirección; sólo está ahí. Por lo tanto, la *distancia* es una *cantidad escalar*. Por el contrario, el *desplazamiento* es una medida del espacio que ha recorrido una cosa: dado que debió recorrer ese espacio en una *dirección*, sabemos que es una *cantidad vectorial*.



## Relatividad del movimiento y sistemas de referencia

Con la distinción entre *vectores* y *escalares*, podemos comenzar a estudiar el *movimiento*, pero, antes de comenzar con aspectos técnicos, necesitamos enfatizar que el *movimiento* siempre es relativo. Como ya mencionamos en la introducción, para decir que algo está en *movimiento*, siempre debemos indicar con respecto a qué. Por ejemplo, si estoy sentado mirando mi celular, decimos que estoy quieto con respecto a él, porque mi posición no cambia. La distancia que había entre mi celular y yo es la misma ahora que hace cinco minutos, y ha sido la misma durante esos cinco minutos. Sin embargo, sí se puede decir que estoy en movimiento con respecto al Sol, ya que la Tierra sobre la que me encuentro se mueve a 107 000 km por hora. Entonces ¿estoy quieto o me estoy *moviendo*? La respuesta es que estoy quieto con respecto al teléfono, pero en *movimiento* con respecto al Sol. Que yo esté en *movimiento* o no depende de con qué otro objeto se me relacione. A este hecho le llamamos *relatividad del movimiento*.<sup>1</sup>

Siempre que abordemos el *movimiento*, debemos establecer cuál es nuestro punto de referencia. Por ello, tomaremos todas las mediciones de distancia a partir de ese punto. Las distancias que medimos desde ese punto de origen nos permiten construir lo que llamamos un *sistema de referencia*. En física, un *sistema de referencia* es un recurso abstracto que consiste en usar coordenadas cuyo centro se fija en un punto conocido como *origen*. El *origen* del *sistema de referencia* es el punto con respecto al cual determinamos si algo está o no en movimiento. Históricamente, se ha hablado de *sistemas de referencia* absolutos y relativos. Un *sistema de referencia* absoluto sería el que usa como *origen* un punto que absolutamente fijo. En la antigüedad, se creía que el centro de la Tierra estaba absolutamente fijo; luego, cuando se descubrió que la Tierra se mueve, se pensó que el punto fijo debía ser el centro del Sol; cuando se descubrió que el Sol se movía, se pensó que el punto fijo debía ser el centro de la vía láctea, y así sucesivamente. Hoy consideramos que no hay puntos absolutamente fijos y, por lo tanto, no hay *sistemas de referencia* absolutos, sino relativos.

Como ya dijimos, los *sistemas de referencia* suelen representarse con la ayuda de ejes de coordenadas para que podamos identificar la posición de un objeto y sus *movimientos*. Estos ejes son dos líneas que se cruzan formando un ángulo de 90°; cada uno marca diferentes distancias. Así, podemos indicar la posición de un objeto al señalar qué tanta distancia tiene de cada eje en un momento dado. Si alguna de dichas distancias cambia, será porque el objeto está en *movimiento*. También es común usar uno de los ejes para representar el tiempo y así ver con claridad cómo evoluciona el movimiento del objeto que estudiamos.

## Conceptos centrales

Los conceptos que utilizaremos para comenzar con la *cinemática* son *distancia*, *desplazamiento*, *tiempo*, *rapidez*, *velocidad*, *velocidad media*, *velocidad promedio*, *aceleración*, *aceleración de la gravedad* y *caída libre*. Los más relevantes son *velocidad* y *aceleración*.

## Velocidad y rapidez

---

<sup>1</sup> Aquí no hablamos de relatividad de Einstein. La famosa teoría de Einstein se llama así porque consiste en una ingeniosa reelaboración de la *cinemática* y la *dinámica*. Para entender a Einstein, debemos tener muy claro de qué se trata la *cinemática*.

En la sección sobre *escalares* y *vectores*, hablamos de la *distancia* y el *desplazamiento*. Explicamos que la *distancia* es un *escalar*, y el *desplazamiento*, un *vector*, porque este último implica una dirección. La distinción se mantiene si obtenemos una proporción de cada uno de estos conceptos con respecto al *tiempo*. Es decir, si un objeto recorre cierta *distancia* en cierto *tiempo*, decimos que tiene cierta *rapidez*, la proporción obtenida al dividir la *distancia* entre el *tiempo*. Por otra parte, si decimos que un objeto se *desplaza* de una posición a otra en un cierto *tiempo*, el resultado es la *velocidad*, la proporción que podemos sacar dividiendo el *desplazamiento* entre el *tiempo*. Así, la *velocidad* es un *vector*.

$$R = \frac{\text{distancia}}{\text{tiempo}} \quad v = \frac{\text{desplazamiento}}{\text{tiempo}}$$

Esto puede ser confuso, porque tanto la *rapidez* como la *velocidad* se miden con una unidad derivada a la que llamamos *metros por segundo* (*m/s*). Pero, al igual que con la *distancia* y el *desplazamiento*, la *dirección* es la que nos da la clave para distinguirlas. La *velocidad* se obtiene con el *desplazamiento* y el *tiempo*. Como el *desplazamiento* lleva *dirección*, la *velocidad* también. En contraste, la *rapidez* se obtiene con *distancia* y *tiempo*. Como la *distancia* no implica *dirección*, la *rapidez* tampoco tiene. Por ejemplo: si yo digo que “un objeto se mueve a 5 m/s hacia el norte”, estoy indicando su *velocidad*; pero si sólo digo “un objeto se mueve a 5 m/s”, estoy hablando de su *rapidez*. Esta distinción puede parecer innecesaria, pero no lo es. Si aprendemos bien esta diferencia, ya no nos confundiremos cuando veamos el *movimiento circular*: un objeto puede estar recorriendo la misma distancia en el mismo *tiempo*, pero, si está girando, su dirección cambiaría a cada momento, por lo que un objeto que gira puede tener *rapidez* constante, pero no *velocidad* constante. Un objeto que gira siempre cambia su *velocidad*, pero no necesariamente su *rapidez*.

Además de la diferencia que vimos entre *distancia* y *desplazamiento*, y *rapidez* y *velocidad*, también hay otras distinciones que pueden ser útiles, como la que hay entre *rapidez instantánea* y *rapidez media*. La *instantánea* es la que lleva un objeto en un momento dado: en la mayoría de los casos, la *rapidez* de los objetos cambia a cada instante, por lo que la *rapidez instantánea* se tiene que medir en un lapso pequeño. Por otra parte, la *rapidez media* se obtiene dividiendo la *distancia* total que recorrió un objeto entre el *tiempo* total. Por ejemplo, si el batimóvil de Batman recorre 6 300 metros de la baticueva a Ciudad Gótica en seis minutos (360 segundos), pero regresa recorriendo los mismos 6 300 metros en 720 segundos (con calma porque la ciudad ya está segura), ¿cuál es la *rapidez instantánea* del batimóvil cuando iba hacia la ciudad? ¿Cuál es la *velocidad media* del batimóvil en todo el recorrido?

$$R_{\text{instantanea}} = \frac{\text{distancia de la baticuava a la ciudad}}{\text{tiempo del trayecto de la baticueva a la ciudad}} = \frac{6300}{360} = 17.5 \text{ m/s}$$

$$R_{\text{media}} = \frac{\text{Distancia total}}{\text{tiempo total}} = \frac{6300+6300}{360+720} = \frac{12600}{1080} = 11.66 \text{ m/s}$$

Ahora, la misma distinción se puede hacer con la *velocidad*. Sólo que en este caso también se debe tomar en cuenta la *dirección*.

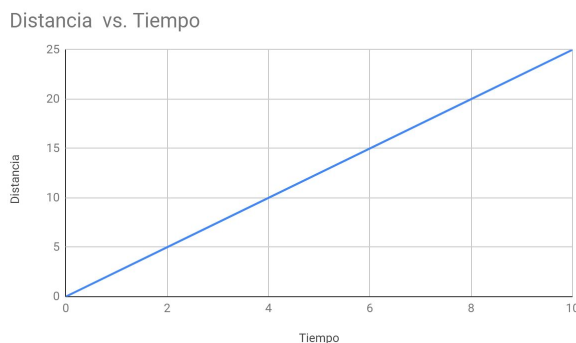
#### Gráficas de velocidad constante

En ocasiones, es útil graficar la posición de un objeto para elevar nuestra comprensión. Comúnmente utilizamos el eje 'y' para representar la *distancia* recorrida y el 'x' para representar el *tiempo*. En estos casos, podemos darnos cuenta de que la *velocidad* es *constante* (es decir, que no cambia) si la gráfica presenta una línea recta. Si presentara una curva, por ejemplo, podríamos inferir que se está representando un movimiento con *velocidad cambiante*.

Para entender cómo se realizan las gráficas de movimiento, consideremos el siguiente ejemplo para un objeto que se mueve a 2.5 m/s.

Tiempo (s)	Distancia (m)
0	0
2	5
4	10
6	15
8	20
10	25

**Tabla 1.-Movimiento de un objeto con *velocidad constante***



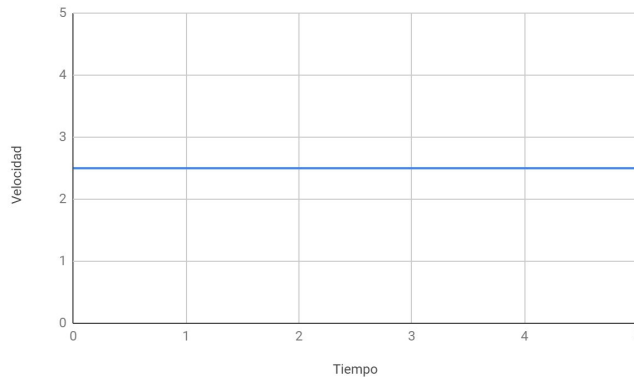
**Gráfica 1. Distancia vs tiempo para el movimiento de un objeto con velocidad constante**

También es importante notar que en el caso en que estemos tratando con una gráfica en la que el eje 'y' representa la velocidad y no la distancia, la velocidad constante se presentará como una línea completamente horizontal.

Tiempo (s)	Velocidad (m/s)
0	2.5
1	2.5

2	2.5
3	2.5
4	2.5
5	2.5

**Tabla 2. Velocidad contra tiempo para un móvil con velocidad constante**



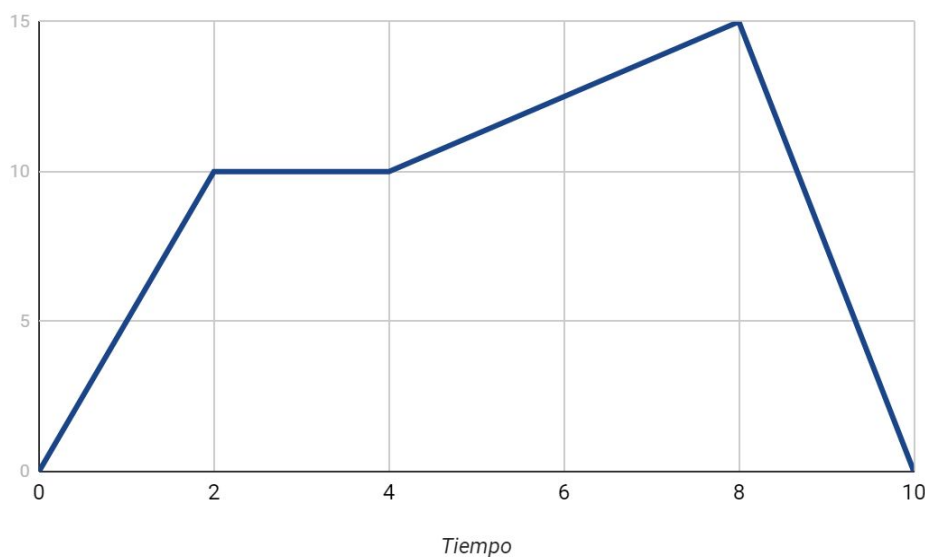
**Gráfica 2.- Velocidad contra tiempo para un móvil con velocidad constante**

Ahora, algunos problemas de cinemática involucran casos en los que el objeto en movimiento se desplaza a una velocidad, luego a otra y después a otra más. Mediante gráficas de movimiento, podemos visualizar lo que sucede; es decir, podemos usar una gráfica en la que uno de los ejes coordenados represente la distancia que un objeto recorre, mientras que el otro represente el tiempo. Así, por ejemplo, podemos considerar un coche que recorre 10 metros en 2 segundos, después se queda quieto completamente por otros 2 segundos, vuelve a avanzar 5 metros durante los siguientes 4 segundos y, finalmente se regresa en sólo 2 segundos. Podemos ordenar lo que pasó en la siguiente gráfica:

Tiempo	Distancia
0	0
2	10
4	10
6	12.5
8	15
10	0

**Tabla 3.- Movimiento con diferentes velocidades**

Distancia



**Gráfica 3.- Movimiento con diferentes velocidades**

La última parte (la que se presenta entre los segundos 8 y 10) nos ayuda a ver que un desplazamiento negativo representa un cambio de dirección, en vez de seguir avanzando regresamos en dirección contraria. Los signos negativos en los *vectores*, como el *desplazamiento* o la *velocidad*, representan un cambio en la dirección. Podemos ver que también en esos últimos dos segundos la *velocidad*, que está representada por la inclinación de la gráfica, es negativa, ya que su inclinación es contraria a la que presenta al inicio.

### Aceleración

Durante el viaje en un camión de transporte público, podemos sentir muchos movimientos: si vamos parados, nos vamos ligeramente hacia atrás cuando el conductor arranca de golpe (y, si no nos agarramos de algo, nos podemos caer). Por otra parte, nos vamos hacia adelante cuando el autobús frena (y podemos chocar con la persona que va enfrente si no estamos atentos). Además, cuando el camión da vuelta rápidamente, sentimos que nos vamos hacia el lado contrario. Sin embargo, cuando el autobús ya está en movimiento y avanza en línea recta, no sentimos que nos vayamos hacia atrás, aunque estemos avanzando. De hecho, cuando el autobús se mueve de manera constante, no sentimos que nos vayamos hacia ningún lado. En otras palabras, parece haber movimientos que se pueden sentir y otros que no. Un ejemplo más lo podemos ver en las montañas rusas, que alcanzan rápidamente velocidades tan altas que la gente grita y se llena de adrenalina. Sin embargo, un automóvil en una carretera avanza a mayor velocidad que la de un carrito de una montaña rusa. ¿Entonces por qué la gente que va en carretera no va gritando? ¿Es porque se acostumbra? ¿Es algo psicológico? La respuesta a las dos últimas preguntas es no. No es algo psicológico ni tiene que ver con la habituación. Lo que pasa en las montañas rusas es lo mismo que pasa en el camión: lo que sentimos es la *aceleración*, no la *velocidad constante*. La *velocidad* de un objeto puede cambiar

si se modifica su *magnitud* o su *dirección*: en cualquiera de los casos decimos que el objeto sufrió *aceleración*. Las montañas rusas no son emocionantes porque alcancen mucha *velocidad*, sino porque *aceleran* muy rápido. En el camión, sólo sentimos que nos caemos hacia un lado u otro cuando *acelera*, es decir, cuando cambia la *velocidad*.

En física, la *aceleración* es un *vector* que indica una proporción de cambio en la *velocidad* con respecto al *tiempo*. Puede sonar extraño, pero esto significa que tanto un auto que comienza a ir más rápido como uno que comienza a frenar se están *acelerando*, puesto que hay *aceleración* cuando hay cualquier cambio en la *velocidad*. Podemos resolver cualquier problema de aceleración con alguna de las siguientes fórmulas:

$$a = \frac{v_f - v_i}{t}$$

$$v_f^2 - v_i^2 = 2ad$$

$$d = v_i t + \frac{at^2}{2}$$

Donde *a* representa *aceleración*;  $v_f$ , *velocidad final*;  $v_i$ , *velocidad inicial*; *t*, *tiempo*, y *d*, distancia. Estas ecuaciones y un poco de álgebra es todo lo que necesitamos para resolver los problemas de física que traten sobre *movimiento acelerado*.

El concepto de *aceleración* puede ser confuso por varias razones. Además de lo que ya mencionamos, hay que tener en cuenta que la *aceleración* es una proporción de cambio y no sólo un cambio. Por ejemplo, considera las siguientes dos preguntas:

Pregunta 1: ¿Cuál es la *aceleración* de un auto que inicialmente estaba quieto, pero en 2 segundos aumenta su *velocidad* a 10 m/s?

$$a = \frac{v_f - v_i}{t} = \frac{10 - 0}{2} = 5 \text{ m/s}^2$$

Pregunta 2: ¿Cuál es la *aceleración* de un auto de carreras que inicialmente se *desplazaba* a una *velocidad* de 20 m/s y, en 4 segundos, aumentó su *velocidad* a 40 m/s?

$$a = \frac{v_f - v_i}{t} = \frac{40 - 20}{4} = 5 \text{ m/s}^2$$

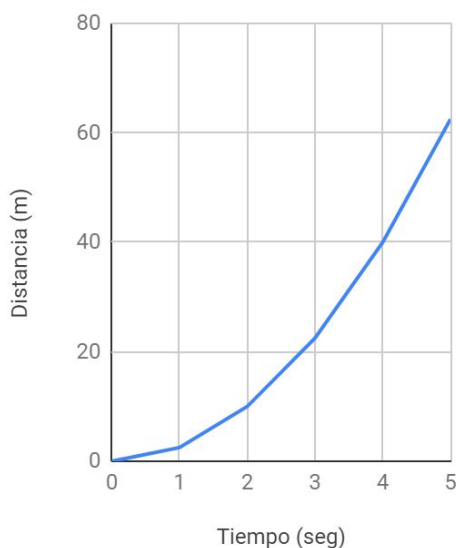
En ambos casos, la *aceleración* es la misma, pero en un caso la *velocidad* sólo cambia por 10 m/s, mientras que en el segundo cambia el doble. Esto nos recuerda que la *aceleración* no es sólo el cambio de *velocidad*, sino la proporción de dicho cambio en el *tiempo*. Debido a que la *velocidad* es una proporción o razón de cambio del *desplazamiento* entre el *tiempo*, la *aceleración*, que es la razón de cambio de la *velocidad*, viene a ser una razón de cambio de una razón de cambio, lo que puede resultar confuso. (Recuerda que razón de cambio significa qué tanto cambia una variable cuando otra se modifica). Para evitar dificultades acerca de cómo la *aceleración* afecta el movimiento, podemos analizar la siguiente tabla para un objeto que se *desplaza* al sufrir una aceleración de  $5 \text{ m/s}^2$  desde el reposo:



Tiempo (seg)	Distancia (m)	Velocidad (m/s)
0	0	0
1	2.5	5
2	10	10
3	22.5	15
4	40	20
5	62.5	25

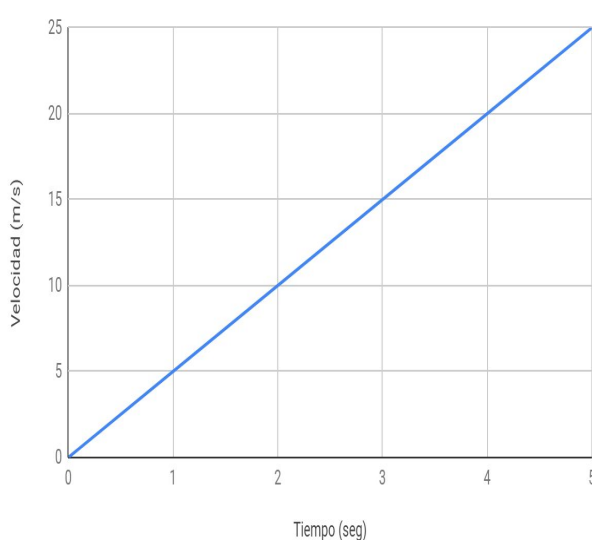
**Tabla 4. Datos para un móvil acelerado**

**Distancia (m) vs. Tiempo (seg)**



**Gráficas 4. Distancia contra tiempo**

**Velocidad (m/s) vs. Tiempo (seg)**



**Gráfica 5. Velocidad contra tiempo**

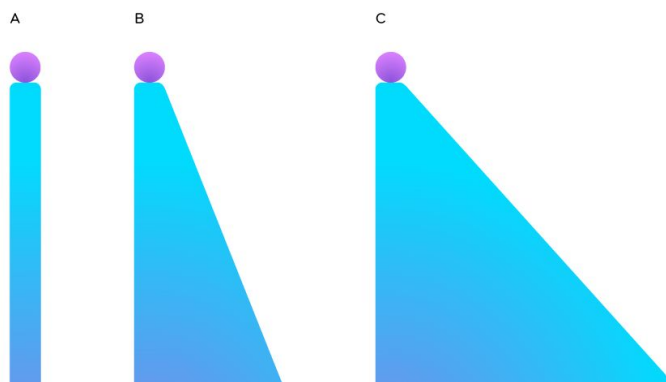
Podemos notar lo diferentes que son las gráficas para este movimiento en comparación con las de *velocidad constante*. Aquí, la gráfica de *distancia* y *tiempo* presenta una curva, mientras que la de *velocidad constante* siempre presenta líneas con diferente inclinación. Por otro lado, la gráfica de *velocidad* y *tiempo* ya no es completamente horizontal, puesto que en este caso la *velocidad* no es constante.

Además de lo anterior, hay que tener en cuenta que, cuando hablamos de un objeto que gira, decimos que está sufriendo *aceleración* aun si no cambia su *rapidez*, ya que su dirección está cambiando lo que es parte de su velocidad.

*Caída libre y planos inclinados*

Uno de los primeros investigadores que estudió el *movimiento acelerado* fue el famoso Galileo Galilei. Él quería entender el *movimiento* y, para ello, realizó experimentos en los que usaba un plano inclinado, es decir, una mesa con la suficiente inclinación para que un objeto esférico (como una canica o una pelota) pudiera rodar hacia abajo. Galileo se dio cuenta de que las esferas que ponía a rodar hacia abajo sufrían aumentos constantes de velocidad dependiendo de cuánta fuera la inclinación. Si la mesa estaba completamente horizontal, la esfera rodaba con *velocidad constante*. Si la mesa se inclinaba un poco, la esfera rodaba aumentando un poco su *velocidad*; si la inclinación era mayor, el aumento de *velocidad* también lo era. Por ejemplo, imaginemos que la inclinación de una mesa es tal que, al poner una esfera, su rapidez aumenta en 2 metros por segundo cada segundo. Ese caso, la velocidad comenzaría siendo cero, un segundo después sería 2 metros por segundo, después de otro segundo la velocidad sería de 4 metros por segundo, luego 6 metros por segundos, etcétera. Es decir, cada segundo la velocidad es 2 metros por segundo mayor, por lo que se puede decir que hay una aceleración constante de  $2 \frac{m}{s^2}$ . Galileo observó también, en experimentos similares, que si la mesa se inclinaba en sentido opuesto de manera que el objeto tuviera que subir en vez de bajar, entonces perdía velocidad. De nuevo, qué tanta velocidad perdía el objeto dependía de la inclinación<sup>2</sup>. En cualquier caso, la masa de la esfera no afecta la proporción en que las esferas cambian su velocidad al rodar en el plano inclinado.

Además, basándose en los experimentos anteriores, Galileo se dio cuenta de que el máximo aumento de la velocidad ocurre cuando el plano inclinado queda completamente vertical, es decir, cuando el objeto cae libremente. Decimos que un objeto cae libremente cuando no hay algo que lo detenga. Los objetos no caen con *velocidad constante*, sino con *aceleración constante*. Esa *aceleración* es producto de la fuerza de gravedad que nos mantiene pegados a la superficie de la Tierra; la llamamos *aceleración de la gravedad*. En la superficie de la Tierra, la aceleración debida a la gravedad es aproximadamente de  $-9.81 \text{ m/s}^2$ , aunque la redondeamos a  $-10 \text{ m/s}^2$  para facilitar los cálculos. Galileo es famoso porque se dio cuenta de que, así como la masa de las esferas no influía en los cambios de *velocidad* en el experimento de los planos inclinados, tampoco lo hacía en la *caída libre*.



Alúmnica. (2019). Aceleración y planos inclinados. [Ilustración]

---

<sup>2</sup> Véase: <https://www.youtube.com/watch?v=36C2CKa3Y14> minuto 2:51 hasta 4:30

En otras palabras, los problemas de *caída libre* son problemas de *aceleración*, por lo que podemos resolverlos con las mismas fórmulas. Sin embargo, en estos casos solemos cambiar algunas letras. En lugar de  $a$  usamos  $g$ , porque la *aceleración* con la que tratamos es la de la gravedad. También sustituimos  $d$  con  $h$ , porque la distancia con la que tratamos, en este caso, es la altura.<sup>3</sup> Así, las ecuaciones quedan:

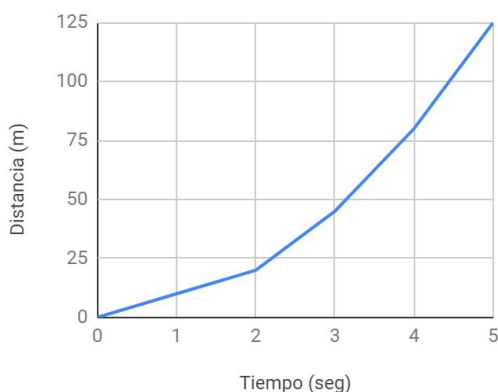
$$g = \frac{v_f - v_i}{t}; \quad v_f^2 - v_i^2 = 2gh; \quad h = v_i t + \frac{gt^2}{2}$$

Debido a lo anterior, es natural esperar que las gráficas para representar el *movimiento* de objetos en *caída libre* sean similares a las que vimos en el *movimiento acelerado*. Por ejemplo, supongamos que dejamos caer un gato por un acantilado. La tabla y las gráficas del movimiento del gato quedarán de la siguiente forma (considerando la aceleración de la gravedad como  $-10 \text{ m/s}^2$ ):

Tiempo (seg)	Distancia (m)	Velocidad (m/s)
0	0	0
1	10	10
2	20	20
3	45	30
4	80	40
5	125	50

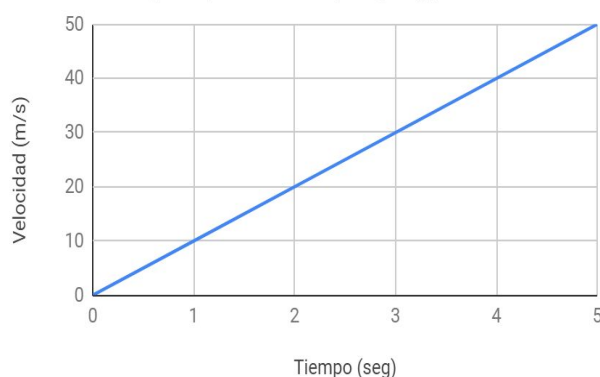
Tabla 5. Datos para un objeto en caída libre desde el reposo

Distancia (m) vs. Tiempo (seg)



Gráfica 6. *Distancia contra tiempo*

Velocidad (m/s) vs. Tiempo (seg)



Gráfica 7. *Velocidad contra tiempo*

<sup>3</sup> Representamos la altura con la letra  $h$  aunque altura no se escribe con  $h$  para no confundirla con la  $a$  que representa aceleración y por influencia del inglés *height*.

## Recursos complementarios

Experimentos como los de Galileo se pueden encontrar en:

<https://www.youtube.com/watch?v=36C2CKa3Y14>

## Glosario

**Aceleración:** La proporción o razón de cambio de la velocidad con respecto al tiempo. Se mide en metros sobre segundos cuadrados en el sistema internacional de unidades.

**Desplazamiento:** Vector que indica el cambio de una posición inicial a una posición final. Se mide en metros en el sistema internacional.

**Distancia:** Espacio que existe entre dos objetos. Se mide en metros en el sistema internacional.

**Escalar:** Decimos que una magnitud es escalar cuando sólo indica su cantidad con números y unidades de medida, es decir, no llevan una dirección.

**Plano inclinado:** Una superficie con cierta inclinación, en el estudio de la cinemática se usa para observar los cambios de velocidad de objetos que ruedan sobre ella.

**Rapidez:** Proporción o razón de cambio de la distancia con respecto al tiempo

**Rapidez instantánea:** Es una cantidad escalar que indica qué tanta distancia recorre un objeto en un intervalo de tiempo arbitrariamente pequeño.

**Rapidez media:** La rapidez que se obtiene al considerar únicamente la distancia de un móvil al final de su desplazamiento con respecto al punto inicial, y el tiempo total que tomó ese desplazamiento.

**Rapidez promedio:** El promedio de la rapidez que presenta un móvil en distintos momentos de su desplazamiento.

**Vector:** Es un objeto matemático que posee características tales como magnitud, dirección y sentido. Es decir, es una herramienta matemática que nos permite describir una cantidad física que tienen dirección. Se representan gráficamente con flechas.

**Velocidad:** Vector que se obtiene a partir de la proporción o razón del desplazamiento con respecto al tiempo.

**Velocidad instantánea:** Es una cantidad vectorial que indica qué tanto se desplaza un objeto en un intervalo de tiempo arbitrariamente pequeño.

**Velocidad media:** La velocidad que se obtiene a partir de considerar sólo el desplazamiento total y el tiempo total.

**Velocidad promedio:** Velocidad que se obtiene al promediar las distintas velocidades que ha experimentado un objeto en distintos momentos de su desplazamiento.

#### Lista de referencias

Hewtit, P. G. (2007). *Física conceptual* (10ma edición). México: Pearson Educación de México.

Pérez Montiel., H. (2014). *Física general*. México: Patria.

Jammer, Max. (2000). *Concepts of Mass in Contemporary Physics and Philosophy*. New Jersey: Princeton University Press.

Tippens, P., E. (2011). *Física, conceptos y aplicaciones* (7ma edición). México: McGraw-Hill/Interamericana.