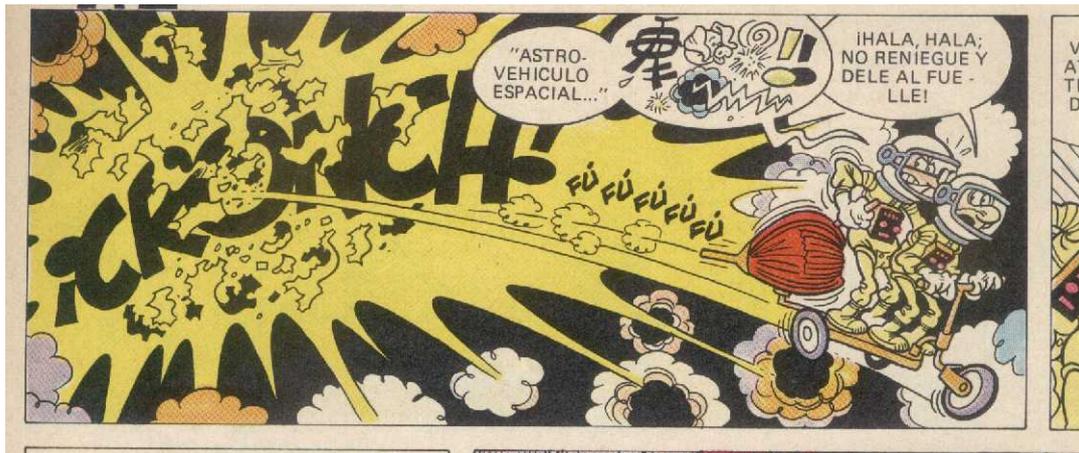


VIII. ANEXOS

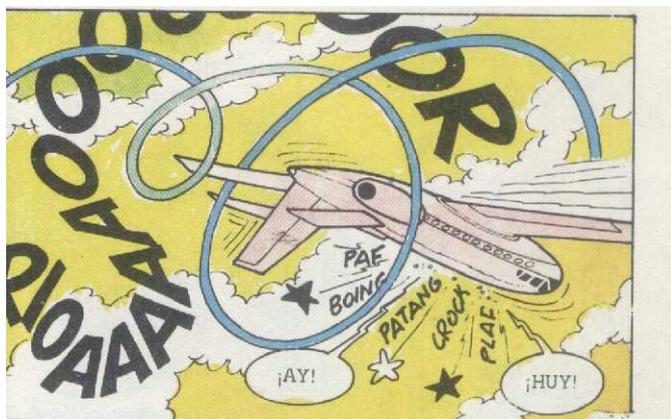
ANEXO I

ANEXO I

VIÑETAS DE CÓMICS EN LAS QUE SE INCURRE EN ERRORES CONCEPTUALES.



En esta viñeta podemos encontrar dos errores: uno, que el sonido se propaga en el espacio y, dos, que en el espacio hay aire, pues se están propulsando con un fuelle.



El avión está en caída libre, por lo que en lugar de seguir una trayectoria con forma de espiral como la que aparece en la viñeta, debería describir una trayectoria parabólica.



Fijémonos en nuestros protagonistas, cuando saltan del avión se quedan parados en el aire antes de empezar a caer, en lugar de ir moviéndose en horizontal en el mismo sentido que el avión al mismo tiempo que van cayendo.



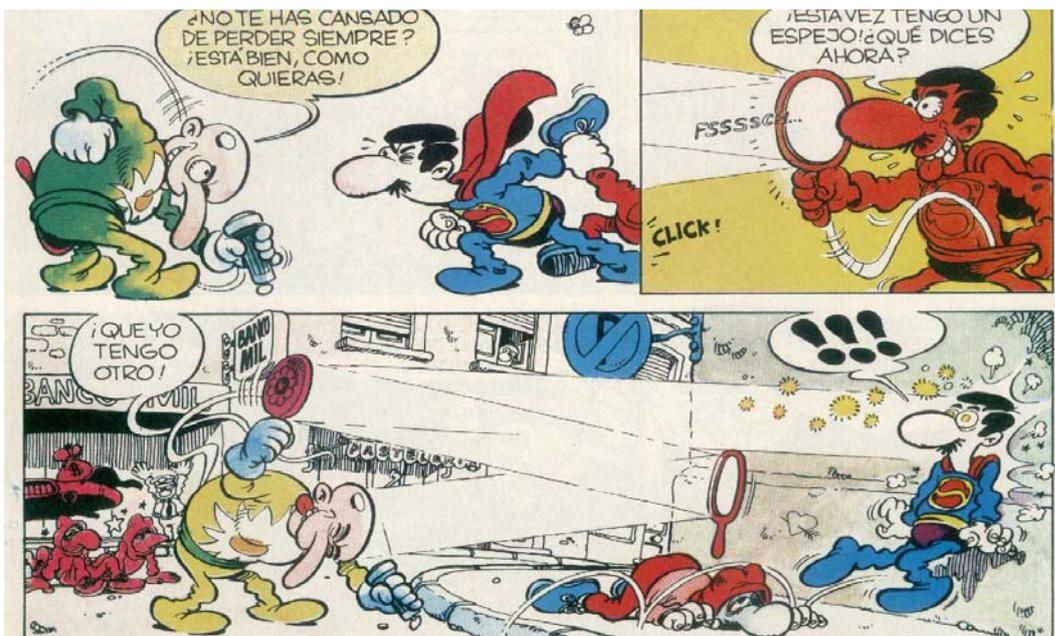
Nuestros amigos nos presentan la extrema facilidad con la que se consigue hacer el vacío en el interior de un recipiente.



Aquí nuevamente nos encontramos con el tema de las presiones. Fijémonos como han hecho un agujero en el avión para asomarse y no ocurre absolutamente nada con la diferencia de presiones.



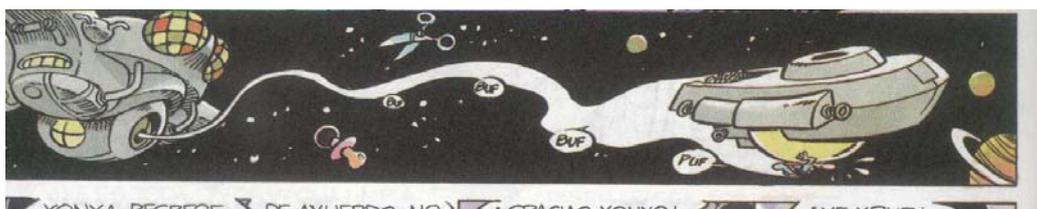
En el movimiento de caída libre, donde la única fuerza que actúa es la de la gravedad, las trayectorias jamás pueden ser rectilíneas sino que han de ser parabólicas.



Aquí, se vuelve a dejar bien claro que la luz se ve como se pueden ver el resto de los objetos, sin tener en cuenta que realmente es una interacción entre partículas.



En estas viñetas se aprecia como utiliza los rayos X para agujerear árboles o quemar farolas, es decir, que le atribuye propiedades a los rayos X que no tiene.



En estas viñetas se siguen introduciendo los conceptos de que el sonido se propaga en el espacio y que en la Luna hay la misma gravedad que en la Tierra.



Nuestro querido SuperLópez, considera al calor como una sustancia que puede entrar y salir de los sitios, no imagina que se trate de un proceso de transferencia de energía.



Aquí se continúan escuchando sonidos en el espacio y no se tienen en cuenta las diferencias de presiones a causa del aire que hay en el interior de la nave.



Nuestro autor de Zipi y Zape considera que los metales presentan efectos magnéticos, pero no sabe que son muy pocos los que se consideran realmente potentes, generalmente materiales ferromagnéticos.



Nuestros amigos, consideran el frío como una sustancia que puede entrar y salir de los sitios, no imaginan que se trate de un proceso de transferencia de energía.

ANEXO II

ANEXO II

ERRORES CONCEPTUALES PRESENTES EN LOS LIBROS DE LA ACTUAL E.S.O. Y BACHILLERATO.

LIBROS DE 3º DE E.S.O.

Andrés, D.M., Antón, J.L. y Barrio J. (1999). *Física y química 3º E.S.O.* Editorial Editex.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
5	173	32	0	0

Fidalgo, J.A. y Fernández, M.R. (2000). *Física y química 3º E.S.O.* Editorial Everest.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
6	141	63	1	1

Reflexiona

Salís de excursión al campo con tus amigos y queréis mover una gran piedra. Todos «echaréis una mano» para empujarla. Es decir: cada uno aplica su fuerza a la piedra. Después se os ocurre que sería mejor atarla a un caballo para que fuese él quien tirase. Lo hacéis y veis que el caballo, **sólo con su fuerza**, es capaz de hacer el **mismo efecto** que todos vosotros.

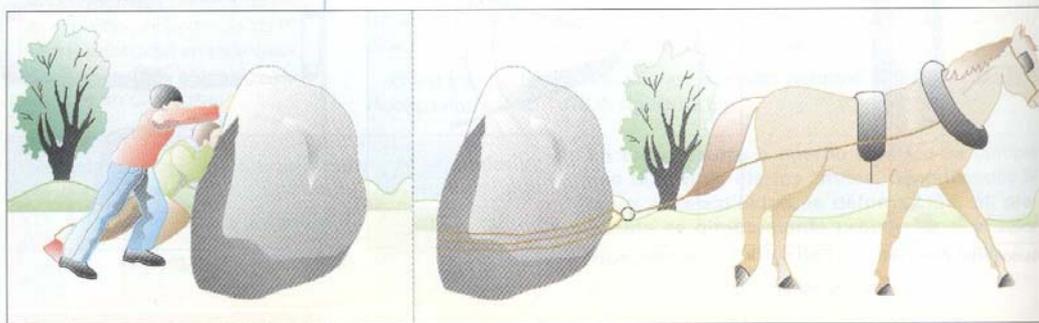
4. SISTEMAS DE FUERZAS: RESULTANTE

Sobre un cuerpo casi nunca actúa una fuerza sola. Lo más frecuente es que sean **varias** las que actúan a la vez.

En este caso se dice que todas esas fuerzas constituyen un **sistema de fuerzas**, y a cada una de ellas se la denomina **componente** del sistema.

Cuando varias fuerzas actúan a la vez sobre un cuerpo pueden ser **sustituidas** por una sola que realice el **mismo efecto**. Esta fuerza única se denomina **resultante** del sistema.

Componer un sistema de fuerzas es, precisamente, hallar su resultante.



• :Qué demuestra la experiencia?

- ✓ En el recuadro que pone “reflexiona” dan a entender que los cuerpos tienen fuerza, es decir, que consideran la fuerza como una propiedad inherente a un cuerpo y no como una medida de la intensidad con que interacciona con otro.

Llorente, M.D., Rodríguez, M., Sanz, R. y Vaquero, F.J. (2000). *Física y química 3º E.S.O.* Editorial Almadraba.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
1	32	20	0	0

Cañas, A., Fernández, M. y Soriano, J. (2002). *Física y química 3º E.S.O.* Proyecto Ecosfera. Editorial SM.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
4	105	39	0	0

Fontanet, A. y Pastor, J.M. (2002). *Física y química 3º E.S.O.* Proyecto Helio. Editorial Vicens Vives.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
4	114	46	1	2

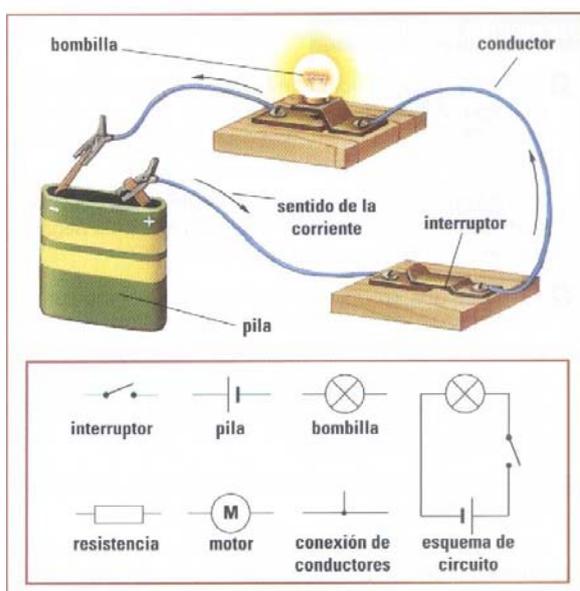
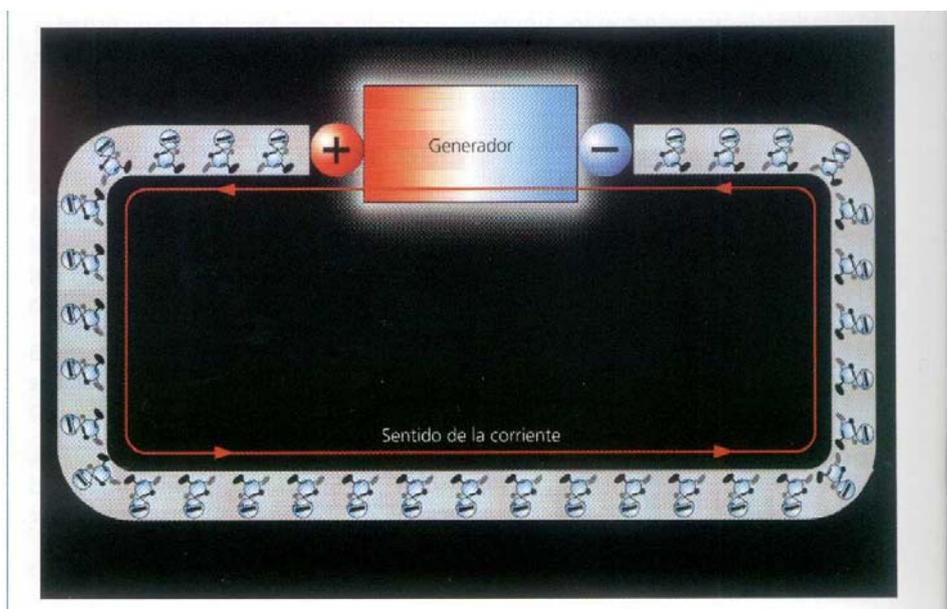


Fig. 1. Símbolos eléctricos y esquema elemental.

- ✓ Puede haber corriente eléctrica aunque el circuito esté abierto y no haya diferencia de potencial, no entienden cuál es la causa por la que los electrones se mueven.

Ontañón, G. y Ontañón, E. (2002). *Física y química 3º E.S.O.*
 Editorial Bruño.

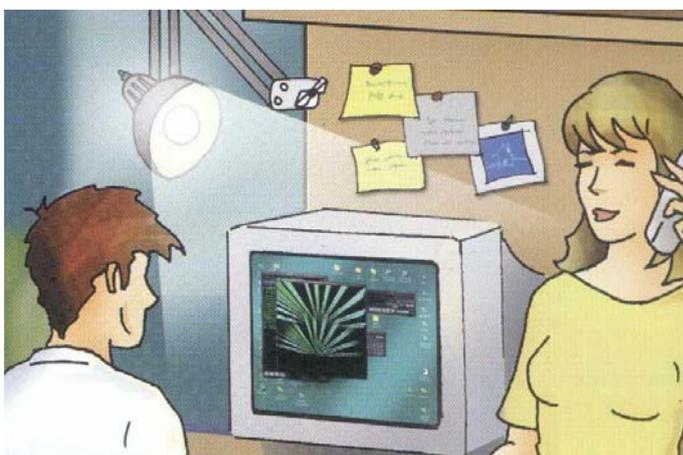
Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
4	75	22	1	1



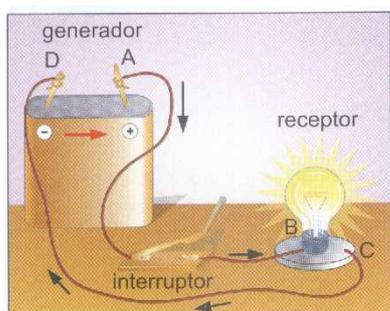
- ✓ Consideran que las pilas y los generadores de corriente aportan electrones al circuito, por tanto, nuevamente aquí ponen de manifiesto que no entienden la función de la diferencia de potencial en un circuito.

Peña, A., Poza, A., García, J.A. y Cardona, A.R. (2002). *Física y química 3º E.S.O.* Editorial Mc Graw Hill.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
3	81	22	2	1



- ✓ La luz se puede ver por sí sola como si se tratase de un objeto ordinario.



- ✓ Puede haber corriente eléctrica aunque el circuito esté abierto y no haya diferencia de potencial, no entienden cuál es la causa por la que los electrones se mueven.

Puente, F., Viguera, J.A. y Gonzalo, P. (2002). *Física y química 3º E.S.O.* Proyecto Newton. Editorial SM.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
4	92	28	0	0

Carrascosa, J., Martínez, S., Aparicio, J. y Domínguez, C. (2003). *Física y química 3º E.S.O.* Imprime Gráficas E. Corredor (Valencia).

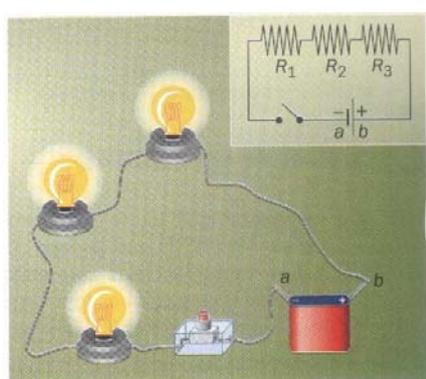
Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
1	33	16	0	2

Morales, J.V., Arribas, C. y López, V. (2004). *Física y química 3º E.S.O.* Proyecto 2.2. Editorial Edelvives.

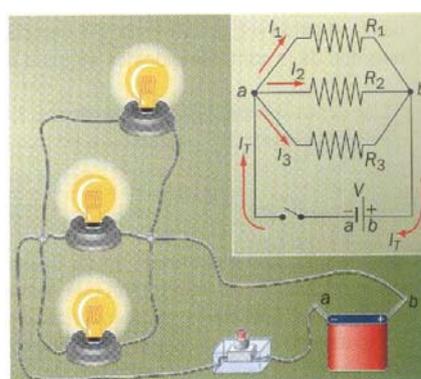
Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
3	106	49	0	0

Balibrea, S., Reyes, M., Álvarez, A., Sáez, A. y Vílchez J.M. (2007).
Física y química 3º E.S.O. Editorial Anaya.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
2	57	19	1	0



Asociación de resistencias en serie: circuito real y simbólico.



Asociación de resistencias en paralelo: circuito real y simbólico.

- ✓ Puede haber corriente eléctrica aunque el circuito esté abierto y no haya diferencia de potencial, no entienden cuál es la causa por la que los electrones se mueven.

Candel, A., Soler, J. y Tent, J.J. (2007). *Física y química 3º E.S.O.*
 Editorial Ecir.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
1	24	7	1	0

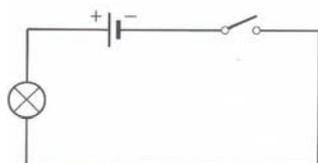
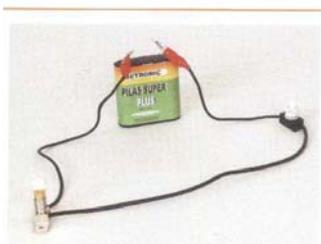


Fig. 7.1 Bombilla encendida

- ✓ La luz se puede ver por sí sola como si se tratase de un objeto ordinario más.

Garrido, A., Gómez, J.L., Vílchez, J.L., Centelles, S. y López, J. (2007). *Física y química 3º E.S.O.* Editorial Edebé.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
3	88	26	1	0



- ✓ Puede haber corriente eléctrica aunque el circuito esté abierto y no haya diferencia de potencial, no entienden cuál es la causa por la que los electrones se mueven.

Piñar, I. (2007). *Física y química 3º E.S.O.* Editorial Oxford.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
1	36	6	1	0

Vidal, M.C., Prada, F. y Luis, J.L. (2007). *Física y química 3º E.S.O.*
 Proyecto La casa del saber. Editorial Santillana.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
1	33	7	0	0

LIBROS DE 4º DE E.S.O.

Andrés, D.M., Antón J.L. y Barrio, J. (1999). *Física y química 4º E.S.O.* Editorial Editex.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
6	199	23	0	1

Pozas, A., García, J.A., Illana, J.C. y Peña, A. (1999). *Física y química 4º E.S.O.* Editorial Mc Graw Hill.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
8	197	61	2	1

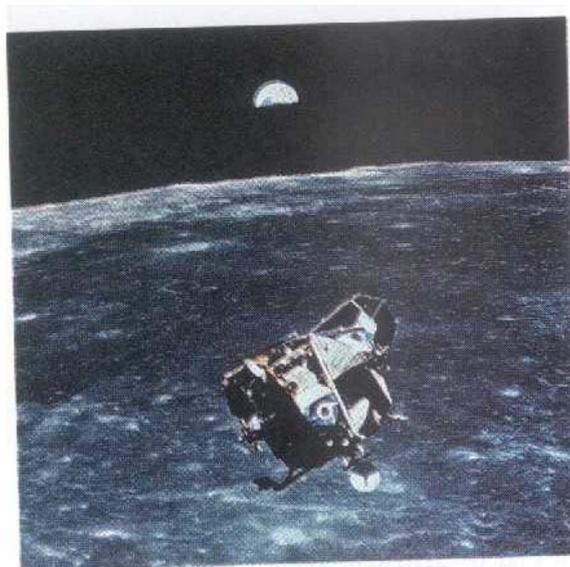


Figura 3.7. Ley de la inercia: Una sonda espacial, libre de interacciones, se mueve con movimiento rectilíneo y uniforme.

- ✓ En el vacío no hay gravedad, pues interpretan la misma como un fenómeno existente sólo en nuestro planeta.

➡ Energía potencial

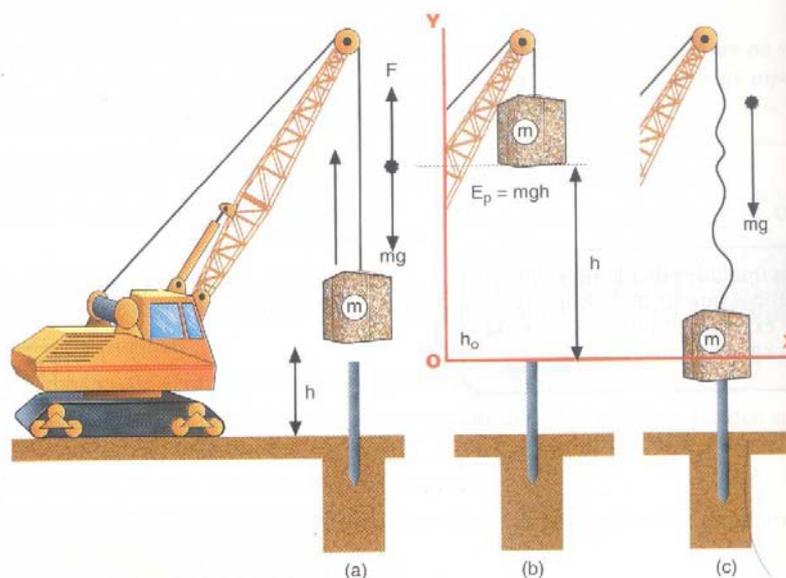


Figura 6.15 ▶

Observa la Figura 6.15:

En (a), para elevar el cuerpo m hasta una altura h , la grúa de la figura debe realizar un trabajo.

En (b), el trabajo realizado por la grúa queda «almacenado en el cuerpo» en forma de energía. Esta energía depende de la posición que posea el cuerpo al final del desplazamiento.

En (c), si el cuerpo queda libre puede realizar el trabajo de introducir el pilote en el suelo.

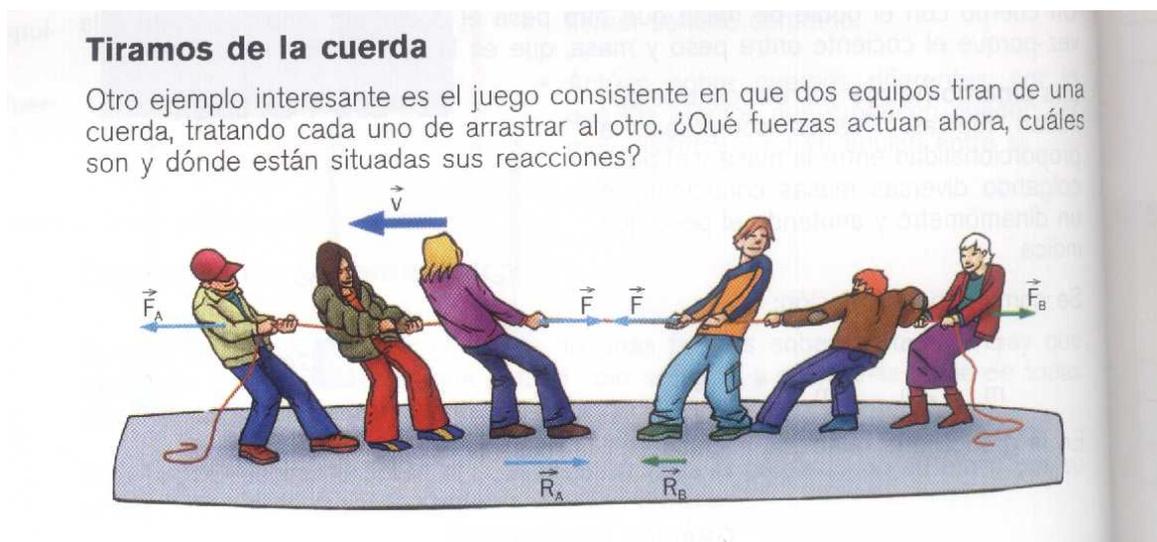
- ✓ Identificar energía con trabajo, pues consideran que este también se puede acumular en los cuerpos, por tanto, interpretan el trabajo como una propiedad de un cuerpo, en lugar de como un proceso.

Cañas, A., Barrio, J.I., Fernández, M. y Soriano, J. (2003). *Física y química 4º E.S.O.* Proyecto Ecosfera. Editorial SM.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
9	264	47	2	3



- ✓ Dificultades para representar en un dibujo las fuerzas que actúan sobre los cuerpos, lo que revela las dificultades que poseen para entender el origen y las aplicaciones de las fuerzas.



- ✓ Dificultades para representar en un dibujo las fuerzas que actúan sobre los cuerpos, lo que revela las dificultades que poseen para entender el origen y las aplicaciones de las fuerzas.

Carrascosa, J., Martínez, S., Aparicio, J. y Domínguez, C. (2003). *Física y química 4º E.S.O.* Imprime Gráficas E. Corredor (Valencia).

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
4	108	20	0	11

Fontanet, A. y Pastor, J.M. (2003). *Física y química 4º E.S.O.* Editorial Vicens Vives.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
8	220	64	5	1



Fig. 5. Recreación infográfica de la sonda espacial Galileo. En ausencia de fuerzas gravitatorias, esta nave seguiría su viaje describiendo un movimiento rectilíneo uniforme.

- ✓ En el vacío no hay gravedad, pues interpretan la misma como un fenómeno existente sólo en nuestro planeta.

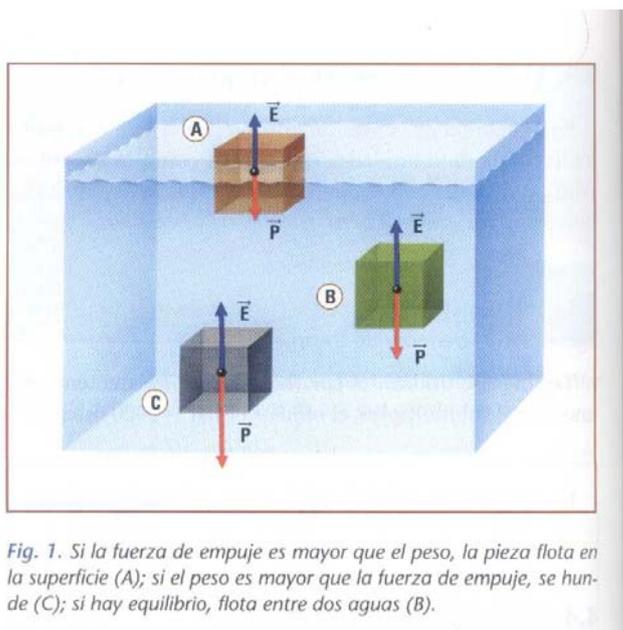


Fig. 1. Si la fuerza de empuje es mayor que el peso, la pieza flota en la superficie (A); si el peso es mayor que la fuerza de empuje, se hunde (C); si hay equilibrio, flota entre dos aguas (B).

- ✓ Cuando un cuerpo flota totalmente, éste está completamente fuera del agua, pues no asocian la necesidad de que exista una parte del cuerpo sumergido sobre la que actúe el empuje, ya que al estar el cuerpo en equilibrio consideran que no deben existir fuerzas ac-

tuando sobre él, pues las fuerzas implican movimiento.

- ✓ Un cuerpo está parcialmente sumergido cuando está mitad dentro del agua y mitad fuera, dando así un significado literal a la expresión parcialmente y quedándose con la idea más superficial.
- ✓ Consideran que un cuerpo está totalmente sumergido cuando está en el fondo del recipiente, dando así un papel demasiado activo al sólido y demasiado pasivo al líquido.

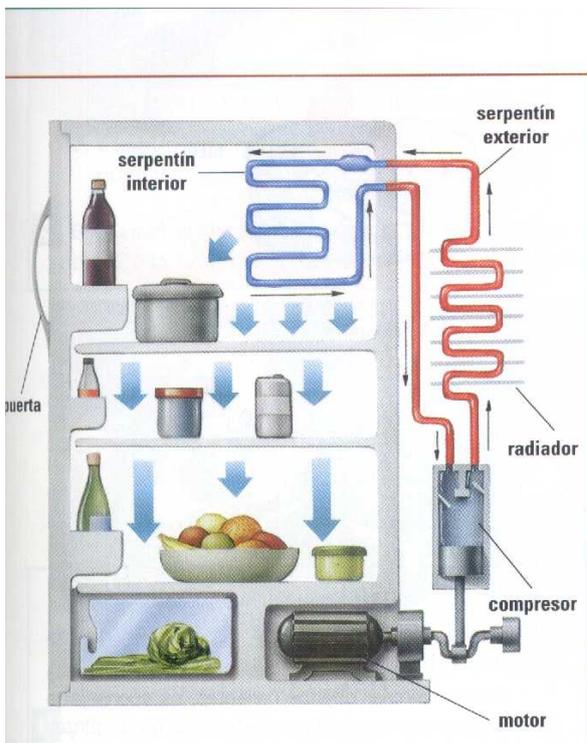
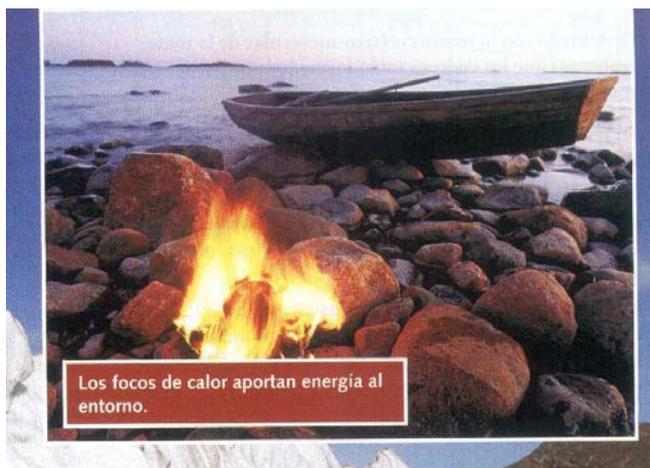


Fig. 3. Al llegar al serpentín interior, el líquido refrigerante se expande y cambia a estado gaseoso, absorbiendo calor del frigorífico.



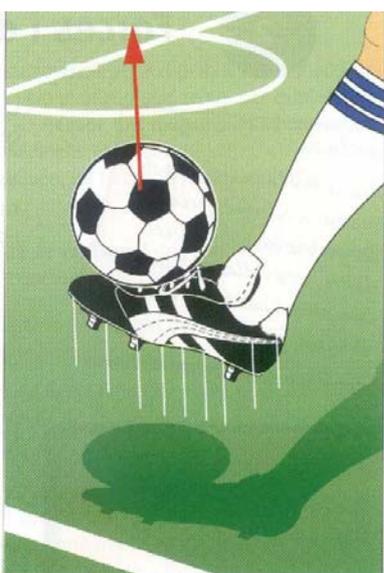


- ✓ El calor es algo (una sustancia o una energía) que puede entrar o salir y pasar de unos cuerpos a otros. No se considera como una forma de transferencia de energía entre dos sistemas que se encuentran a diferen-

te temperatura y, por tanto, un proceso como el trabajo.

García, J.A., Pozas, A., Peña, A. y Rodríguez, A. (2005). *Física y química 4º E.S.O.* Editorial Mc Graw Hill.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
8	191	39	4	2

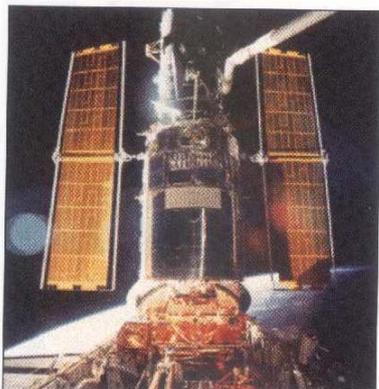


Força de contacte

Activitat

1 A la següent figura es representen exemples de forces de contacte (C) i forces d'acció a distància (D). Classifica-les amb les lletres C i D. Assenyal amb un cercle puntejat i indica l'agent que les origina.

- ✓ Relacionar la fuerza con el movimiento en lugar de con el cambio de movimiento.
- ✓ Dificultades para representar en un dibujo las fuerzas que actúan sobre los cuerpos, lo que revela las dificultades que poseen para entender el origen y las aplicaciones de las fuerzas.

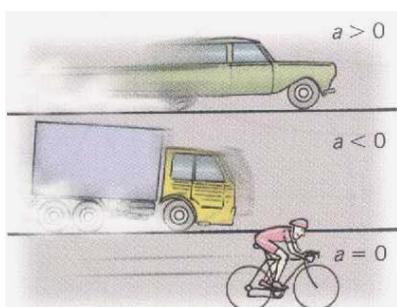


Una sonda espacial, lliure d'interaccions, es mou amb moviment rectilini i uniforme

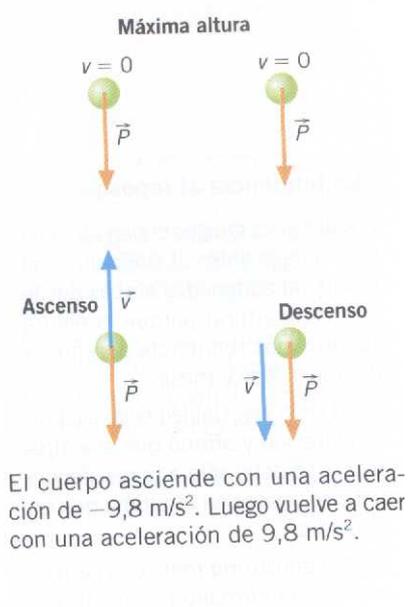
- ✓ En el vacío no hay gravedad, pues interpretan la misma como un fenómeno existente sólo en nuestro planeta.

De Luis, J.L., Pontes, M., Moreno, V., Prada, F., Prats, F., Rodado, E. y Ruiz, L. (2007). *Física y química 4º E.S.O.* Serie Energía. Editorial Santillana.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
7	248	88	6	4



- ✓ Siempre que un cuerpo frena la aceleración es negativa.



- ✓ Invertir el signo de la aceleración de la gravedad en función del sentido del movimiento del cuerpo, lo que pone de manifiesto que no terminan de entender el origen de la fuerza gravitatoria.



Caminamos sobre nieve, un sólido **blando**. Nos hundimos en ella, se deforma. La fuerza aplicada es nuestro propio peso.



Caminamos sobre cemento duro, un sólido **rígido**. No hay problemas, el cemento no se deforma. La fuerza aplicada es nuestro peso.

- ✓ Consideran el peso como la fuerza que ejerce un cuerpo sobre la superficie en la que este se halla, en lugar de la fuerza con que la Tierra lo atrae hacia su centro.

Candel, A., Soler, J.B. y Tent J. (2008). *Física y química 4º E.S.O.*
 Editorial Ecir.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
5	124	18	1	5

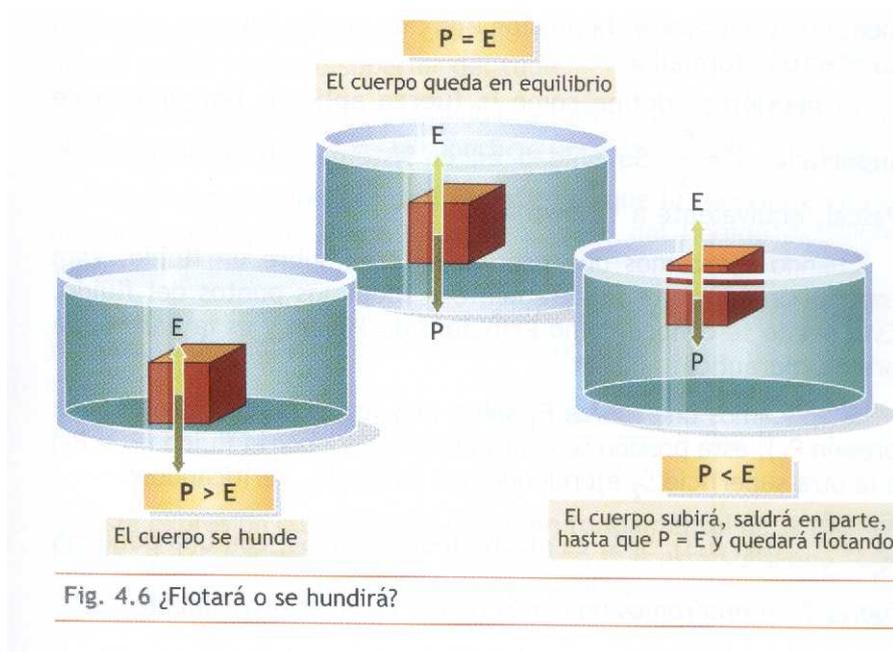


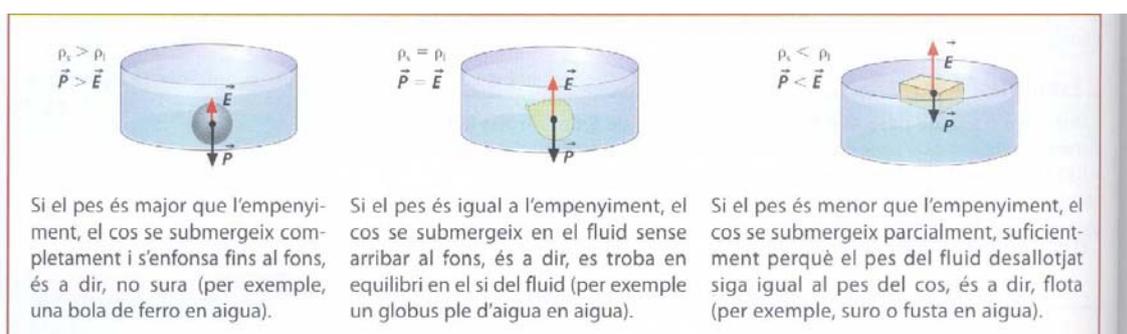
Fig. 4.6 ¿Flotará o se hundirá?

- ✓ Cuando un cuerpo flota totalmente este está completamente fuera del agua, pues no asocian la necesidad de que exista una parte del cuerpo sumergido sobre la que actúe el empuje, ya que al estar el cuerpo en equilibrio consideran que no deben existir fuerzas actuando sobre él, pues las fuerzas implican movimiento.

- ✓ Un cuerpo está parcialmente sumergido cuando está mitad dentro del agua y mitad fuera, dando así un significado literal a la expresión parcialmente y quedándose con la idea más superficial.
- ✓ Consideran que un cuerpo está totalmente sumergido cuando está en el fondo del recipiente, dando así un papel demasiado activo al sólido y demasiado pasivo al líquido.

Piñar, I. (2008). *Física y química 4º E.S.O.* Editorial Oxford.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
7	317	108	1	0



- ✓ Cuando un cuerpo flota totalmente este está completamente fuera del agua, pues no asocian la necesidad de que exista una parte del cuerpo sumergido sobre la que actúe el empuje, ya que al estar el cuerpo en equilibrio consideran que no deben existir fuerzas actuando sobre él, pues las fuerzas implican movimiento.

- ✓ Un cuerpo está parcialmente sumergido cuando está mitad dentro del agua y mitad fuera, dando así un significado literal a la expresión parcialmente y quedándose con la idea más superficial.
- ✓ Consideran que un cuerpo está totalmente sumergido cuando está en el fondo del recipiente, dando así un papel demasiado activo al sólido y demasiado pasivo al líquido.

Vidal, M.C., Prada, F. y Sanz, P. (2008). *Física y química 4º E.S.O.* Proyecto La Casa del Saber. Editorial Santillana.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
7	315	57	1	1



Tridimensionals. L'ona es propaga en les tres direccions de l'espai.

- ✓ La luz se puede ver por sí sola como un objeto ordinario más.

LIBROS DE 1º DE BACHILLERATO.

Fernández, R., Peña, L., Hernández, J.L. y Lozano, A. (1999). *Física y química 1º Bachillerato*. Proyecto Eurema 1. Editorial Vicens Vives.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
7	194	28	3	0

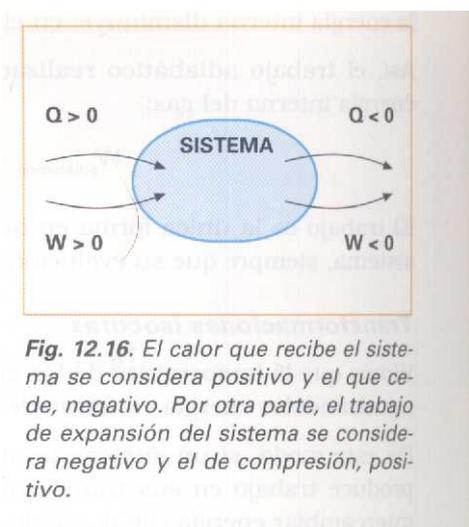


Fig. 12.16. El calor que recibe el sistema se considera positivo y el que cede, negativo. Por otra parte, el trabajo de expansión del sistema se considera negativo y el de compresión, positivo.

- ✓ El calor es algo (una sustancia o una energía) que puede entrar o salir y pasar de unos cuerpos a otros. No se considera como una forma de transferencia de energía entre dos sistemas que se encuentran a diferente temperatura y, por tanto, un proceso como el trabajo.

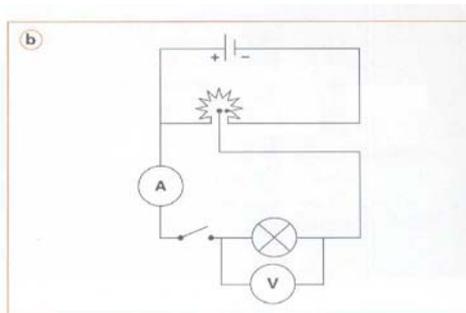
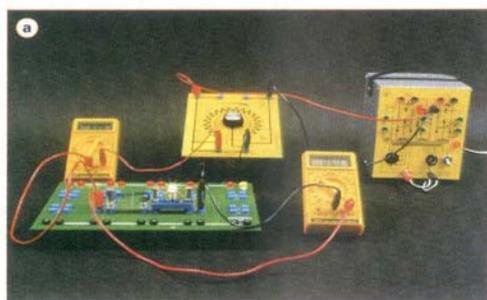


Fig. 14.51. a) Montaje experiment

- ✓ Puede haber corriente eléctrica aunque el circuito esté abierto y no haya diferencia de potencial, no entienden cuál es la causa por la que los electrones se mueven.



Fig. 11.12. En el campo gravitatorio terrestre, los cuerpos se ponen espontáneamente en movimiento al dejarlos libres.

- ✓ Los cuerpos no pueden ponerse espontáneamente en movimiento si están en reposo.

Balletero, M. y Barrio, J. (2000). *Física y química 1º Bachillerato*. Editorial Oxford

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
7	280	66	1	2

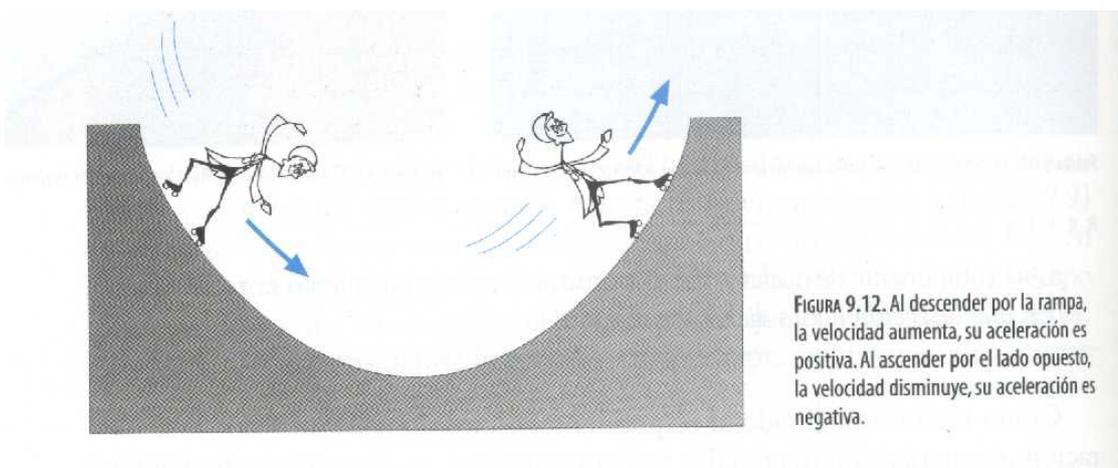


FIGURA 9.12. Al descender por la rampa, la velocidad aumenta, su aceleración es positiva. Al ascender por el lado opuesto, la velocidad disminuye, su aceleración es negativa.

- ✓ Siempre que un cuerpo frena la aceleración es negativa.

Carrascosa, J., Martínez, S. y Martínez, J. (2000). *Física y química 1º Bachillerato*. Proyecto Nova. Editorial Santillana.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
5	192	63	0	5

Galindo, A., Savirón, J.M., Morena, A., Pastor, J.M. y Benedí, A. (2000). *Física y química 1º Bachillerato*. Editorial Mc Graw Hill.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
8	151	19	3	0

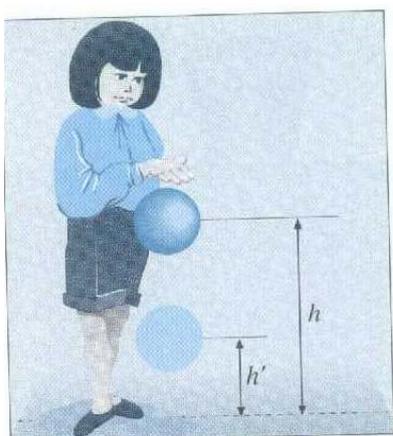


Figura 7.35. La pelota pierde energía en los rebotes.

- ✓ Consideran que la energía se gasta, se consume, se acaba, se pierde,... Lo que implica no tener claro el concepto de transformación y degradación de la energía.

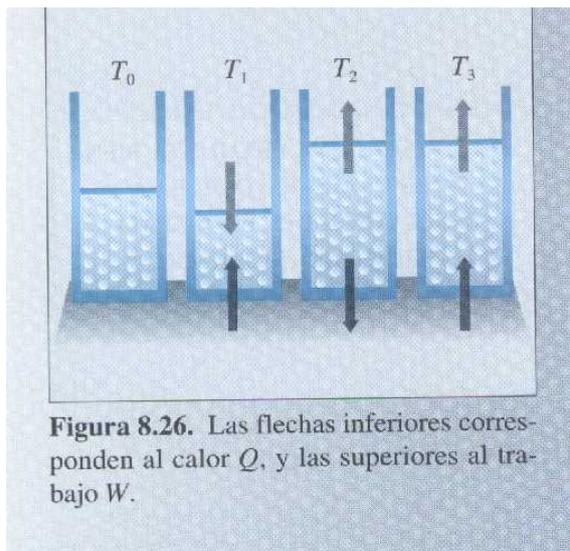


Figura 8.26. Las flechas inferiores corresponden al calor Q , y las superiores al trabajo W .

- ✓ El calor es algo (una sustancia o una energía) que puede entrar o salir y pasar de unos cuerpos a otros. No se considera como una forma de transferencia de energía entre dos sistemas que se encuentran a diferente temperatura y, por tanto, un proceso como el trabajo.

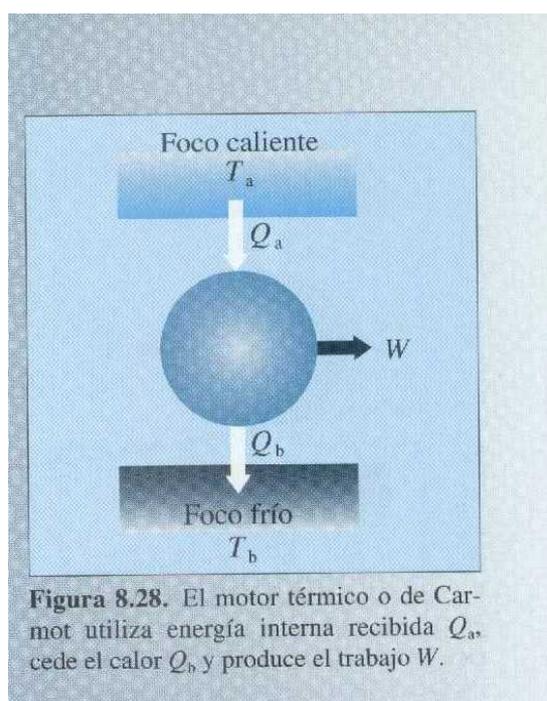


Figura 8.28. El motor térmico o de Carnot utiliza energía interna recibida Q_a , cede el calor Q_b y produce el trabajo W .

- ✓ El calor es algo (una sustancia o una energía) que puede entrar o salir y pasar de unos cuerpos a otros. No se considera como una forma de transferencia de energía entre dos sistemas que se encuentran a diferente temperatura y, por tanto, un proceso como el trabajo.

- ✓ Identifican el calor con la energía interna de un cuerpo o la energía térmica pues, en general, no consideran la energía interna como el conjunto de interacciones y de movimientos que hay en la estructura interna a nivel atómico.

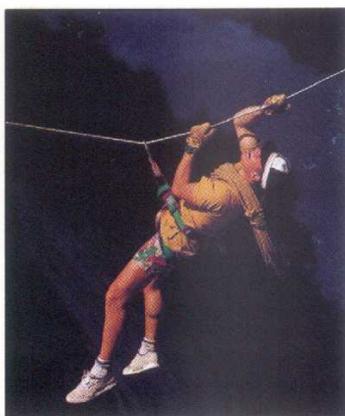
Satoca, J., Tejerina, F. y Dalmau, J.F. (2000). *Física y química 1º Bachillerato*. Editorial Anaya.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
8	221	91	2	1



Una vez consumido el combustible, y en ausencia de fuerzas exteriores, el movimiento de las naves espaciales es rectilíneo uniforme.

- ✓ En el vacío no hay gravedad, pues interpretan la misma como un fenómeno existente sólo en nuestro planeta.



La tensión a la que está sometida la cuerda la producen las fuerzas de acción y reacción aplicadas sobre ella.

- ✓ La fuerza de acción y reacción aparecen en un mismo cuerpo y por tanto se anulan (lo cual no es correcto ya que actúan en cuerpos distintos, por lo que no se pueden componer).

Nacenta, P., Sancho, C. y Guinda, L.M. (2001). *Física y química 1º Bachillerato*. Editorial Akal.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
7	166	39	2	0



Fig. 4.14. Cada niño experimenta una fuerza igual y contraria a la que experimenta el otro.

- ✓ Relacionar la fuerza con el movimiento en lugar de con el cambio de movimiento.

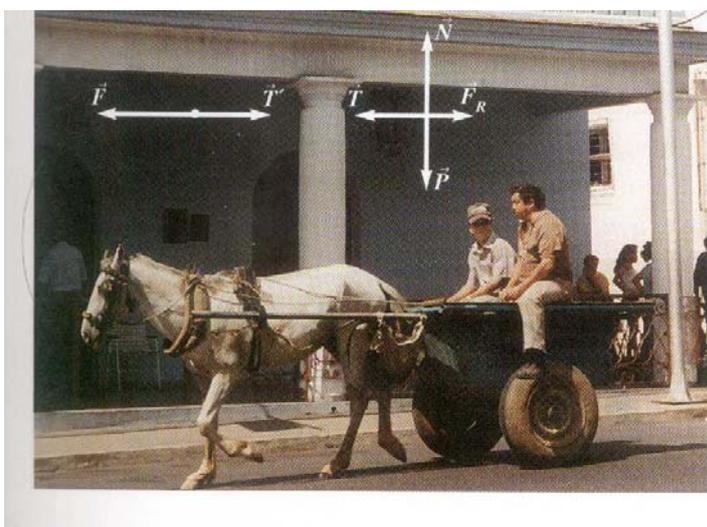
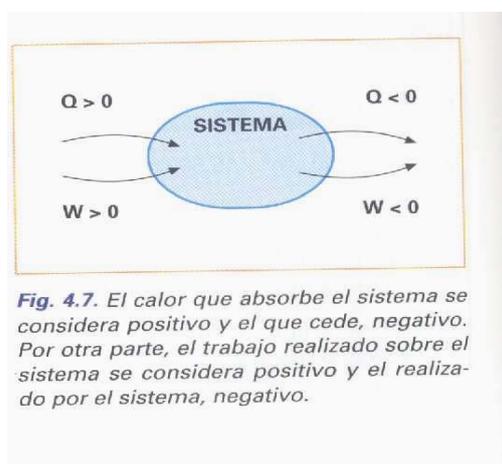


Fig. 4.13. El caballo tira del carro. El carro se acelerará si la fuerza T , ejercida sobre él por el caballo es superior a la fuerza de rozamiento ejercida por el suelo sobre el carro. Por la tercera ley de Newton T y T' son iguales, pero como T' está aplicada sobre el caballo, no influye en el movimiento del carro. La fuerza F la ejerce el suelo sobre las pezuñas. Para que exista aceleración F debe ser mayor que T' .

- ✓ Dificultades para representar en un dibujo las fuerzas que actúan sobre los cuerpos, lo que revela las dificultades que poseen para entender el origen y las aplicaciones de las fuerzas.

Fernández, R., Peña, L., Hernández, J.L. y Lozano, A. (2002). *Física y química 1º Bachillerato*. Proyecto Enlace 1. Editorial Vicens Vives.

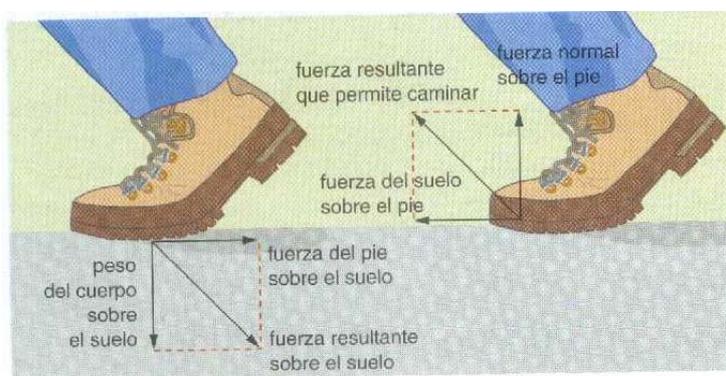
Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
6	164	27	2	0



- ✓ El calor es algo (una sustancia o una energía) que puede entrar o salir y pasar de unos cuerpos a otros. No se considera como una forma de transferencia de energía entre dos sistemas que se encuentran a diferente temperatura y, por tanto, un proceso como el trabajo.

Andrés, D.M., Antón J.L. y Barrio, J. (2006). *Física y química 1º Bachillerato*. Editorial Editex.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
8	289	51	1	2



Las fuerzas que forman un par de acción y reacción actúan sobre cuerpos distintos

- ✓ Consideran el peso como la fuerza que ejerce un cuerpo sobre la superficie en la que este se halla, en lugar de la fuerza con que la Tierra lo atrae hacia su centro.

Barradas, F., Valera, P. y Vidal, M.C. (2008). *Física y química 1º Bachillerato*. Proyecto La Casa del Saber. Editorial Santillana.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
7	236	57	2	2

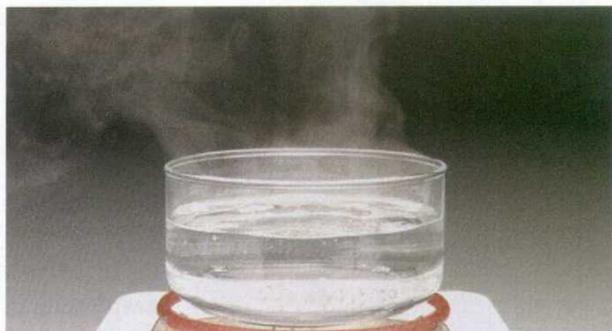


Figura 12.4. Quan s'escalfa l'aigua, la variació de l'energia és igual a la calor absorbida.

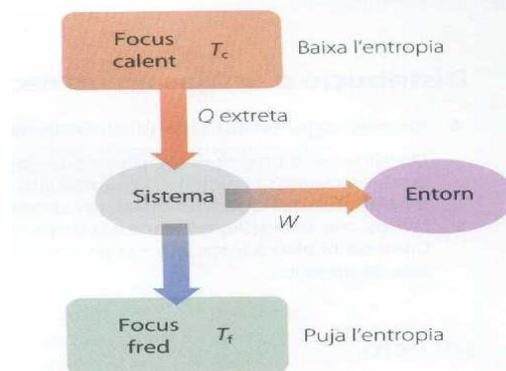


Figura 13.41. Esquema d'una màquina tèrmica.

- ✓ El calor es algo (una sustancia o una energía) que puede entrar o salir y pasar de unos cuerpos a otros. No se considera como una forma de transferencia de energía entre dos sistemas que se encuentran a diferente temperatura y, por tanto, un proceso como el trabajo.

Barrio, J.I., Puente, J., Caamaño, A. y Agustench, M. (2008). *Física y química 1º Bachillerato*. Editorial SM.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
8	152	19	0	0

Cardona, A.R., García, J.A., Martín, R., Peña, A. y Pozas, A. (2008).

Física y química 1º Bachillerato. Editorial Mc Graw Hill.

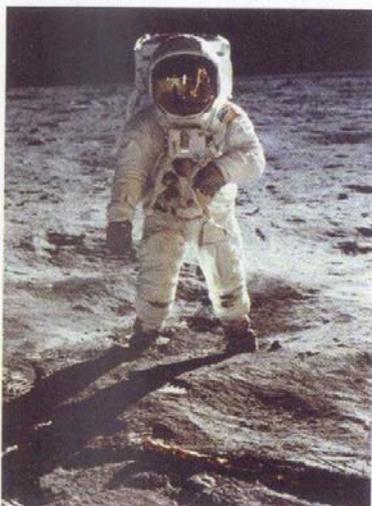
Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
5	140	14	0	0

Fidalgo, J.A. y Fernández, M.R. (2008). *Física y química*

1º Bachillerato. Editorial Everest.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
11	169	62	1	0

Los astronautas deben habituar su organismo a situaciones de ingravidez.



- ✓ En el vacío no hay gravedad, pues interpretan la misma como un fenómeno existente sólo en nuestro planeta.

Lorente, S., Quílez, J., Enciso, E. y Sendra, F. (2008). *Física y química 1º Bachillerato*. Editorial Ecir.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
5	248	52	3	4



Fig. 1.2. En un secador de pelo la energía eléctrica se transforma en otros tipos de energía, como la cinética del aire impulsado, la acústica, y, sobre todo, el aumento de energía interna (aumento de temperatura) del aire.

- ✓ Identifican el calor con la energía interna de un cuerpo o la energía térmica pues, en general, no consideran la energía interna como el conjunto de interacciones y de movimientos que hay en la estructura interna a nivel atómico.

tura. Finalmente: Al encender el mechero, parte del alcohol se ha quemado. La temperatura del agua y de los alrededores ha aumentado.

Interpretación energética:
 El alcohol se ha transformado en otras sustancias que poseen menos energía interna. La energía interna del agua y de los alrededores ha aumentado mediante la realización de calor.

Fig. 1.8.

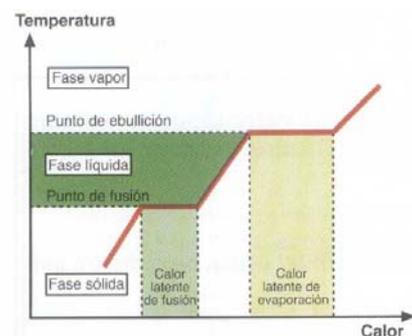


Fig. 6.9. Las variaciones de temperatura de las sustancias son directamente proporcionales al calor realizado, salvo en los procesos de cambios de estado, donde la temperatura permanece constante.

- ✓ El calor es algo (una sustancia o una energía) que puede entrar o salir y pasar de unos cuerpos a otros. No se considera como una forma de transferencia de energía entre dos sistemas que se encuentran a diferente temperatura y, por tanto, un proceso como el trabajo.

LIBROS DE 2º DE BACHILLERATO.

Cartuela, E. y Vidal, F. (1997). *Física 2º Bachillerato*. Editorial Castell Nou.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
11	351	158	0	1

Gisbert, M. y Hernández, J.L. (1998). *Física 2º Bachillerato*. Editorial Bruño.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
11	430	61	0	0

Armero, J., Castello, D.J., García, T. y Martínez, M.J. (1999). *Física 2º Bachillerato*. Editorial Edebé.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
15	428	49	0	0

Andrés, D.M., Antón J.L., Barrio, J., Cruz, M.C. y González, F. (2000). *Física 2º Bachillerato*. Editorial Editex.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
13	465	56	0	0

Barrio, J (2001). *Física 2º Bachillerato*. Editorial Oxford.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
15	596	91	0	1

Andrés, D.M., Antón L.A. y Barrio, J. (2003). *Física 2º Bachillerato*. Editorial Editex.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
14	601	110	0	1

Barrio, J. (2003). *Física 2º Bachillerato*. Editorial Oxford.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
14	569	87	0	0

Lorente, S., Enciso, E., Sendra, F., Chorro, F. y Quílez, J. (2003). *Física 2º Bachillerato*. Editorial Ecir.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
8	469	68	0	0

García, J.A. y Peña, A. (2005). *Física 2º Bachillerato*. Editorial Mc Graw Hill.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
15	466	55	0	1

Gil, J., Díaz, M.F. y Pardo, P.J. (2005). *Física 2º Bachillerato*. Editorial Santillana.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
11	390	132	0	1

Carrascosa, J., Martínez, S. y Alonso, M. (2006). *Física 2º Bachillerato*. Imprime Gráficas E. Corredor (Valencia).

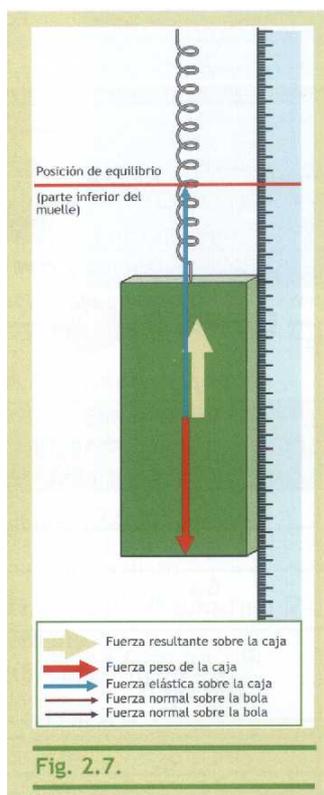
Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
11	462	12	0	2

Gisbert, M. y Hernández, J.L. (2009). *Física 2º Bachillerato*. Editorial Bruño.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
11	458	60	0	0

Lorente, S., Sendra, F., Enciso, E., Quílez, J. y Romero, J. (2009). *Física 2º Bachillerato*. Editorial Ecir.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
8	484	84	2	1



- ✓ Consideran el peso como la fuerza que ejerce un cuerpo sobre la superficie en la que este se halla, en lugar de la fuerza con que la Tierra lo atrae hacia su centro.



- ✓ Esperemos que, en este caso, lo de haber considerado a la Luna como un planeta sea un simple error y no un error conceptual.

Martínez, M.J. (2009). *Física 2º Bachillerato*. Editorial Vicens Vives.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
12	497	96	0	0

ANEXO III

ANEXO III

ILUSTRACIONES PRESENTES EN LOS LIBROS DE LA ACTUAL E.S.O. Y BACHILLERATO PARA TRABAJAR ERRORES CONCEPTUALES ORIGINADOS POR IDEAS ALTERNATIVAS.

LIBROS DE 3º E.S.O.

Andrés, D.M., Antón, J.L. y Barrio J. (1999). *Física y química 3º E.S.O.* Editorial Editex.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
5	173	32	0	0

Fidalgo, J.A. y Fernández, M.R. (2000). *Física y química 3º E.S.O.* Editorial Everest.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
6	141	63	1	1

Reflexiona

- Si, jugando al fútbol, deseas lanzar un penalty, ¿qué haces? Das una patada al balón para impulsarlo con mucha...



- Quieres estirar un muelle. ¿Cómo lo consigues?
- Intentas doblar una varilla metálica delgada. ¿Cómo lo lograrías?
- Si te dijeran que aplicarás una fuerza sobre el libro que tienes encima de tu mesa, ¿sabrías cómo hacerlo?

Evidentemente, no. Con toda seguridad preguntarías:

- ¿Tengo que hacer mucha fuerza o poca?
- ¿Cómo, dónde y hacia dónde la aplico?

- ✓ Relacionar la fuerza con el movimiento en lugar de con el cambio de movimiento.
- ✓ Los cuerpos tienen fuerza, es decir, que consideran la fuerza como una propiedad inherente a un cuerpo y no como una medida de la intensidad con que interacciona con otro.

Llorente, M.D., Rodríguez, M., Sanz, R. y Vaquero, F.J. (2000). *Física y química 3º E.S.O.* Editorial Almadraba.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
1	32	20	0	0

Cañas, A., Fernández, M. y Soriano, J. (2002). *Física y química 3º E.S.O.* Proyecto Ecosfera. Editorial SM.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
4	105	39	0	0

Fontanet, A. y Pastor, J.M. (2002). *Física y química 3º E.S.O.* Proyecto Helio. Editorial Vicens Vives.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
4	114	46	1	2

SÍGUELE LA PISTA A LA ENERGÍA

1 A partir de las situaciones representadas en las viñetas se pueden formar varias cadenas posibles de transferencia de energía. Describe los pasos de todas aquellas cadenas que puedas identificar.

IDEAS BÁSICAS

- Algunas formas de energía se pueden almacenar, transportar y transferir de un cuerpo a otro.
- Las cadenas de transferencia de energía describen los pasos que sigue la energía al pasar de unos cuerpos a otros.

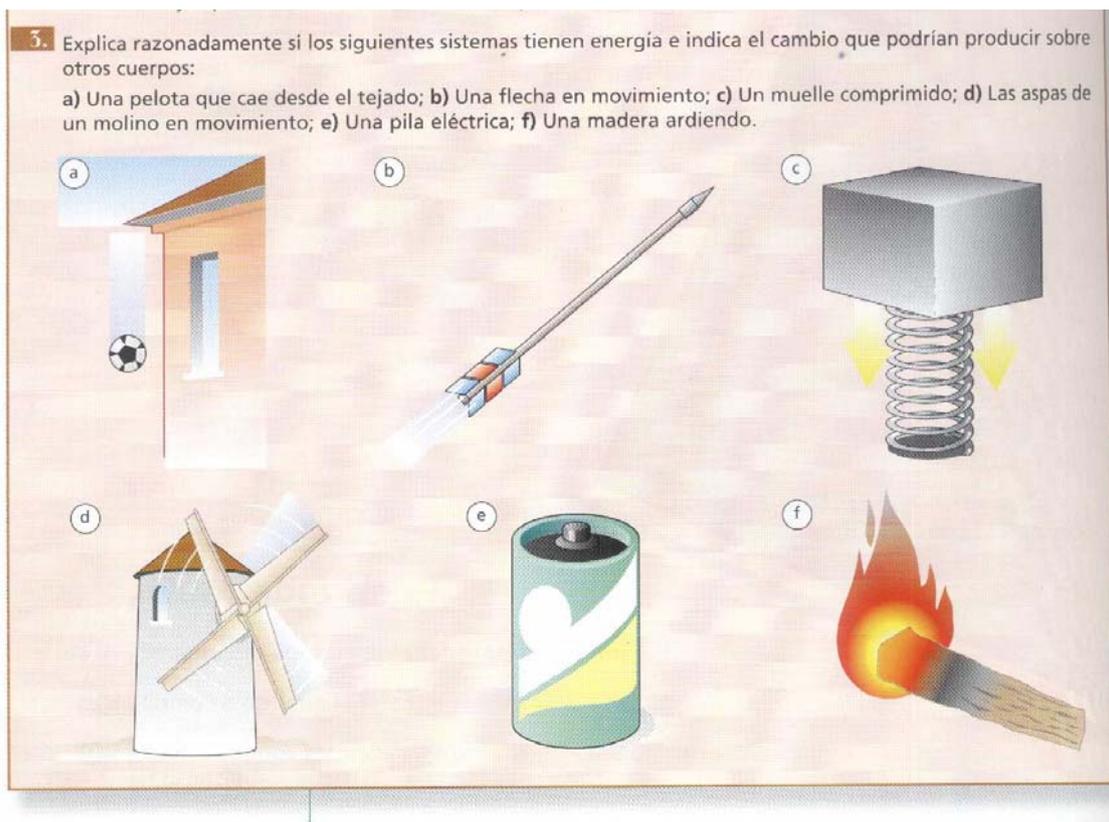
Actividades

- 1 Explica cómo se almacena energía en un reloj de cuerda y de qué modo se transfiere a las agujas.
- 2 Describe una cadena de transferencia de energía que vaya del carbón de una mina al agua que se calienta en un cazo sobre una placa de vitrocerámica.

✓ Consideran que la energía se gasta, se consume, se acaba, se pierde,...
 Lo que implica no tener claro el concepto de transformación y degradación de la energía.

Ontañón, G. y Ontañón, E. (2002). *Física y química 3º E.S.O.*
 Editorial Bruño.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
4	75	22	1	1



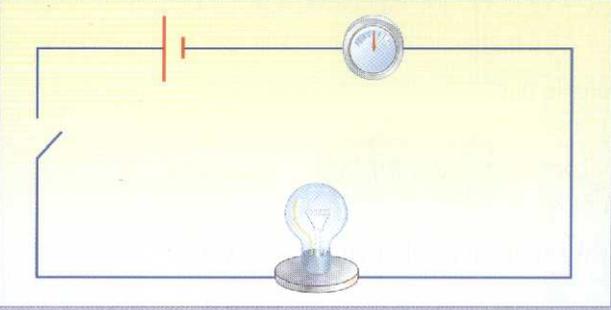
✓ Consideran que la energía se gasta, se consume, se acaba, se pierde,...
 Lo que implica no tener claro el concepto de transformación y degradación de la energía.

Peña, A., Poza, A., García, J.A. y Cardona, A.R. (2002). *Física y química 3º E.S.O.* Editorial Mc Graw Hill.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
3	81	22	2	1

20 Observa el circuito de la figura e indica cuáles de las siguientes afirmaciones son correctas:

- a) El amperímetro no marca nada porque está mal conectado.
- b) El amperímetro marca la intensidad que pasa por el circuito.
- c) El amperímetro no marca nada porque no hay corriente.



- ✓ Puede haber corriente eléctrica aunque el circuito esté abierto y no haya diferencia de potencial, no entienden cuál es la causa por la que los electrones se mueven.

Puente, F., Viguera, J.A. y Gonzalo, P. (2002). *Física y química 3º E.S.O.* Proyecto Newton. Editorial SM.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
4	92	28	0	0

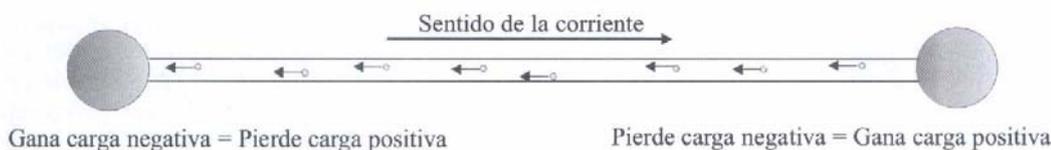
Carrascosa, J., Martínez, S., Aparicio, J. y Domínguez, C. (2003). *Física y química 3º E.S.O.* Imprime Gráficas E. Corredor (Valencia).

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
1	33	16	0	2

A.12. ¿Por qué la resistencia a la corriente en los metales aumenta con la temperatura?

En el ejemplo propuesto, el movimiento neto de los electrones libres tendrá lugar desde la esfera con carga neta negativa a la otra esfera idéntica, pero con carga neta positiva. De esa forma la esfera de la derecha pierde carga negativa, que pasa a través del cable a la esfera de la izquierda.

Fijémonos que **el proceso es del todo equivalente a decir que la esfera de la izquierda pierde carga positiva y la de la derecha la gana**. De hecho, debido a una confusión histórica, se asignó a la corriente eléctrica el sentido que correspondería a un movimiento de cargas positivas. Hoy en día sabemos que las cargas positivas de los átomos se hallan en el interior del núcleo y no pueden desplazarse libremente por el hilo conductor pero, dado que el movimiento de electrones en un sentido es, como hemos visto, equivalente a un movimiento de carga positiva en sentido contrario, en lugar de rectificar todo se prefirió mantener el sentido atribuido originariamente a la corriente eléctrica, de modo que:



A partir de ahora, cuando nos refiramos al sentido de la corriente eléctrica, lo haremos pensando en el desplazamiento de unas hipotéticas cargas positivas (siempre en sentido contrario al movimiento real de los electrones).

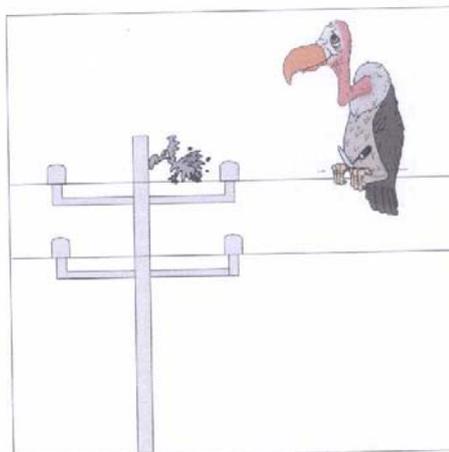
En el sistema internacional de unidades la carga eléctrica se mide en culombios. El símbolo del culombio es C. Como 1 C es una carga muy grande, a menudo se utilizan submúltiplos como, por ejemplo, el microculombio (μC) o millonésima parte del culombio: $1\mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$. La carga eléctrica más pequeña que existe es la de un electrón y vale $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ (la del protón es la misma pero positiva).

- ✓ La corriente eléctrica y los electrones van en el mismo sentido, lo que tiene origen con un error histórico pues, al principio se pensaba que los portadores de la electricidad eran cargas positivas.

6. Entre los extremos de un cable de alta tensión puede haber una diferencia de potencial de más de 300.000 V, sin embargo una persona puede suspenderse de dicho cable en el aire sin ningún peligro (algunas aves lo hacen). Claro que, en cuanto esa persona toca además tierra o un poste, queda electrocutada (lo mismo que las aves cuando se paran en un cable al lado de un poste metálico y se les ocurre picotear este último).

Utilizad la ley de Ohm para interpretar estos hechos.

(La resistencia de una persona al paso de la corriente es mucho mayor que la del pequeño trozo de cable que pueda tener entre las manos. El potencial eléctrico de la tierra es $V = 0$).



- ✓ Puede haber corriente eléctrica aunque el circuito esté abierto y no haya diferencia de potencial, no entienden cuál es la causa por la que los electrones se mueven.

Morales, J.V., Arribas, C. y López, V. (2004). *Física y química 3º E.S.O.* Proyecto 2.2. Editorial Edelvives.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
3	106	49	0	0

Balibrea, S., Reyes, M., Álvarez, A., Sáez, A. y Vílchez J.M. (2007).
Física y química 3º E.S.O. Editorial Anaya.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
2	57	19	1	0

Candel, A., Soler, J. y Tent, J.J. (2007). *Física y química 3º E.S.O.*
 Editorial Ecir.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
1	24	7	1	0

Garrido, A., Gómez, J.L., Vílchez, J.L., Centelles, S. y López, J.
 (2007). *Física y química 3º E.S.O.* Editorial Edebé.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
3	88	26	1	0

Piñar, I. (2007). *Física y química 3º E.S.O.* Editorial Oxford.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
1	36	6	1	0

Vidal, M.C., Prada, F. y Luis, J.L. (2007). *Física y química 3º E.S.O.*
 Proyecto La casa del saber. Editorial Santillana.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
1	33	7	0	0

LIBROS DE 4º E.S.O.

Andrés, D.M., Antón J.L. y Barrio, J. (1999). *Física y química 4º E.S.O.* Editorial Editex.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
6	199	23	0	1

ACTIVIDAD DESARROLLADA

Identifica las fuerzas que actúan sobre un libro colocado encima de una mesa y sus correspondientes pares de acción y reacción.

Sobre un libro situado sobre una mesa actúan su peso, producto de la interacción con la Tierra, y la fuerza normal que es el resultado de la interacción con la superficie de la mesa.

La reacción al peso es la fuerza con que el libro actúa sobre la Tierra. La reacción a la fuerza normal es la fuerza con que el libro empuja a la mesa hacia abajo y que tiene la misma intensidad que el peso del libro.

El peso y la normal no son un par de fuerzas de acción y reacción porque actúan sobre el mismo cuerpo.

- ✓ La fuerza de acción y reacción aparecen en un mismo cuerpo y por tanto se anulan (lo cual no es correcto ya que actúan en cuerpos distintos, por lo que no se pueden componer).
- ✓ Dificultades para representar en un dibujo las fuerzas que actúan sobre los cuerpos, lo que revela las dificultades que poseen para entender el origen y las aplicaciones de las fuerzas.

Pozas, A., García, J.A., Illana, J.C. y Peña, A. (1999). *Física y química 4º E.S.O.* Editorial Mc Graw Hill.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
8	197	61	2	1

La representación gráfica del movimiento de un cuerpo es la que aparece en la Figura 1.26.

Contesta las siguientes cuestiones:

- ¿Qué tipo de movimiento ha tenido en cada tramo? Razona la respuesta.
- ¿Cuál ha sido la velocidad en cada tramo?
- ¿Qué espacio ha recorrido al cabo de los 10 segundos?
- ¿Cuál ha sido el desplazamiento del móvil?

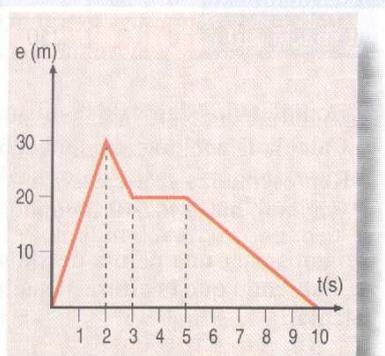


Figura 1.26.

- ✓ Confundir las gráficas posición-tiempo y rapidez-tiempo con la trayectoria seguida por el móvil, lo que pone de manifiesto que el alumno da a la representación una interpretación iconográfica como si fuera el gráfico de la trayectoria.

Cañas, A., Barrio, J.I., Fernández, M. y Soriano, J. (2003). *Física y química 4º E.S.O.* Proyecto Ecosfera. Editorial SM.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
9	264	47	2	3

A primera vista podríamos pensar que los cuerpos siempre se mueven en el sentido de las fuerzas que experimentan. Esto es cierto cuando un cuerpo está en reposo y experimenta una única fuerza que lo pone en movimiento, pero observa las siguientes figuras y trata de predecir cómo se comportará el cuerpo en cada caso.

En todos ellos actúan el peso y la reacción del suelo. Como el suelo soporta el peso, estas fuerzas se anulan. Por tanto, la fuerza resultante en los tres casos es la fuerza \vec{F} hacia la derecha.

- En el primer caso, su velocidad variará en el sentido de la fuerza \vec{F} y el cuerpo empezará a moverse también en el sentido de la fuerza.
- En el segundo, la fuerza \vec{F} aumentará la velocidad del cuerpo, que irá en el sentido de la fuerza cada vez más rápidamente.
- En el tercer caso, la fuerza \vec{F} frenará al cuerpo hasta pararlo y después lo hará retroceder aumentando su velocidad. La velocidad pasará de tener sentido inicial contrario a la fuerza a tener el mismo sentido.

- ✓ El movimiento siempre se realizará en la misma dirección y sentido que la fuerza resultante, donde nuevamente se pone de manifiesto la misma interpretación de la fuerza.

Un caso concreto: estudio de las fuerzas que actúan sobre el pasajero de un ascensor

Una persona de 50 kg está en un ascensor en la planta baja y aprieta el botón para subir al tercer piso. El ascensor aumenta su velocidad uniformemente de 0 a 4 m/s en 4 s y después sigue a esa velocidad. Vamos a calcular la fuerza resultante que actúa sobre él y su "peso aparente" o fuerza con que se aprieta contra el suelo (lo que marcaría una báscula de baño situada en el ascensor) cuando el ascensor está acelerando y cuando ha alcanzado la velocidad final.

- Cuando el ascensor acelera:
 - Sistema que estudiamos:** es el pasajero del ascensor (no el ascensor, ni la báscula, ni el suelo). Tiene 50 kg de masa.
 - Las fuerzas que actúan sobre él** son dos: su peso hacia abajo, $P = mg = 50 \cdot 9,8 = 490$ N, y la reacción N del suelo donde está apoyado, hacia arriba.
 - La fuerza resultante** sabemos que es hacia arriba porque el pasajero aumenta su velocidad hacia arriba; por tanto, N debe ser mayor que el peso. La fuerza resultante F será $N - P$.
 - La fuerza resultante F es igual a ma .** Calculamos la aceleración $a = \frac{(4 - 0)}{4} = 1 \text{ m/s}^2$.

$$F = N - P = 50 \cdot 1 = 50 \text{ N}$$
 La fuerza con que el pasajero se aprieta con el suelo del ascensor es igual a la que este le devuelve, N . Si tuviese una báscula de baño bajo los pies, esta marcaría N ; por eso lo llamamos **peso aparente**:

$$\text{Peso aparente} = N = 50 + P = 50 + 50 \cdot 9,8 = 540 \text{ N}$$
- Cuando el ascensor ha alcanzado los 4 m/s y sigue con la misma velocidad:
 - Sistema que estudiamos:** de nuevo es el pasajero del ascensor, de 50 kg de masa.
 - Las fuerzas que actúan sobre él**, como en el caso anterior, son el peso $P = mg = 50 \cdot 9,8 = 490$ N hacia abajo, y la reacción del suelo donde está apoyado N hacia arriba.
 - III y IV) La fuerza resultante es $F = ma = 0$** , ya que la velocidad del pasajero no cambia:

$$F = N - P = 0 \Rightarrow P = N$$
 El peso es el mismo que en el caso anterior, pues la Tierra lo atrae igual. El peso aparente, en este caso, es igual al peso:

$$N = P = 490 \text{ N}$$

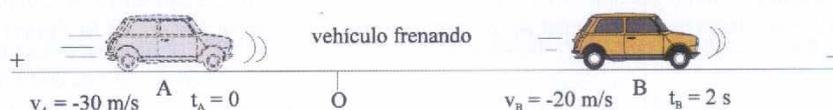
- ✓ Los cuerpos pierden peso y las personas masa ósea en determinadas situaciones, es decir, que no diferencian entre el peso y peso aparente de un cuerpo.

Carrascosa, J., Martínez, S., Aparicio, J. y Domínguez, C. (2003). *Física y química 4º E.S.O.* Imprime Gráficas E. Corredor (Valencia).

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
4	108	20	0	11

A.18. A veces se piensa que siempre que un móvil frena la aceleración sobre la trayectoria ha de ser negativa. Sin embargo, el signo de dicha magnitud depende en realidad del signo que tenga la variación de la rapidez. Proponed un ejemplo en el que un vehículo frene (se desplace cada vez más despacio) y el valor medio de la aceleración sobre la trayectoria sea positivo.

Basta con escoger el origen de espacios y el criterio de signos de tal forma que el móvil se desplace cada vez más despacio pero hacia valores decrecientes de la posición "e". Ello implica una rapidez negativa pero cuyo valor absoluto va disminuyendo, con lo que la variación de dicha rapidez saldrá un número positivo y, consecuentemente, el valor medio de la aceleración sobre la trayectoria también lo será. En la figura siguiente se propone un ejemplo concreto en el que se da esta situación:



Si calculamos el valor medio de la aceleración sobre la trayectoria podremos comprobar que resulta un número positivo (5 m/s^2) a pesar de que el vehículo está frenando. En cambio, podemos afirmar que siempre que un móvil está frenando, los signos de v y a_t son opuestos (comprobadlo imaginando posibles situaciones).

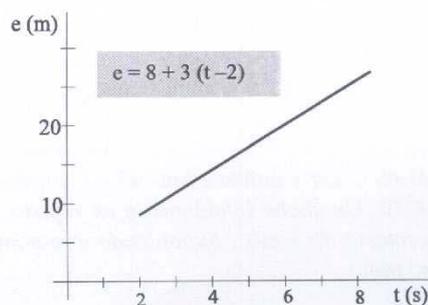
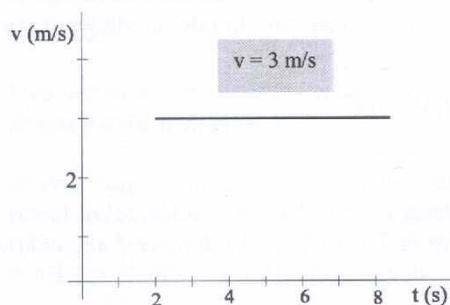
A.19. En las tablas siguientes se reproducen valores de la rapidez de tres móviles tomados a inter-

- ✓ Siempre que un cuerpo frena la aceleración es negativa.

v (m/s)	3	3	3	3	3	3	3
t (s)	2	3	4	5	6	7	8

e (m)	8	11	14	17	20	23	26
t (s)	2	3	4	5	6	7	8

Si representamos ahora los valores anteriores obtenemos las gráficas siguientes:



Es importante darse cuenta de que lo que sale en las gráficas anteriores **no** representa nunca la trayectoria por la que se ha desplazado el móvil. Esta, como se observa en el enunciado, no es rectilínea. La posición del ciclista a intervalos de tiempo de 1 s se puede indicar colocando sobre dicha trayectoria una serie de cruces cada 3 m de trayecto.

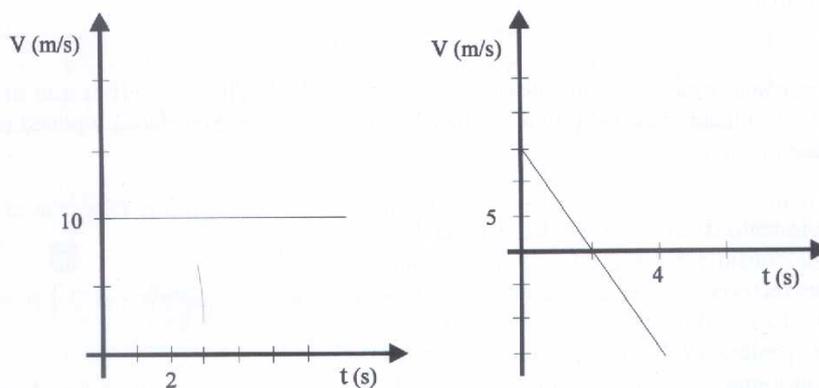


Conviene recordar que en el caso de que la trayectoria seguida en un movimiento uniforme sea una línea recta, el movimiento se denomina rectilíneo y uniforme (MRU). Un vehículo moviéndose en una carretera recta siempre con la misma rapidez poseería este tipo de movimiento. Análogamente, en el caso particular de un cuerpo que se mueva siempre con la misma rapidez pero describiendo una circunferencia, el movimiento se denomina circular y uniforme (MCU).

- ✓ Confundir las gráficas posición-tiempo y rapidez-tiempo con la trayectoria seguida por el móvil, lo que pone de manifiesto que el alumno da a la representación una interpretación iconográfica como si fuera el gráfico de la trayectoria.

- ✓ No diferencian entre los términos posición y cambio de posición, es decir, que confunden entre un intervalo y un punto.

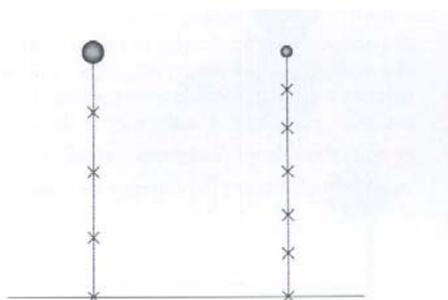
21. En las dos gráficas siguientes se representa el movimiento de dos cuerpos que, en el instante inicial, se encontraban en el origen. Interpretad cada uno de los movimientos representados y, a continuación, proceded a construir la gráfica e-t de cada uno de ellos.



38

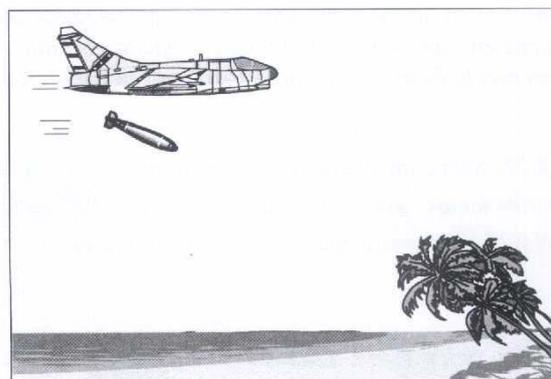
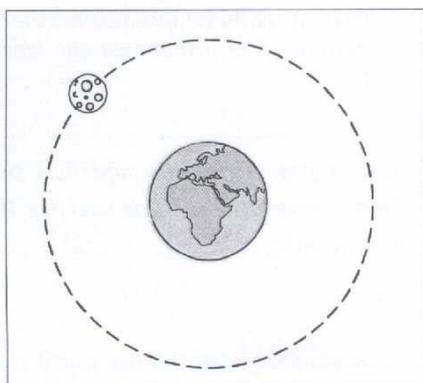
- ✓ En una gráfica rapidez-tiempo no son conscientes de la proporcionalidad existente entre el valor de la pendiente y el valor de la aceleración, es decir, no asocian la pendiente con la derivada de la función.
- ✓ Confunden el gráfico rapidez-tiempo con el de posición-tiempo, lo que pone de manifiesto que no son conscientes de toda la información que aparece en la gráfica.

27. Un alumno al que se le pidió que marcara mediante cruces a intervalos regulares de tiempo la posición de dos masas de 1 kg y de 2 kg cada una que se dejan caer, a la vez, desde la misma altura (considerando rozamiento despreciable), realizó el dibujo adjunto. Explicad qué dos errores cometió al hacerlo.



- ✓ Un cuerpo cuanto más pesa más deprisa cae, lo que pone de manifiesto que relacionan mediante una proporcionalidad directa la fuerza peso con la velocidad de caída. Y no considera la aceleración de la gravedad.

A.22. Indicad la dirección y sentido de la fuerza que debe actuar sobre La Luna para que describa órbitas circulares con rapidez constante alrededor de La Tierra, identificando el par acción y reacción. Idem para un proyectil que se deja caer desde un avión en pleno vuelo.



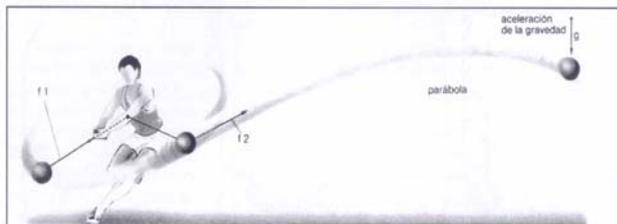
Cuando el proyectil abandona el avión, tiene la misma velocidad que éste y seguiría en línea recta con dicha velocidad (MRU) si no fuera porque su peso hace que se doble la trayectoria y vaya cayendo cada vez más deprisa (a la vez que se mueve horizontalmente). Ello hace que describa una trayectoria parabólica en el aire hasta llegar al suelo.

Sobre la Luna, también debe actuar una fuerza constante, perpendicular a la trayectoria y dirigida en todo momento hacia el centro de la Tierra. Esto explica que, en lugar de marcharse siguiendo la dirección de la tangente, quede ligada a la Tierra con movimiento circular y uniforme (recordemos que la explicación aristotélica consistía en admitir que dicho movimiento circular era el estado natural de los objetos celestes).

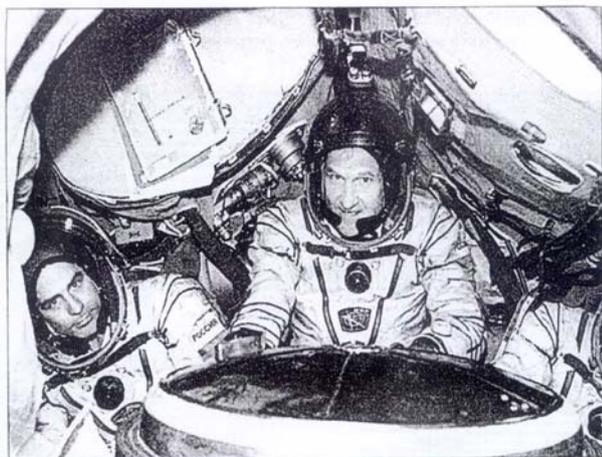
- ✓ Relacionar la fuerza con el movimiento en lugar de con el cambio de movimiento.

A.50. Para terminar esta recapitulación os invitamos a que realicéis un análisis crítico, desde el punto de vista de la física, a los cuatro recortes de prensa que se reproducen a continuación. En todos ellos se pueden detectar errores conceptuales que ya hemos tratado a lo largo de este tema. Esperamos que seáis capaces de descubrirlos y hacer los comentarios oportunos.

1. Tiro oblicuo. Diario Levante. Coleccionable sobre Ciencia. Año 1998.



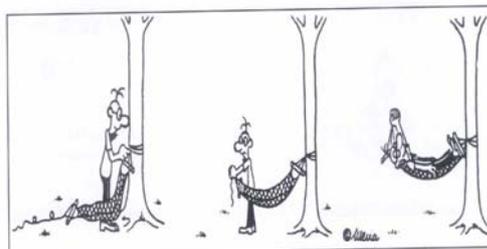
2. Cosmonautas. Diario El País. Mayo 2000.



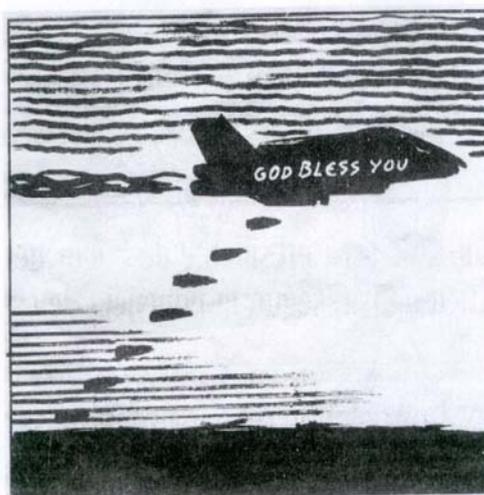
Los cosmonautas, en una cápsula de entrenamiento para viajar a la estación Mir en febrero de 1999. / REUTERS

Los cosmonautas pierden masa ósea por la ausencia de gravedad

3. La hamaca. Diario ABC. 1998



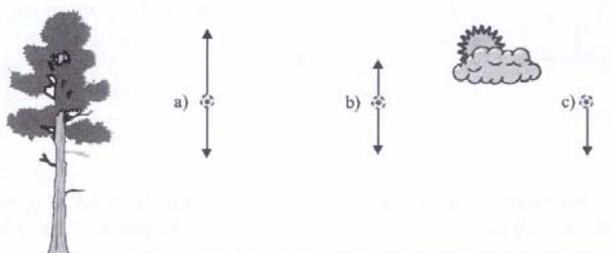
4. Dios os bendiga. El Roto. Diario El País. Noviembre de 2004



- ✓ Relacionar la fuerza con el movimiento en lugar de con el cambio de movimiento.
- ✓ Los cuerpos tienen fuerza, es decir, que consideran la fuerza como una propiedad inherente a un cuerpo y no como una medida de la intensidad con que interactúa con otro.
- ✓ En el vacío no hay gravedad, pues interpretan la misma como un fenómeno existente sólo en nuestro planeta.

- ✓ Los cuerpos pierden peso y las personas masa ósea en determinadas situaciones, es decir, que no diferencian entre el peso y peso aparente de un cuerpo.

2. Se lanza un objeto verticalmente desde el suelo hacia arriba. Considerando nulo el rozamiento con el aire, señalad con una cruz cual de los siguientes esquemas os parece que representa correctamente las fuerzas que actúan sobre el objeto que sube, poco antes de que alcance su máxima altura.



- ✓ Dificultades para representar en un dibujo las fuerzas que actúan sobre los cuerpos, lo que revela las dificultades que poseen para entender el origen y las aplicaciones de las fuerzas.

24. La ilustración adjunta se puede encontrar en una conocida novela que narra las *extraordinarias* aventuras del Barón de Münchhausen. En el texto se puede leer lo siguiente:

“Allí hubiera acabado irremisiblemente si la fortaleza de mi brazo no me hubiera sacado tirando de mi propia coleta, juntamente con mi caballo, al que sujeté firmemente entre mis piernas”

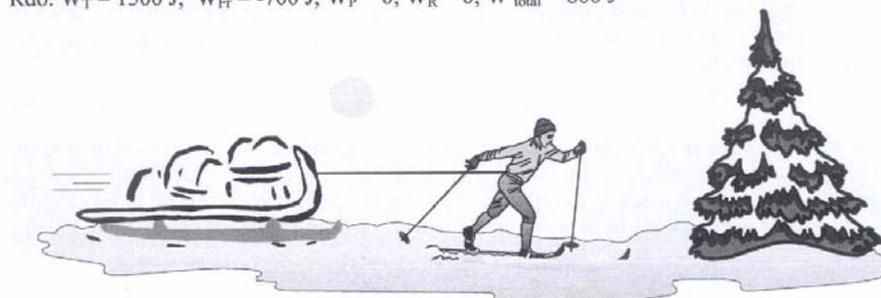
¿Qué comentarios te sugiere el texto anterior? Haz un análisis crítico del mismo desde el punto de vista de la física.



91

- ✓ La fuerza de acción y reacción aparecen en un mismo cuerpo y por tanto se anulan (lo cual no es correcto ya que actúan en cuerpos distintos, por lo que no se pueden componer).

1. Una persona arrastra por el suelo un trineo de 160 kg mediante una cuerda, que forma un ángulo de 0° con la horizontal, recorriendo una distancia de 5 m. La tensión de la cuerda es de 300 N y la fuerza de rozamiento vale 140 N. Dibujad un esquema en el que figuren todas las fuerzas que actúan sobre el trineo y calculad el trabajo realizado por cada una de ellas y el trabajo total.
 Rdo. $W_T = 1500 \text{ J}$; $W_{Fr} = -700 \text{ J}$; $W_P = 0$; $W_R = 0$; $W_{\text{total}} = 800 \text{ J}$



- ✓ Dificultades para representar en un dibujo las fuerzas que actúan sobre los cuerpos, lo que revela las dificultades que poseen para entender el origen y las aplicaciones de las fuerzas.

Fontanet, A. y Pastor, J.M. (2003). *Física y química 4º E.S.O.* Editorial Vicens Vives.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
8	220	64	5	1

Actividades

1 Cuando los astronautas salen de la nave en la que viajan por el espacio, van equipados con un módulo de maniobra que expulsa chorros de nitrógeno. Explica en qué principio físico se basa este dispositivo.

- ✓ En el vacío no hay gravedad, pues interpretan la misma como un fenómeno existente sólo en nuestro planeta.

García, J.A., Pozas, A., Peña, A. y Rodríguez, A. (2005). *Física y química 4º E.S.O.* Editorial Mc Graw Hill.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores Conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
8	191	39	4	2

11 Una xiqueta llisca, amb velocitat constant, per un tobogan com es veu al dibuix.

a) Quin diagrama és correcte, a o b?

b) Indica el nom de les forces que hi intervenen.

c) Falta alguna força al dibuix? En cas afirmatiu indica'n el nom i dibuixa-la.

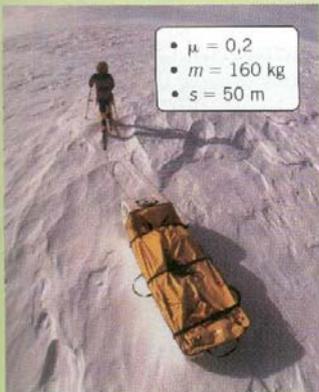
The image shows two diagrams, 'a' and 'b', illustrating a child sliding down a slide. In diagram 'a', a force vector is shown pointing upwards and to the right. In diagram 'b', a force vector is shown pointing straight upwards. The text above the diagrams asks which diagram is correct and to identify the forces involved.

- ✓ Relacionar la fuerza con el movimiento en lugar de con el cambio de movimiento.
- ✓ Dificultades para representar en un dibujo las fuerzas que actúan sobre los cuerpos, lo que revela las dificultades que poseen para entender el origen y las aplicaciones de las fuerzas.

De Luis, J.L., Pontes, M., Moreno, V., Prada, F., Prats, F., Rodado, E. y Ruiz, L. (2007). *Física y química 4º E.S.O.* Serie Energía. Editorial Santillana.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
7	248	88	6	4

2 A continuación tienes tres viñetas. Describe el trabajo realizado en cada caso.



a) Al arrastrar el trineo.



b) Al subir las pesas.



c) Al sostener el arma.

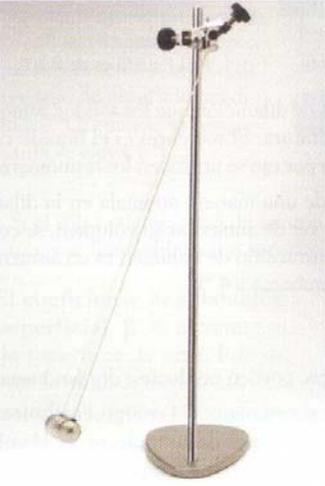
- ✓ Identificar el trabajo con esfuerzo y cansancio, en lugar de la realización de transformaciones en la materia mediante la aplicación de fuerzas, es decir, a través de interacciones.

OBSERVA

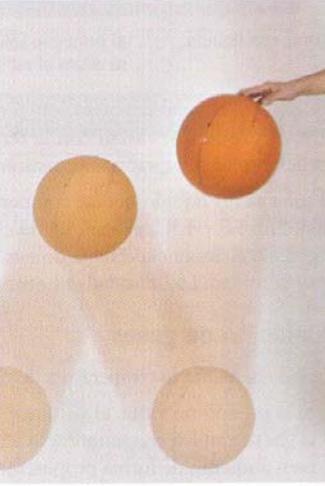
Observa estos procesos en los que parece no cumplirse el principio de conservación de la energía mecánica:



Cuando los coches se detienen, ¿en qué se ha convertido la energía cinética que tenían?



El péndulo se para con el tiempo. ¿Ha desaparecido la energía que lo mantenía en movimiento?



¿Por qué la pelota pierde altura en cada bote?

- ✓ Consideran que la energía se gasta, se consume, se acaba, se pierde,... Lo que implica no tener claro el concepto de transformación y degradación de la energía.

Candel, A., Soler, J.B. y Tent J. (2008). *Física y química 4º E.S.O.* Editorial Ecir.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
5	124	18	1	5

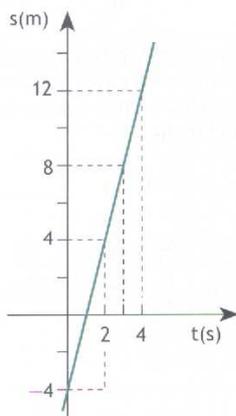


Fig. 1.5 No se debe confundir el desplazamiento representado en la gráfica s-t con la trayectoria del cuerpo.

- ✓ Confundir las gráficas posición-tiempo y rapidez-tiempo con la trayectoria seguida por el móvil, lo que pone de manifiesto que el alumno da a la representación una interpretación iconográfica como si fuera el gráfico de la trayectoria.

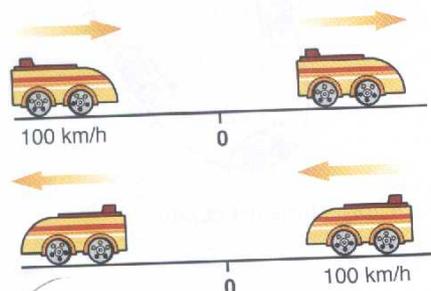
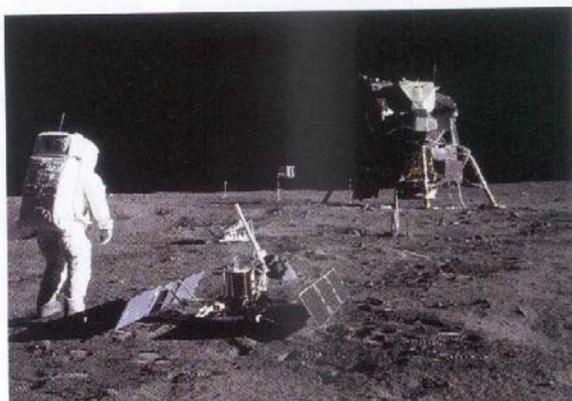


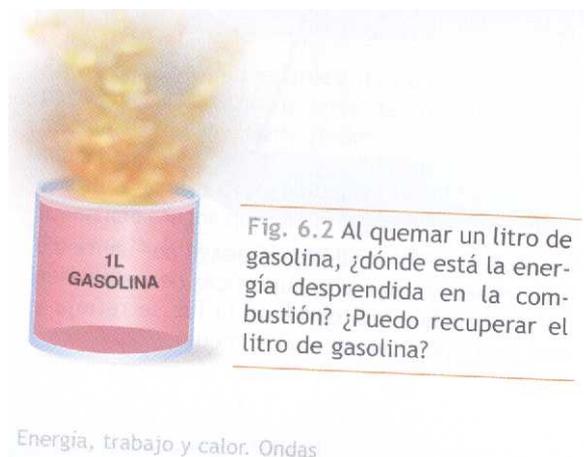
Fig. 2.1 Igual rapidez y diferente velocidad. La rapidez es en ambos casos 100 km/h. En el primer caso $v = 100$ km/h; en el segundo caso, $v = -100$ km/h.

- ✓ Confundir velocidad con rapidez.

- 18 Un astronauta deja caer en la Luna un cuerpo desde 1 m de altura y mide el tiempo en llegar al suelo (1,1 s). ¿Cuanto vale la gravedad en la superficie lunar?



- ✓ En el vacío no hay gravedad, pues interpretan la misma como un fenómeno existente sólo en nuestro planeta.



- ✓ Consideran que la energía se gasta, se consume, se acaba, se pierde,... Lo que implica no tener claro el concepto de transformación y degradación de la energía.

Piñar, I. (2008). *Física y química 4º E.S.O.* Editorial Oxford.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
7	317	108	1	0

Vidal, M.C., Prada, F. y Sanz, P. (2008). *Física y química 4º E.S.O.* Proyecto La Casa del Saber. Editorial Santillana.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
7	315	57	1	1



- ✓ Invertir el signo de la aceleración de la gravedad en función del sentido del movimiento del cuerpo, lo que pone de manifiesto que no terminan de entender el origen de la fuerza gravitatoria.

LIBROS DE 1º DE BACHILLERATO.

Fernández, R., Peña, L., Hernández, J.L. y Lozano, A. (1999). *Física y química 1º Bachillerato*. Proyecto Eurema 1. Editorial Vicens Vives.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
7	194	28	3	0

Ballester, M. y Barrio, J. (2000). *Física y química 1º Bachillerato*.
Editorial Oxford

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
7	280	66	1	2

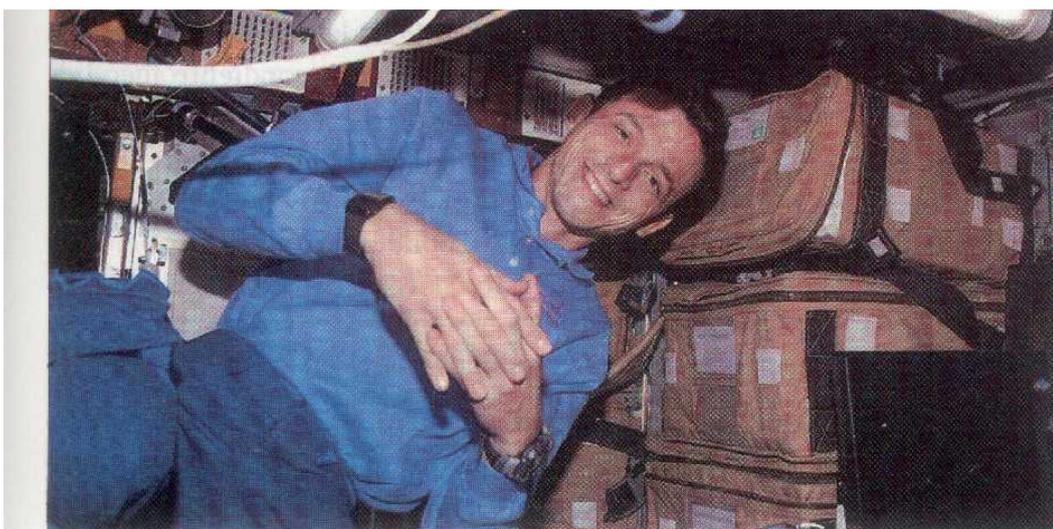


FIGURA 11.6. Pedro Duque, en la nave Discovery. La ingravidez de los astronautas no se debe a que g sea cero a la distancia a la que se encuentran. A los 550 km de altura a los que se encontraba la nave Discovery, el valor de g es de unos $8,3 \text{ m/s}^2$.

- ✓ En el vacío no hay gravedad, pues interpretan la misma como un fenómeno existente sólo en nuestro planeta.

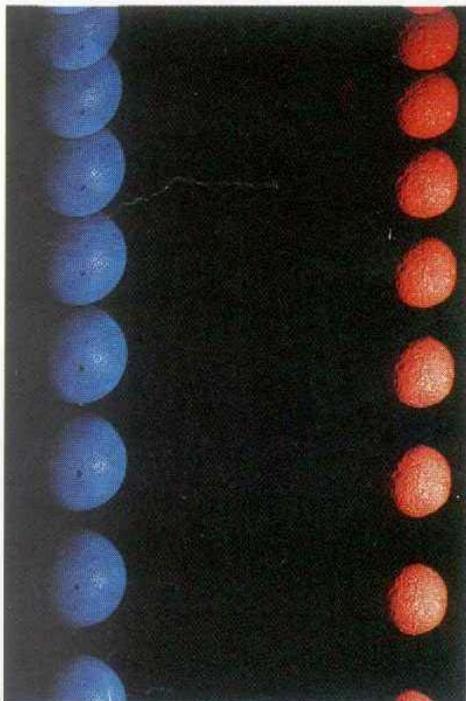


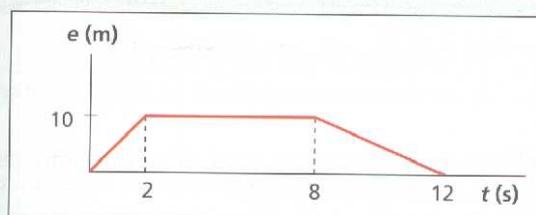
FIGURA 9.18. Dos esferas de muy distinta masa caen a la par, contradiciendo la creencia aristotélica, aún generalizada, de que los cuerpos pesados caen antes que los ligeros.

- ✓ Un cuerpo cuanto más pesa más deprisa cae, lo que pone de manifiesto que asocian la masa del cuerpo a la fuerza y la fuerza al movimiento.

Carrascosa, J., Martínez, S. y Martínez, J. (2000). *Física y química 1º Bachillerato*. Proyecto Nova. Editorial Santillana.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
5	192	63	0	5

- 3 Una persona interpretó la siguiente gráfica, correspondiente al movimiento de un vehículo, diciendo que:



«El movimiento consta de tres partes. En la primera, la rapidez va en aumento. En la segunda, el movimiento es rectilíneo y uniforme durante 6 s. En la tercera, el vehículo va frenando hasta que se para en un punto situado a una cierta distancia del punto de partida».

- Analizad detalladamente la gráfica y corregid todos los errores presentes en la explicación de esa persona.
- Construid la gráfica de la rapidez frente al tiempo a partir de los datos suministrados.

- ✓ Confundir las gráficas posición-tiempo y rapidez-tiempo con la trayectoria seguida por el móvil, lo que pone de manifiesto que el alumno da a la representación iconográfica como si fuera el gráfico de la trayectoria.

- ✓ Confundir velocidad con rapidez.
- ✓ En una gráfica rapidez-tiempo no son conscientes de la proporcionalidad existente entre el valor de la pendiente y el valor de la aceleración, es decir, no asocian la pendiente con la derivada de la función.
- ✓ Confunden el gráfico rapidez-tiempo con el de posición-tiempo, lo que pone de manifiesto que no son conscientes de toda la información que aparece en la gráfica.
- ✓ No diferencian entre los términos posición y cambio de posición, es decir, que confunden entre un intervalo y un punto.
- ✓ En una gráfica posición-tiempo no asocian la derivada a la rapidez, en cambio, sí la asocian con la ordenada.

- ✓ No distinguen el significado entre pendiente y altura en una gráfica posición-tiempo, pues interpretan la forma de la gráfica como la trayectoria seguida por el móvil sin tener en cuenta la información que nos proporcionan las variables de la función que estamos representando.



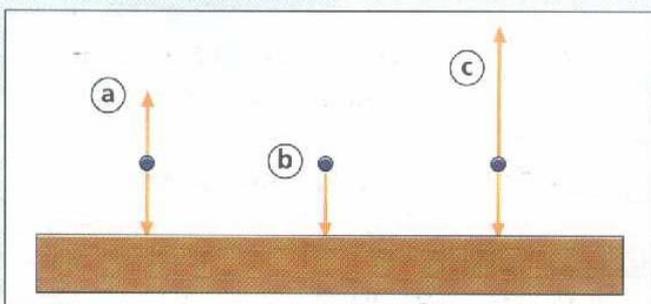
- ✓ Un cuerpo cuanto más pesa más deprisa cae, lo que pone de manifiesto que relacionan mediante una proporcionalidad directa la fuerza peso con la velocidad de caída.

El astronauta español Pedro Duque en el interior de la lanzadera *Discovery*. La sensación de ingravidez en órbita terrestre no se debe a una disminución exagerada de la fuerza de atracción que ejerce la Tierra, sino a que los astronautas se encuentran «en caída libre» en su giro alrededor de la Tierra.



- ✓ En el vacío no hay gravedad, pues interpretan la misma como un fenómeno existente sólo en nuestro planeta.

3 Se lanza un objeto verticalmente desde el suelo hacia arriba. Considerando nulo el rozamiento con el aire, señalad cuál de los siguientes esquemas os parece que representa correctamente las fuerzas que actúan sobre el objeto que sube, poco antes de que alcance su máxima altura.



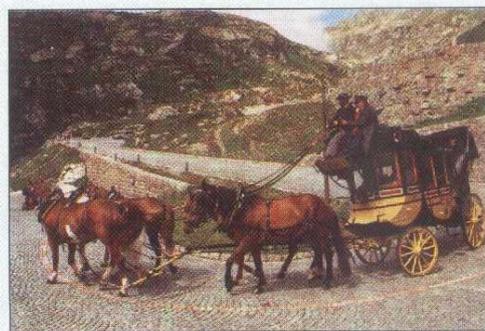
✓ Dificultades para representar en un dibujo las fuerzas que actúan sobre los cuerpos, lo que revela las dificultades que poseen para entender el origen y las aplicaciones de las fuerzas.

7 Analizad las siguientes proposiciones en las que, al parecer, se contradice el principio de acción y reacción.

a) Es evidente que la Tierra atrae a los cuerpos pero no se observa que los cuerpos atraigan a la Tierra. Así, por ejemplo, vemos cómo un cuerpo cae hacia el suelo atraído gravitatoriamente por la Tierra, pero no parece que el suelo se mueva para nada hacia dicho cuerpo.



b) Si el principio de acción y reacción es cierto, no se explica, por ejemplo, que un carro pueda avanzar, ya que la fuerza con que el caballo tira del carro tendría que ser igual y de sentido contrario a la fuerza con que el carro tira del caballo, con lo que el caballo no podría moverse.



✓ La fuerza de acción y reacción aparecen en un mismo cuerpo y por tanto se anulan (lo cual no es correcto ya que actúan en cuerpos distintos, por lo que no se pueden componer).

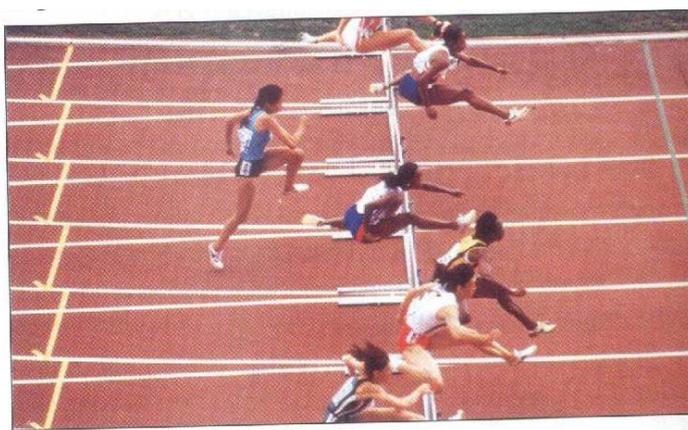
Galindo, A., Savirón, J.M., Morena, A., Pastor, J.M. y Benedí, A. (2000). *Física y química 1º Bachillerato*. Editorial Mc Graw Hill.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
8	151	19	3	0

Satoca, J., Tejerina, F. y Dalmau, J.F. (2000). *Física y química 1º Bachillerato*. Editorial Anaya.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
8	221	91	2	1

El cuerpo humano necesita energía para vivir. Esa energía la ingerimos con el alimento que tomamos, y permite el desplazamiento, al tiempo que mantiene constante la temperatura corporal.



- ✓ Piensan que la energía de las personas se genera descansando mientras duermen, es decir, que asocian el recuperarse de un esfuerzo con

la ganancia de energía, y no relacionan la ganancia de energía con el consumo de alimentación.

Nacenta, P., Sancho, C. y Guinda, L.M. (2001). *Física y química 1º Bachillerato*. Editorial Akal.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
7	166	39	2	0

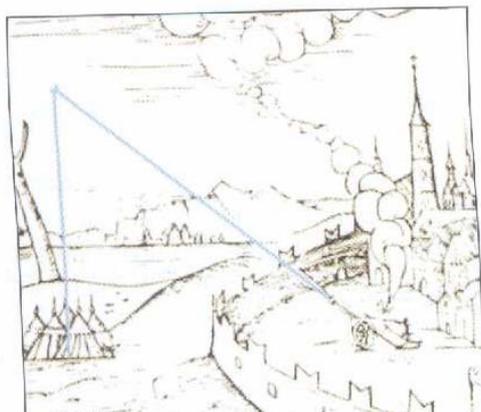
Fernández, R., Peña, L., Hernández, J.L. y Lozano, A. (2002). *Física y química 1º Bachillerato*. Proyecto Enlace 1. Editorial Vicens Vives.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
6	164	27	2	0

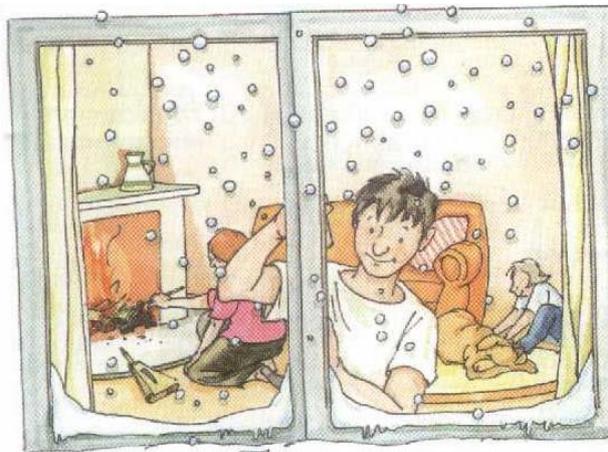
Andrés, D.M., Antón J.L. y Barrio, J. (2006). *Física y química 1º Bachillerato*. Editorial Editex.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
8	289	51	1	2

Según la tradición aristotélica, un cuerpo, violentamente propulsado, empieza a moverse de manera rectilínea. Cuando su velocidad se anule, cae repentinamente en caída libre; tanto más deprisa cuanto mayor sea su masa. El primer tramo corresponde a un *movimiento violento* y el segundo, a un *movimiento natural*.



- ✓ Un cuerpo cuanto más pesa más deprisa cae, lo que pone de manifiesto que relacionan mediante una proporcionalidad directa la fuerza peso con la velocidad de caída.



Expresiones del tipo:

¡Cierra la ventana!, que entra frío.

Demuestran el arraigo de la teoría del calórico.

- ✓ El calor es algo (una sustancia o una energía) que puede entrar o salir y pasar de unos cuerpos a otros. No se considera como una forma de transferencia de energía entre dos sistemas que se encuentran a diferente temperatura y, por tanto, un proceso como el trabajo.

Barradas, F., Valera, P. y Vidal, M.C. (2008). *Física y química 1º Bachillerato*. Proyecto La Casa del Saber. Editorial Santillana.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
7	236	57	2	2

Barrio, J.I., Puente, J., Caamaño, A. y Agustench, M. (2008). *Física y química 1º Bachillerato*. Editorial SM.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
8	152	19	0	0

Cardona, A.R., García, J.A., Martín, R., Peña, A. y Pozas, A. (2008). *Física y química 1º Bachillerato*. Editorial Mc Graw Hill.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
5	140	14	0	0

Fidalgo, J.A. y Fernández, M.R. (2008). *Física y química 1º Bachillerato*. Editorial Everest.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
11	169	62	1	0

Lorente, S., Quílez, J., Enciso, E. y Sendra, F. (2008). *Física y química 1º Bachillerato*. Editorial Ecir.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
5	248	52	3	4



Fig. 4.12. ¿Es posible desplazarse en una barca de vela impulsándose sólo con el aire de un fuelle lanzado sobre la vela?

- ✓ Creer que un cuerpo se puede acelerar a sí mismo, lo que pone de manifiesto que no se ha comprendido la ley de acción y reacción, pues cada fuerza actúa sobre un cuerpo distinto.
- ✓ La fuerza de acción y reacción aparecen en un mismo cuerpo y por tanto se anulan (lo cual no es correcto ya que actúan en cuerpos distintos, por lo que no se pueden componer).

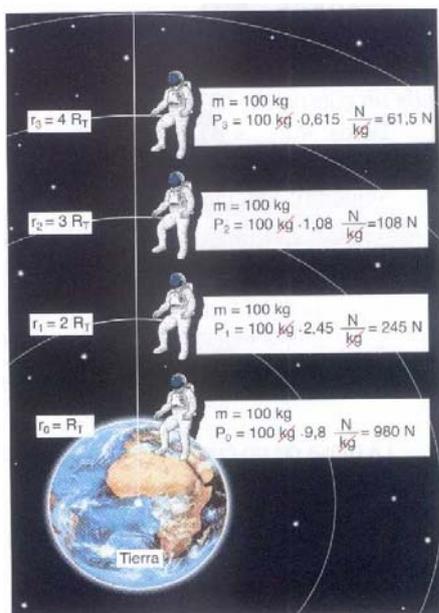
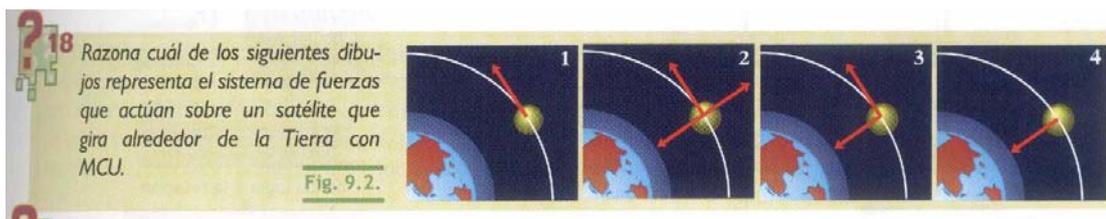


Fig. 5.2. Diagrama expositivo de la disminución del peso de un cuerpo con la altura. La masa del cuerpo es una propiedad invariable, mientras que la gravedad disminuye al aumentar la distancia al centro del planeta; por ello, el peso disminuye. Los satélites y los transbordadores espaciales poseen órbitas de unos pocos centenares de kilómetros, respecto a la superficie terrestre, por lo que la disminución del valor de la gravedad es poco importante; se necesitan distancias muy grandes para que la variación sea apreciable.

- ✓ En el vacío no hay gravedad, pues interpretan la misma como un fenómeno existente sólo en nuestro planeta.



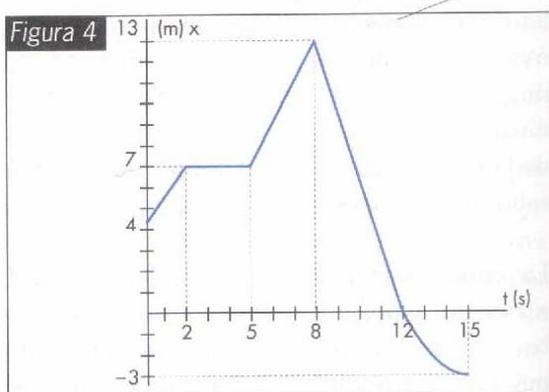
- ✓ Relacionar la fuerza con el movimiento en lugar de con el cambio de movimiento.
- ✓ El movimiento siempre se realizará en la misma dirección y sentido que la fuerza resultante, donde nuevamente se pone de manifiesto la misma interpretación de la fuerza.

LIBROS DE 2º DE BACHILLERATO.

Cartuela, E. y Vidal, F. (1997). *Física 2º Bachillerato*. Editorial Castell Nou.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
11	351	158	0	1

La història d'un moviment la podem resumir amb una funció matemàtica x del temps i també, amb una gràfica. Si una partícula descriu un moviment rectilini i n'anem mesurant les posicions per a diferents instants, podem condensar totes aquestes informacions en una gràfica. Si la gràfica obtinguda és com la que es representa a la figura 4, podem treure unes quantes conclusions sobre el moviment de la partícula, si analitzem adequadament la informació que conté.



El desplaçament durant els primers 2 s és positiu i val 3 m, la qual cosa vol dir que el mòbil que ha començat a moure's des del punt $x = 4$ m s'ha mogut cap a la dreta. Poste-

riorment, el mòbil ha estat en repòs ja que el desplaçament entre els instants $t = 2$ s i $t = 5$ s és zero. A partir de $t = 5$ s la partícula ha tornat a desplaçar-se cap a la dreta. El desplaçament a partir de l'instant 8 s és negatiu; és a dir, el mòbil es desplaça cap a l'esquerra. A l'instant $t = 12$ s el mòbil torna a passar per l'origen i continua desplaçant-se cap a l'esquerra pels punts corresponents a valors de la x negatius.

- ✓ Confundir las gráficas posición-tiempo y rapidez-tiempo con la trayectoria seguida por el móvil, lo que pone de manifiesto que el alumno da a la representación una interpretación iconográfica como si fuera el gráfico de la trayectoria.

- ✓ Confunden el gráfico rapidez-tiempo con el de posición-tiempo, lo que pone de manifiesto que no son conscientes de toda la información que aparece en la gráfica.
- ✓ No diferencian entre los términos posición y cambio de posición, es decir, que confunden entre un intervalo y un punto.
- ✓ En una gráfica posición-tiempo no asocian la derivada a la rapidez, en cambio, sí la asocian con la ordenada.
- ✓ No distinguen el significado entre pendiente y altura en una gráfica posición-tiempo, pues interpretan la forma de la gráfica como la trayectoria seguida por el móvil sin tener en cuenta la información que nos proporcionan las variables de la función que estamos representando.
- ✓ Asocian rapidezces negativas a las ordenadas negativas en las gráficas posición-tiempo, volviendo a poner de relieve lo comentado en la idea anterior.

Gisbert, M. y Hernández, J.L. (1998). *Física 2º Bachillerato*. Editorial Bruño.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
11	430	61	0	0

Armero, J., Castello, D.J., García, T. y Martínez, M.J. (1999). *Física 2º Bachillerato*. Editorial Edebé.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
15	428	49	0	0

Andrés, D.M., Antón J.L., Barrio, J., Cruz, M.C. y González, F. (2000). *Física 2º Bachillerato*. Editorial Editex.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
13	465	56	0	0

Barrio, J (2001). *Física 2º Bachillerato*. Editorial Oxford.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
15	596	91	0	1

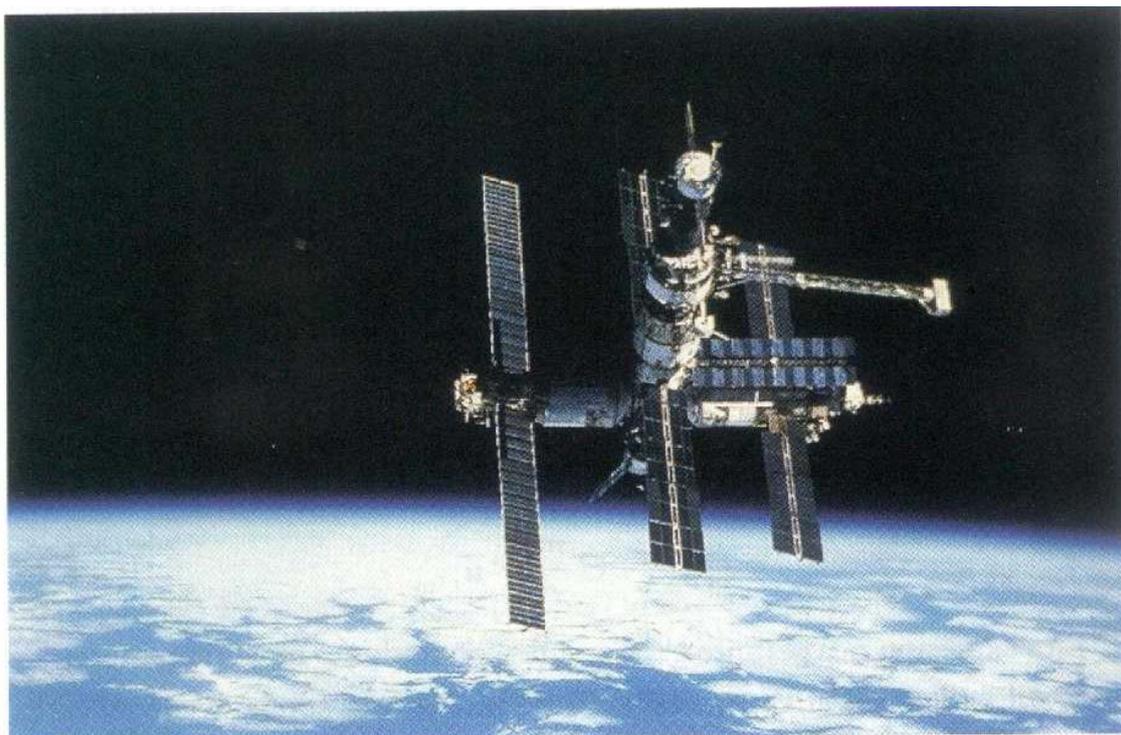


FIGURA 3.13. Estación MIR sobrevolando la Tierra bajo la influencia del campo gravitatorio terrestre.

- ✓ En el vacío no hay gravedad, pues interpretan la misma como un fenómeno existente sólo en nuestro planeta.

Andrés, D.M., Antón L.A. y Barrio, J. (2003). *Física 2º Bachillerato*. Editorial Editex.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
14	601	110	0	1

El fenómeno de la ingravidez

Con frecuencia observamos imágenes de astronautas y objetos que flotan en el aire dentro de las naves espaciales en estado de ingravidez.

El término de *ingravidez* no es correcto porque la fuerza de atracción gravitatoria con la que actúa la Tierra sobre los astronautas no se hace igual a cero y por tanto las personas y los objetos que están dentro de la nave tienen peso.

La relación entre el peso de un astronauta en la superficie de la Tierra y dentro de la estación espacial internacional, ISS; que gira en una órbita situada a 400 km de la superficie de la Tierra es:

$$\frac{P_{\text{órbita}}}{P_{\text{suelo}}} = \frac{\frac{G \cdot m_T \cdot m_{\text{astronauta}}}{(R_T + h)^2}}{\frac{G \cdot m_T \cdot m_{\text{astronauta}}}{R_T^2}} = \frac{R_T^2}{(R_T + h)^2} = \frac{(6370 \text{ km})^2}{(6370 \text{ km} + 400 \text{ km})^2} = 0,89$$

El astronauta y todos los objetos de la nave pesan solamente un 11 % menos que en el suelo. Por tanto, la lejanía de la nave no es suficiente explicación de la aparente pérdida del peso.



Peso aparente

La sensación que tenemos de nuestro propio peso proviene de las fuerzas que lo equilibran. Así, al estar sentados sentimos la fuerza con la que actúa la silla, que equilibra nuestro peso e impide que caigamos al suelo. Al pesarnos en una báscula de baño, su resorte se comprime para equilibrar nuestro peso. Esa compresión permite determinar el valor del peso con un aparato que se haya calibrado aplicando la ley de Hooke.

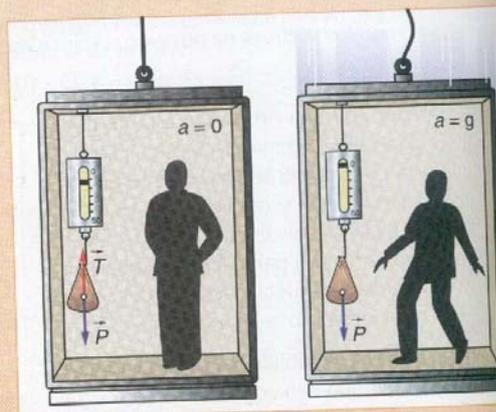
Pero veamos qué ocurre al pesarnos o al pesar un objeto con un dinamómetro dentro de un ascensor.

Si el ascensor está parado, el dinamómetro indica una cantidad igual al peso del objeto.

Si el ascensor desciende con una aceleración igual a la de la gravedad, no hay ninguna fuerza que equilibre al peso y el dinamómetro indica una cantidad igual a cero.

Aparentemente nosotros y los objetos que están dentro del ascensor no pesamos nada.

A esta situación se le denomina ingravidez, más correctamente *falta aparente de peso*, y es la que experimentan los astronautas cuando se mueven en órbita alrededor de la Tierra.



Ascensor parado.

Ascensor en caída libre.

- ✓ En el vacío no hay gravedad, pues interpretan la misma como un fenómeno existente sólo en nuestro planeta.
- ✓ Los cuerpos pierden peso y las personas masa ósea en determinadas situaciones, es decir, que no diferencian entre el peso y peso aparente de un cuerpo.

Barrio, J. (2003). *Física 2º Bachillerato*. Editorial Oxford.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
14	569	87	0	0

Lorente, S., Enciso, E., Sendra, F., Chorro, F. y Quílez, J. (2003). *Física 2º Bachillerato*. Editorial Ecir.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
8	469	68	0	0

García, J.A. y Peña, A. (2005). *Física 2º Bachillerato*. Editorial Mc Graw Hill.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
15	466	55	0	1

F **Ingravidéz y peso aparente**

Estamos familiarizados con imágenes de astronautas como la que aparece en la Figura 5.23 y hemos oído muchas veces que los astronautas flotan en el espacio en estado de ingravidéz. Sin embargo, el término ingravidéz no es correcto, porque la gravedad actúa sobre los astronautas en el espacio y, por tanto, tienen peso.

La expresión más correcta es que los astronautas tienen falta aparente de peso.

En el caso de un astronauta que dentro de una nave describa una órbita circular alrededor de la Tierra, se debe a que la gravedad es la fuerza centrípeta necesaria para que el movimiento circular tenga lugar. Por tanto, el astronauta tiene peso. La sensación de ausencia de peso se debe a que no

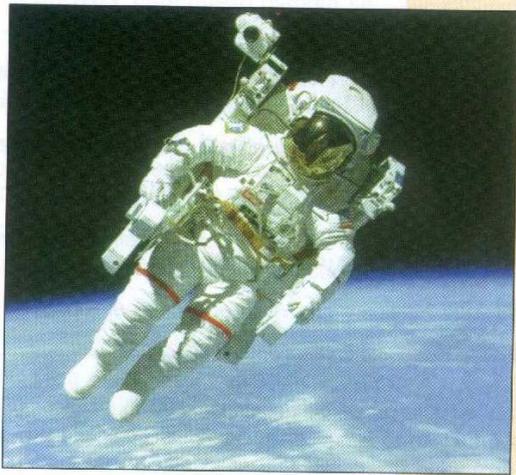


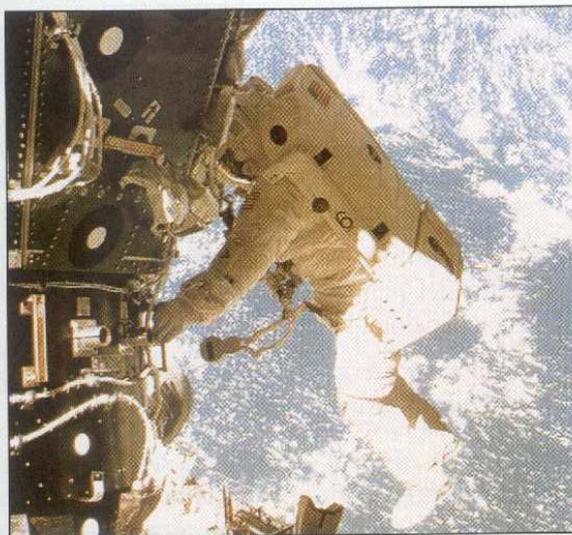
Fig. 5.23. Astronauta en estado de «ingravidéz»

- ✓ En el vacío no hay gravedad, pues interpretan la misma como un fenómeno existente sólo en nuestro planeta.

Gil, J., Díaz, M.F. y Pardo, P.J. (2005). *Física 2º Bachillerato*. Editorial Santillana.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
11	390	132	0	1

2 Una forma de perder peso consiste en elevarse por encima de la superficie de la Tierra. Determina lo que pesa un astronauta de 100 kg de masa en la Tierra cuando se eleva a una altura de $2R_T$. ¿Se encontraría el astronauta más delgado y estilizado?

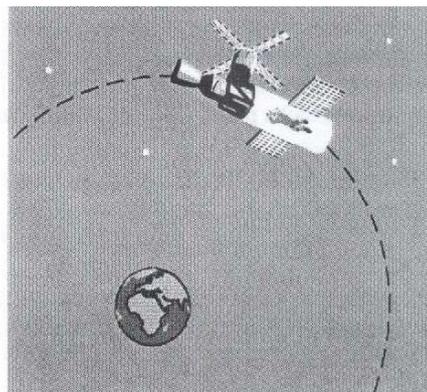


- ✓ Los cuerpos pierden peso y las personas masa ósea en determinadas situaciones, es decir, que no diferencian entre el peso y peso aparente de un cuerpo.

Carrascosa, J., Martínez, S. y Alonso, M. (2006). *Física 2º Bachillerato*. Imprime Gráficas E. Corredor (Valencia).

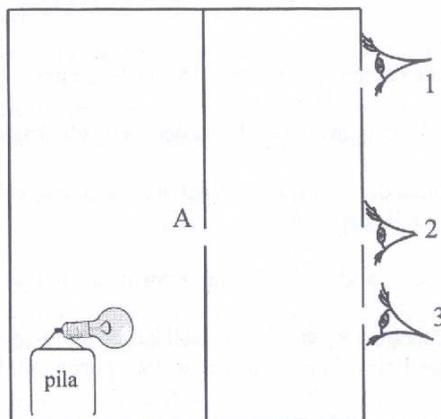
Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
11	462	12	0	2

10. En ocasiones se dice que un astronauta que se halla en órbita se encuentra en estado de ingravidez. Otras veces se ha podido leer en la prensa que en una estación espacial situada a 400 km de altura sobre la superficie terrestre las condiciones son de "microgravedad" o incluso que no hay gravedad. Haz una crítica de estas afirmaciones y explica qué es lo que se debe entender científicamente.



- ✓ En el vacío no hay gravedad, pues interpretan la misma como un fenómeno existente sólo en nuestro planeta.

1. Una bombilla encendida está separada de tres observadores 1, 2 y 3, por medio de pantallas negras totalmente opacas tal y como se muestra en la figura adjunta. En esas condiciones: ¿Quién o quienes de los tres observadores podrá ver el agujero A iluminado?



- ✓ La luz se puede ver por sí sola como si se tratase de un objeto ordinario más.

Gisbert, M. y Hernández, J.L. (2009). *Física 2º Bachillerato*. Editorial Bruño.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
11	458	60	0	0

Lorente, S., Sendra, F., Enciso, E., Quílez, J. y Romero, J. (2009). *Física 2º Bachillerato*. Editorial Ecir.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
8	484	84	2	1

Martínez, M.J. (2009). *Física 2º Bachillerato*. Editorial Vicens Vives.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
12	497	96	0	0

ANEXO IV

ANEXO IV

ERRORES CONCEPTUALES PRESENTES EN LOS LIBROS DEL ANTIGUO B.U.P. Y C.O.U.

LIBROS DE 2º DE B.U.P.

Carro, M.J., Hernández, J.L. y Parejo, C. (1981). *Física y Química 2º B.U.P.* Imprime Imprenta Frama (Madrid).

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
18	67	0	0	1

Furió, C., Beltrán, J., Gil, D., Gil, G., Llopis, R. y Sánchez, A. (1985). *Física y Química 2º B.U.P.* Editorial Anaya.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
13	152	13	0	4

Pastor, J.M., Pascual, R., Lauzurica, M.T. y Escudero, P. (1986). *Física y Química 2º B.U.P.* Editorial Santillana.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
11	189	18	0	0

Candel, A., Soler, J.B., Satoca, J. y Tent, J.J. (1987). *Física y Química 2º B.U.P.* Editorial Anaya.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
13	165	37	1	1



- ✓ Relacionar la fuerza con el movimiento en lugar de con el cambio de movimiento.
- ✓ Usar la fuerza como sinónimo de velocidad (por ejemplo, decir que iba muy fuerte, en lugar de, muy rápido, o decir, la fuerza

que se le comunicó al lanzarlo, en lugar de, la velocidad inicial con que salió).

- ✓ La fuerza de acción y reacción aparecen en un mismo cuerpo y por tanto se anulan (lo cual no es correcto ya que actúan en cuerpos distintos, por lo que no se pueden componer).

Dou, J.M., Masjuan, M.P. y Pfeiffer, N. (1989). *Física y Química 2º B.U.P.* Editorial Casals.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
11	317	46	0	0

Fidalgo, J.A. (1989). *Física y Química 2º B.U.P.* Editorial Everest.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
19	379	69	3	0

1. TRABAJO

Si como consecuencia de haber aplicado una fuerza a un cuerpo se origina un desplazamiento del mismo, decimos que se realiza un trabajo, quedando éste determinado por estos dos factores: fuerza aplicada y espacio recorrido por su punto de aplicación.



Una niña al elevar un peso desde el suelo hasta cierta altura realiza un trabajo.



Una niña sosteniendo ese peso en el aire hará un gran esfuerzo, pero no realizará trabajo alguno.

- ✓ Se realiza trabajo sobre un cuerpo sólo cuando éste se desplaza bajo la acción de una fuerza capaz de vencer obstáculos que se oponen a ello.

Por tanto enunciaremos, como primera definición, que la temperatura de un cuerpo es una medida de su nivel térmico; es decir, de su estado de calor o de frío.

- ✓ Consideran como sinónimo calor y temperatura, es decir, no diferencian entre un proceso energético y una medida de la energía.

Lasheras, A.L. y Carretero, M.P. (1989). *Física y Química 2º B.U.P.*
 Proyecto Positrón. Editorial Vicens Vives.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
17	499	62	0	2

Sendra, F. y Enciso, E. (1992). *Física y Química 2º B.U.P.* Editorial Ecir.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
11	220	48	0	1

Arriola, A., Barrio, J.I., Cañas, A., Fernández, R.D., García, M., Hernández, J.L., Lowy, E. y Romo, M. (1993). *Física y Química 2º B.U.P.*
 Proyecto Energía 2. Editorial SM.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
16	378	101	3	1



- ✓ Relacionar la fuerza con el movimiento en lugar de con el cambio de movimiento.

LIBROS DE 3º DE B.U.P.

Furió, C., Gil, D., Gil, G. y Llopis, R. (1969). *Física y Química 3º B.U.P.* Imprime Talleres Seriols-Sichet-Herrero (Villareal-Castelló).

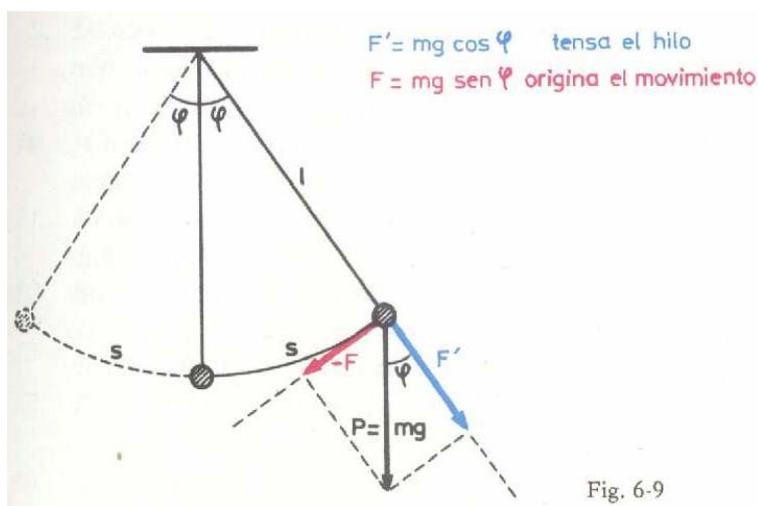
Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
10	126	22	0	0

Pérez, A. (1979). *Física y Química 3º B.U.P.* Editorial Marfil.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
14	211	14	0	1

Fidalgo, J.A. (1985). *Física y Química 3º B.U.P.* Editorial Everest.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
16	272	8	1	0



- ✓ Relacionar la fuerza con el movimiento en lugar de con el cambio de movimiento.

Furió, C., Beltrán, J., Gil, D., Gil, G., Grima, M.J., Llopis, R. y Sánchez, A. (1986). *Física y Química 3º B.U.P.* Editorial Anaya.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
16	279	8	0	0

Latorre, M., Moliner, J.F. y Rius, J.M. (1986). *Física y Química 3º B.U.P.* Editorial Edelvives.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
20	257	6	0	0

Pastor, J.M., Pascual, R., Lauzurica, M.T. y Escudero, P. (1986). *Física y Química 3º B.U.P.* Editorial Santillana.

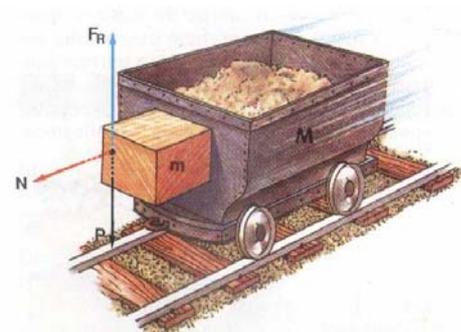
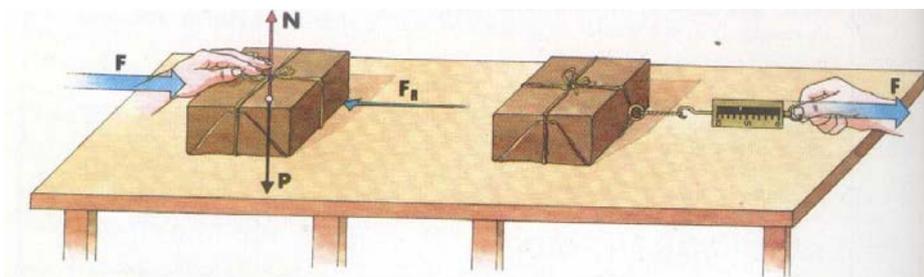
Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
11	174	19	0	1

Candel, A., Soler, J.B., Satoca, J. y Tent, J.J. (1987). *Física y Química 3º B.U.P.* Editorial Anaya.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
13	205	17	3	0



- ✓ La fuerza de acción y reacción aparecen en un mismo cuerpo y por tanto se anulan (lo cual no es correcto ya que actúan en cuerpos distintos, por lo que no se pueden componer).



- ✓ Dificultades para representar en un dibujo las fuerzas que actúan sobre los cuerpos, lo que revela las dificultades que poseen para entender el origen y las aplicaciones de las fuerzas.

Pastor, J.M., Pascual, R., Lauzurica, M.T. y Escudero, P. (1991). *Física y Química 3º B.U.P.* Editorial Santillana.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
11	232	31	2	0



Fig. 1. La fuerza ejercida con el *stick* hace que el disco se ponga en movimiento.

- ✓ Relacionar la fuerza con el movimiento en lugar de con el cambio de movimiento.

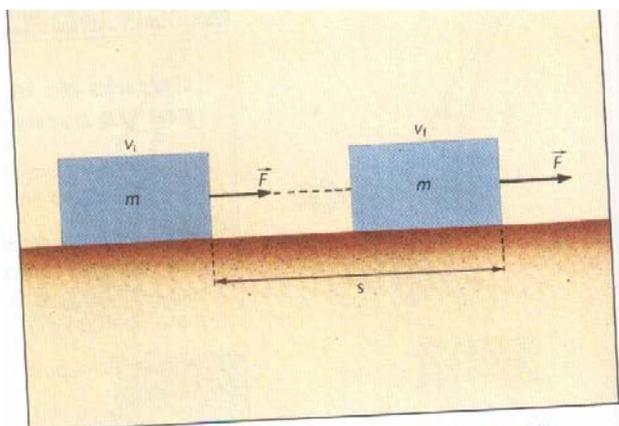


Fig. 8. La acción de la fuerza hace que el cuerpo aumente de velocidad.

- ✓ El movimiento siempre se realizará en la misma dirección y sentido que la fuerza resultante, donde nuevamente se pone de manifiesto la misma interpretación de la fuerza.

Fidalgo, J.A. (1992). *Física y Química 3º B.U.P.* Editorial Everest.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
16	223	14	0	0

Ontañón, G. y Martínez, A. (1992). *Física y Química 3º B.U.P.*
 Proyecto Laser 3. Editorial Bruño.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
12	192	19	0	0

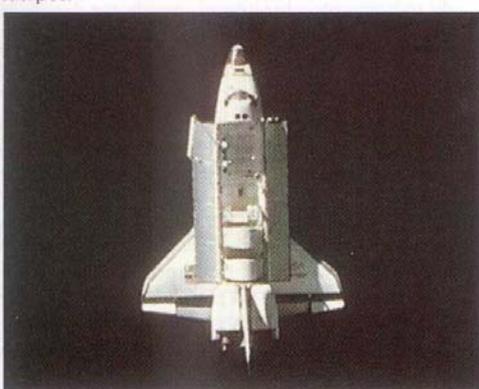
Latorre, M., Moliner, J.F. y Rius, J.M. (1993). *Física y Química 3º B.U.P.* Editorial Edelvives.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
12	206	24	0	1

LIBROS DE C.O.U.

Candel, A., Satoca, J., Soler, J.B., Tejerina, F. y Tent, J.J. (1991). *Física C.O.U.* Editorial Anaya.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
16	378	27	5	1

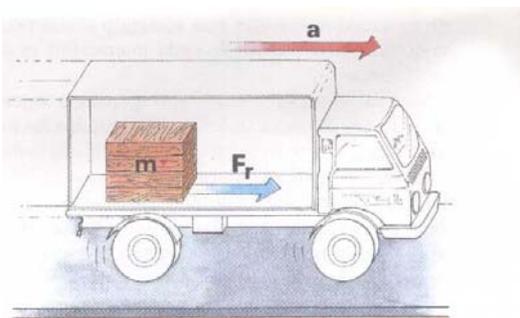


En el espacio, lejos de interacciones gravitatorias, el vehículo espacial mantiene su movimiento sin hacer uso de sus motores.



En el espacio, el dentista no necesitaría disponer de un sillón para examinar la dentadura de su paciente, puesto que éste flotaría ingrávido dentro de la nave. Pruebas como ésta son importantes para conocer cómo se ve afectado el organismo humano por la vida en el espacio, en ausencia de gravedad.

- ✓ En el vacío no hay gravedad, pues interpretan la misma como un fenómeno existente sólo en nuestro planeta.

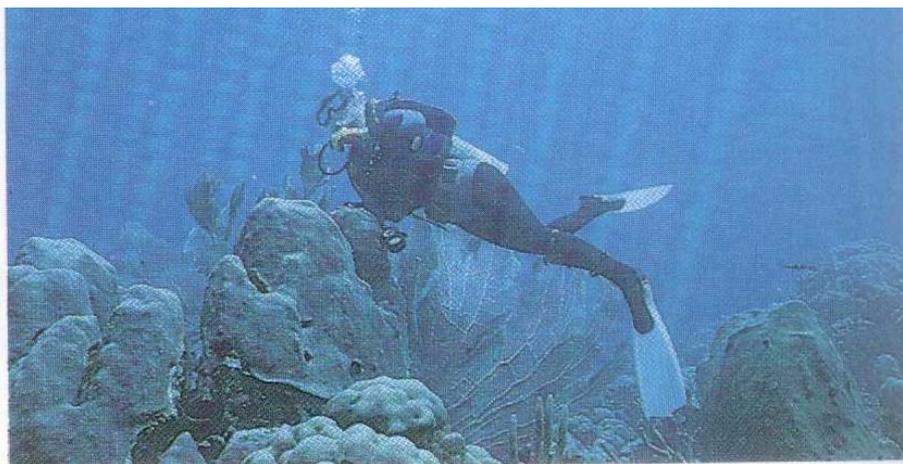


Cuando el camión inicia el movimiento hacia la derecha, la fuerza que hace que el cuerpo le siga, es la fuerza de rozamiento que existe entre el cuerpo y la caja del camión.

- ✓ Relacionar la fuerza con el movimiento en lugar de con el cambio de movimiento.



Hasta ahora hemos considerado únicamente sistemas físicos en los que las variaciones de energía estaban destinadas a la realización de trabajo. Sin embargo, los sistemas también pueden intercambiar la energía en forma de calor. Las variaciones que se producen en la energía de un sistema serán debidas a un aporte o desprendimiento de calor y al trabajo realizado por el sistema o contra el sistema. El balance de todo ello es el primer principio de la termodinámica.



La razón por la que el submarinista puede permanecer en el interior del agua fría del mar sin que se produzca una pérdida apreciable de calor se debe a que el traje actúa como pared adiabática, impidiendo el flujo de calor entre el medio (el mar) y el sistema termodinámico que consideramos (el ser humano). Ello garantiza su supervivencia, al mantener constante la temperatura corporal.

- ✓ El calor es algo (una sustancia o una energía) que puede entrar o salir y pasar de unos cuerpos a otros. No se considera como una forma de transferencia de energía entre dos sistemas que se encuentran a diferente temperatura y, por tanto, un proceso como el trabajo.

- ✓ Interpretan el calor como el paso de la energía interna de un cuerpo a otro, con lo que podemos ver que no asocian el significado lingüístico con el proceso físico.

Pomer, F., Tena, F., Compañ, V., Sendra, F. y Enciso, E. (1991). *Física C.O.U.* Editorial Ecir.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
14	334	43	0	0

Martínez, A., Hernández, J.L. y Gisbert, M. (1993). *Física C.O.U.*
 Editorial Bruño.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
14	378	29	0	2

Candel, A., Satoca, J., Soler, J.B., Tejerina, F. y Tent, J.J. (1995). *Física C.O.U.* Editorial Anaya.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
16	299	24	2	0



El esquiador sigue una trayectoria que viene determinada por las fuerzas que actúan sobre él.

- ✓ Relacionar la fuerza con el movimiento en lugar de con el cambio de movimiento.

- ✓ El movimiento siempre se realizará en la misma dirección y sentido que la fuerza resultante, donde nuevamente se pone de manifiesto la misma interpretación de la fuerza.



La razón por la que los submarinistas pueden permanecer en el interior del agua fría del mar sin que se produzca una pérdida apreciable de calor se debe a que el traje actúa como pared adiabática, impidiendo el flujo de calor entre el medio (el mar) y el sistema termodinámico considerado (el ser humano). Ello garantiza su supervivencia, al mantener constante la temperatura corporal.

- ✓ El calor es algo (una sustancia o una energía) que puede entrar o salir y pasar de unos cuerpos a otros. No se considera como una forma de transferencia de energía entre dos sistemas que se encuentran a diferente temperatura y, por tanto, un proceso como el trabajo.

ANEXO V

ANEXO V

ILUSTRACIONES PRESENTES EN LOS LIBROS DEL ANTIGUO B.U.P. Y C.O.U. PARA TRABAJAR ERRORES CONCEPTUALES ORIGINADOS POR IDEAS ALTERNATIVAS.

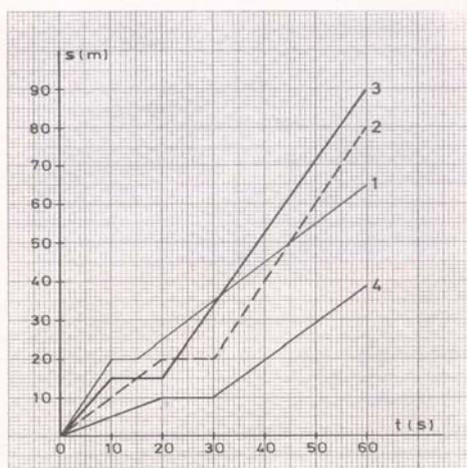
LIBROS DE 2º DE B.U.P.

Carro, M.J., Hernández, J.L. y Parejo, C. (1981). *Física y Química 2º B.U.P.* Imprime Imprenta Frama (Madrid).

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
18	67	0	0	1

13. Un tren de juguete recorre una trayectoria rectilínea con velocidad uniforme de 1 m/s durante 20 s. Se para 10 segundos y luego reanuda su camino durante 30 segundos con una velocidad uniforme de 2 m s⁻¹. La gráfica s-t que representa el movimiento es (ver gráfica adjunta):

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4



✓ En una gráfica posición-tiempo no asocian la derivada a la rapidez, en cambio, sí la asocian con la ordenada.

✓ No distinguen el significado entre pendiente y altura en una gráfica posición-tiempo, pues interpretan la forma de la gráfica co-

mo la trayectoria seguida por el móvil sin tener en cuenta la información que nos proporcionan las variables de la función que estamos representando.

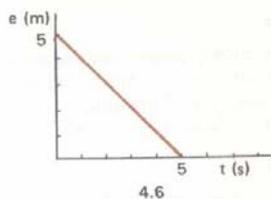
- ✓ Asocian rapidezces negativas a las ordenadas negativas en las gráficas posición-tiempo, volviendo a poner de relieve lo comentado en la idea anterior.

Furió, C., Beltrán, J., Gil, D., Gil, G., Llopis, R. y Sánchez, A. (1985). *Física y Química 2º B.U.P.* Editorial Anaya.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
13	152	13	0	4

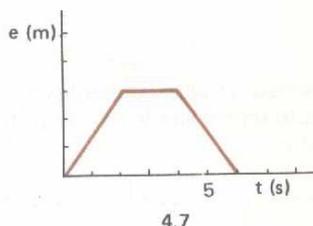
A-12

Utilizar la gráfica adjunta para determinar la rapidez de movimiento, escribir la ecuación del movimiento y confeccionar la gráfica $v = f(t)$.



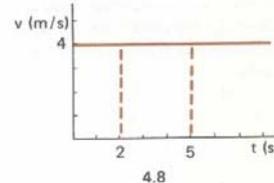
A-13

Describir el movimiento representado en la gráfica adjunta.



A-14

Utilizar la gráfica adjunta para calcular la distancia recorrida por el móvil entre los instantes $t_0 = 2$ s y $t = 5$ s.



- ✓ Confundir las gráficas posición-tiempo y rapidez-tiempo con la trayectoria seguida por el móvil, lo que pone de manifiesto que el alumno da a la representación una interpretación iconográfica como si fuera el gráfico de la trayectoria.

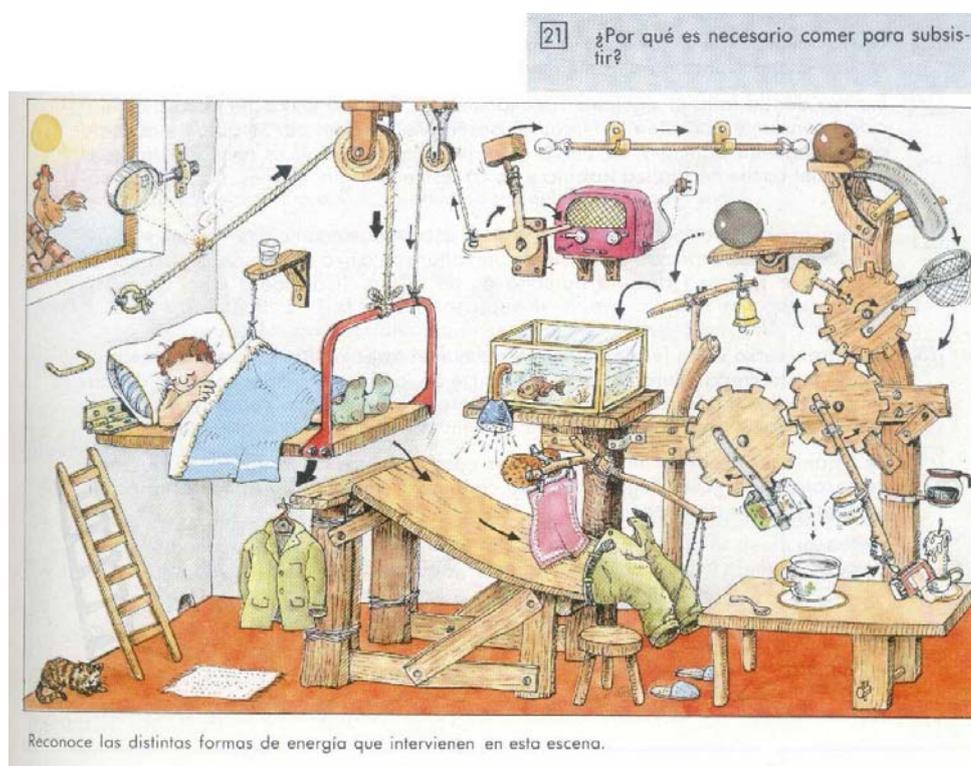
- ✓ Confunden el gráfico rapidez-tiempo con el de posición-tiempo, lo que pone de manifiesto que no son conscientes de toda la información que aparece en la gráfica.
- ✓ No diferencian entre los términos posición y cambio de posición, es decir, que confunden entre un intervalo y un punto.
- ✓ En una gráfica posición-tiempo no asocian la derivada a la rapidez, en cambio, sí la asocian con la ordenada.
- ✓ No distinguen el significado entre pendiente y altura en una gráfica posición-tiempo, pues interpretan la forma de la gráfica como la trayectoria seguida por el móvil sin tener en cuenta la información que nos proporcionan las variables de la función que estamos representando.
- ✓ Asocian rapidezces negativas a las ordenadas negativas en las gráficas posición-tiempo, volviendo a poner de relieve lo comentado en la idea anterior.

Pastor, J.M., Pascual, R., Lauzurica, M.T. y Escudero, P. (1986). *Física y Química 2º B.U.P.* Editorial Santillana.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
11	189	18	0	0

Candel, A., Soler, J.B., Satoca, J. y Tent, J.J. (1987). *Física y Química*
 2º B.U.P. Editorial Anaya.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
13	165	37	1	1



- ✓ Consideran que la energía se gasta, se consume, se acaba, se pierde,...
 Lo que implica no tener claro el concepto de transformación y degradación de la energía.
- ✓ Piensan que la energía de las personas se genera descansando mientras duermen, es decir, que asocian el recuperarse de un esfuerzo con la ganancia de energía, y no relacionan la ganancia de energía con el consumo de alimentación.

Dou, J.M., Masjuan, M.P. y Pfeiffer, N. (1989). *Física y Química 2º B.U.P.* Editorial Casals.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
11	317	46	0	0

Fidalgo, J.A. (1989). *Física y Química 2º B.U.P.* Editorial Everest.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
19	379	69	3	0

Lasheras, A.L. y Carretero, M.P. (1989). *Física y Química 2º B.U.P.* Proyecto Positrón. Editorial Vicens Vives.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
17	499	62	0	2

1

Explica si son *verdaderas* o *falsas* las siguientes afirmaciones:

- En un movimiento rectilíneo uniforme, la velocidad es constante y la aceleración nula.
- En un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, la velocidad y la aceleración son constantes.
- La unidad de velocidad km/h, utilizada en la práctica y la de aceleración, km/h², son mucho mayores que las correspondientes unidades del S. I., m/s y m/s².
- Cuando no hay espacio inicial y el movimiento es rectilíneo y uniforme: $s = v \cdot t$. Si el movimiento es rectilíneo, uniformemente acelerado sin velocidad inicial:

$$s = \frac{v}{2} t$$

Si el movimiento es rectilíneo, uniformemente acelerado con velocidad inicial:

$$s = \frac{v + v_0}{2} t$$

e) Las gráficas de **E. 1** corresponden todas a un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado sin velocidad inicial.

E. 1

f) En el cuadro siguiente se encuentran las velocidades en diferentes tiempos de tres móviles que se mueven en línea recta. Ninguno de ellos lleva movimiento rectilíneo uniformemente acelerado sin velocidad inicial.

	t(s)	0	1	2	3	4	5
Móvil A	v_A (m/s)	20	20	20	20	20	20
Móvil B	v_B (m/s)	0	5	9	12	14	14
Móvil C	v_C (m/s)	20	22	24	26	28	30

- ✓ Confunden el gráfico rapidez-tiempo con el de posición-tiempo, lo que pone de manifiesto que no son conscientes de toda la información que aparece en la gráfica.
- ✓ No diferencian entre los términos posición y cambio de posición, es decir, que confunden entre un intervalo y un punto.
- ✓ En una gráfica posición-tiempo no asocian la derivada a la rapidez, en cambio, sí la asocian con la ordenada.

INGRAVIDEZ

Cuando se habla de astronautas circulando en órbita alrededor de la Tierra, en una nave espacial, se dice que se encuentran en estado de *ingravidez*. A veces se escribe que no están sometidos a la acción de la gravedad, que no pesan. ¿Es eso posible? ¿Puede un objeto, en presencia de la Tierra, estar libre de la atracción de su enorme masa?

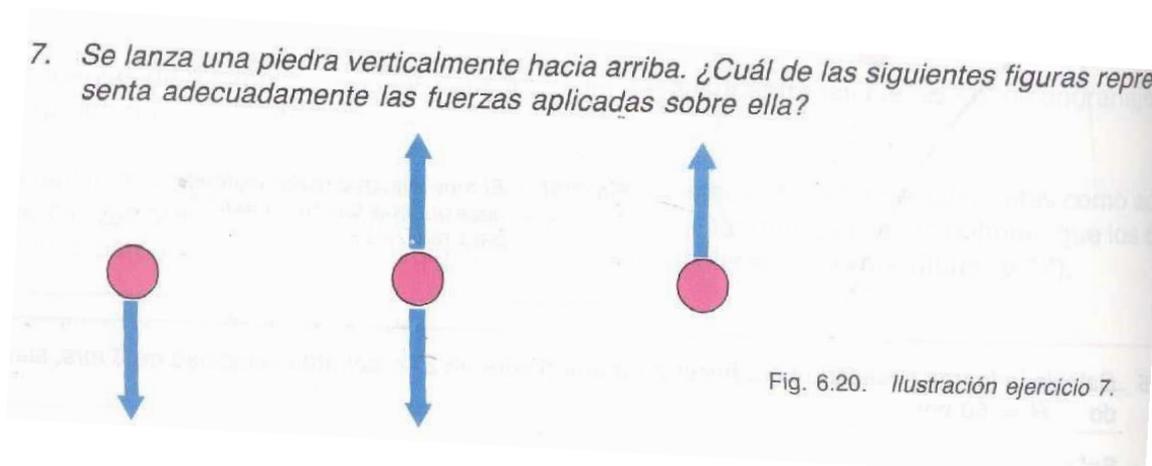
El movimiento de una nave espacial en una órbita circular es semejante a la caída libre de un ascensor. Es como una especie de caída continuada; el movimiento tiene lugar bajo la acción exclusiva del peso. Los objetos y el mismo astronauta, para un observador exterior, pesan, puesto que están describiendo su órbita bajo la acción de su peso. Pero, para el observador interior, los objetos flotan en el espacio como si no pesaran. Si el astronauta quiere descansar tendrá que atarse a la cama; si no lo hace, cualquier pequeño impulso lo sacará de la cama y lo dejará flotando. Para beber no puede dejar caer el líquido, como hacemos corrientemente, puesto que no caerá; lo ha de impulsar con una pera de goma o cualquier otro dispositivo para que penetre en su garganta.



- ✓ En el vacío no hay gravedad, pues interpretan la misma como un fenómeno existente sólo en nuestro planeta.

Sendra, F. y Enciso, E. (1992). *Física y Química 2º B.U.P.* Editorial Ecir.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
11	220	48	0	1

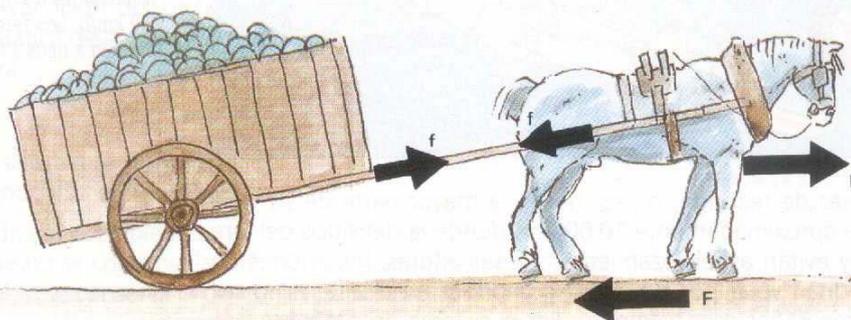


- ✓ El movimiento siempre se realizará en la misma dirección y sentido que la fuerza resultante, donde nuevamente se pone de manifiesto la misma interpretación de la fuerza.
- ✓ Los cuerpos tienen fuerza, es decir, que consideran la fuerza como una propiedad inherente a un cuerpo y no como una medida de la intensidad con que interacciona con otro.

Arriola, A., Barrio, J.I., Cañas, A., Fernández, R.D., García, M., Hernández, J.L., Lowy, E. y Romo, M. (1993). *Física y Química 2º B.U.P.* Proyecto Energía 2. Editorial SM.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
16	378	101	3	1

2 Aparentemente, la siguiente afirmación parece correcta: «No vale la pena que el caballo tire del carro, pues éste le responderá con la misma fuerza y no podrá moverse». Demostrar que no lo es.



El caballo empuja a la tierra hacia atrás gracias al rozamiento. Esa fuerza, F , actúa en la tierra (acción). La tierra empuja al caballo hacia adelante con la misma fuerza, F (reacción). El caballo arrastra al carro con una fuerza, f (acción); esta fuerza, f , es menor que la que el caballo ejerce sobre la tierra, F , pues además de al carro debe moverse a sí mismo. El carro tira hacia atrás del caballo con la misma fuerza, f (reacción).

Sobre el caballo, en conjunto, han actuado dos fuerzas: F hacia adelante y f hacia atrás. La resultante será $F-f$, que producirá sobre él una aceleración distinta de cero.

- ✓ La fuerza de acción y reacción aparecen en un mismo cuerpo y por tanto se anulan (lo cual no es correcto ya que actúan en cuerpos distintos, por lo que no se pueden componer).

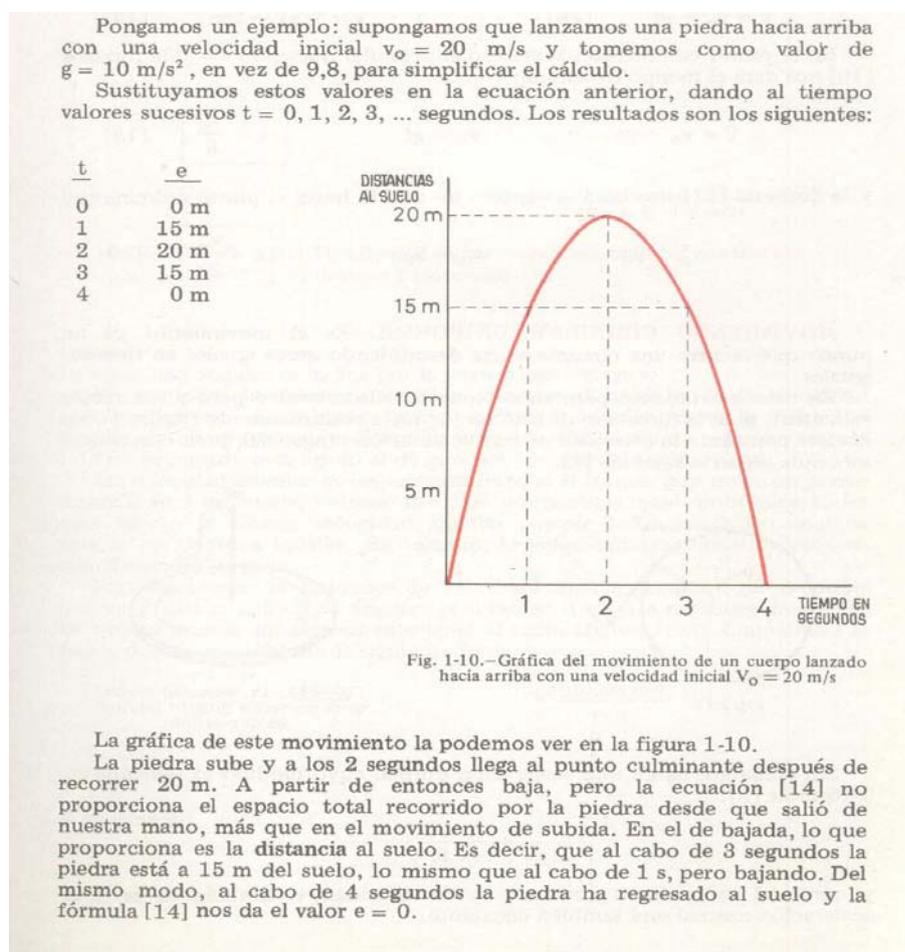
LIBROS DE 3º DE B.U.P.

Furió, C., Gil, D., Gil, G. y Llopis, R. (1969). *Física y Química 3º B.U.P.* Imprime Talleres Seriols-Sichet-Herrero (Villareal-Castelló).

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
10	126	22	0	0

Pérez, A. (1979). *Física y Química 3º B.U.P.* Editorial Marfil.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
14	211	14	0	1



- ✓ Confundir las gráficas posición-tiempo y rapidez-tiempo con la trayectoria seguida por el móvil, lo que pone de manifiesto que el alumno da a la representación una interpretación iconográfica como si fuera el gráfico de la trayectoria.

- ✓ No diferencian entre los términos posición y cambio de posición, es decir, que confunden entre un intervalo y un punto.

- ✓ No distinguen el significado entre pendiente y altura en una gráfica posición-tiempo, pues interpretan la forma de la gráfica como la trayectoria seguida por el móvil sin tener en cuenta la información que nos proporcionan las variables de la función que estamos representando.

Fidalgo, J.A. (1985). *Física y Química 3º B.U.P.* Editorial Everest.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
16	272	8	1	0

Furió, C., Beltrán, J., Gil, D., Gil, G., Grima, M.J., Llopis, R. y Sánchez, A. (1986). *Física y Química 3º B.U.P.* Editorial Anaya.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
16	279	8	0	0

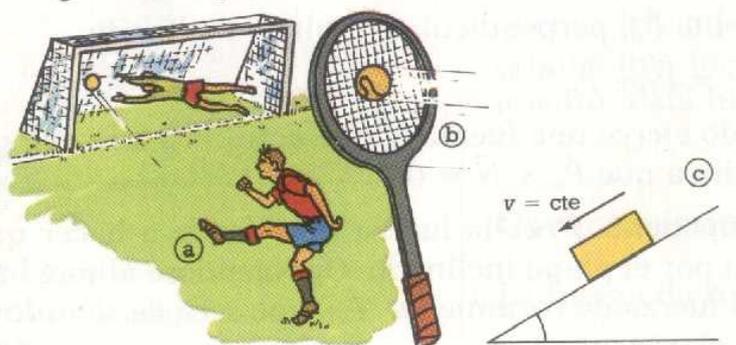
Latorre, M., Moliner, J.F. y Rius, J.M. (1986). *Física y Química 3º B.U.P.* Editorial Edelvives.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
20	257	6	0	0

Pastor, J.M., Pascual, R., Lauzurica, M.T. y Escudero, P. (1986). *Física y Química 3º B.U.P.* Editorial Santillana.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
11	174	19	0	1

2. Indica las distintas fuerzas que actúan sobre los siguientes objetos en movimiento.



- ✓ Sobre todo cuerpo en movimiento debe estar actuando una fuerza de tal modo que si cesa dicha fuerza el cuerpo

se para, lo que significa que no conciben el movimiento sin la aplicación de una fuerza.

- ✓ A mayor velocidad mayor será el valor de la fuerza, lo que sigue a la idea anterior puesto que la fuerza y el movimiento van unidos y el movimiento se caracteriza por la velocidad.

- ✓ Dificultades para representar en un dibujo las fuerzas que actúan sobre los cuerpos, lo que revela las dificultades que poseen para entender el origen y las aplicaciones de las fuerzas.

Candel, A., Soler, J.B., Satoca, J. y Tent, J.J. (1987). *Física y Química 3º B.U.P.* Editorial Anaya.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
13	205	17	3	0

Pastor, J.M., Pascual, R., Lauzurica, M.T. y Escudero, P. (1991). *Física y Química 3º B.U.P.* Editorial Santillana.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
11	232	31	2	0

Fidalgo, J.A. (1992). *Física y Química 3º B.U.P.* Editorial Everest.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
16	223	14	0	0

Ontañón, G. y Martínez, A. (1992). *Física y Química 3º B.U.P.*
 Proyecto Laser 3. Editorial Bruño.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
12	192	19	0	0

Latorre, M., Moliner, J.F. y Rius, J.M. (1993). *Física y Química 3º B.U.P.* Editorial Edelvives.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
12	206	24	0	1

Fuerzas de inercia en movimientos rectilíneos

Supongamos un cuerpo de masa m que cuelga de un dinamómetro en el interior de un ascensor. Las fuerzas que actúan sobre él son su peso P y la fuerza T con que el dinamómetro lo sostiene.

Si el ascensor está en reposo, la resultante de las fuerzas aplicadas debe ser nula:

$$T - m \cdot g = 0; T = m \cdot g$$

La fuerza T que indica el dinamómetro es igual al peso del cuerpo y esto es válido tanto para un observador situado en el interior del ascensor (sistema de referencia no inercial), como para un observador situado fuera del ascensor (sistema de referencia inercial).

Veamos qué sucede cuando el ascensor acelera hacia arriba con aceleración a . Para un observador inercial, el cuerpo toma esa misma aceleración para subir con el ascensor:

$$T - m \cdot g = m \cdot a; T = m \cdot g + m \cdot a$$

Para este observador, el dinamómetro indica que el cuerpo ha aumentado su peso en $m \cdot a$.

Para el observador no inercial (interior del ascensor), el ascensor está en reposo y el cuerpo no ha acelerado. Pero el dinamómetro indica también un aumento de peso; por tanto, este observador supone que a las fuerzas ya conocidas se ha añadido otra vertical hacia abajo y de valor $m \cdot a$, de modo que el sistema sigue en equilibrio:

$$T - m \cdot g - m \cdot a = 0$$

$$T = m \cdot g + m \cdot a$$

Esta fuerza que el observador no inercial tiene que suponer para que se sigan cumpliendo las leyes de Newton no es real; es una fuerza ficticia que no procede de la acción de otros cuerpos sobre el cuerpo que consideramos y que, por tanto, tampoco tiene reacción.

Cuestión

1. ¿Qué advierte un observador no inercial si el ascensor asciende o desciende con velocidad constante?

✓ Los cuerpos pierden peso y las personas masa ósea en determinadas situaciones, es decir, que no diferencian entre el peso y peso aparente de un cuerpo.

LIBROS DE C.O.U.

Candel, A., Satoca, J., Soler, J.B., Tejerina, F. y Tent, J.J. (1991). *Física C.O.U.* Editorial Anaya.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
16	378	27	5	1

EJERCICIOS

2. En la figura se aprecia cómo varía la posición de un cuerpo en función del tiempo:

a) ¿En qué intervalo coincide el sentido del movimiento con el sentido positivo del eje de las x ?

b) ¿En qué instante pasa el cuerpo por el origen?

c) Calcula la distancia recorrida en los tres primeros segundos.

d) Determina la velocidad media en cada tramo.

e) Determina la rapidez y velocidad en los 3 s iniciales del movimiento.

Sol.: b) 0,3 s; 2,7 s; 3 s; c) 21 m; d) 10,6 m/s; 0 m/s; 3,75 m/s; -15 m/s; 10 m/s; e) 7 m/s; 1 m/s.

- ✓ En una gráfica rapidez-tiempo no son conscientes de la proporcionalidad existente entre el valor de la pendiente y el valor de la aceleración, es decir, no asocian la pendiente con la derivada de la función.
- ✓ Confunden el gráfico rapidez-tiempo con el de posición-tiempo, lo que pone de manifiesto que no son conscientes de toda la información que aparece en la gráfica.
- ✓ No diferencian entre los términos posición y cambio de posición, es decir, que confunden entre un intervalo y un punto.
- ✓ En una gráfica posición-tiempo no asocian la derivada a la rapidez, en cambio, sí la asocian con la ordenada.
- ✓ No distinguen el significado entre pendiente y altura en una gráfica posición-tiempo, pues interpretan la forma de la gráfica como la trayectoria seguida por el móvil sin tener en cuenta la información que nos proporcionan las variables de la función que estamos representando.

- ✓ Asocian rapidezces negativas a las ordenadas negativas en las gráficas posición-tiempo, volviendo a poner de relieve lo comentado en la idea anterior.

Pomer, F., Tena, F., Compañ, V., Sendra, F. y Enciso, E. (1991). *Física C.O.U.* Editorial Ecir.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
14	334	43	0	0

Martínez, A., Hernández, J.L. y Gisbert, M. (1993). *Física C.O.U.* Editorial Bruño.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
14	378	29	0	2

iii) Indicar los puntos señalados de la gráfica (2.16) en los cuales el móvil: a) se mueve más lento; b) aumenta la velocidad; c) disminuye la velocidad.

SOLUCIÓN

Atendiendo a las pendientes de la curva en cada punto: a) en los puntos *B* y *F* el móvil se mueve más despacio pues su pendiente vale cero.

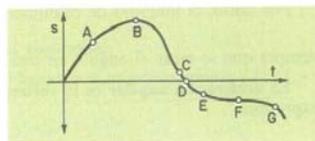


Figura 2.16.

b) El aumento de la pendiente en el punto *G* indica que el móvil incrementa la velocidad; el móvil disminuye su velocidad en los puntos *A*, *C*, *D* y *E* porque en todos ellos disminuye el valor de la pendiente. Aunque en el punto *A* se incrementa la altura, el decrecimiento de la pendiente, es decir, de la velocidad, indica que el móvil va disminuyendo la velocidad en ese punto.

iv) La gráfica *v-t* del movimiento de un coche es la de la figura 2.17; deducir y representar la gráfica *a-t* del mismo movimiento.

SOLUCIÓN

En los intervalos 0-1 y 2-3,5 la velocidad es constante y su aceleración, cero; así aparece en la gráfica de la aceleración. En el intervalo 1-2, la aceleración es constante (pendiente de la recta) y positiva; mientras que desde el tiempo 3,5 s en adelante la aceleración es **negativa**: con valor, un poco mayor, de 4 s en adelante, lo que queda representado en la gráfica. Los cambios de aceleración se suponen instantáneos.

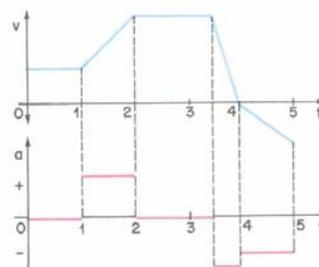


Figura 2.17.

- ✓ Confundir las gráficas posición-tiempo y rapidez-tiempo con la trayectoria seguida por el móvil, lo que pone de manifiesto que el alumno da a la representación una interpretación iconográfica como si fuera el gráfico de la trayectoria.
- ✓ No diferencian entre los términos posición y cambio de posición, es decir, que confunden entre un intervalo y un punto.
- ✓ En una gráfica posición-tiempo no asocian la derivada a la rapidez, en cambio, sí la asocian con la ordenada.
- ✓ No distinguen el significado entre pendiente y altura en una gráfica posición-tiempo, pues interpretan la forma de la gráfica como la trayectoria seguida por el móvil sin tener en cuenta la información que nos proporcionan las variables de la función que estamos representando.

- ✓ Asocian rapidezces negativas a las ordenadas negativas en las gráficas posición-tiempo, volviendo a poner de relieve lo comentado en la idea anterior.

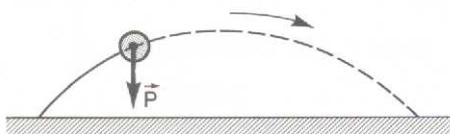


Fig. 3.9. Tiro oblicuo.

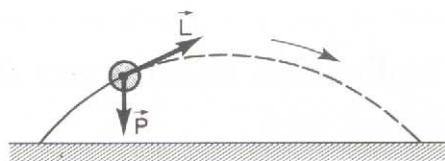


Fig. 3.10. ¿Quién ejerce la fuerza \vec{L} ?

- ✓ Relacionar la fuerza con el movimiento en lugar de con el cambio de movimiento.
- ✓ El movimiento siempre se realizará en la misma dirección y sentido que la fuerza resultante, donde nuevamente se pone de manifiesto la misma interpretación de la fuerza.
- ✓ Usar la fuerza como sinónimo de velocidad (por ejemplo, decir que iba muy fuerte, en lugar de, muy rápido, o decir, la fuerza que se le comunicó al lanzarlo, en lugar de, la velocidad inicial con que salió).
- ✓ La idea de fuerza como causa de movimiento, de modo que el estudiante considera que un cuerpo no puede estar en movimiento si no actúa una fuerza sobre él.

- ✓ Los cuerpos tienen fuerza, es decir, que consideran la fuerza como una propiedad inherente a un cuerpo y no como una medida de la intensidad con que interacciona con otro.
- ✓ Dificultades para representar en un dibujo las fuerzas que actúan sobre los cuerpos, lo que revela las dificultades que poseen para entender el origen y las aplicaciones de las fuerzas.

Candel, A., Satoca, J., Soler, J.B., Tejerina, F. y Tent, J.J. (1995). *Física C.O.U.* Editorial Anaya.

Temas de física	Total de imágenes	Solamente decorativas	Presentan errores conceptuales	Se utilizan para cuestionar ideas alternativas
16	299	24	2	0

