

## Actividades

**1. Estás en una nave espacial sin ventanas, junto a una silla y una pelota.**

**a) ¿Cómo sabes si estás en movimiento?**

**b) Se abre una ventanilla y observas acercarse otra nave. ¿Cuál de las dos se mueve?**

a) Si el movimiento de la nave tiene lugar a velocidad constante no es posible detectarlo desde el interior.

Si la velocidad no fuese constante entonces observaríamos el efecto de la inercia (la tendencia de los cuerpos a permanecer en reposo o a continuar desplazándose con velocidad constante si sobre ellos no actúa una fuerza exterior; véase la Unidad 5, página 136) sobre nosotros mismos, sobre el balón o, si la aceleración es suficientemente grande, sobre la silla: tanto nosotros como ambos objetos tenderíamos a desplazarnos en dirección opuesta a la de la aceleración.

b) Dependerá de donde coloquemos el sistema de referencia: si lo situamos en nuestra nave, observaremos que es la nave que se nos acerca la que se mueve, en tanto que, si el sistema de referencia lo situamos en la otra nave, será la nuestra la que se mueva hacia ella.

**2. Identifica cuántas dimensiones necesitas, como mínimo, para describir los siguientes movimientos:**

**a) Un lanzamiento a canasta.**

**b) El disparo de una bala.**

**c) El vuelo de una mosca.**

**d) Una carrera de motos.**

**e) Los 100 metros lisos.**

**f) Un viaje a Marte.**

a) Basta con dos dimensiones, ya que el balón se desplaza en todo momento dentro de un plano: el que contiene a la canasta, al pie de la canasta y al jugador. El sistema de referencia podría tener su origen, por ejemplo, en los pies del jugador y los ejes podrían ser: la línea que une los pies del jugador con el pie de la canasta (eje X) y la línea vertical que parte de los pies del jugador (eje Y) [véase la figura de la página 111].

b) Depende de dónde impacte la bala. En un disparo a corta distancia la bala sigue una línea prácticamente recta desde que sale del arma hasta que llega al blanco. En ese caso basta una dimensión para describir su movimiento.

Por el contrario, si la bala no alcanza su blanco rápidamente su trayectoria se curva por el efecto de la fuerza de gravedad (como en el caso de la pelota lanzada a canasta). En ese caso, también hacen falta dos dimensiones.

## 4

## El movimiento

- c) El vuelo de una mosca requiere, en general, tres dimensiones. Si tiene lugar en el interior de una habitación, por ejemplo, podríamos tomar como origen de nuestro sistema de referencia una de las esquinas de la habitación y, como ejes, las tres aristas que parten de la misma.
- d) En principio, podríamos decir que, si el circuito en que tiene lugar la carrera es plano, bastan dos dimensiones para describir en cualquier momento la posición de una moto, mientras que, si el circuito tiene relieve, son necesarias tres dimensiones.

No obstante, en la práctica lo único relevante en una carrera de motos en un circuito cerrado es el número de vueltas que ha dado cada moto (incluyendo la fracción de la última vuelta, parcialmente completada). Por ejemplo, el líder puede haber recorrido 6,4 vueltas; el segundo clasificado, 6,2 vueltas; el tercero, 5,9; etc. Desde este punto de vista, el movimiento puede ser descrito con una sola dimensión.

- e) La carrera de 100 metros lisos se disputa en línea recta: basta, por tanto, con una dimensión.
- f) Dado que un viaje a Marte no tendría lugar en línea recta ni dentro de un plano se precisarían tres dimensiones para describirlo.

**3. Bea, Celia y Patricia son hermanas que acuden al mismo instituto. Como tienen diferentes amigas, realizan tres diferentes caminos, denominados A, B y C.**

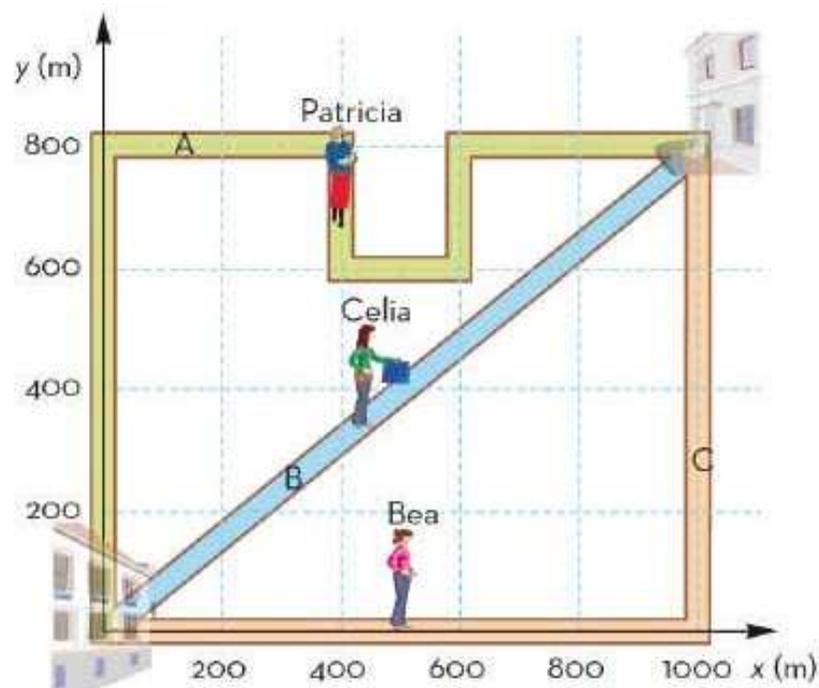
**a) ¿Han realizado la misma trayectoria las tres hermanas?**

**b) ¿Cuál crees que ha sido el desplazamiento en cada caso?**

**Un día al mediodía, Bea se queda a comer, pero sus hermanas vuelven a casa juntas por el camino C.**

**c) ¿Cuál crees que ha sido el desplazamiento y la distancia recorrida por cada hermana desde que salieron?**

**d) ¿Crees que en algún caso coinciden desplazamiento y distancia recorrida?**



- a) Cada hermana ha llegado al Instituto siguiendo una trayectoria distinta.
- b) El desplazamiento en los tres casos ha sido el mismo, pues las tres hermanas han partido de su casa (posición inicial) y han acabado en el Instituto (punto final).
- c) En el caso de Patricia y Celia el desplazamiento es cero, ya que parten de su casa y regresan a ella. En el caso de Bea (que no vuelve a casa, sino que se queda en el instituto) el desplazamiento ( $\Delta r$ ) es la longitud del segmento que une su casa con el instituto. Utilizando el teorema de Pitágoras y las distancias indicadas en el mapa:

$$\Delta r(\text{Bea}) = \sqrt{(1000 \text{ m})^2 + (800 \text{ m})^2} = 1280,6 \text{ m}$$

Para calcular la distancia recorrida por Patricia basta con sumar las longitudes de todos los segmentos que integran las trayectorias A y C:

$$d(\text{Patricia}) = 800 \text{ m} + 400 \text{ m} + 200 \text{ m} + 200 \text{ m} + 200 \text{ m} + 400 \text{ m} + 800 \text{ m} + 1000 \text{ m} = 4000 \text{ m}$$

De la misma manera, para calcular la distancia recorrida por Celia hay que sumar las longitudes de los segmentos que integran las trayectorias B y C:

$$d(\text{Celia}) = 1280,6 \text{ m} + 800 \text{ m} + 1000 \text{ m} = 3080,6 \text{ m}$$

Por su parte, la distancia recorrida por Bea (que, recordemos, no vuelve a casa) es simplemente la suma de las longitudes de los segmentos que integran la trayectoria C:

$$d(\text{Bea}) = 800 \text{ m} + 1000 \text{ m} = 1800 \text{ m}$$

- d) Como se deduce de las respuestas al apartado anterior, en ningún caso coinciden desplazamiento y distancia recorrida.

Solo si consideramos **únicamente el trayecto de ida** de Celia desde su casa hasta el instituto (camino B) coinciden desplazamiento y distancia recorrida, ya que la trayectoria es una línea recta (sin cambios de sentido).

**4. En la tabla adjunta puedes leer la velocidad que alcanzan algunos animales en km/h. ¿A qué animal crees que nos referimos en los siguientes casos?**

a) 20 m/s b) 666,6 m/min

c) 0,416 km/min d) 0,028 km/s.

animales	Velocidad (km/h)
leopardo	100
gacela	72
oso	25
león	65
perro	40

Como las velocidades de la tabla vienen en km/h hemos de pasar cada una de las velocidades del problema a esas unidades:

$$a) v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Esta velocidad corresponde a la gacela.

$$b) v = 666,6 \frac{\text{m}}{\text{min}} \cdot \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \cdot \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \cong 40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Esta velocidad corresponde al perro.

$$c) v = 0,416 \frac{\text{km}}{\text{min}} \cdot \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \cong 25 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Esta velocidad corresponde al oso.

$$d) v = 0,028 \frac{\text{km}}{\text{s}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \cong 100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Esta velocidad corresponde al leopardo.

**5. Observa la tabla y responde. ¿Podrías expresar la velocidad del leopardo en cm/s?**

$$v = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{10^5 \text{ cm}}{1 \text{ km}} = 2,78 \cdot 10^3 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

**6. La ciudad de Valencia está separada de la de Castellón 90 km. A 30 km de Valencia hay una gasolinera desde la que sale un coche, en sentido hacia Castellón, que tarda 50 minutos en llegar. Calcula la velocidad a la que se mueve, considerando el origen en la gasolinera. Repítelo colocando el origen en Valencia.**

El objetivo del problema es que el alumno se dé cuenta de que, independientemente de qué sistema de referencia escojamos para describir el movimiento, la velocidad debe ser la misma.

En ambos casos usamos un sistema de referencia de una sola dimensión.

En el primer caso (en que el origen está situado en la gasolinera), la posición inicial (la gasolinera) está situada en 0 km y la posición final (Castellón) está situada en 60 km. Obsérvese que, puesto que el sistema de referencia es unidimensional, basta una única coordenada para describir la posición. (La ciudad de Valencia está en -30 km, pero no interviene en el cálculo.) Por tanto, el desplazamiento es:

$$\Delta x = x_{\text{final}} - x_{\text{inicial}} = 60 \text{ km} - 0 \text{ km} = 60 \text{ km}$$

Así pues, la velocidad es:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{60 \text{ km}}{50 \text{ min}} = \frac{60 \text{ km}}{50 \text{ min}} \cdot \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

En el segundo caso (en que el origen está situado en Valencia), la posición inicial (la gasolinera) está situada en 30 km y la posición final (Castellón) está situada en 90 km. Por tanto, el desplazamiento es:

$$\Delta x = x_{\text{final}} - x_{\text{inicial}} = 90 \text{ km} - 30 \text{ km} = 60 \text{ km}$$

Así pues, la velocidad es, como era de esperar, la misma: 72 km/h.

**7. Busca información y determina la velocidad del récord del mundo masculino y femenino de los 100 metros lisos, en km/h y en m/s.**

En el caso de los hombres el record del mundo, que posee Usain Bolt, está en 9,58 segundos. La velocidad es, por tanto:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{100 \text{ m}}{9,58 \text{ s}} = 10,44 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

En km/h su valor es:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{100 \text{ m}}{9,58 \text{ s}} \cdot \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 37,58 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Entre las mujeres el record del mundo de los 100 metros lisos, que posee Florence Griffith Joyner, está en 10,49 segundos. La velocidad es, por tanto:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{100 \text{ m}}{10,49 \text{ s}} = 9,53 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

En km/ h su valor es:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{100 \text{ m}}{10,49 \text{ s}} \cdot \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 34,32 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

**8. En un mercado, un ladrón te roba la cartera y sale corriendo a una velocidad de 20 m/s. Diez segundos después, cuando vas a pagar lo que estabas comprando, te das cuenta del robo. ¿Podrías situar la posición del ladrón? Razona mediante un diagrama tu respuesta.**

Es imposible situar la posición exacta del ladrón ya que no conocemos su velocidad, sino únicamente el módulo de la misma, es decir, su rapidez o celeridad. El ladrón podría encontrarse en cualquier punto de una circunferencia de radio 200 metros en torno al punto en que cometió el robo, ya que ese es su desplazamiento:

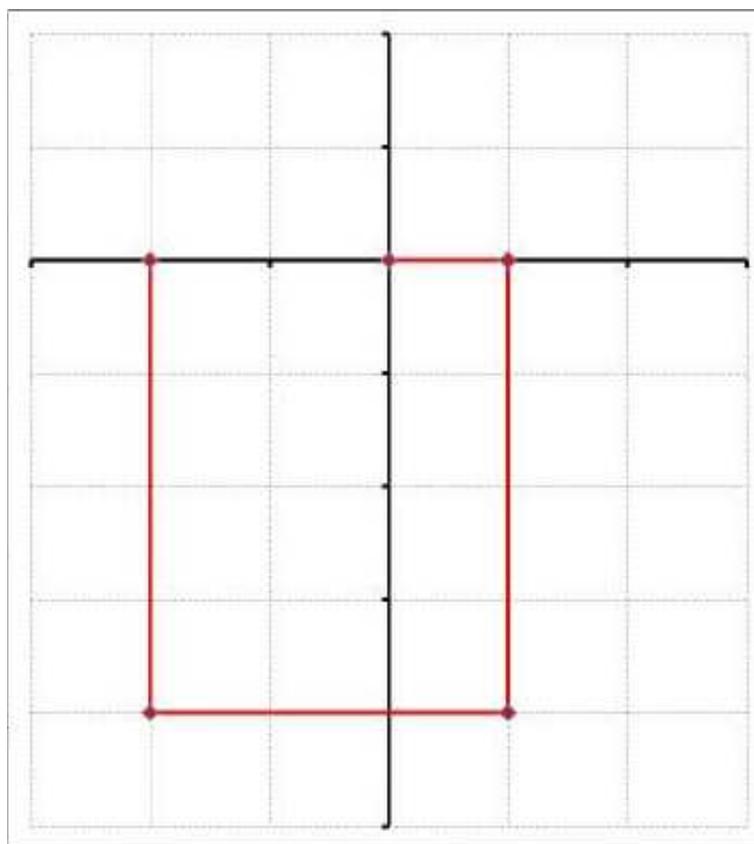
$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x = v \cdot \Delta t = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 10 \text{ s} = 200 \text{ m}$$

## 4

## El movimiento

9. Haz una tabla donde expreses la celeridad y la velocidad a la que te mueves para recorrer las siguientes distancias: 10 m E, 40 m S, 30 m O y 40 m N, si tardas 3 s, 12 s, 14 s y 15 s, respectivamente. ¿A qué distancia de tu punto de partida has terminado tu movimiento? Dibuja el recorrido realizado.

Tramo	Celeridad	Velocidad
1	$v = \frac{10 \text{ m}}{3 \text{ s}} = 3,33 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	Dirección: E-O Sentido: E Módulo: $3,33 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
2	$v = \frac{40 \text{ m}}{12 \text{ s}} = 3,33 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	Dirección: N-S Sentido: S Módulo: $3,33 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
3	$v = \frac{30 \text{ m}}{14 \text{ s}} = 2,14 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	Dirección: E-O Sentido: O Módulo: $2,14 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
4	$v = \frac{40 \text{ m}}{15 \text{ s}} = 2,67 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	Dirección: N-S Sentido: N Módulo: $2,67 \frac{\text{m}}{\text{s}}$



El movimiento termina 20 m al Oeste del punto de partida.

El objetivo es que los alumnos interioricen el concepto de velocidad como cociente entre el desplazamiento efectuado en un movimiento y el tiempo invertido en realizarlo, aplicándolo a una actividad cotidiana y en un entorno lúdico.

La representación del apartado d) es de carácter distinto a la mayor parte de las representaciones de la Unidad. No se trata de un gráfico x-t o v-t. El alumno puede poner en juego su competencia matemática y dibujar, por ejemplo, un histograma, tratando la velocidad (con sus valores agrupados en intervalos de clase) como una variable estadística continua, y el número de alumnos en cada intervalo, como las frecuencias.

## Mapa conceptual

**Copia este mapa en tu cuaderno y añade las fórmulas para calcular velocidad, aceleración y espacio recorrido. Incluye también algunos ejemplos de movimientos.**



Bajo la caja de *Movimiento rectilíneo uniforme*, el alumno debe copiar la fórmula:

$$x = x_0 + v \cdot \Delta t$$

Bajo la caja de *Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado* el alumno debe copiar las fórmulas:

$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$v = v_0 + a \cdot t$$

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot e$$

Como ejemplos de movimientos el alumno añadirá, bajo la caja de *Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado*, la “caída libre de cuerpos”, los “lanzamientos verticales ascendentes” y las “situaciones de frenado”.

## Mira a tu alrededor. Cuestiones

- a) **Busca en internet información sobre los trenes magnéticos y localízalos en un mapa usando Google Earth, Google Maps o dipity. ¿Cómo imaginas que serán los trenes dentro de 150 años?**
- b) **En muchas películas futuristas, los coches flotan sobre la carretera. ¿Crees que sería viable este tipo de vías? ¿Qué dificultades tiene su construcción? ¿Qué pasaría con los peatones si los coches viajaran a velocidades tan elevadas?**
- c) ***Muchos trenes que circulaban con máquinas diésel están siendo sustituidos por trenes eléctricos para reducir la contaminación atmosférica. Teniendo en cuenta que en España un alto porcentaje de la electricidad que consumimos procede de centrales termoeléctricas, ¿crees adecuada la afirmación del texto en cursiva?***

Con esta lectura se pretende que el alumno reflexione sobre el impacto del desarrollo científico y tecnológico en nuestra sociedad y que aprenda a hacer uso de las numerosas fuentes de información que ofrece internet, pero manteniendo en todo momento una actitud crítica ante los contenidos.

En particular, el apartado c) alerta sobre la confusión habitual entre fuentes de energía primarias y secundarias, un aspecto tratado en la Unidad 7.

## Práctica de laboratorio

# ESTUDIO DE UN MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACELERADO

El alumno debe acostumbrarse a trabajar con esmero y rigor en el laboratorio. Esta práctica ofrece una excelente oportunidad para fomentar el trabajo en equipo.

En esta práctica resulta crucial llevar a cabo una medida precisa de los tiempos de paso de la bola por las marcas del carril. Para ello, el carril debe ser suficientemente largo y el ángulo de inclinación, tan reducido como sea posible.

## Actividades finales

### Actividades básicas

#### 1. Define qué es un sistema de referencia.

Un sistema de referencia es un conjunto integrado por un punto, considerado fijo (al que se denomina origen), y una o varias direcciones en el espacio (a las que se denomina ejes). Decimos que un objeto se mueve si su posición, medida en relación a un sistema de referencia dado, varía con el tiempo.

#### 2. ¿Qué diferencias existen entre el desplazamiento y el espacio recorrido por un móvil?

El desplazamiento es la longitud del segmento que une las posiciones inicial y final de un móvil, mientras que el espacio recorrido es la longitud de la trayectoria descrita por el móvil al trasladarse desde la posición inicial a la final.

Por tanto, el espacio recorrido es siempre mayor que el desplazamiento (excepto si el movimiento sigue una trayectoria rectilínea sin cambios de sentido).

#### 3. ¿Cómo definirías la trayectoria de un móvil?

La trayectoria es el conjunto de posiciones sucesivas por las que pasa un móvil.

#### 4. ¿Qué magnitud permanece constante en el movimiento rectilíneo uniforme? ¿Y en el movimiento uniformemente acelerado?

La velocidad, en el MRU.

La aceleración, en el MRUA.

# 4

## El movimiento

2. A partir de los 2 segundos, Don Juan activa el cinturón, de manera que ya no experimenta la atracción gravitatoria: su aceleración es nula. Pero esto no significa que se detenga (como sugieren los apartados a y d) o que salga despedido hacia el espacio (como sugiere el apartado b). Según veremos en la siguiente Unidad (página 136), la ley de inercia nos dice que un cuerpo sobre el que no actúa ninguna fuerza se mantiene en reposo **o con velocidad constante**. Don Juan, que había alcanzado 70,56 km/h, seguirá moviéndose a esta velocidad en la misma dirección y sentido en que lo hacía justo antes de activar el cinturón. Lo más probable, por tanto, es que, al estrellarse contra el suelo a más de 70 km/h, se rompa una pierna, como indica el apartado b.

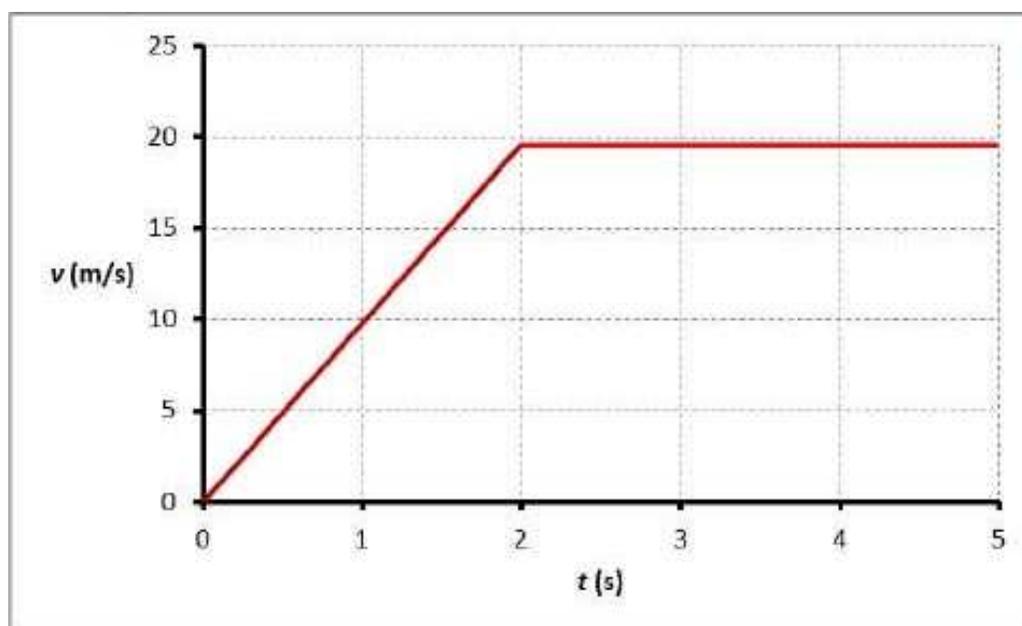
### Pregunta 2

**Representa la gráfica de velocidad frente a tiempo correspondiente al movimiento del personaje.**

Como se señaló en la pregunta 1, el movimiento es:

- MRUA (con  $a = g$ ), entre  $t = 0$  s y  $t = 2$  s.
- MRU (con  $v = 70,56$  km/h), a partir de  $t = 2$  s.

La gráfica  $v$ - $t$  es, por tanto:



### Pregunta 3

**Imagina cómo sería la vida en ausencia de la aceleración de la gravedad.**

**Escribe un texto de diez líneas donde relates una historia semejante a la anterior y donde aparezcan al menos tres efectos diferentes de la realidad, consecuencia de la falta de esta aceleración.**

Aunque también es importante apreciar la fantasía del alumno y la calidad literaria de su microrrelato, el profesor debe valorar especialmente que, en las situaciones imaginadas, el alumno aplique con corrección las leyes de la física: no todo es posible, como se ha visto al ponderar las distintas consecuencias de activar un "cinturón antigraavedad" en la pregunta 1.

## Tarea competencial

### El peligro del suelo mojado

Competencia	Subcompetencia	Descriptor		
		Nivel bajo	Nivel medio	Nivel alto
Competencia matemática y básica en ciencia y tecnología	Obtención de los datos experimentales	No sigue las instrucciones adecuadamente. No reúne todos los datos experimentales solicitados.	Sigue las instrucciones y toma todos los datos, pero estos son de baja calidad (mala reproducibilidad de la velocidad o de las condiciones del suelo mojado, etc.).	Realiza todos los experimentos correctamente y obtiene datos de alta calidad.
	Manipulación de los datos experimentales	No sabe calcular las velocidades o las medias de los datos experimentales. No hace las comparaciones solicitadas (distancias de frenado en seco y mojado para una misma velocidad, etc.).	Calcula correctamente las velocidades y las medias, pero pasa por alto, sin revisión crítica, anomalías en los resultados: gran dispersión de las velocidades o las distancias de frenado, etc.	Hace los cálculos correctamente. Cuando los resultados muestran anomalías, es capaz de hacer un análisis crítico y apuntar las posibles causas de las mismas.
	Presentación de las conclusiones	No presenta conclusiones basadas en los datos, sino simples afirmaciones generales.	Utiliza los datos para hacer recomendaciones sobre la conducción, pero no extrae todas las conclusiones posibles del experimento.	Utiliza los datos de manera exhaustiva y rigurosa para argumentar a favor de la necesidad de límites de velocidad

## 4

## El movimiento

				variables en función de las condiciones del firme.
Aprender a aprender	Autonomía en la realización de la tarea.	No es capaz de realizar la tarea por sí solo. Necesita ayuda del profesor en cada paso	Trabaja con autonomía, pero no resuelve satisfactoriamente todas las tareas.	Trabaja con autonomía desde el primer momento, resolviendo satisfactoriamente las dificultades sin ayudas externas.
Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor	Participación en el trabajo grupal.	Es pasivo y se esconde en el grupo para eludir el trabajo.	Es pasivo pero asume diligentemente la tarea que el grupo le asigna.	Muestra interés y es activo dentro del grupo (haciendo y proponiendo) a lo largo de todo el proceso.
Competencias sociales y cívicas	Concienciación sobre los riesgos de la conducción en suelo húmedo.	El objetivo de la tarea le es indiferente.	Es consciente del objetivo, pero no llega a comprender completamente los riesgos de la conducción sobre suelo húmedo.	Extrae de la tarea las conclusiones pertinentes a los riesgos del exceso de velocidad y el suelo húmedo.