

VNIVERSITAT  VALÈNCIA

---

DEPARTAMENT DE DIDÀCTICA  
DE LES CIÈNCIES EXPERIMENTALS I SOCIALS



PRESENCIA DE IDEAS ALTERNATIVAS  
EN IMÁGENES DE DISTINTOS MEDIOS

*Trabajo de investigación*

Trabajo de fin de máster realizado por:

D. Vicent Puig Rotglà

Dirigido por:

Dr. Jaime Carrascosa Alís

Valencia, 2010

**PRESENCIA DE IDEAS ALTERNATIVAS  
EN IMÁGENES DE DISTINTOS MEDIOS**

Este trabajo de investigación no hubiera sido posible sin la contribución de muchas personas. Por ello, aunque sea de forma breve, quisiera agradecerse en las siguientes líneas.

A mis padres, Salvador y Emilia, por el gran esfuerzo realizado para darme la educación y formación académica que tengo, además de su apoyo y confianza incondicional.

A mi hermano, Salvador, quien para mí ha sido siempre un referente a seguir en cuanto a superación personal se refiere y, aunque sin decirlo, he sabido que siempre lo tenía a mi lado.

A mi mujer, Ana, por su paciencia y ánimo, además de permitirme revisar parte de su extensa colección de cómics de la que siempre me he quejado, porque el papel sí ocupa lugar.

Al Doctor Jaime Carrascosa Alís, por despertar en mí la inquietud de los errores conceptuales y las ideas alternativas, además de por la aportación de sus orientaciones, ideas, sugerencias, consejos y material.

A mis abuelos: Vicente, Emilia, Salvador y Julia.

# FICHA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**Autor:** Vicent Puig Rotglà.

**E-mail:** [vpuig429q@cv.gva.es](mailto:vpuig429q@cv.gva.es)

**Título:** Presencia de ideas alternativas en imágenes de distintos medios.

**Universidad:** Universidad de Valencia.

**Centro:** Escuela de Magisterio.

**Departamento:** Didáctica de las ciencias experimentales y sociales.

**Fecha de lectura:** Diciembre de 2010.

**Calificación:** Sobresaliente (10).

**Director:** Dr. Jaime Carrascosa Alís.

**Tribunal:** Carles J. Furió Más.

Javier García Gómez.

Valentín Gavidia Catalán.

**Resumen:** Hemos analizado la presencia de ideas alternativas de física y química en imágenes (diagramas, ilustraciones, dibujos, fotos, esquemas...) de distintos medios (libros de texto, prensa, revistas, cómics, publicidad...), y como estas contribuyen en apoyar algunos de los errores conceptuales importantes que tienen los alumnos. Además, también hemos propuestos como utilizar dentro del aula esas mismas imágenes para cuestionar las ideas alternativas que les llevan a cometer esos errores.

**Palabras clave:** ideas alternativas, errores conceptuales, imágenes, libros de texto y cómics.

# ÍNDICE

|      |  |    |
|------|--|----|
| I.   | INTRODUCCIÓN   | 1  |
| II.  | FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA   | 7  |
|      | 2.1.- La utilización de la imagen en la enseñanza de las ciencias.   | 9  |
|      | 2.2.- Los errores conceptuales presentes en las imágenes.  | 13 |
|      | 2.2.1.- Errores conceptuales presentes en los cómics e historietas.  | 15 |
|      | 2.2.2.- Errores conceptuales presentes en recortes de prensa y otros medios de comunicación.   | 16 |
|      | 2.2.3.- Errores conceptuales presentes en libros de texto.   | 18 |
| III. | PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA   | 25 |
| IV.  | HIPÓTESIS DE TRABAJO   | 31 |
|      | 4.1.- En los cómics e historietas se presentan a menudo situaciones en las que se dan errores conceptuales, principalmente en aquellas situaciones más relacionadas con el campo de la mecánica, por ser este el dominio de la física más ligado a las experiencias sensoriales. | 32 |

|   |    |
|---|----|
| 4.2.- En los recortes de prensa y otros medios de comunicación se deslizan a menudo graves errores conceptuales.  | 35 |
| 4.3.- Hay un porcentaje muy elevado de ilustraciones en los libros de texto que son meramente decorativas, y además, en algunas de las imágenes se cometen, a veces, errores conceptuales que apoyan la existencia de ideas alternativas muy importantes presentes en nuestros alumnos y ya conocidas por los investigadores en didáctica de las ciencias. Y aunque dichas ilustraciones estaban ya presentes en algunos libros de texto de B.U.P. y C.O.U., también las detectaremos en los libros actuales de E.S.O. y bachillerato, aunque quizás en menor medida. | 37 |
| V. DISEÑOS EXPERIMENTALES   | 41 |
| 5.1.- Diseño experimental para la primera hipótesis sobre ideas alternativas en cómics e historietas.   | 50 |
| 5.2.- Diseño experimental para la segunda hipótesis sobre ideas alternativas en prensa y otros medios de comunicación.  | 52 |
| 5.3.- Diseño experimental para la tercera hipótesis sobre ideas alternativas en libros de texto de la enseñanza preuniversitaria como son el antiguo B.U.P. y C.O.U. y la actual E.S.O. y bachillerato.   | 53 |

|            |  |     |
|------------|--|-----|
| VI.        | PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS  | 55  |
| 6.1.-      | Presentación y análisis de resultados del primer diseño experimental sobre ideas alternativas en cómics e historietas.   | 56  |
| 6.2.-      | Presentación y análisis de resultados del segundo diseño experimental sobre ideas alternativas en prensa y otros medios de comunicación.   | 68  |
| 6.3.-      | Presentación y análisis de resultados del tercer diseño experimental sobre ideas alternativas en libros de texto de la enseñanza preuniversitaria como son el antiguo B.U.P. y C.O.U. y la actual E.S.O. y bachillerato. | 72  |
| VII.       | CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS  | 85  |
| VIII.      | ANEXOS   | 91  |
| Anexo I:   | Viñetas de cómics en las que se incurre en errores conceptuales.   | 93  |
| Anexo II:  | Errores conceptuales presentes en los libros de la actual E.S.O. y bachillerato.   | 101 |
| Anexo III: | Ilustraciones presentes en los libros de la actual E.S.O. y bachillerato para trabajar errores conceptuales originados por ideas alternativas.   | 139 |

|  |            |
|--|------------|
| Anexo IV: Errores conceptuales presentes en los libros del antiguo B.U.P. y C.O.U.   | 189        |
| Anexo V: Ilustraciones presentes en los libros del antiguo B.U.P. y C.O.U. para trabajar errores conceptuales originados por ideas alternativas. | 205        |
| <b>IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>  | <b>227</b> |

# **I. INTRODUCCIÓN**

## 1.- INTRODUCCIÓN.

Las representaciones externas de carácter pictórico ocupan un espacio creciente en los materiales que se proponen y utilizan para enseñar ciencia, sobre todo si se los compara con los utilizados hace una década en los cuales aparecían pocas fotografías, dibujos, diagramas, gráficos, historietas, infografías (da Silva Carneiro, 1997; Martins, 1997; Otero, 2002; Otero, Moreira, Greca, 2002; Otero, Greca, Silveira, 2003; Pintó, 2002). Además de modificaciones en la cantidad de imágenes, en las tecnologías de impresión y en las tecnologías de la información y la comunicación, se ha modificado la relación entre la información visual e información verbal, llegándose a producir una sustitución de palabras por imágenes con efectos educativos cuyo impacto merece estudiarse, tanto para los profesores, como para los estudiantes y los materiales que se usan para enseñar (Otero y Greca, 2004).

La investigación en Didáctica de las Ciencias sobre las imágenes externas y su uso docente es relativamente reciente y se plantea desde enfoques diferentes aunque complementarios (Stylianidou y Ogborn, 2002; Pintó, 2002; Testa, 2002; Otero, 2002; Otero, Moreira y Greca 2002; Otero, Greca, Silveira, 2003; Otero y Moreira, 2003; Otero y Greca, 2004).

Por otro lado, la representación de la ciencia y su entorno en otros medios como la televisión, la prensa, los cómics, la radio... no coincide con la realidad. Prueba de ello es que durante años, los científicos han sido representados como hombres de raza blanca, de avanzada edad, estrambóticos, solitarios,... Poco a poco, esto ha ido cambiando hasta ajustarse un poco más a la realidad.

A pesar de ello, se sigue teniendo una imagen distorsionada de la ciencia, lo que representa un serio obstáculo para el aprendizaje de la misma a causa de las ideas que tienen los alumnos sobre la validez y fiabilidad del conocimiento científico.

A esto hay que sumarle que los procesos del conocimiento son procesos mediatizados por el lenguaje (Vigotsky, 1996). Un símbolo, una figura, un esquema, una gráfica o una ilustración pueden ser representaciones de leyes físicas. Sin embargo, estas visualizaciones y el significado que los estudiantes les atribuyen, en ocasiones no son coherentes con los significados científicamente correctos. Esta falta de congruencia entre lo que los estudiantes piensan y las ideas científicas causa conflictos en la comprensión y aceptación de los conocimientos científicos.

En didáctica de las Ciencias, el término **error conceptual** es una respuesta equivocada que afecta a un concepto científico determinado y que responde a la existencia en la mente del sujeto que lo expresa de una representación de dicho concepto que es diferente a la aceptada dentro del cuerpo teórico de conocimientos científicos en el que está trabajando (**idea alternativa**). Dicha representación se caracteriza, a menudo, por aquel tipo de conocimiento precientífico formado según Albaladejo y Caamaño (1992) y Pozo (1996) por las experiencias y observaciones de la vida cotidiana, el profesorado, los libros y otros materiales escolares, la interferencia del lenguaje cotidiano y el científico, los medios de comunicación, y la cultura propia de cada civilización.

Tengan el origen que tengan, estas concepciones alternativas suponen en muchos casos una seria dificultad para el aprendizaje de las ciencias. Así pues, entenderemos por ideas alternativas al conjunto de conocimientos contruidos por los estudiantes, diferentes de los científicos, que persisten en el tiempo y representan su modo particular de interpretar el entorno permitiéndoles actuar en distintas circunstancias.

Por ello, todas las investigaciones realizadas en este campo tienen sentido en la medida en que la información disponible a día de hoy pueda convertirse en una herramienta útil para diseñar actividades de aprendizaje más eficaces.

En primer lugar, se trata de establecer el punto de inicio para un proceso de enseñanza que permita avanzar a los estudiantes en el desarrollo conceptual de los contenidos elegidos (Carrascosa y Gil, 1992; Pozo y Gómez Crespo, 1998; Duit, 2003; Furió et al., 2006), pues el aprendizaje es como una construcción activa de significados por parte del estudiante, que conoce el mundo a través de sus propias ideas y expectativas (Driver, 1988; Gil, 1986; Pozo, 1992), por lo que el significado que se dé a la nueva información estará condicionado por las concepciones y conocimientos previos que tenga el alumno.

Por tanto, lo que aprende un estudiante no dependerá solamente de la enseñanza del profesor, sino de las ideas previas que tenga, de las estrategias cognoscitivas de que disponga y de sus propios intereses personales. De modo que, en segundo término, el conocimiento de dichas concepciones ayudará al profesorado a diseñar acciones que permitan organizar y optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje (Furió y Gil, 1999; Guisasola y

P. de Eulate, 2001). Por tanto, situamos este trabajo dentro de un marco constructivista del aprendizaje que se caracteriza, en general, por la necesidad de entender las ideas y creencias que los estudiantes de secundaria y bachillerato poseen cuando estudian ciencias, para utilizar posteriormente este conocimiento en el diseño de una programación y de las estrategias a aplicar en un aula (Treagust et al., 1996; Gil et al., 2002).

En este trabajo nos interesa analizar la presencia de ideas alternativas en imágenes (diagramas, ilustraciones, dibujos, fotos, esquemas...) de distintos medios (libros de texto, prensa, revistas, cómics, publicidad...), y como estas contribuyen en apoyar algunos de los errores conceptuales importantes que tienen los alumnos y, posteriormente, utilizar esas mismas imágenes para cuestionar las ideas alternativas que les llevan a cometer esos errores.



## **II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

## **2.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.**

Una de las cosas que caracteriza la sociedad actual es la imagen. Vivimos inmersos entre imágenes que se producen y circulan en distintos ámbitos, en las cuales existen enormes cantidades de información, como por ejemplo las que aparecen en la televisión, internet, revistas o publicidad. De modo que la escuela se ve atrapada entre las restricciones que se originan en las formas de comunicación puesto que son muy utilizadas por los estudiantes. Dichas restricciones, acaban por afectar nuestra actividad como docentes, y más todavía si tenemos presente que no contamos con los medios adecuados dentro del aula.

Nuestra sociedad, aparece a veces descrita como “sociedad del conocimiento”. En dicho conocimiento, existe una parte significativa que se canaliza en un formato visual, sin que ello despierte un gran interés entre los educadores. No obstante, también existen síntomas de que algo se mueve en dicho terreno visual y que comienza a preocupar: es incuestionable la influencia de la imagen en nuestra sociedad, por lo que podemos aprovecharnos didácticamente del inmenso potencial que ello supone.

De ahí que en los últimos años se hayan realizado investigaciones sobre este tema identificando las diferentes funciones que cumple la información que se puede obtener de las imágenes. Las mismas pueden ser útiles para llamar la atención de quien lee, para introducir un tema, adornarlo, presentar datos, reforzar información, elaborar información, simplificar información compleja, ilustrar conceptos abstractos expresando relaciones espaciales, temporales y funcionales para facilitar la comprensión y apren-

dizaje de la información,... (Hunter, Crismore y Pearson, 1987 en Postigo y Pozo, 1999).

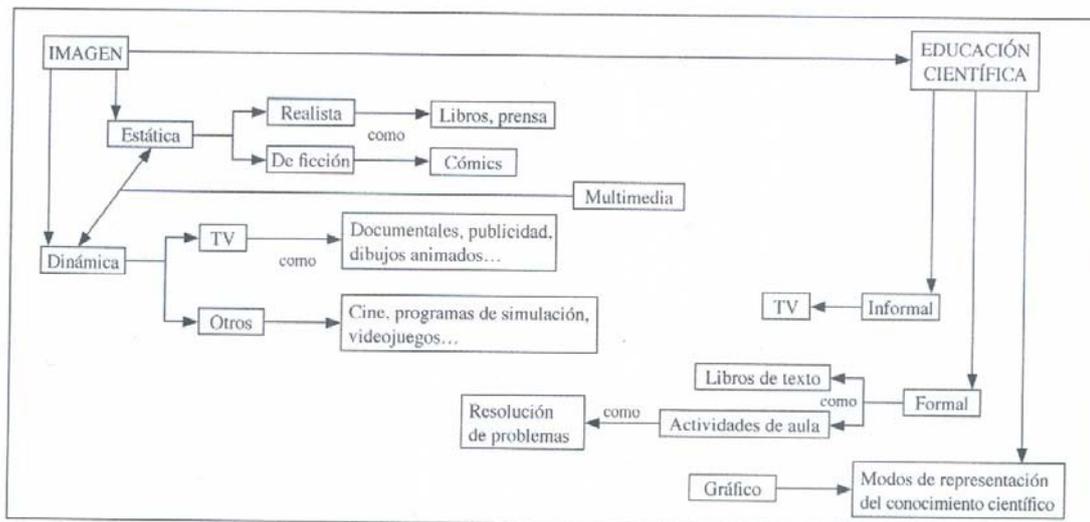
## **2.1.- LA UTILIZACIÓN DE LA IMAGEN EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.**

“La reflexión sobre el papel de <<una imagen vale más que mil palabras>>, es si esto es cierto en todas las ocasiones. ¿Qué tiene que ocurrir en nuestra mente para que unas líneas sobre un papel o sobre una pantalla nos evoquen la idea que el diseñador ha tratado de comunicar? ¿Cómo se construye el significado de una imagen?” (Pintó, 2002).

¿Realmente es posible afirmar que las imágenes facilitan siempre la comprensión y la memorización de la información? Consideramos que este procedimiento presenta varias ventajas frente a otro tipo de indagaciones. Según Jiménez y Perales (2002), la utilización de las imágenes tiene más beneficios que el texto escrito. En primer lugar, permite una lectura en superficie aportando variada información al mismo tiempo, a diferencia de la lectura secuencial que se hace de los textos (Moles, 1991). En segundo lugar, es “polisémica” por lo que resulta difícil conocer qué respuesta aportará cada alumno, puesto que no existen respuestas únicas ni relaciones exclusivas entre los elementos al analizar una imagen.

Por lo tanto, parece suficientemente contrastado que el modo de procesamiento de la información contenida en las imágenes representa ciertas ventajas frente a la lectura de los textos, ya que permite una lectura en superficie, es decir, no está limitada por la lectura secuencial característica del lenguaje verbal (Moles, 1991).

Así pues, dado que nos preocupa el papel de la imagen en su relación con la educación científica, recordaremos el nivel de jerarquía entre ambos términos dado por Perales (2006).



Esta especificidad de la imagen, como instrumento de comunicación abierto o ambiguo, plantea un problema educativo de primer orden que afecta a los editores, a los profesores que lo usan y al propio alumno.

A este respecto, cabe citar el metaestudio publicado por Levie y Lentz en 1982 en el que, aunque se recogen evidencias experimentales de que las imágenes tienen un efecto positivo sobre el aprendizaje, éste es muy específico y no cabe atribuirle un valor universal. Como resumen, los autores manifiestan que las ilustraciones mejoran el recuerdo y facilitan la comprensión de textos en los que se describen las relaciones entre diversos elementos siempre que aquellas muestren esas relaciones. Ahora bien, cuando son complejas, requieren una ayuda suplementaria para poder interpretarlas y beneficiarse de ellas.

Investigaciones posteriores (Mayer y Gallini, 1990; Mayer 1994; Mayer et al., 1996) han corroborado la especificidad de la ayuda que suponen las imágenes en los libros de texto y consecuentemente han descartado alguno de los mitos “populares” al respecto de las ilustraciones. Entre estos destacamos la falsa idea de que los libros ilustrados mejoran la “motivación” hacia el estudio (Levie y Lentz, 1982) y de que son una buena “ayuda” para los alumnos peor dotados intelectualmente (Mc Daniel y Waddill, 1994). Esta función de las imágenes de “atracción” es válida para el mundo de la publicidad o de la comunicación informal, donde la imagen actúa como cebo, pero en el ámbito de la enseñanza carece de justificación empírica.

Tampoco debemos olvidar otros roles significativos jugados por la imagen estática en el ámbito de la enseñanza de las ciencias (Aster 1996). Por citar algunos, se ha identificado mediante análisis de tebeos la imagen de la ciencia (Gallego et al., 2001), se ha enseñado con caricaturas cómicas (Corner y Romero, 1998) o viñetas conceptuales (Keogh y Taylor, 1998), se han analizado las ilustraciones elaboradas por los estudiantes a partir de muestras microscópicas (Diaza de Bustamante y Jiménez, 1996), se ha inducido a los estudiantes a modelizar a través de las viñetas de tebeos (Gutiérrez, 1994) o se han utilizado en pruebas de diagnóstico de las ideas previas de los alumnos, por ejemplo, las *interview-about-instances*, de Osborne y Gilbert (1980).

Por otro lado, Carney y Levin (2002), centrándose en las ilustraciones que acompañan a los textos, retoman un “metaanálisis” (Levin et al., 1987), donde, a partir de la clasificación de diversas funciones de las ilustraciones (decorativa, representativa, organizativa, interpretativa y transformacional)

evalúan su incidencia en el aprendizaje de los textos (Levin, 1981). Los resultados mostraron un efecto nulo para la función decorativa y uno creciente en el siguiente orden: representativa, organizativa, interpretativa y transformacional; por ejemplo, cuanto más difícil de comprender, más ayuda la ilustración, lo que apoya la investigación de Weidenmann (1989) que habla del peligro de que las ilustraciones sean vistas como algo fácil y, por tanto, de que se observen de forma superficial.

A pesar de ello, las ilustraciones que aparecen en los libros de texto de educación secundaria vienen a ocupar en torno al 50% de su superficie. Lo que hace que dichas imágenes influyan mucho a la hora de decidir la elección de un libro de texto frente a otras posibles, algo que conocen bien las editoriales a través de sus estrategias de marketing (la presencia de imágenes profusamente coloreadas y llamativas atrae la atención del lector primerizo).

Así pues, dado la creciente abundancia de las ilustraciones en los libros de texto en los últimos años, en el mundo de la psicología se despertó el interés, especialmente en su vertiente aplicada a la educación. Así, por ejemplo, las revistas *educational Psychology Review* y *Learning and Instruction* han dedicado sendos monográficos en los últimos años (vol. 14, núm. 1, 2002, la primera; vol. 13, núm. 2, 2003, la segunda) a abordar esta temática desde diferentes perspectivas.

En el editorial de la primera revista (Guest Editorial, 2002) se resalta la importancia de las imágenes para el procesamiento de la información de los aprendices, y se apunta el potencial que poseen incluso los textos gráficos organizados espacialmente, tales como los mapas conceptuales o los

organizadores gráficos. Así mismo, denuncia la escasa utilización que se hace de este potencial en los centros de enseñanza.

Por todo esto, volviendo al campo de la didáctica de las ciencias experimentales, debemos advertir la escasez de referencias bibliográficas relativas al uso de estrategias basadas en el trabajo con imágenes para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, en particular, y del papel de las imágenes en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, en general.

## **2.2.- LOS ERRORES CONCEPTUALES PRESENTES EN LAS IMÁGENES.**

Las imágenes se han utilizado comúnmente cuando se enseña ciencias, de manera espontánea y acrítica (Otero, 2004), lo que ha hecho que en los últimos tiempos cobre gran importancia la investigación sobre el uso de las ilustraciones en este área. Perales (2006) realizó una amplia recopilación de los aportes que diversos autores hicieron sobre este tema. Entre ellos se pueden destacar, las indagaciones sobre el uso y la pertinencia de las ilustraciones en los libros de textos escolares (Perales y Jiménez, 2002, 2004; Jiménez y Perales 2002), la mejor forma de incorporar ilustraciones en un texto (Mayer, 2001) y la utilización didáctica de los errores incluidos en historietas, prensa, novelas y libros de texto (Carrascosa, 2006).

La imagen es un instrumento de comunicación abierto o ambiguo y la interpretación de la ilustración es subjetiva. Por lo tanto, entendemos que es el observador el que dota de significados a la imagen, de ahí que resulte

difícil predecir cuál va a ser el razonamiento que sobre ella se vaya a realizar.

Alguna de las cualidades estéticas de la imagen interviene de forma decisiva en la interpretación que se hace de la misma por parte del observador, de manera que puede apoyar o bien ser un obstáculo para la comunicación de las ideas de la ciencia. Por ello, es importante tener en cuenta las ideas alternativas que tienen los estudiantes respecto al tema, así como las posibles interpretaciones de los elementos gráficos que se utilizarán.

De modo que, a la hora de introducir imágenes en la enseñanza de las ciencias, hay que tener mucho cuidado con la elección de las mismas. Hemos de valorar primero su idoneidad puesto que si no tenemos en cuenta esto, debido a la polisemia por la que se caracteriza la interpretación de las imágenes, éstas pueden contribuir de forma negativa sobre el aprendizaje de los alumnos, pues es posible que los estudiantes vean reforzadas sus concepciones previas.

Por ello, la corrección científica debe ser de las principales preocupaciones en la utilización de las imágenes. Todavía se pueden encontrar frecuentes errores conceptuales e inconsistencias (Lehrman, 1982; Bauman, 1992 a, 1992 b, 1992 c; Iona 1987; Fensham y Kass, 1988; Michael Machado et al., 1994; Slisko y Dykstra, 1997; De Jong, 1988; Slisko, 2000). De no ser así, errores conceptuales presentes en imágenes pueden, si no son cuestionados, apoyar ideas alternativas de una forma muy efectiva.

### **2.2.1.- ERRORES CONCEPTUALES PRESENTES EN LOS CÓMICS E HISTORIETAS.**

Los cómics y las historietas podrían constituir unos instrumentos especialmente indicados para estudiar las ideas alternativas que poseen los estudiantes. Una cuidadosa revisión nos ha permitido constatar que esta utilización de los cómics y las historietas es, aunque abundante, bastante reciente (Gallego, 2002; González, 2006, 2007; Carrascosa, 2006; Gil, Carrascosa y Gallego, 2000).

Durante los últimos años ha ido surgiendo el interés por valorar los cómics y las historietas, no sólo desde el punto de visto físico (como ha sido nuestro caso), sino también por ejemplo, desde el punto de vista de los valores ambientales que transmiten (Kim, 1994), de las visiones deformadas de la ciencia (Gallego, 2002) o de las interpretaciones que hacen los niños al leerlos (Pertíñez, 2005).

Los conceptos científicos están expuestos a diversos agentes externos, entre los que se encuentran los cómics y las historietas, los cuales contienen numerosos errores conceptuales, convirtiéndose así en una fuente excelente para ilustrar (y tratar) ideas alternativas. Eichinger, Abell y Dagher (1997) hacen referencia a la importancia que conlleva conocer estas imágenes populares y argumentan que una estrategia efectiva para conocer las ideas que pueden tener los alumnos es hacer una discusión semanal de las imágenes populares presentadas, entre otros, en los cómics.

Además, son muchos los estudios que demuestran que las ideas alternativas que tienen los alumnos sobre determinados conceptos científicos,

son compartidas por el público en general (Campanario, 1995; Azcona y Guisasola, 2002; Carrascosa, 2006; Quílez y San José, 1995; Solano y Marín, 2000).

De modo que, el uso de cómics, historietas y el trabajo cooperativo, en el marco de una metodología basada en el cuestionamiento, la indagación y la comunicación entre pares, inciden significativamente en el rendimiento académico; las estrategias de aprendizaje y las capacidades cognitivas – lingüísticas – creativas de los alumnos, permiten mejorar las relaciones vinculares y las actitudes hacia el estudio de contenidos físicos.

### **2.2.2.- ERRORES CONCEPTUALES PRESENTES EN RECORTES DE PRENSA Y OTROS MEDIOS DE COMUNICACIÓN.**

En la actualidad a los medios de comunicación social, y en particular a la prensa, se les atribuye un enorme potencial como herramientas didácticas.

La primera reflexión que nos merece este apartado es la creciente influencia de los medios de comunicación sobre los conocimientos cotidianos de los jóvenes actuales. De hecho, los sucesivos ecobarómetros (Instituto de Estudios Sociales de Andalucía 2004) y eurobarómetros (Eurobarometer 55.2, 2001), tanto en el ámbito nacional como europeo, ponen de manifiesto que la educación informal constituye su principal fuente de conocimientos científicos y medioambientales, cundiendo la sensación entre muchos

docentes de que han de educar en contra del poder de los medios de comunicación (Perales, 2006).

En un estudio sobre la imagen de la ciencia, Basalla (1976) encontró que existían influencias externas a la imagen de la ciencia proporcionada por la escuela, que se traducían en lo que denominó “imágenes alternativas” o “pop science”. Como conclusión de su trabajo afirmó que la imagen deformada de la ciencia se debe principalmente a dichas influencias externas (entre éstas, la televisión, las novelas, la prensa...) que transmiten concepciones que han sido aceptadas acríticamente. Basalla agrega que estas influencias no solo afectan a la imagen de la ciencia, sino también a todo lo que a ella se refiere.

Los medios de comunicación son fenómenos característicos de nuestro tiempo, y contribuyen notablemente a moldear la opinión de los ciudadanos, creando formas de pensamiento y razonamiento.

En los diferentes medios de comunicación, entre ellos la prensa, se utiliza la ciencia. Por un lado, presentando conceptos y principios supuestamente científicos que respaldan los razonamientos. Sin embargo, los ciudadanos no son capaces de darse cuenta de que están leyendo un mensaje erróneo científicamente, es el fenómeno conocido como “conocimiento ilusorio”, ya que consideran que entienden aquello que están leyendo (Otero y Campanario, 1990; Campanario, 1995).

Por otro lado, se presentan imágenes con errores acompañando a estos textos como experiencias sugeridas, pero que en realidad se trata de un argumento visual donde la imagen sustituye a la realidad. El mensaje sugeri-

do es algo así como: lo que aquí se dice es cierto y lo puedes comprobar si quieres, pero es tan evidente que no es necesario que te molestes (Jiménez y Perales, 2002).

Dichos errores revelan una intención persuasiva en las imágenes que, en lugar de promover una reflexión profunda, y por tanto crítica, en los lectores, propician una lectura superficial centrada únicamente en el efecto visual (Moles, 1991).

Así pues, desde el punto de vista de la Didáctica de las Ciencias, podemos decir que el uso adecuado de los medios de comunicación en general, y de la prensa en particular, como medio de aprendizaje, constituye un campo con abundantes expectativas y potencialidades en continuo crecimiento.

### **2.2.3.- ERRORES CONCEPTUALES PRESENTES EN LIBROS DE TEXTO.**

Los libros de texto de ciencias juegan un importante papel en la enseñanza. Sánchez y Valcárcel (1999) señalan que el 92% de los profesores de ciencias de secundaria con experiencia utilizan el libro de texto como principal referencia en la planificación de las unidades didácticas, aunque la utilización en exclusiva del libro de texto disminuye cuando los profesores han realizado cursos de actualización didáctica de larga duración (Rodrigo et al., 2000). La dependencia del libro de texto es aún mayor si los profesores son principiantes o si tienen bajos conocimientos del contenido científico a enseñar (Harlen y Holroyd, 1997; Lee y Porter, 1993).

Al ser el recurso más utilizado, los libros de texto tienen gran influencia en la adquisición de conceptos científicamente aceptados pero, en determinados casos, también pueden reforzar ideas alternativas de los estudiantes y contribuir a causar dificultades de aprendizaje (Perales, 2000).

Las imágenes son elementos muy importantes en los libros de texto. En algunas áreas, como en la biología, son imprescindibles para transmitir información sobre una realidad cuya apariencia visual puede ser poco accesible, confusa o desconocida.

Las formas modernas de preparación técnica del libro de texto facilitan la inclusión de imágenes llamativas y con colorido, lo que lleva a excesos en ocasiones. Jiménez, Prieto y Perales (1997), analizando libros de texto de física y biología, concluyen que el 26 % de las imágenes introduce información complementaria de la que se podría prescindir, y el 1% es absolutamente superflua. Posteriormente, Perales y Jiménez (2002) realizaron un trabajo cuyo propósito era presentar unas bases teóricas sobre las que evaluar la adecuación de las ilustraciones en los libros de ciencias para, a continuación, proponer una taxonomía y una metodología de análisis.

Por tanto, antes de introducir cualquier imagen no vendría mal recordar el decálogo para valorar las ilustraciones presentes en libros de texto de ciencias (Perales, 2006), del cual destacamos principalmente cuatro ideas, haciendo especial hincapié en la última:

- 1) No existen pruebas experimentales que puedan atribuir a las imágenes un efecto positivo genérico debido a la motivación. Aunque a las

personas en general les atraen las ilustraciones, no se puede esperar de esto ningún efecto positivo sobre el aprendizaje.

5) En la utilización que habitualmente hacen los libros de texto de las ilustraciones, abundan las irrelevantes o las cargadas de ambigüedad, debiéndose explicar la información no compartida por los estudiantes y el ilustrador, así como eliminar todo elemento accesorio y símbolos sinónimos y polisémicos.

8) Es imprescindible dirigir el proceso de exploración de las ilustraciones mediante etiquetas verbales o tareas que obliguen a los lectores a extraer información de las mismas. La concurrencia adecuada de las imágenes y las palabras que las acompañan es un factor determinante en el aprovechamiento del potencial didáctico de una ilustración. Existen evidencias de que, sin estas condiciones, las ilustraciones se observan superficialmente sin afectar al lector.

10) El uso de las ilustraciones en el aula debe estar marcado por actividades específicas, tales como la clarificación de los propios signos gráficos, la adecuada correlación con el texto escrito, la simultaneidad de las observaciones de los planos real y simbólico, la corrección de errores, la producción de imágenes por parte de los alumnos y su integración efectiva en la evolución del aprendizaje.

Recordemos que los autores de los libros utilizan las imágenes para reforzar y confirmar las ideas que consideran más esenciales. Para ello emplean una estrategia persuasiva que trata de proponer a los lectores mensajes sencillos o evidentes. La imagen no se utiliza como acicate para la re-

flexión o la duda, sino como un apoyo, en ocasiones abusivo, de una argumentación cuyo principal objetivo es convencer.

Además, la implantación de la LOGSE y las posteriores modificaciones y reformas en los planes de estudios en España, han inducido a la renovación de los libros de texto bajo una presunta óptica constructivista, teniendo a considerar los conocimientos espontáneos de los lectores y presentando el contenido científico conectado con el entorno.

En los últimos años se está prestando más atención a los libros de texto de ciencias experimentales y se han realizado investigaciones sobre distintos aspectos, como las actividades (Campanario, 2001; García-Rodeja, 1997); los contenidos (Jiménez y Perales, 2001; Otero, 1997); el grafismo (Jiménez y Perales, 2001 b),...

Por todo ello se ha pretendido indagar sobre las concepciones de los estudiantes sobre contenidos de física a partir del análisis de imágenes. Las respuestas obtenidas reflejan las ideas de los alumnos en forma más fidedigna que los cuestionarios tradicionales, debido a que las imágenes los enfrentan al fenómeno o a su representación simbólica de forma directa. Esta metodología permite una obtención de datos más versátil en función del grado de idoneidad usado en la imagen seleccionada: a mayor grado de idoneidad, mayor posibilidad de captar el conocimiento cotidiano del observador, a menor grado de idoneidad (o mayor grado de simbología) mayor tendencia a captar el conocimiento académico (Aguilar y Maturano 2007).

Dichas concepciones generan en los alumnos una gran dificultad para librarse de lo que parece ser de sentido común, y a esto hay que sumarle que la gran mayoría de los libros presentan problemas tipo, de modo que el estudiante aprende las soluciones en vez de intentar aprender métodos que les permitan resolver cualquier problema, incluso los poco familiares, librándose así de las respuestas espontáneas y realizando un razonamiento científico, cosa que permitiría reestructurar sus ideas científicas y por tanto corregir sus errores conceptuales.

Por otro lado, Michinel Machado y D'Alessandro Martínez (1994) apuntan que, en otras ocasiones, los libros de texto transmiten las concepciones alternativas de los propios autores, transformándose en fuentes de estas concepciones en los estudiantes. Staver y Lumpe (1993), en un estudio sobre la presentación del concepto de mol en libros de texto de química, y Barrow (1990), analizando la presentación de los imanes en la mayoría de los libros de texto elementales de ciencias, notan que los libros de texto muchas veces refuerzan esas concepciones o tienden a ignorarlas.

En libros de física, Iona (1987) cita imágenes poco cuidadas que son incoherentes con lo que está escrito en el texto, llevando a errores científicos. Además, concluye que una de las razones de esto puede ser que los propios autores no conozcan los temas que escriben. Justifica esta conclusión por el hecho de que los libros de enseñanza secundaria provienen, en general, de un grupo de profesores de enseñanza secundaria y en ocasiones cuentan con la colaboración de algún profesor de Universidad. Aunque puede haber también especialistas, en general éstos no suelen ser consultados. También constata que las ideas incorrectas se propagan frecuentemente de un texto a otro. Esta propagación se atribuye a un exceso de confianza

que hace que los autores no se preocupen de prestar atención a las críticas y recomendaciones de los consultores.

Ahora bien, en cuanto a la función que puede desempeñar la imagen en la enseñanza de las ciencias, no existe un patrón único a la hora de ilustrar los libros de texto y, en todo caso, no se observa una relación entre la orientación didáctica de los textos y las ilustraciones. Destacamos este resultado porque viene a coincidir con las quejas expresadas frecuentemente por los autores del texto de los libros en el sentido de la descoordinación entre ilustradores y autores; situación que viene propiciada por el modo de producción de los libros impuestos por las editoriales (Perales y Jiménez, 2002).



### **III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **3.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Esta investigación nace principalmente de dos vertientes. Primero, de la preocupación presente en el autor por el bajo rendimiento académico que obtienen los estudiantes en la enseñanza preuniversitaria en general, y en las asignaturas de física en particular. Segundo, de la vocación docente, y como tal, de intentar acercar dos mundos que persiguen la misma finalidad, pero que están en universos paralelos, como son la enseñanza y la investigación en didáctica.

Básicamente, con este trabajo tratamos de dar un pequeño paso sobre el gran problema que es solucionar, de la forma más natural posible, los conflictos internos que tienen los alumnos a la hora de estudiar física. Para ello, hay que intentar hacerlo a través de herramientas diferentes de las que habitualmente se están empleando dentro de las aulas o utilizar las mismas de distinta forma para poder sacarle más partido al alto potencial que sabemos que tienen, pero que desconocemos cómo utilizar.

Recordando un poco lo que hemos tratado en la fundamentación teórica (concepciones erróneas, ideas alternativas, ilustraciones, dibujos, prensa, cómics...), podemos intuir cual va a ser el camino a seguir en el presente trabajo.

Esencialmente, se trata de analizar cómo las imágenes (diagramas, ilustraciones, dibujos, fotos, esquemas...) que ven nuestros aprendices, pueden contribuir en apoyar ideas alternativas importantes impidiendo de esta manera que los estudiantes puedan evolucionar científicamente,

haciendo que, en lugar de entender las leyes físicas de una forma fluida, tengan que luchar duras batallas internas con sus conocimientos previos.

Lo que nos recuerda trabajos anteriores realizados en otros ámbitos de ciencias o relacionados con los errores conceptuales, como son los de:

- Jiménez-Aleixandre (1994), que indica que en 17 libros de biología de la enseñanza secundaria, ninguno discute las ideas alternativas de los alumnos, ni las explica en actividades que permitan confrontar estas ideas con las teorías aceptadas.

- Perales de Eulate (1999), que analiza el contenido y los errores conceptuales presentes en los libros de ciencias.

- Caldeira (2005), donde sugiere que los libros de texto deberían incluir actividades con situaciones que pudiesen ser exploradas por el profesor y sus alumnos, de manera que se pusiesen de manifiesto y se desmontasen las concepciones alternativas y se promoviese la evolución conceptual.

Sin embargo, en todos ellos quedan prácticamente al margen las ilustraciones correspondientes al texto escrito. Así pues, podemos decir que nuestro **problema** a resolver es: **¿qué grado de presencia tienen las ideas alternativas, sobre distintos conceptos científicos básicos, en las imágenes de todo tipo presentes en los distintos medios?**

Al revisar diversas clasificaciones (Bernad, 1976; Duchastel, 1981; Levin et al., 1987; Feschotte y Moles, 1991; Gillespie, 1993) de las finalidades que tienen las ilustraciones en los libros de texto se extrae que todos ellos tienen en común las siguientes funciones:

1. Decorar los libros, es decir, hacerlos más atractivos para despertar el interés de los lectores.
2. Describir situaciones o fenómenos basándose en la capacidad humana de procesar la información visual (Larkin y Simon, 1987; Feschotte y Moles, 1991) y su ventaja frente a los textos escritos en la estimulación de modelos mentales (Stone y Golk, 1981; Duchastel, 1981).
3. Explicar las situaciones descritas, es decir, las ilustraciones no sólo muestran el mundo, sino que lo transforman con la intención de evidenciar relaciones o ideas no evidentes por sí mismas, a fin de facilitar su comprensión por parte del lector.

Sin embargo, ninguna de estas finalidades, es la que nos planteamos en este trabajo. **Lo que nosotros pretendemos es ir más allá y explorar la posibilidad de utilizar didácticamente los errores conceptuales que hay en las ilustraciones para cuestionar determinadas ideas alternativas que tienen los estudiantes.** De esta forma, también estamos respondiendo, en parte, a la pregunta planteada por Mottet (1996) en la investigación que presentó en la revista *Aster* (núm. 22, 1996): ¿en qué condiciones las imágenes podrían convertirse en fuentes de aprendizaje? **Además, también pretendemos averiguar si en las imágenes de los libros de texto, se ha**

**producido o no alguna mejora al pasar del B.U.P. y C.O.U. antiguos a la E.S.O. y Bachillerato actuales y si en los nuevos planes de estudio disminuye el número de errores conceptuales presentes en ilustraciones incluidas en los libros de texto.**



## **IV. HIPÓTESIS DE TRABAJO**

## **4.- ELABORACIÓN DE LAS HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

Una vez planteado el problema que pretendemos abordar, vamos a diseccionarlo en diversas partes, para lo cual, realizaremos tres hipótesis diferentes que posteriormente relacionaremos de forma muy estrecha.

**4.1.- EN CÓMICS E HISTORIETAS SE PRESENTAN A MENUDO SITUACIONES EN LAS QUE SE DAN ERRORES CONCEPTUALES, PRINCIPALMENTE EN AQUELLAS SITUACIONES MÁS RELACIONADAS CON EL CAMPO DE LA MECÁNICA, POR SER ÉSTE EL DOMINIO DE LA FÍSICA MÁS LIGADO A LAS EXPERIENCIAS SENSORIALES.**

Naturalmente, en los medios más informales o de entretenimiento como son los cómics o las historietas, la presencia de errores conceptuales que se pueda encontrar será muy elevada. Lo cual es muy comprensible, pues en muchas ocasiones se recurre a la exageración para encontrar las sonrisas y carcajadas de los lectores.

Podría argumentarse que el lenguaje cotidiano no es el lenguaje científico y que, consecuentemente, a los medios de comunicación no se les puede exigir el mismo rigor científico que a las revistas especializadas y menos todavía a aquellos medios que sirven fundamentalmente de entretenimiento como son los cómics. No obstante, aquí no se pretende reivindicar ningún cambio en los cómics recreativos, sino tan sólo buscar explicaciones a una

situación y, si fuera posible, aprovechar estos mismos medios como un instrumento más de aprendizaje (Carrascosa, 2005).

En las historietas, el discurso se caracteriza por la presencia de estímulos visuales y lingüísticos, lo cual en el contexto de un trabajo cooperativo durante las clases de Física puede resultar una estrategia orientadora que además de motivar ilustra una idea (González, 2006).

Las historietas suelen presentar situaciones cotidianas, lo que conduce a los alumnos a prestar atención al diseño de un contexto en el que se implican rápidamente analizando los discursos e imágenes, y buscando respuestas a las cuestiones que se les plantea (González, 2007).

Los cómics y las historietas son materiales que, en principio, pueden presentar mayor interés para los alumnos, de modo que si contrastamos que realmente en ellos abundan errores conceptuales que refuerzan las ideas de nuestros estudiantes, podrán realizar un análisis basándose en los conocimientos teóricos que se van desarrollando en clase. Además, como ya indicó Carrascosa (2006), este tipo de material presenta toda una serie de virtualidades, tales como:

- Resulta atractivo para los alumnos ya que la mayor parte de las veces el error tiene que ver con imágenes y no podemos olvidar el importante papel que para ellos tiene la imagen. Por otra parte, identificar un error en imágenes suele ser más sencillo que en un texto.
- Supone un cambio de rol en el que los estudiantes pasan de ser evaluados a ser evaluadores, lo que suele hacer que se esfuercen más

en el análisis y en sus argumentaciones a la vez que fomenta su autoestima.

- Practican un aspecto esencial del trabajo científico, como es el análisis crítico de algo a la luz del cuerpo de conocimientos vigente, favoreciendo la construcción de una imagen de la ciencia y del trabajo científico más próxima a la realidad.
- Contribuye a desarrollar una actitud más positiva hacia la ciencia y su aprendizaje.

Así pues, para conseguir esa formación científica que aspiramos tengan nuestros alumnos, se podría utilizar con éxito el lenguaje de los cómics y las historietas para cuestionar las ideas alternativas de física, ya que se pueden utilizar como una herramienta más para favorecer el aprendizaje significativo de los conceptos científicos y superar determinadas ideas alternativas. En ello existen escasos precedentes (Campanario, 2003) y sólo algún libro de texto aislado incorpora esta técnica en alguno de sus capítulos (Carrascosa, Martínez y Martínez Torregrosa, 2002; Carrascosa, et al. 2005 a, 2005 b).

Los resultados obtenidos durante los últimos años sugieren la conveniencia de extender y consolidar esta práctica en la enseñanza de las ciencias. Recordemos que el interés por utilizar este tipo de material dentro del aula va en aumento, no sólo desde el punto de vista físico como es nuestro caso, sino también, por ejemplo, desde el punto de los valores medioambientales que transmite (Kim, 1994), de las interpretaciones que hacen los niños de los mismos (Pertíñez, 2005) o de la contribución del cómic a la

imagen de la ciencia (Gallego, 2002). Sin embargo, en ninguno de ellos se hace referencia a la utilización de los cómics e historietas para cuestionar ideas alternativas.

#### **4.2.- EN LOS RECORTES DE PRENSA Y OTROS MEDIOS DE COMUNICACIÓN SE DESLIZAN A MENUDO GRAVES ERRORES CONCEPTUALES.**

El uso de los medios de comunicación social y singularmente de la prensa como medio de aprendizaje, es un recurso dinámico y dinamizador que permite ponernos en contacto con la realidad y comprender mejor las transformaciones de nuestro entorno y del Universo en general. Si bien es verdad que debemos emplear oportunamente la prensa contando con sus ventajas, así como, afrontando y canalizando coherentemente sus limitaciones y efectos nocivos desde una visión crítico-reflexiva indagadora y creativa.

Evidentemente, aquí no vamos a tratar de buscar errores que sean cometidos por un simple olvido o por las prisas que hayan tenido los autores a la hora de terminar su trabajo. Lo que vamos a hacer es ir en busca de errores que sean conceptuales, es decir, que sean cometidos por las ideas alternativas que tengan dichos autores.

De la misma manera, procederemos en otros ámbitos como es el de la publicidad, donde para vender más, en ocasiones se aseguran de que determinado producto tenga determinadas cualidades recurriendo a veces a la ciencia como fuente de autoridad y certeza. Sin embargo, en muchas oca-

siones, los conceptos científicos que aparecen en la publicidad se utilizan de forma inadecuada, llegándose en algunos casos a cometer errores conceptuales muy claros como por ejemplo, afirmar textualmente que el aire no pesa en un anuncio de un postre lácteo (Campanario, Moya y Otero, 2001).

Nuevamente, con esto tampoco pretendemos que el lenguaje cotidiano de un anuncio pase a ser científicamente correcto pero sí, generar a partir de los conocimientos científicos que se han aprendido en la escuela, un punto de vista crítico enriquecedor de la propia autonomía personal y grupal para generar el desarrollo de una conciencia social libre.

Donde sí seremos mucho más exigentes es en el análisis de los artículos científicos que hagamos, pues generalmente, en ellos, al igual que en los libros de texto, los lectores pierden casi por completo dicho punto de vista al considerar que no se les puede pasar ningún tipo de error a las editoriales que comercializan este tipo de producto; pero, volvamos a recordar que no sólo vamos en busca de errores que pueden ser detectados con una detenida revisión, sino que queremos detectar también aquellos ocasionados claramente por ideas alternativas que llevan a cometer específicamente unos errores y no otros.

**4.3.- HAY UN PORCENTAJE MUY ELEVADO DE ILUSTRACIONES EN LOS LIBROS DE TEXTO QUE SON MERAMENTE DECORATIVAS, Y ADEMÁS, EN ALGUNAS DE LAS IMÁGENES SE COMETEN, A VECES, ERRORES CONCEPTUALES QUE APOYAN LA EXISTENCIA DE IDEAS ALTERNATIVAS MUY IMPORTANTES PRESENTES EN NUESTROS ALUMNOS Y YA CONOCIDAS POR LOS INVESTIGADORES EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS. Y AUNQUE DICHAS ILUSTRACIONES ESTABAN YA PRESENTES EN ALGUNOS LIBROS DE TEXTO DE B.U.P. Y C.O.U., TAMBIÉN LAS DETECTAREMOS EN LOS LIBROS ACTUALES DE E.S.O. Y BACHILLERATO, AUNQUE QUIZÁS EN MENOR MEDIDA.**

Los docentes no dudan del indiscutible valor de la utilización de los libros de texto dado que muchas veces es el principal instrumento pedagógico en las clases de ciencias (Campanario y Otero, 2000 y Perales et al., 2002). Por esto, es de fundamental importancia analizar el diseño de estos libros para poder realizar una correcta elección y uso de los mismos, ya que de no ser así, algo que elegimos para que nos ayude a mejorar los resultados académicos de nuestros alumnos, se puede convertir en una herramienta que nos dificulte seriamente nuestra tarea docente, pues como ya sabemos, si el número de profesores que utiliza únicamente el libro de texto como recurso didáctico es elevado, todavía lo es más el número de alumnos, por no decir que este último colectivo lo emplea en el 100 % de los casos.

También se tiende a suponer de forma ingenua que la información que aparece en los libros de texto es siempre correcta y por tanto está siempre libre de errores. De hecho, siempre se ha creído que este instrumento es el depósito del conocimiento correcto, o al menos, comúnmente admitido por toda la comunidad científica. Prueba de ello son las conocidas y repetidas frases como “míralo en el libro que ahí está todo”, “no ves que lo pone en el libro”, “lo tienes mal, no ves que en el libro no pone eso”, ...

Sin embargo, son muchas las evidencias que demuestran que los manuales escolares de ciencias contienen errores e imprecisiones de diverso tipo, por ejemplo, las citadas por Bauman (1992 a, 1992 b, 1992 c), Cox (1996), De Manuel (1994), Gauld (1997), Iona (1990), Michinel y Krokhn (1995), Solbes, Calatayud, Climent y Navarro (1987). En general, las investigaciones en este terreno se han limitado a la enumeración, clasificación y, a veces, corrección de los errores e imprecisiones, si bien, en algún caso, los investigadores han ido más allá y han relacionado las deficiencias en los libros de texto con la comprensión inadecuada de los conceptos científicos por los alumnos, por ejemplo, Dall'Alba, Bowden, Masters y Stephanou (1993), Gil, Martínez-Torregrosa y Senent (1988, cap.3).

Así pues, siguiendo por este último camino, nosotros nos vamos a centrar únicamente en las ilustraciones que hay en dichos libros y en el texto que las acompaña o hace referencia a ellas, ya que es tal la abrumadora presencia de ilustraciones en los libros de la enseñanza obligatoria y preuniversitaria, que llega a alcanzar el 50% de la superficie impresa. Las valoraciones de estos libros han constituido una de las líneas de investigación

más concurrente en la didáctica de las ciencias experimentales, lo que paradójicamente ha afectado en escasa medida a su ámbito imaginario.

Perales (2006) concluye que dicha evaluación debería partir de un primer intento de clasificación de las ilustraciones –proceso al que denomina taxonomización – en el que se prescindiera de detalles técnicos y se centre en sus características científico-didácticas. En segundo lugar se debería recurrir al establecimiento de criterios de valoración de dichas ilustraciones apoyados en los resultados de la investigación educativa (y no sólo en el ámbito de las ciencias experimentales).

Además, desde el punto de vista de la teoría de la doble codificación de Paivio (1986) como desde los modelos mentales de Jonson-Laird (1980), las imágenes producen efectos nemotécnicos y estimulan la construcción de representaciones mentales que a su vez integran la representación verbal o proposicional del contenido de aprendizaje. La mecánica de Newton puede considerarse como una representación extraordinariamente simplificada del mundo que contradice prejuicios del “sentido común” y las imágenes pueden favorecer u obstaculizar esos prejuicios.

Finalmente, insistir en que somos conscientes de que, con mucha frecuencia, las imágenes son incluidas en los libros de texto por fotógrafos y dibujantes que trabajan para la editorial, sin el conocimiento previo de los autores de los textos, por lo que puede suceder que errores conceptuales presentes en algunas ilustraciones, no sean atribuibles a los autores del libro de texto.

En última instancia, tenemos la esperanza de que las editoriales, los autores y los últimos decretos y leyes educativas, hayan tomado conciencia de ello y, por tanto, la incidencia de ideas alternativas ahora (en los libros de E.S.O. y bachillerato) sea menor que antes (en los textos de B.U.P. y C.O.U.), pues, ya son numerosas las publicaciones de los estudios en la investigación didáctica realizados en torno al tema de los errores conceptuales y las ideas alternativas. Algunas de ellas son, las selecciones bibliográficas publicadas (McDemott, 1984; Carrascosa, 1983 y 1985; Carrascosa y Gil, 1992; Varela et al., 1989; Pfundt y Duit, 1998; Duit 2004;...). También son miles los trabajos sobre ideas alternativas, dando lugar algunos de ellos, a tesis doctorales (Gené, 1986; Carrascosa, 1987; Llorens, 1987; Jiménez Aleixandre, 1990; Sanmartí, 1990; Cañal, 1990; Azcárate, 1990; Kaminski, 1991; Pérez Celada, 2003;...) y además los principales resultados obtenidos han sido ya recopilados en algunos libros (Hierrezuelo et al., 1989; Gil, Carrascosa et al., 1991;...). Es de suponer que toda esta abundante información haya tenido ya consecuencias (al menos sobre el papel) en las leyes educativas y en las editoriales que suelen publicar libros de texto.

## **V. DISEÑOS EXPERIMENTALES**

## **5.- DISEÑOS EXPERIMENTALES PARA CONTRASTAR LAS HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.**

En la actualidad, prácticamente todos los campos de las ciencias han sido analizados en busca de errores conceptuales e ideas alternativas. Nosotros sólo partiremos de aquellos destinados más concretamente a la especialidad de física, entre los que destacamos, los correspondientes a la mecánica (Mc Dermott, 1984; Sebastiá, 1984; Fernández, 1987; Acevedo, 1989), al calor (Macedo y Soussan, 1985; García Hourcade y Rodríguez de Ávila, 1985; Cervantes, 1987; Brañas et al., 2003), a la electricidad (Varela et al., 1989; Furió y Guisasola, 2001; Pontes y De Pro, 2001), al magnetismo (Guisasola, Almudí y Ceberio, 2003), ...

De todos ellos, hemos hecho una selección de los errores conceptuales causados por ideas alternativas más frecuentes a partir de los cuales analizaremos las imágenes en los distintos instrumentos que hemos comentado. De dicha selección nos ha quedado una lista como la que detallamos a continuación:

- 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.
- 2) Siempre que un cuerpo frena, la aceleración es negativa.
- 3) Confundir velocidad con rapidez.

4) 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.

5) 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.

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

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

8) 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.

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

10) Relacionar la fuerza con el movimiento en lugar de con el cambio de movimiento.

11) 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.

12) 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.

13) 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.

14) Si la velocidad vale cero, la fuerza resultante sobre el cuerpo en dicho instante vale cero.

15) 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.

16) Los gases no pesan. Interpretan que al expandirse constantemente, estos no son atraídos por nada y por lo tanto no pesan.

17) 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).

18) 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.

19) 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).

20) 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.

21) 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.

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

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

24) 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.

25) No distinguen entre la presión que ejerce un cuerpo sobre una superficie y la fuerza que se aplica en un punto.

26) 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.

27) Identificar el trabajo con esfuerzo y cansancio, en lugar de realizar cambios en la materia mediante la aplicación de fuerzas, es decir, a través de interacciones.

28) 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.

29) Interpretan la energía como la capacidad para realizar trabajo, en lugar de como una magnitud fundamental de los sistemas, por la cual, éstos pueden transformarse, así como actuar sobre otros sistemas originando en ellos procesos de transformación.

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

31) 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.

32) 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.

33) Los términos energía interna y temperatura los utilizan como sinónimos, pues en general, no consideran la temperatura como una magnitud que nos informa de la energía cinética promedio de las partículas que forman un sistema.

34) 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.

35) 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.

36) Consideran como sinónimo calor y temperatura.

37) Interpretan el calor como el paso de la energía interna de un cuerpo a otro.

38) Tratan por igual a la energía térmica y a la temperatura de un cuerpo, por lo que tampoco aparece nítida la idea de temperatura como medida o indicador.

39) La corriente eléctrica se gasta al pasar por una bombilla.

40) El avance de los electrones que constituyen la corriente eléctrica continua por un cable se realiza a una velocidad enorme, asocian la velocidad de la luz a la velocidad de los electrones, no ven que lo que realmente ocurre es el efecto manguera.

41) 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.

42) Para generar corriente inducida es necesario que haya movimiento de un imán o una bobina, lo que indica que no saben el verdadero origen de la inducción, pues si entre los cables ponemos una f.e.m., solo con la presencia de una bobina y un imán ya se genera.

43) 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.

- 44) La corriente eléctrica y los electrones van en el mismo sentido, lo que tiene origen en un error histórico, pues al principio se pensaba que los portadores de la electricidad eran cargas positivas.
- 45) La intensidad de la corriente va disminuyendo a medida que atraviesa los diferentes elementos del circuito.
- 46) La pila o generador proporciona una corriente constante independientemente del circuito en que esté conectada.
- 47) La corriente almacenada en la pila se gasta (consumo de corriente, atenuación,...)
- 48) Se piensa que el voltaje es una propiedad de la corriente que indica su fortaleza, fuerza o potencia.
- 49) La pila se concibe como un aparato que suministra corriente constante en lugar de como que mantiene una diferencia de potencial entre sus terminales.
- 50) Cuando tienen que hacer predicciones sobre el brillo relativo de una bombilla, confunden voltaje y corriente.
- 51) La luz se puede ver como si ella misma fuese un objeto ordinario.
- 52) Los cuerpos se hunden en los líquidos porque no existe el empuje.

53) 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 actuando sobre él, pues las fuerzas implican movimiento.

54) 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.

55) 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.

### **5.1.- DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA PRIMERA HIPÓTESIS SOBRE IDEAS ALTERNATIVAS EN CÓMICS E HISTORIETAS.**

Vamos a analizar diversos cómics de Mortadelo y Filemón, SuperLópez y Zipi y Zape. En ellos pretendemos localizar las viñetas en las que aparezcan acciones físicamente imposibles, y destacaremos las ideas alternativas que vayamos encontrando, que son las responsables, en parte, de los errores conceptuales de nuestros alumnos.

A modo de síntesis, citaremos el total de cómics analizados y presentaremos una tabla de resultados donde indicaremos el porcentaje que presentan errores conceptuales y a qué campo de la física corresponden. De modo que la tabla tendrá el siguiente aspecto:

|                          | <b>Número de errores conceptuales</b> | <b>Porcentaje de errores conceptuales</b> |
|--------------------------|---------------------------------------|---|
| <b>Cinemática</b>        |                                       |   |
| <b>Dinámica</b>          |                                       |   |
| <b>Gravitación</b>       |                                       |   |
| <b>Fluidos</b>           |                                       |   |
| <b>Trabajo y energía</b> |                                       |   |
| <b>Calor</b>             |                                       |   |
| <b>Electromagnetismo</b> |                                       |   |
| <b>Partículas</b>        |                                       |   |
| <b>Ondas</b>             |                                       |   |
| <b>Óptica</b>            |                                       |   |

Por supuesto, no pretendemos criticar que en los cómics aparezcan cosas imposibles desde el punto de vista de la física, sino, más bien, detectar esas situaciones y aprovecharlas dentro del aula para que nuestros alumnos estén motivados y comprendan las leyes físicas que rigen el mundo donde viven.

## **5.2.- DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA SEGUNDA HIPÓTESIS SOBRE IDEAS ALTERNATIVAS EN PRENSA Y OTROS MEDIOS DE COMUNICACIÓN.**

Aquí, el análisis lo haremos de una forma más superficial para coger alguna idea y ver si merece la pena hacerlo más a fondo en otro momento. Para ello lo vamos a dividir en diferentes partes, donde en cada una de ellas abordaremos un medio de comunicación diferente:

- Con lo que respecta a prensa, hemos examinado los siguientes periódicos: La Verdad, La Razón e Información, correspondientes al período del 8 al 19 de noviembre de 2010.

- En cuanto a revistas, nos hemos centrado únicamente en algunas de investigación didáctica que hemos utilizado al documentarnos para hacer el presente trabajo (consultar bibliografía en página 227).

- Por último, para analizar la publicidad, a causa de la escasez de tiempo, nos hemos centrado en la televisión. La manera de proceder ha sido ver anuncios durante varios días en diferentes sesiones horarias de las distintas cadenas televisivas.

### 5.3.- DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA TERCERA HIPÓTESIS SOBRE IDEAS ALTERNATIVAS EN LIBROS DE TEXTO DE LA ENSEÑANZA PREUNIVERSITARIA COMO SON EL ANTIGUO B.U.P. Y C.O.U Y LA ACTUAL E.S.O. Y BACHILLERATO.

En este apartado, el análisis será algo más riguroso. Empezaremos confeccionando una tabla para cada uno de los libros de texto que analicemos, en la que constarán los siguientes datos: el total de temas de la especialidad de física, el global de ilustraciones, la parte de imágenes que únicamente tienen finalidad decorativa, las que cometen errores conceptuales o apoyan y refuerzan ideas alternativas de los estudiantes, y por último, las que se utilizan para cuestionar las ideas alternativas o las que no dejan lugar a ellas. De modo que tendrá el siguiente aspecto:

| Temas de física | Total de imágenes | Solamente decorativas | Presentan errores conceptuales | Se utilizan para cuestionar ideas alternativas |
|-----------------|-------------------|-----------------------|--------------------------------|--|
|                 |                   |                       |                                |  |

A partir de ella iremos analizando los resultados, de varias maneras, sacando porcentajes, mirando si ha cambiado o no la función de las imágenes, si hay diferencias entre los distintos autores, si los autores mejoran la calidad cuando hacen nuevas ediciones, si hay diferencia entre el B.U.P. y C.O.U. antiguos y la E.S.O. y bachillerato actuales, qué tipos de errores conceptuales se cometen con mayor frecuencia, si en los autores persisten dichos errores a pesar de las múltiples investigaciones que se hacen en el campo de la didáctica,...



## **VI. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

## **6.- PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LOS DIFERENTES DISEÑOS EXPERIMENTALES.**

A continuación, vamos a detallar los resultados obtenidos tras la realización de los diseños experimentales que hemos mencionado en el apartado anterior del presente trabajo.

### **6.1- PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL PRIMER DISEÑO EXPERIMENTAL SOBRE IDEAS ALTERNATIVAS EN CÓMICS E HISTORIETAS.**

Los datos que vamos a presentar se han obtenido tras analizar un total de 24 cómics, 8 de cada uno de los protagonistas que hemos citado en el apartado del diseño experimental.

En ellos hemos encontrado múltiples errores, como era de esperar, pues no se rigen por las leyes de la física precisamente, o mejor dicho, por ninguna ley, aunque es comprensible ya que su única finalidad es la de entretener al público infantil.

De todos los errores encontrados, solamente se han contabilizado aquellos que estaban más directamente relacionados con lo que estamos estudiando, de modo que en los 24 cómics hemos detectado un total de 75 errores, los cuales se han clasificado según al campo de la física que corresponden, quedando una tabla como la que sigue a continuación:

|                          | <b>Número de errores conceptuales</b> | <b>Porcentaje de errores conceptuales</b> |
|--------------------------|---------------------------------------|---|
| <b>Cinemática</b>        | 9                                     | 12  |
| <b>Dinámica</b>          | 4                                     | 5   |
| <b>Gravitación</b>       | 8                                     | 10.7                                      |
| <b>Fluidos</b>           | 13                                    | 17.3                                      |
| <b>Trabajo y energía</b> | 3                                     | 4   |
| <b>Calor</b>             | 11                                    | 14.7                                      |
| <b>Electromagnetismo</b> | 5                                     | 6.7                                       |
| <b>Partículas</b>        | 9                                     | 12  |
| <b>Ondas</b>             | 6                                     | 8   |
| <b>Óptica</b>            | 7                                     | 9.3                                       |

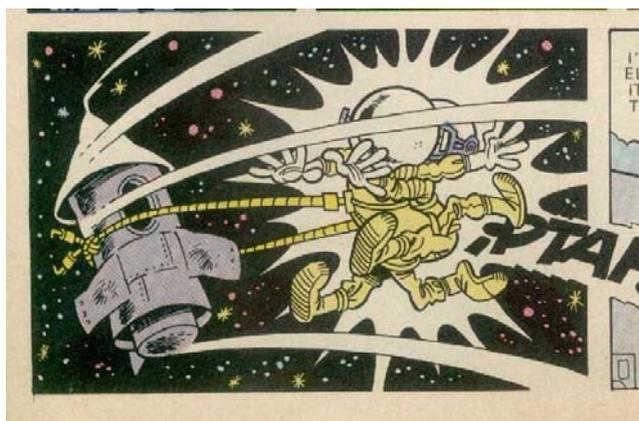
Como hemos resaltado, el mayor número de errores se presenta en los campos de cinemática, gravitación, fluidos, calor y partículas. A continuación, vamos a ver algunas de las viñetas más relevantes que hemos encontrado.



Fijémonos como nuestros simpáticos amigos nos hacen pensar que, como en el espacio no hay aire, nos ahogamos. Si nos fijamos en Filemón pone de relevancia que nuestro cuerpo se comprime, en lugar de expandirse como sería de esperar, ya que no tendríamos presión atmosférica. No hablemos ya de los cierres herméticos del traje de su compañero Mortadelo.



En el despegue del cohete espacial, cuando este lanza una de sus fases podemos ver como representan la trayectoria de la misma. No consideran que iría alejándose lentamente debajo del cohete, sino que es como si se quedara parada en el aire cuando se suelta y luego cae siguiendo una trayectoria en forma de espiral.



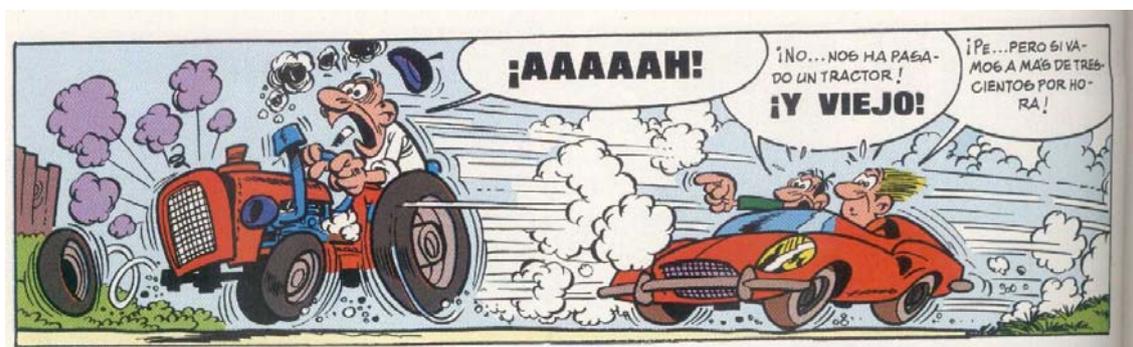
¿Quién ha dicho que no hay sonido en el espacio?, pues deberían decirle que tuviese una entrevista personal con el entrañable autor de estos cómics para explicarle que, como en el espacio no hay ningún medio material de propagación, el sonido no existe ahí fuera.



Fijémonos aquí, en la mano y los bocadillos, ¿para qué tener en cuenta la diferencia de presión dentro y fuera de la nave?, y, además, nuevamente destaca la posibilidad de oír en el espacio.



Mortadelo y Filemón pierden un objeto metálico en el espacio y para recuperarlo deciden sacar un imán. De repente, observan como el imán atrae a todas las naves espaciales cercanas. Es cierto que los metales presentan efectos magnéticos, pero son muy pocos los que se consideran realmente potentes, generalmente materiales ferromagnéticos. Aunque así y todo, jamás de tan gran envergadura.



Dejando de lado la inverosimilitud de que un tractor vaya más rápido que un deportivo yendo a 300 Km/h, fijémonos como cuando el tractor pierde la rueda, da a entender que, como ésta pesa menos, adelanta al propio tractor, ya que adquiere mayor velocidad. Como sabemos, esto jamás puede ocurrir, la rueda al principio mantendría la misma velocidad y a causa de la fuerza de rozamiento, al no haber nada que la contrarreste, su velocidad iría disminuyendo.



Adiós a las leyes de gravitación, para que luego digan que la Tierra no es un planeta rocoso, ¿qué es eso de que no se puede vivir en el centro de la Tie-

rra? Pero sobre todo, el superintendente Vicente deja claro que en la Luna sigue habiendo la misma gravedad que en la Tierra, y que en ella hay oxígeno y aire, pues se puede respirar y hablar como si nada.



Nuestro amigo Filemón nos presenta la extrema facilidad con la que se consigue hacer el vacío con un par de ventosas. Y, además, ignora totalmente la fuerza de la gravedad. Fijémonos en cómo se para tranquilamente a pensar en pleno ascenso por una pared vertical.



Aquí encontramos un atentado contra las leyes de la cinemática. Admiramos la trayectoria de lo que en física se supone que es un tiro parabólico, puesto que tras la patada, sobre el hombre sólo actúa la fuerza de la gravedad.



Fijémonos en el buitre, cuando éste deja de tener contacto con el avión se queda parado en el aire antes de empezar a caer, en lugar de ir moviéndose en horizontal en el mismo sentido que el avión y al mismo tiempo que va cayendo.

Estamos de acuerdo en que hay tensión superficial en el agua, que el agua de mar es más densa que la de río porque tiene sal y que el agua ejerce una fuerza denominada empuje, pero ni mucho menos tan elevada como para poder correr por encima de ella.



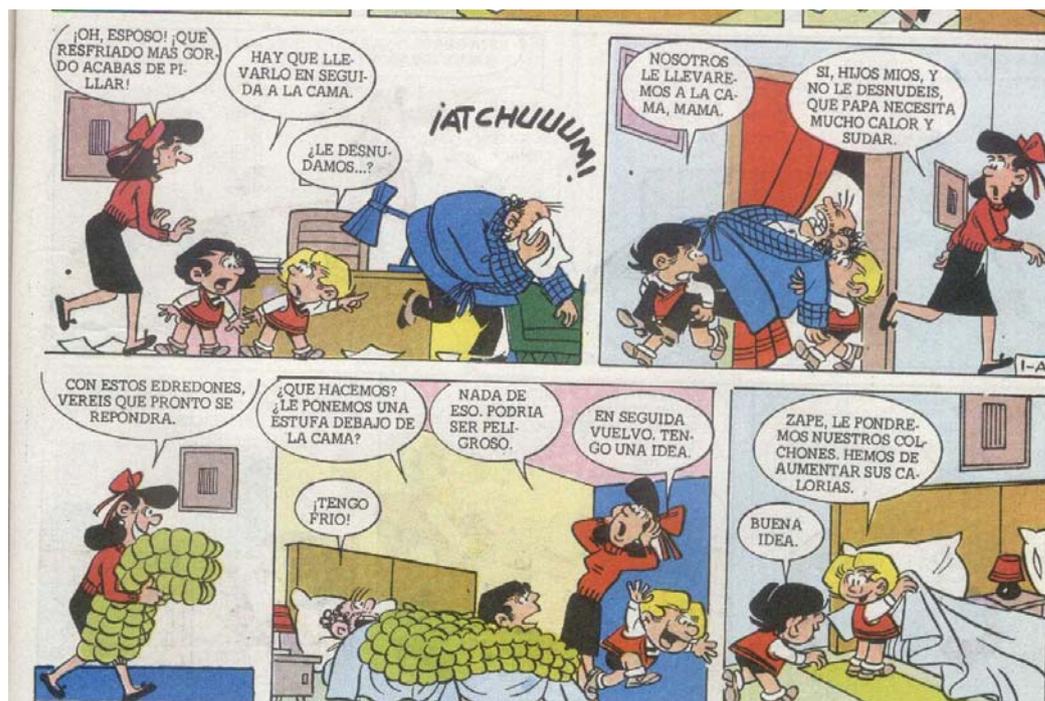
Aquí, Zipi ignora la propiedad de expansión de los gases. No hay más que ver en la cuarta viñeta como el humo que sale de su boca sigue una trayectoria rectilínea hasta el fumigador. Por otro lado, los dos hermanos confunden el término deshacerse o derretirse con desintegrarse.



Nuestros traviesos amigos han presentado a la nube como algo sólido que se puede transportar desde lo alto de una montaña a casa, pues ignoran su origen gaseoso.



Aquí se nos presenta un problema de óptica. Como lleva unas gafas muy oscuras, considera que con ellas no se ve el negro, pero sí el resto de los colores. Sin embargo, por las leyes de la refracción, sabemos que se verían todos los colores con una tonalidad más oscura.



En estas viñetas el Sr. Pantuflo está enfermo y su mujer dice que necesita mucho “calor”, de modo que Zipi y Zape, con afán de ayudar, como siempre, deciden ponerle sus colchones encima para aumentar sus calorías. Es decir, consideran el calor como una propiedad de los cuerpos en lugar de energía en tránsito, y las calorías como aquello que aumenta dicha propiedad.



Viñetas más tarde, nuestros protagonistas se quedan sin gas en casa y a Zape se le ocurre la idea de poner el cazo con agua en la frente de su padre aprovechando que está enfermo y tiene fiebre, consiguiendo al final que el agua llegue a hervir. Evidentemente, no conocen una de las propiedades

características de las sustancias, la temperatura de ebullición. Pues, por muy elevada que sea la temperatura de un enfermo, jamás llegará a los 100°C.



En este caso, la familia anda tranquilamente bajo el agua de modo que el concepto de empuje brilla por su ausencia, al contrario de lo que ocurría en la viñeta de Mortadelo donde lo exageraban hasta el punto de poder andar sobre ella.



En esta secuencia, aparte de deformar completamente la visión de lo que es un científico, fijémonos en el tamaño del átomo, que lo puede coger con una mano, de ahí que muchas veces, sobre todo en cursos de 1º y 2º de la E.S.O., a los alumnos les cueste entender que estamos compuestos por átomos. Pero además, apoya la idea de que como es algo atómico es malo, por eso cuando le cae al suelo explota.



Aquí, uno de los enemigos de nuestro superhéroe deja bien claro que la luz se ve, como si fuera un objeto ordinario más, sin tener en cuenta la necesidad de que aquello que vemos refleje luz y parte de ella pueda entrar a nuestros ojos formándose una imagen en nuestra retina.



Es conocido por muchos lectores de cómics que SuperLópez tiene visión de rayos X. En esta viñeta se aprecia cómo la utiliza para derretir una persiana, es decir, que le atribuye propiedades que afortunadamente no tiene, por que de ser así, pobres todos aquellos que nos hemos tenido que hacer alguna vez una radiografía.



En el anexo I (ved pág. 93) podemos ver más viñetas en las que se siguen repitiendo los errores que hemos mostrado hasta el momento.

## **6.2- PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL SEGUNDO DISEÑO EXPERIMENTAL SOBRE IDEAS ALTERNATIVAS EN PRENSA Y OTROS MEDIOS DE COMUNICACIÓN.**

En este apartado hemos analizado prensa, publicidad en la televisión y revistas. Empezando por la prensa, debemos decir que, a pesar de haber analizado 30 periódicos en los que hemos encontrado 40 historietas y ocho noticias científicas, en ninguna de ellas hemos encontrado errores conceptuales. Ciertamente es que, por un lado, de las 40 historietas, 15 eran diálogos entre dos personas, pero en las otras 25 no había nada a reseñar. Y por otro lado, de las ocho noticias científicas, no había ninguna directamente relacionada con el campo de la física.

Por tanto, no podemos decir nada a este respecto que sea concluyente, deberíamos buscar en otros periódicos para ver si encontramos otro tipo de noticias o historietas.

En el segundo punto referente a publicidad en la televisión, sí podemos hacer una lista con los errores que hemos encontrado:

- Una fregona, que al estar hecha de microfibras en lugar de algodón, tiene un gran “poder de succión”.

- Su correspondiente cubo con un pedal que se activa con el pie permite escurrir la fregona a “2.500 revoluciones por minuto”.
- Hay empresas que cuando te instalan la puerta de entrada en casa, te aseguran que “el calor no entrará”.
- Hay una máquina de taladrar que “tiene tanta fuerza” que no hay pared que se le resista.
- Un coche tan confortable que durante la conducción te sientes como si estuvieras en “gravedad cero”.
- Hay ambientadores de baño que “absorben los olores”.
- Anuncian productos de limpieza que “disuelven cualquier mancha”.
- Un detergente consigue que la ropa tenga un “blanco nuclear”.
- En el anuncio de un coche se ve como le bloquean el camino en el interior de un túnel, y para evitarlo se sube por la pared haciendo un looping (adiós a las leyes de la gravitación).
- Hay ventanales que “no dejan entrar el frío”.
- Un centro de planchado tiene “400 microagujeros” por donde sale el vapor, el cual “se ajusta perfectamente a la ropa”, viendo una imagen en la que el vapor toma la forma de la camisa que se está planchando.

- Un desodorante con “mineralite ultra absorbente” que “deja que la piel respire” en el que dan a entender con imágenes que dicho “mineralite” se obtiene de algún mineral.
- Un producto para el cabello que “te da un brillo espejo”.

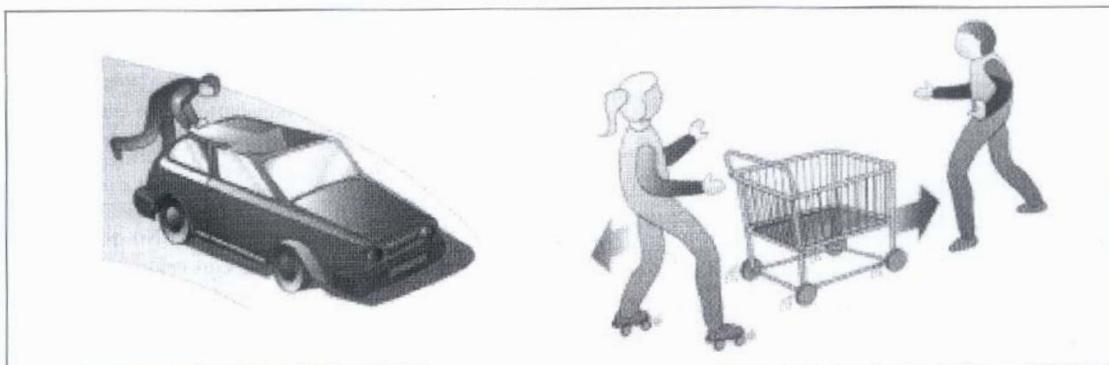
Por último, debemos señalar que a medida que hemos ido leyendo artículos para fundamentar esta investigación, hemos encontrado errores conceptuales en algunos de ellos. Dichos errores los presentamos a continuación.

Perales y Jiménez (2002), en un trabajo publicado en la revista *Enseñanza de las Ciencias* sobre la importancia que poseen las ilustraciones que se utilizan en los libros de texto de ciencias para la comprensión de su contenido, analizan la figura que reproducimos a continuación, calificándola como un ejemplo de la tendencia al realce decorativo que, según ellos, se constata en muchas ilustraciones de dichos libros de texto.

#### INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA

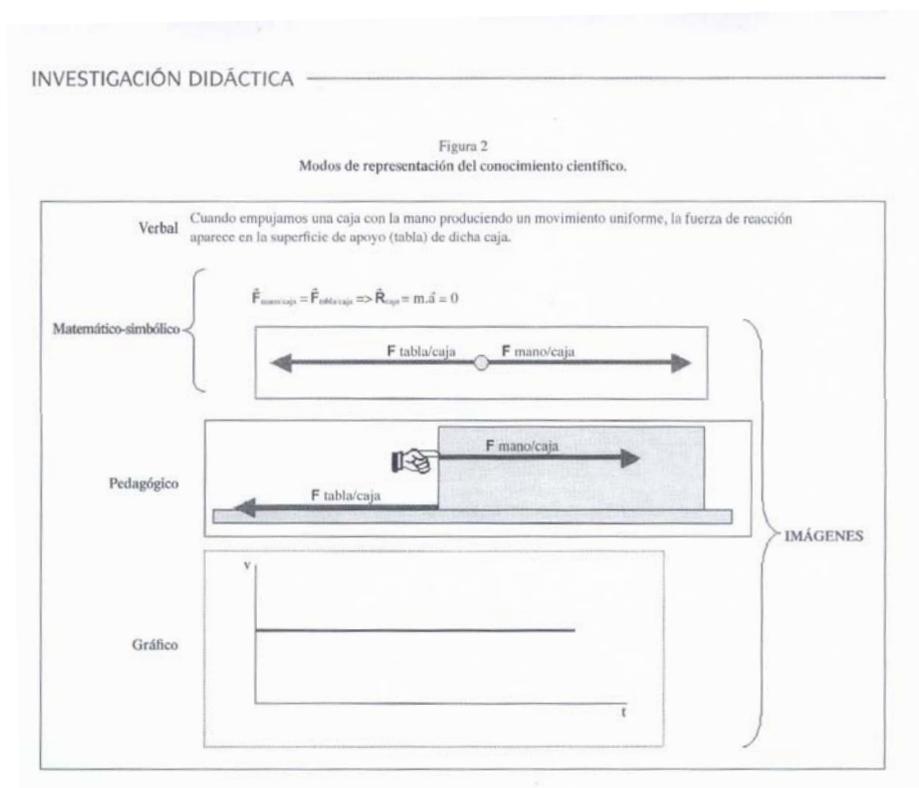
---

Figura 10  
Ejemplos de realces decorativos de elementos sintácticos  
(vectores fuerza) que difuminan la separación entre los planos simbólico y real.



Sin embargo, Perales y Jiménez, no se percatan del error conceptual que se comete en ella y que podemos percibir cuando comparamos lo que se dice en el texto superior de la imagen con los vectores que se representan en ella, a los que los autores califican explícitamente como fuerzas (y no como velocidades), apoyando así la idea intuitiva de fuerza como causa del movimiento.

Podría pensarse que se trata de un simple fallo que, por alguna razón, consiguió superar el filtro de los asesores que leyeron el trabajo antes de dar el visto bueno para su publicación, pero lo cierto es que con el mismo autor y en la misma revista (Perales, 2006), en un trabajo posterior, volvemos a encontrar otro grave error (también relacionado con el concepto de fuerza). En este caso en el artículo titulado: *Uso (y abuso) de la Imagen en la Enseñanza de las Ciencias* en el que se pretende mostrar las posibilidades didácticas de la imagen en sus distintos formatos, sobre la educación científica. Una de las ilustraciones que utiliza para ello es la siguiente:



En la figura anterior se detecta una confusión grave al utilizar el tercer principio de la dinámica de Newton, cuando se señala explícitamente que la fuerza de reacción a la fuerza con que la mano empuja a la caja, se localiza en el tablero y no en la mano. Con ello se apoyan otras confusiones similares como, por ejemplo, identificar la fuerza que un bloque ejerce sobre la superficie de la mesa en la que se encuentra (en reposo), con su peso y, consecuentemente, dibujar la reacción a la fuerza peso en el bloque y no en el centro de la Tierra.

Los errores conceptuales, pues, no sólo afectan a la prensa escrita o a los libros de texto, sino que pueden darse también en revistas de Didáctica.

### **6.3- PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL TERCER DISEÑO EXPERIMENTAL SOBRE IDEAS ALTERNATIVAS EN LIBROS DE TEXTO DE LA ENSEÑANZA PREUNIVERSITARIA COMO SON EL ANTIGUO B.U.P. Y C.O.U Y LA ACTUAL E.S.O. Y BACHILLERATO.**

Los datos que vamos a presentar se han obtenido tras analizar 76 libros de texto, de los cuales 52 son de la E.S.O. y bachillerato, mientras que 24 son de B.U.P. y C.O.U.

En ellos, hemos analizado un total de 733 temas de física, de los cuales 373 son de la E.S.O. y bachillerato, mientras que 360 corresponden a B.U.P. y C.O.U.

Por lo que, de entrada, ya apreciamos una cantidad menor de contenidos de física en el cambio de la Ley de Educación, pues apenas apreciamos

variación en el número de temas estudiados, a pesar de haber analizado el doble de libros correspondientes al nuevo plan educativo.

Y en total, hemos cuantificado 18.431 ilustraciones, siendo 12.299 de E.S.O. y bachillerato y 6.132 de B.U.P. y C.O.U. Veamos ahora más detenidamente el desglose de las mismas.

Como hemos dicho en el diseño experimental, hemos completado una tabla para cada uno de los libros analizados. Dichas tablas, las podemos encontrar en los anexos II y IV (ved págs. 101 y 189, respectivamente), según queramos ver los resultados correspondientes a la E.S.O. y bachillerato, o a B.U.P. y C.O.U.

A partir de ellas, hemos elaborado la siguiente tabla:

|                     | <b>Temas de física</b> | <b>Total de Imágenes</b> | <b>Promedio de fotos por tema</b> | <b>Solamente decorativas</b> | <b>Porcentaje de fotos decorativas</b> |
|---------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------------|------------------------------|--|
| <b>E.S.O.</b>       | 112                    | 3181                     | 28                                | 905                          | 28.5                                   |
| <b>Bachillerato</b> | 261                    | 9118                     | 35                                | 4301                         | 47.5                                   |
| <b>B.U.P.</b>       | 300                    | 4743                     | 16                                | 576                          | 12.1                                   |
| <b>C.O.U.</b>       | 60                     | 1389                     | 23                                | 123                          | 8.9                                    |

Resaltamos que el número de ilustraciones aumenta tanto en bachillerato como en C.O.U. Consideramos que ello puede ser debido a que en estos cursos de mayor profundidad, también aumenta la dificultad de visuali-

zación en determinados campos de la física, por lo que requiere de su mayor presencia.

Así y todo, hemos detectado que en el antiguo plan de estudios, los libros no contenían tantas imágenes, sino que eran más bien dibujos y esquemas, mientras que en el nuevo plan, los libros contienen más número de fotos utilizadas como ilustraciones. Por lo que suponemos que se debe a eso el mayor porcentaje, que se observa en la tabla, de fotos decorativas en bachillerato que en C.O.U.

Además, también hemos detectado, mientras hacíamos el análisis inicial, que en los libros de B.U.P. y C.O.U. las ilustraciones están más limpias, es decir, hay menos especificaciones en cuanto a flechas, indicaciones..., se detalla todo con el texto escrito y simplemente se hace referencia a la imagen para visualizar más el problema en cuestión. Sin embargo, en lo que respecta a la E.S.O. y bachillerato, los dibujos tienen más indicaciones, pero están menos explicados en el texto (muchas veces no se llega a hacer referencia a la imagen), lo que hace casi imprescindible la función del profesor para entender correctamente la ilustración, aunque esto en bachillerato se reduce, sobre todo en el segundo curso.

Ahora, vamos a ir centrándonos en los errores conceptuales y las ideas alternativas. Para obtener los resultados de las siguientes tablas recurriremos a los anexos II, III, IV y V (ved págs. 101, 139, 189 y 205, respectivamente), del presente trabajo, donde, además, en ellos podemos encontrar la mayoría de las imágenes que hemos contabilizado, bien por contener un error conceptual o reforzar una idea alternativa (anexos II y IV, ved págs. 101 y 189, respectivamente), o bien por cuestionar la misma (anexos III y V, ved págs. 139 y 205, respectivamente).

|                     | Total de imágenes | Errores conceptuales | Porcentaje de errores | Ideas alternativas | Porcentaje de ideas |
|---------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|
| <b>E.S.O.</b>       | 3181              | 43                   | 1.4                   | 55                 | 1.7                 |
| <b>Bachillerato</b> | 9118              | 22                   | 0.2                   | 38                 | 0.3                 |
| <b>B.U.P.</b>       | 4743              | 18                   | 0.4                   | 27                 | 0.6                 |
| <b>C.O.U.</b>       | 1389              | 10                   | 0.7                   | 17                 | 1.2                 |

Si sólo nos fijamos en los resultados de esta tabla, casi se puede decir que apenas hay errores conceptuales y que casi no se trabajan las ideas alternativas en el aula. Pues lo único que suele hacerse al respecto, como norma, es leer las cuatro preguntas que hay al principio de cada tema que sirven de introducción, y que se anuncian como ideas previas, aunque ahí lo que se suele hacer es ver qué recuerdan los alumnos del curso pasado.

Sin embargo, si profundizamos más leyendo detenidamente los anexos (ved págs. 101, 139, 189 y 205) podemos apreciar varias cosas, las cuales agruparemos en dos partes:

1. Los autores.

- Los libros en los que se cometen los mismos errores conceptuales están escritos por las mismas personas.
- Lo mismo ocurre con aquellos que trabajan las ideas alternativas.
- Al aumentar de nivel, algunos autores bajan sus errores, pero también es verdad que las ilustraciones se vuelven más esquemáticas y menos fotográficas.

## 2. Las editoriales.

- Están totalmente influenciadas por sus autores, la mejora o empeoramiento de una editorial va en función del autor.
- Sí que intervienen en el diseño del libro. Con ello me refiero a que son unas editoriales más que otras las que saturan de ilustraciones las páginas de los libros.

Para continuar, veremos los **porcentajes** de los errores conceptuales que hemos encontrado en los distintos campos de la física (cinemática, dinámica, gravitación, fluidos, trabajo y energía, calor y electricidad).

|                          | <b>E.S.O.</b> | <b>Bachillerato</b> | <b>B.U.P.</b> | <b>C.O.U.</b> |
|--------------------------|---------------|---------------------|---------------|---------------|
| <b>Cinemática</b>        | 4.7           | 4.5                 | 5.6           | 0             |
| <b>Dinámica</b>          | 16.3          | 4.5                 | 61.1          | 30            |
| <b>Gravitación</b>       | 14            | 18.2                | 0             | 20            |
| <b>Fluidos</b>           | 23.3          | 0                   | 16.7          | 0             |
| <b>Trabajo y energía</b> | 2.3           | 9                   | 5.6           | 0             |
| <b>Calor</b>             | 16.3          | 54.5                | 5.6           | 50            |
| <b>Electricidad</b>      | 23.3          | 9                   | 4.6           | 0             |

Así pues, observamos que tanto en el sistema educativo antiguo como en el actual, al compararlos globalmente, los errores son abundantes en dinámica, calor, gravitación y fluidos, aunque apreciamos una disminución considerable en dinámica. Sin embargo, vemos que los errores aumentan en los campos de gravitación y calor al pasar de E.S.O. a bachillerato.

Cabe destacar que actualmente los temas dedicados a electricidad contienen muchos más errores que antes, aunque la mayoría se deben a que no corresponde el esquema del circuito con su fotografía. Generalmente se repite el mismo error (puede haber corriente eléctrica aunque el circuito esté abierto y no haya diferencia de potencial, no entienden cual es la causa por la que los electrones se mueven), la bombilla está encendida en la fotografía, pero el circuito no está cerrado en el esquema.

A continuación, vamos a presentar una lista donde destacaremos los errores conceptuales encontrados un mayor número de veces. Sus respectivas ilustraciones las podemos encontrar en los anexos II y IV (ved págs. 101 y 189, respectivamente):

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

- ❖ 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.

Ahora veremos los porcentajes de las imágenes que se utilizan para cuestionar las ideas alternativas o las que no dejan lugar a ellas, en los distintos campos de la física. Para ello, hemos considerado las imágenes en las que se presentan y utilizan determinados errores conceptuales y, por ejemplo, se pide a los alumnos un análisis crítico de lo que ven para que detecten posibles fallos o incongruencias, o simplemente se acompaña de alguna reflexión crítica por parte del autor llamando la atención sobre los errores cometidos; o bien, en las que se le plantea a los estudiantes una pregunta referente a un concepto tras el cual suelen tener ideas alternativas, de modo que permitimos que las expresen en voz alta mediante un error conceptual, y a partir de él trabajamos dicha idea alternativa.

|                          | <b>E.S.O.</b> | <b>Bachillerato</b> | <b>B.U.P.</b> | <b>C.O.U.</b> |
|--------------------------|---------------|---------------------|---------------|---------------|
| <b>Cinemática</b>        | 36.4          | 31.6                | 57.1          | 64.7          |
| <b>Dinámica</b>          | 29.1          | 28.9                | 32.1          | 35.3          |
| <b>Gravitación</b>       | 10.1          | 23.7                | 7.1           | 0             |
| <b>Fluidos</b>           | 0             | 0                   | 0             | 0             |
| <b>Trabajo y energía</b> | 16.4          | 7.9                 | 3.6           | 0             |
| <b>Calor</b>             | 1.8           | 5.3                 | 0             | 0             |
| <b>Electricidad</b>      | 5.5           | 2.6                 | 0             | 0             |

Así pues, aquí sí que observamos alguna diferencia más. Actualmente parece que se tienen más en consideración las ideas alternativas en gravitación, trabajo y energía. Sin embargo, aunque el porcentaje sigue siendo elevado en cinemática y dinámica, hay una disminución considerable en el cambio de B.U.P./C.O.U. a E.S.O./bachillerato.

A continuación, vamos a presentar una lista donde destacaremos los errores conceptuales que se cometerían a partir de ideas alternativas. En los anexos III y V (ved págs. 139 y 205, respectivamente) podemos ver ilustraciones con las que podemos trabajar ideas alternativas presentes en nuestros alumnos. También se detallan los errores conceptuales que cometen los alumnos debido a sus ideas alternativas.

- ❖ 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.
- ❖ 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.
- ❖ 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.
- ❖ Las fuerzas 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.

- ❖ 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.
- ❖ 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.

Por tanto, si comparamos los dos listados anteriores (donde, en el primero, hemos destacado los errores conceptuales presentes en las ilustraciones de libros y, en el segundo, remarcamos los que se han cuestionado con nuestros alumnos), vemos que, a pesar de trabajarlos, hay tres errores conceptuales que persisten. Dichos errores son:

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

Consideramos que dicha persistencia se debe a que se ven muy reflejados en la vida cotidiana, al menos, el primero y el tercero. Mientras que el segundo, puede ser debido a que no se entiende el origen de las fuerzas o, a que no se sabe aplicar correctamente la tercera ley de Newton de acción-reacción, lo que remarcaría desde un segundo plano el siguiente error conceptual:

- ✚ 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).

Así pues, a modo de resumen podemos elaborar la siguiente tabla para ver qué ha ocurrido a nivel general.

|                      | Libros | Temas | Ilustraciones | Decorativas | Porcentaje decorativas | Contienen errores conceptuales | Porcentaje de errores | Se cuestionan ideas alternativas | Porcentaje de ideas |
|----------------------|--------|-------|---------------|-------------|------------------------|--------------------------------|-----------------------|----------------------------------|---------------------|
| E.S.O y Bachillerato | 52     | 373   | 12.299        | 5206        | 42.3                   | 65                             | 0.5                   | 93                               | 0.8                 |
| B.U.P. y C.O.U.      | 24     | 360   | 6132          | 699         | 11.4                   | 28                             | 0.5                   | 44                               | 0.7                 |
| Totales              | 76     | 733   | 18.431        | 5.905       | ✕                      | 93                             | ✕                     | 137                              | ✕                   |

Los porcentajes se han calculado sobre el total de ilustraciones. Por ejemplo, los 65 errores de E.S.O./bachillerato corresponden a los 52 libros analizados, lo cual da una idea más próxima a la realidad.

Podemos ver que los errores encontrados en los libros no son muy elevados, pero para estar en libros de ciencias, donde quienes lo leen no se

suelen cuestionar las cosas, sino que consideran que todo es correcto a priori, ese pequeño porcentaje es demasiado alto, es decir, aún con el cambio del plan educativo y a pesar de las investigaciones didácticas realizadas en estos campos, dicho porcentaje no disminuye.

De modo que esto influye a nuestros estudiantes en reforzarles las ideas alternativas que ya tienen. Pero además, hay que sumar el escaso tiempo dedicado a cuestionarse dichas ideas alternativas, lo que hace muy difícil que los alumnos tengan unas concepciones científicas correctas en determinados campos, sobre todo en aquellos más relacionados con su vida cotidiana.

Lo que sí podemos destacar, como ya insinuamos más arriba, es que los errores conceptuales encontrados, suelen estar en libros escritos por los mismos autores, es decir, que el problema lo encontramos en la fuente.

Del mismo modo, los libros que más trabajan las ideas alternativas también están redactados por las mismas personas y, casualmente, son los que menos (por no decir que no tienen) errores conceptuales cometen.

De hecho, aunque en ningún libro aparece el término “idea alternativa”, en aquellos que las abordan más directamente, es decir, los que presentan una situación que respalda la idea alternativa y luego la cuestionan, no hemos encontrado ningún error conceptual.



## **VII. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS**

### **7.- CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA.**

Como hemos visto, con el cambio de plan de estudios del antiguo B.U.P. y C.O.U. a la actual Secundaria y Bachillerato, los libros de texto han cambiado mucho su formato. Las editoriales han apostado muy fuerte por la introducción de imágenes en sus materiales, pues han llegado por un lado a duplicarlas, y por otro, a reducir seriamente las ilustraciones esquemáticas incrementando las fotográficas.

Sin embargo, antes de seleccionar fotografías bonitas y coloridas para la inclusión en un libro de texto, las editoriales, o mejor dicho, los autores, deberían preguntarse sobre el interés real que tiene esta inserción o si se trata de un efecto meramente decorativo, es decir, que deben elegirse de acuerdo con la función que requieren que desempeñen a la luz de los resultados de aprendizaje deseados. Aunque esta cuestión no les preocupa lo más mínimo a las editoriales, pues únicamente ven su fin comercial.

Además, el formato y la cantidad de imágenes no debe ser tal que el texto quede perdido entre ellas como ocurre alguna vez, hasta el punto que llegamos a encontrar imágenes que nada tienen que ver con el texto. Pero la teoría no sólo queda perdida, sino que a veces es tan escasa que no permite entender aceptablemente aquello que se pretende enseñar.

Estamos de acuerdo con la idea de que las ilustraciones ayudan en la enseñanza aprendizaje, pero depende de cómo se usen, en ningún momento consideramos que la imagen por si sola enseñe, por tanto no deberíamos transformar los libros de texto en meras “colecciones de cromos”.

En las imágenes, como en el medio natural, la diversidad es un indicio de calidad. La multiplicidad de tipos y funciones didácticas posibles debe aprovecharse en el ámbito didáctico en función de las necesidades de los estudiantes. En especial, los contenidos complejos, como es el caso de las ideas alternativas, suelen ser los más favorecidos por su representación icónica.

Así pues, centrándonos en esto último, vemos que los errores conceptuales y las ideas alternativas siguen presentes casi en el mismo grado que antes de que se realizasen investigaciones al respecto. Dichas investigaciones se puede decir que únicamente han servido para aquellos que las han realizado, lo que indica que se deben de dar más a conocer en el ámbito editorial y docente.

Se debe hacer en ambos casos al unísono, porque hemos comprobado que ni un libro puede quitar por si sólo las ideas alternativas a los estudiantes si no son guiados por un profesor, ni un único profesor puede quitar las ideas alternativas de todos los alumnos, y mucho menos, si por otro lado compañeros de profesión, ajenos al problema, las apoyan y sustentan.

Por tanto, es evidente la conveniencia de introducir en el aula actividades específicas de enseñanza que tengan como referente las imágenes. De hecho, como decían Perales y Jiménez (2002) las posibilidades son múltiples: visión retrospectiva de las formas de representación gráfica a

través de libros de texto antiguos; análisis crítico de las ilustraciones con distinto grado de idoneidad, separando los planos realista y simbólico; trabajo con material real y contraste con los símbolos con que es representado habitualmente; incorporación al aula de las ilustraciones sobre fenómenos científicos utilizadas en la prensa escrita o en las revistas de divulgación e incremento del número de problemas gráficos a resolver por los estudiantes, favoreciendo su resolución cualitativa. A dichas posibilidades, habría que añadir la de utilizarlas para resolver errores conceptuales.

Así pues, cuando se elabora un libro, aparte de consultar los diez mandamientos mencionados por Caldeira (2005), entre los que destacamos, no contener incorrección científica alguna, propiciar el desmontaje de concepciones alternativas y contener imágenes para analizarlas con la debida parsimonia, correctas, legibles, y bien integradas en el texto, añadiríamos el de utilizar parte de las imágenes que acompañan al texto para cuestionar las ideas alternativas, lo que concuerda con la idea de Perales (2006) de que las imágenes no deben analizarse superficialmente.

Esto último es fácil de hacer, pues en los libros ya hay ilustraciones adecuadas para esto pero, sin embargo, no lo hacen. De hecho, consideramos que en los libros deberían aparecer literalmente los conceptos “idea alternativa” y “error conceptual” ya que en ninguno de los analizados aparece y creemos que sería una buena forma para llamar la atención de nuestros alumnos.

Por ejemplo, podría incluir imágenes de las que hemos encontrado con errores y plantear actividades del estilo *¿encuentras algún error conceptual en esta imagen? Si la hubiera, indica en qué consiste*. De modo que el objetivo sería analizar con mayor profundidad la situación ante una sospecha

de error y expresar ideas discrepantes con lo observado en la imagen. Además, también podríamos incluir textos que se puedan refutar ya que constituyen excelentes materiales para que el profesor los utilice con el propósito de desmontar las concepciones alternativas de los alumnos.

Otro de los problemas que hemos detectado, es que no se es consciente de la gran cantidad de información que nos puede proporcionar una imagen, de ahí también que se sigan detectando errores conceptuales en los libros, pues los autores utilizan la ilustración porque cumple lo que les interesa, pero no se dan cuenta de que comete errores en otras cosas. Un ejemplo de ello lo hemos encontrado al analizar los artículos de investigación didáctica.

Hablando de autores, cabe destacar que, como hemos visto, son los que más pueden influir en la resolución de lo que nos acontece, pues son ellos los que arrastran consigo mismo sus propios errores conceptuales y que plasman en los libros de texto. Como hemos podido comprobar, las editoriales se mantienen al margen de este tema, dejando caer toda la responsabilidad sobre los escritores, pues no hemos visto ninguna editorial que mantenga su línea de publicaciones por ese camino.

Las editoriales simplemente obligan a los autores de los textos a secuenciar sus materiales para ayudar a los alumnos a superar sus dificultades previsibles de aprendizaje, sin embargo los diseñadores gráficos no están en condiciones de ofrecer un complemento gráfico sugerente y comprensible, lo que hace que en ocasiones ambos no vayan por el mismo camino, camino que debería marcar la editorial.

Cierto es que últimamente se han publicado más libros que traten lo que nos atañe, pero siguen siendo una pequeñísima minoría. Y aunque se van despejando determinadas ideas alternativas, sobre todo en dinámica, cinemática y gravitación, aún siguen sobreviviendo algunas, pues como hemos comprobado son precisamente las que más presentes están en los otros medios (cómic, publicidad, revistas,...). Y, además, mencionar las que quedan por abordar como son las relacionadas sobre todo con el calor, los fluidos y la electricidad.

De modo que, a partir de ahora, como bien ha sido remarcado por Duschl (1994), director de la revista *Science Education*, y por Sanmartí y Azcárate (1997), directora y directora adjunta, respectivamente, de la revista *Enseñanza de las Ciencias*, ya está bien de buscar concepciones alternativas, pues conocemos ya demasiadas. Pongámonos manos a la obra para cambiarlas.

Una forma de hacerlo sería ampliar y profundizar el presente trabajo extendiendo la búsqueda a más libros, revistas, cómic,... y, cuando tengamos una buena colección de ilustraciones, utilizarlas como herramienta para abordar los errores conceptuales cuestionando las ideas alternativas que los provocan a partir de las imágenes.

## **IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## 9.- BIBLIOGRAFÍA.

- ACEVEDO, J.A. (1989). Comprensión newtoniana de la caída de cuerpos. Un estudio de su evolución en el bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), pp. 241-246.
- AGUILAR, S., MATURANO, C. y NÚÑEZ, G. (2007). Utilización de imágenes para la detección de concepciones alternativas: un estudio exploratorio con estudiantes universitarios. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), pp. 691-713.
- BAÑAS, C., MELLADO, V. y RUIZ, C. (2003). Las ideas alternativas del alumnado de primer ciclo de educación secundaria obligatoria sobre la conservación de la energía, el calor y la temperatura. *Campo abierto*, 24, pp. 99-126.
- BARRAL, F.M. (1990). ¿Cómo flotan los cuerpos que flotan? Concepciones de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), pp. 244-250.
- CALDEIRA, M.H. (2005). Los libros de texto de ciencias: ¿son como deberían ser? *Tarbiya*, nº 36, pp. 167-184.
- CAMPANARIO, J.M. (1995). Concepciones erróneas en el área de la mecánica de varios grupos de estudiantes universitarios nicaragüenses. Ponencia. I Jornadas Hispano-nicaragüenses de Física. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. UNAN-León.

- CAMPANARIO, J.M. y OTERO, J.C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), pp. 155-169.
- CAMPANARIO, J.M., MOYA, A. y OTERO, J.C. (2001). Invocaciones y usos inadecuados de la ciencia en la publicidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), pp. 45-46.
- CAMPANARIO, J.M.(2003). De la necesidad, virtud: cómo aprovechar los errores y las imprecisiones de los libros de texto para enseñar física. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), pp. 161-172.
- CARRASCOSA, J. (1983). Errores conceptuales en la enseñanza de las ciencias: selección bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), pp. 63-65.
- CARRASCOSA, J. (1985). Errores conceptuales en la enseñanza de la física y la química: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 3(3), pp. 230- 234.
- CARRASCOSA, J. (1987). Tratamiento didáctico en la enseñanza de las ciencias, de los errores conceptuales. Tesis Doctoral. Valencia: Servei de Publicacions de la Universitat de Valencia.

- CARRASCOSA, J., FERNANDEZ, I., GIL, D. y OROZCO, A. (1991). Diferencias en la evolución de las preconcepciones científicas: un instrumento para la comprensión de su origen. *O Ensino de Física*, 13, pp. 104-134.
- CARRASCOSA, J. y GIL, D. (1992). Concepciones alternativas en mecánica. Dinámica: Las fuerzas como causa del movimiento. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(3), pp. 314-328.
- CARRASCOSA, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que las originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), pp. 183-208.
- CARRASCOSA, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte II). El cambio de concepciones alternativas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), pp. 388-402.
- CARRASCOSA, J. (2006). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte III). Utilización de la didáctica de los errores conceptuales que aparecen en cómics, prensa, novelas y libros de texto. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(1), pp. 77-88.
- CERVANTES, A. (1987). Los conceptos de calor y temperatura: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 5, pp. 66-70.

- DOLORES, F., ALARCÓN, G. y ALBARRÁN, D.F. (2002). Concepciones alternativas sobre las gráficas cartesianas del movimiento: el caso de la velocidad y la trayectoria. *Relime*, 5(3), pp. 225-250.
- FANARO, M.A., OTERO, M.R. y GRECA, I.M. (2005). ¿Qué ideas tienen los profesores acerca de las imágenes en los materiales educativos? *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra. VII congreso.
- FANARO, M.A., OTERO, M.R. y GRECA, I.M. (2005). Las imágenes en los materiales educativos: las ideas de los profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), pp. 45-69.
- FANARO, M.A. y OTERO, M.R. (2007). Conversaciones de un grupo de profesores de física acerca de las imágenes de los libros de texto: un estudio exploratorio. *Investigación en Enseñanza de las Ciencias*, 12(1), pp. 85-114.
- FERNÁNDEZ, J.M. (1987). Estudio del grado de persistencia de ciertos preconceptos sobre la estática de fluidos en alumnos de 2º curso de B.U.P. *Enseñanza de las Ciencias*, 5(1), pp. 27-32.
- FERNÁNDEZ, I. (2000). Contribución del cómic a la imagen de la ciencia. *Tecne, Episteme y Didaxis* (7), pp. 22-35.
- FERNÁNDEZ, I., GIL-PÉREZ, D., CARRASCOSA J, et al. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*. 20(3), pp. 477-488.

- FURIÓ, C. y GUIASOLA, J. (1999). Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), pp. 441-452.
  
- GALLEGO TORRES, A.P. (2002). Contribución del Cómic a la Imagen de la Ciencia. Tesis Doctoral. Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials. Universitat de València.
  
- GARCÍA-HOURCADE, J.L. y RODRÍGUEZ DE ÁVILA, C. (1985). Preconcepciones sobre el calor en 2º de B.U.P. *Enseñanza de las Ciencias*, 3(3), pp. 188-194.
  
- GONZÁLEZ, A. (2005). El uso de la imagen para la construcción de conceptos en física. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra. VII congreso.
  
- GUIASOLA, J., ALMUDÍ, J.M y CEBERIO, M. (2003). Concepciones alternativas sobre campo magnético estacionario. Selección de cuestiones para su detección. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(2), pp. 281-293.
  
- GUIASOLA, J., MONTERO, A. y FERNÁNDEZ, M. (2005). Concepciones de futuros profesores de ciencias sobre un concepto “olvidado” en la enseñanza de la electricidad: la fuerza electromotriz. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), pp. 47-60.

- GUIASOLA, J., ZUBIMENDI, J.L., ALMUDÍ, J.M. y CEBERIO, M. (2008). Dificultades persistentes en el aprendizaje de la electricidad: estrategias de razonamiento de los estudiantes al explicar fenómenos de carga eléctrica. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(2), pp. 177-192.
- JIMÉNEZ, J.D. y PERALES (2001). Aplicación del análisis secuencial al estudio del texto escrito e ilustraciones de los libros de física y química de la E.S.O. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), pp. 3-19.
- JIMÉNEZ, J.D. y PERALES (2002). La evidencia experimental a través de la imagen de los libros de texto de física y química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(2), pp. 88-105.
- MANRIQUE, M<sup>a</sup> J., VARELA, P. y FAVIERES, A. (1989). Selección bibliográfica sobre esquemas alternativos de los estudiantes en electricidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), pp. 292-295.
- MATURANO, C., AGUILAR, S. y NÚÑEZ, G. (2009). Propuestas para la utilización de imágenes en la enseñanza de las ciencias experimentales. *Iberoamericana de Educación*, n<sup>o</sup> 49, pp. 10-23.
- MICHINEL, J.L. y D'ALESSANDRO, A. (1994). El concepto de energía en los libros de texto: de las concepciones previas a la propuesta de un nuevo lenguaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), pp. 369-380.

- OTERO, M.R., MOREIRA, M.A. y GRECA, I.M. (2002). El uso de la imagen en textos de física para la enseñanza secundaria y universitaria. *Investigación en Enseñanza de las Ciencias*, 7(2), pp. 127-154.
- OTERO, M.R., GRECA, I.M. y LANG, F. (2003). Imágenes visuales en el aula y rendimiento escolar en física: un estudio comparativo. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(1).
- PANDIELLA, S., CALBÓ, P. y MACÍAS, A. (2004). Las características de los textos de física y su incidencia en la comprensión. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), pp. 27-35.
- PERALES, F.J. y JIMÉNEZ, J.D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), pp. 369-386.
- PERALES, F.J. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), pp. 13-30.
- RICOY, M.C. (2002). La educación de los adultos y el uso didáctico de la prensa. *Científica de Comunicación y Educación*, pp. 184-191.
- SEBASTIÀ, J.M. (1984). Fuerza y movimiento: la interpretación de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 2(3), pp. 161-169.
- SOLER, V.F. (2002). El problema de la imagen en la enseñanza de la física. *Alambique*, 32, pp. 92-100.

- VÍLCHEZ, J.M. y PERALES, F.J. (2005). Enseñando física con dibujos animados. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra. VII congreso.

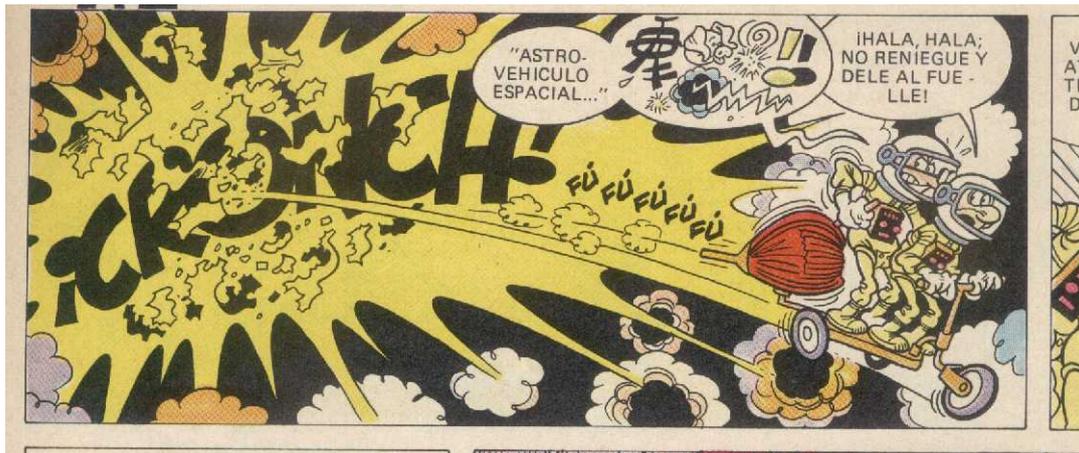
## **VIII. ANEXOS**



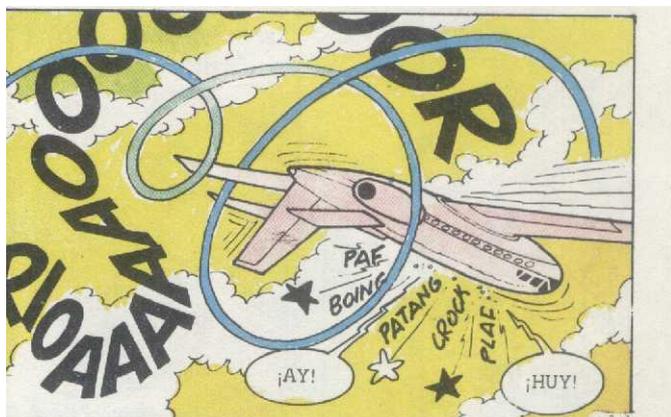
## **ANEXO I**

## 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.



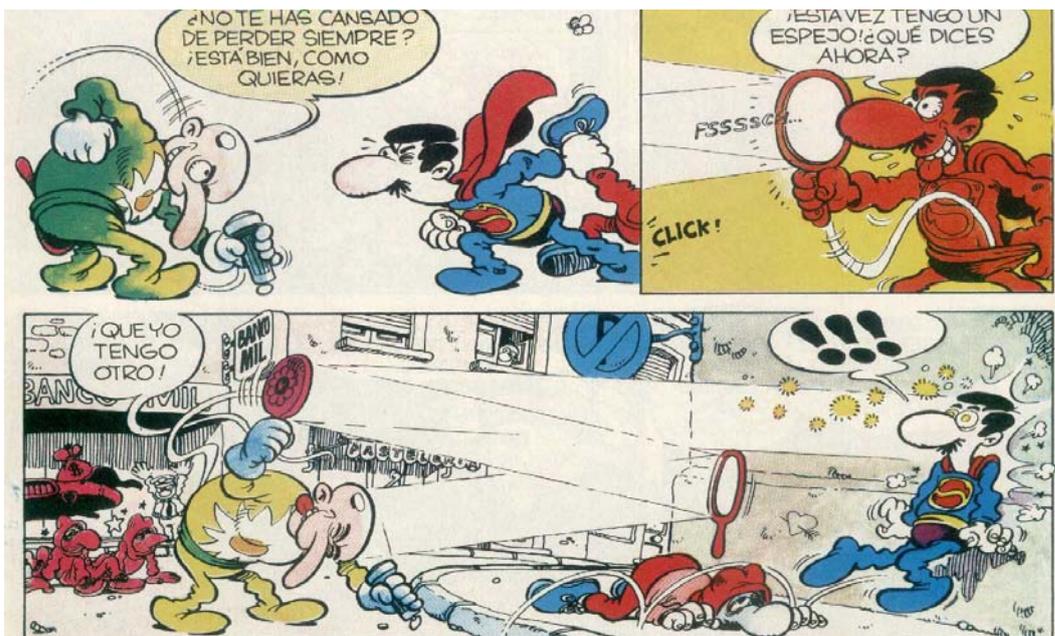
Nuestros amigos nos presentan la extrema facilidad con la que se consigue hacer el vacío en el interior de un recipiente.



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.



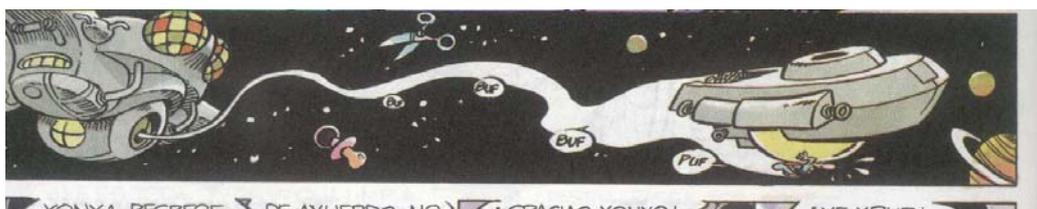
En el movimiento de caída libre, donde la única fuerza que actúa es la de la gravedad, las trayectorias jamás pueden ser rectilíneas sino que han de ser parabólicas.



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.

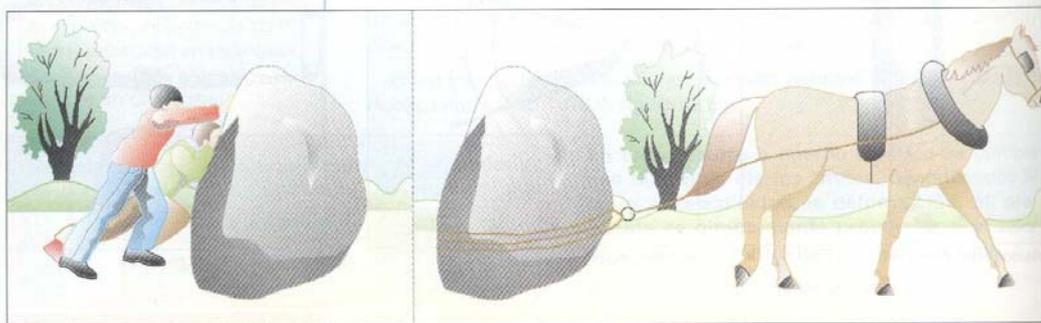
**4. SISTEMAS DE FUERZAS: RESULTANTE**

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  |

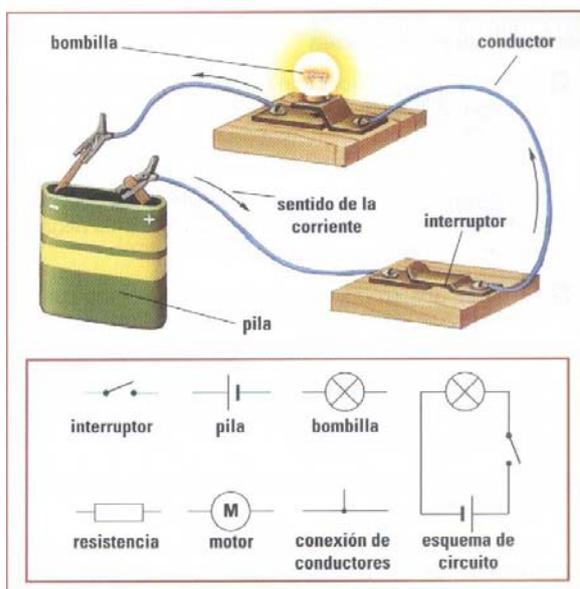
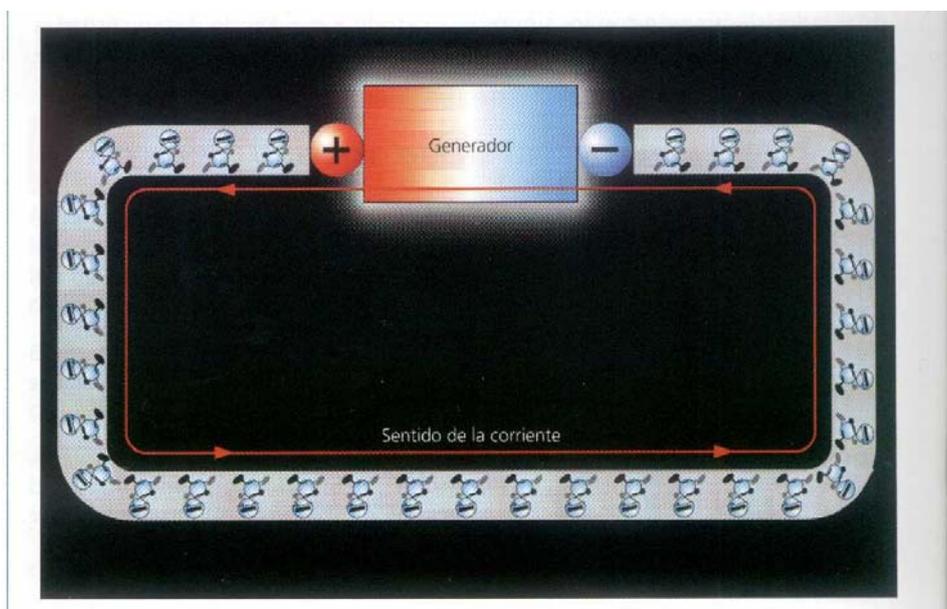


Fig. 1. Símbolos eléctricos y esquema elemental.

- ✓ 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.

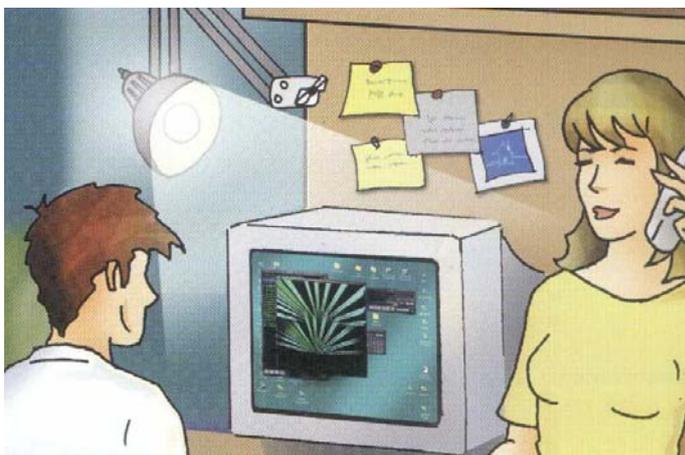
| Temas de física | Total de imágenes | Solamente decorativas | Presentan errores conceptuales | Se utilizan para cuestionar ideas alternativas |
|-----------------|-------------------|-----------------------|--------------------------------|--|
| 4               | 75                | 22            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



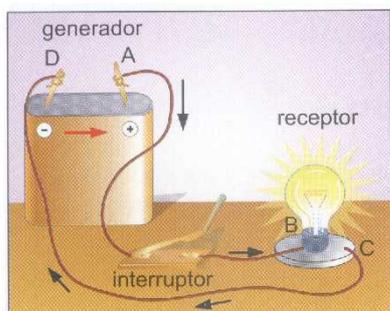
- ✓ Consideran que las pilas y los generadores de corriente aportan electrones al circuito, por tanto, nuevamente aquí ponen de manifiesto que no entienden la función de la diferencia de potencial en un circuito.

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).

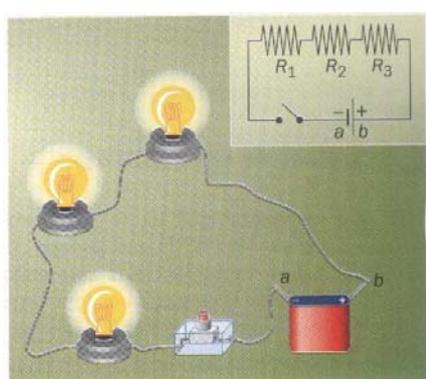
| Temas de física | Total de imágenes | Solamente decorativas | Presentan errores conceptuales | Se utilizan para cuestionar ideas alternativas |
|-----------------|-------------------|-----------------------|--------------------------------|--|
| 1               | 33                | 16            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

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

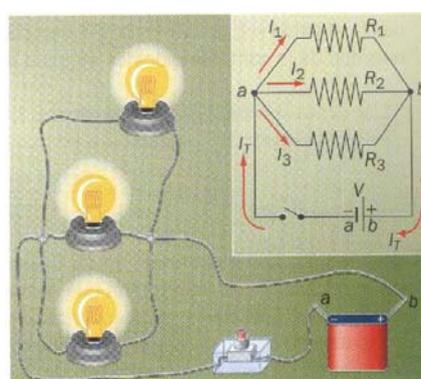
| Temas de física | Total de imágenes | Solamente decorativas | Presentan errores conceptuales | Se utilizan para cuestionar ideas alternativas |
|-----------------|-------------------|-----------------------|--------------------------------|--|
| 3               | 106               | 49            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

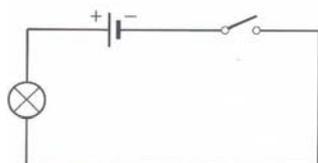
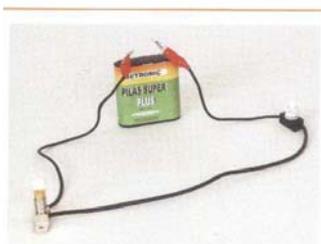


Fig. 7.1 Bombilla encendida

- ✓ 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  |

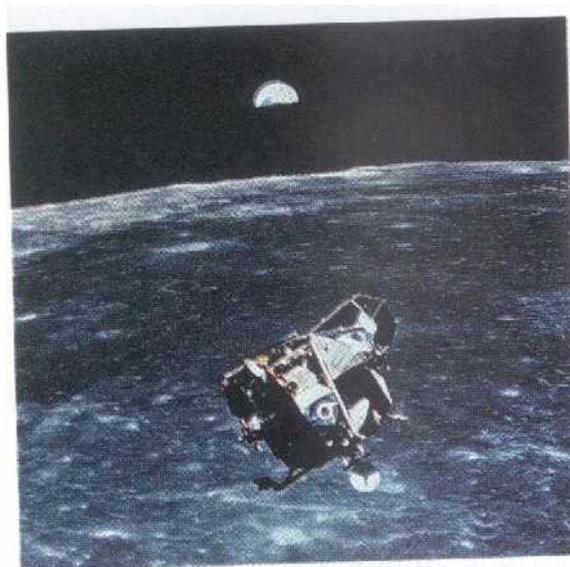


Figura 3.7. Ley de la inercia: Una sonda espacial, libre de interacciones, se mueve con movimiento rectilíneo y uniforme.

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

➡ Energía potencial

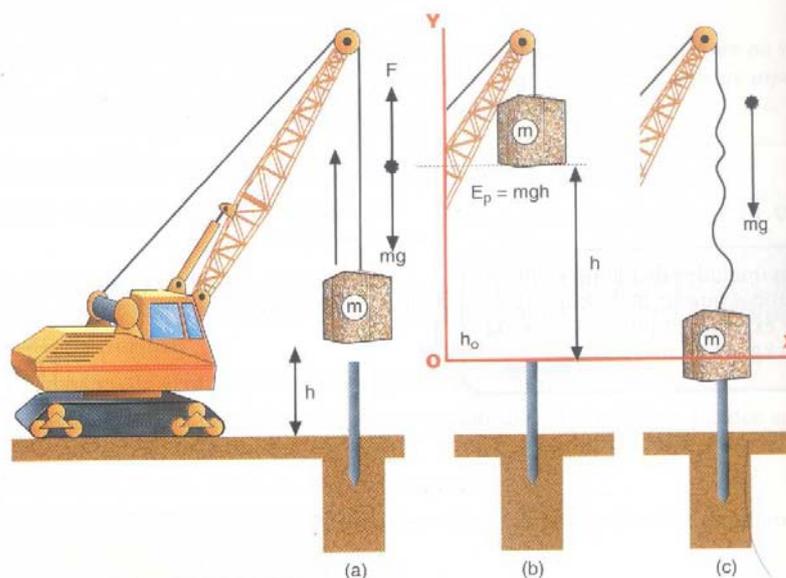


Figura 6.15 ▶

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.

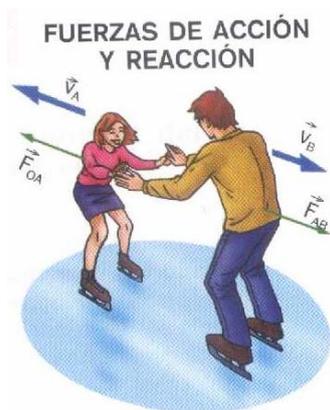
En (b), el trabajo realizado por la grúa queda «almacenado en el cuerpo» en forma de energía. Esta energía depende de la posición que posea el cuerpo al final del desplazamiento.

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

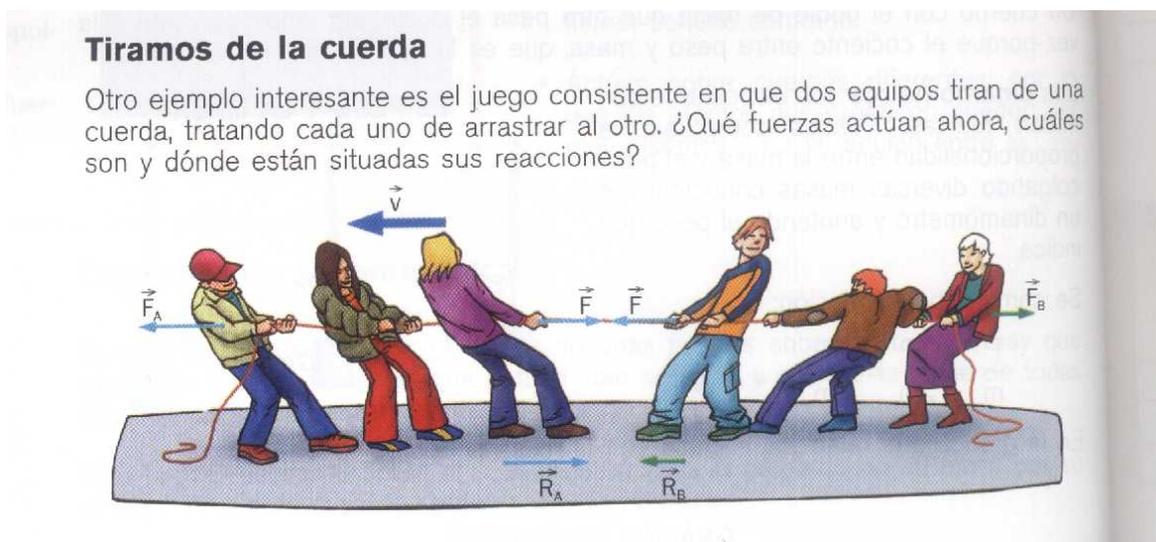
- ✓ Identificar energía con trabajo, pues consideran que este también se puede acumular en los cuerpos, por tanto, interpretan el trabajo como una propiedad de un cuerpo, en lugar de como un proceso.

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.

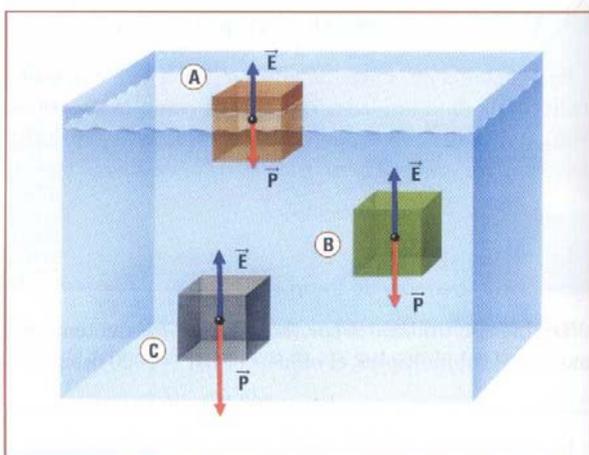


Fig. 1. Si la fuerza de empuje es mayor que el peso, la pieza flota en la superficie (A); si el peso es mayor que la fuerza de empuje, se hunde (C); si hay equilibrio, flota entre dos aguas (B).

- ✓ 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.

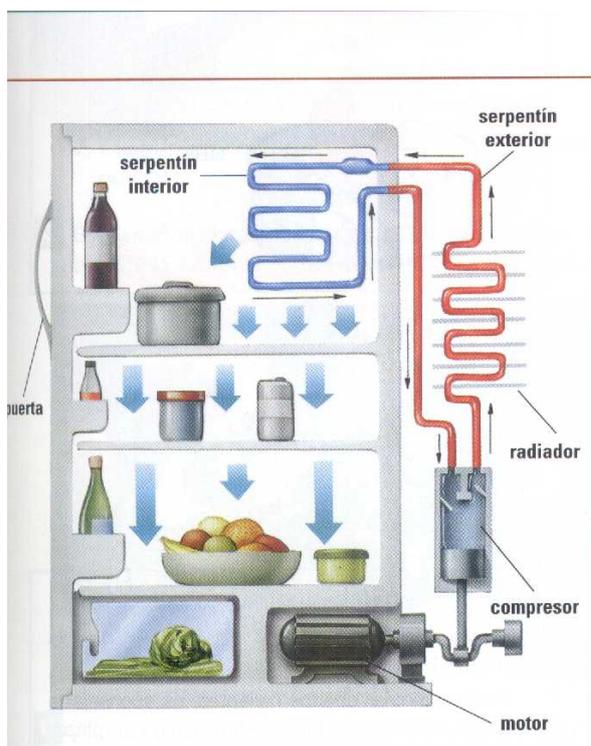
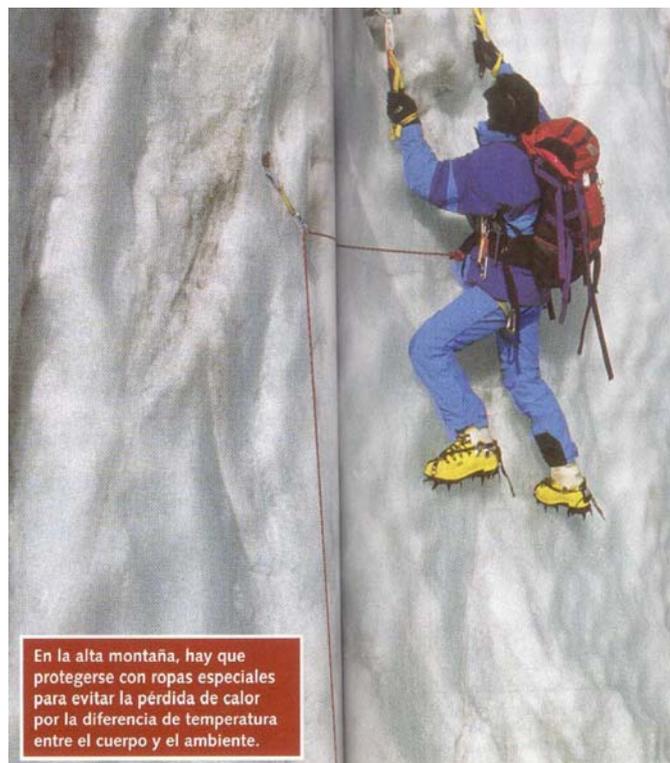
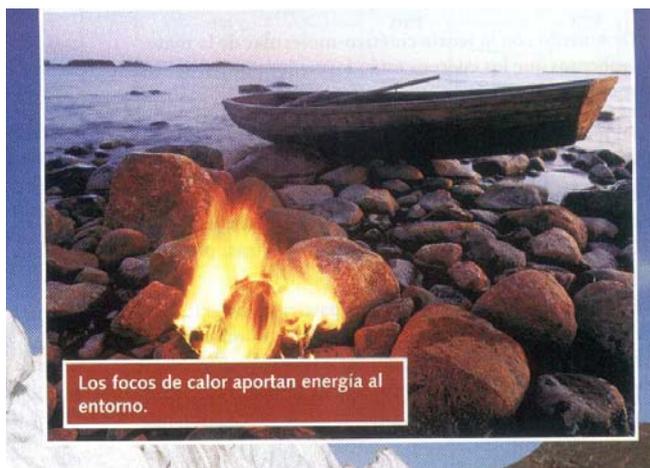


Fig. 3. Al llegar al serpentín interior, el líquido refrigerante se expande y cambia a estado gaseoso, absorbiendo calor del frigorífico.



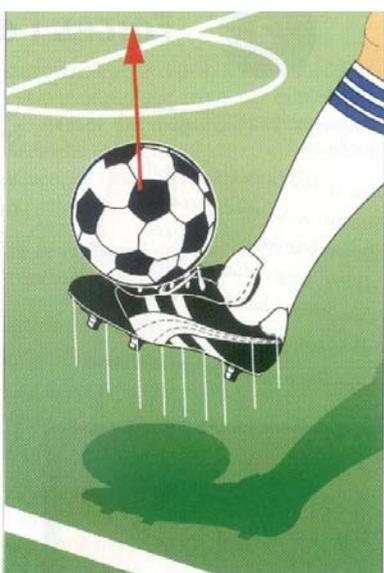


- ✓ El calor es algo (una sustancia o una energía) que puede entrar o salir y pasar de unos cuerpos a otros. No se considera como una forma de transferencia de energía entre dos sistemas que se encuentran a diferen-

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  |

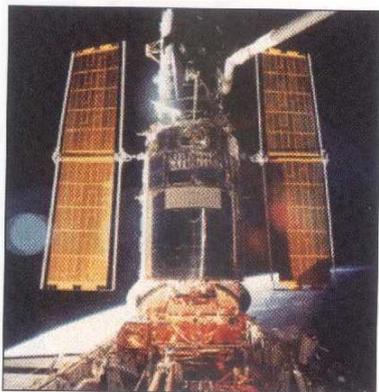


Força de contacte

**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. Assenyalen en cada cas el sistema 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.

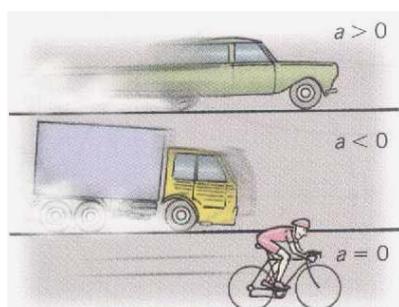


Una sonda espacial, lliure d'interaccions, es mou amb moviment rectilini i uniforme

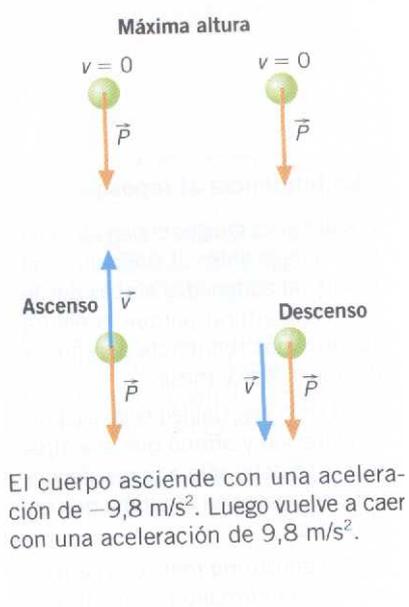
- ✓ En el vacío no hay gravedad, pues interpretan la misma como un fenómeno existente sólo en nuestro planeta.

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  |

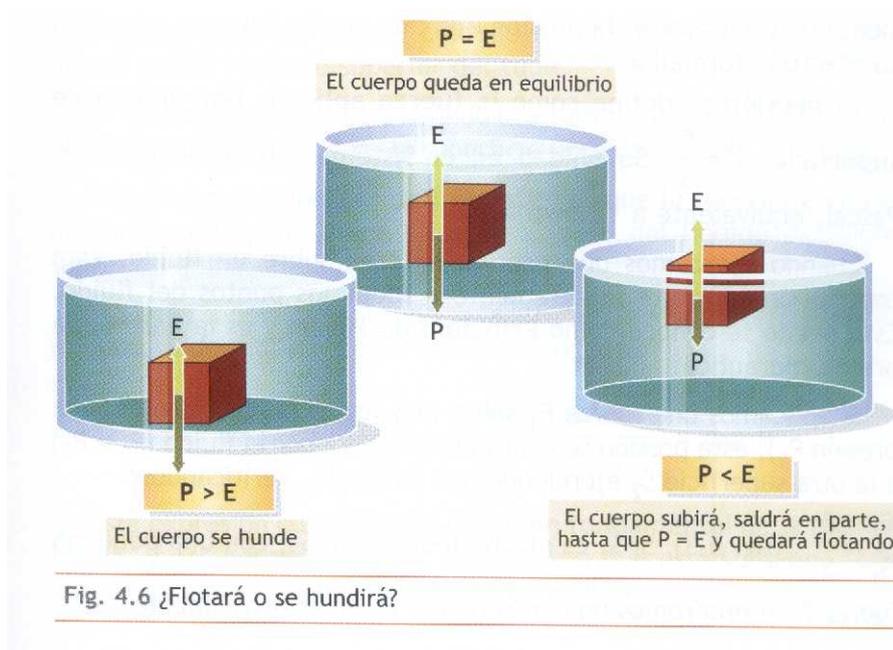


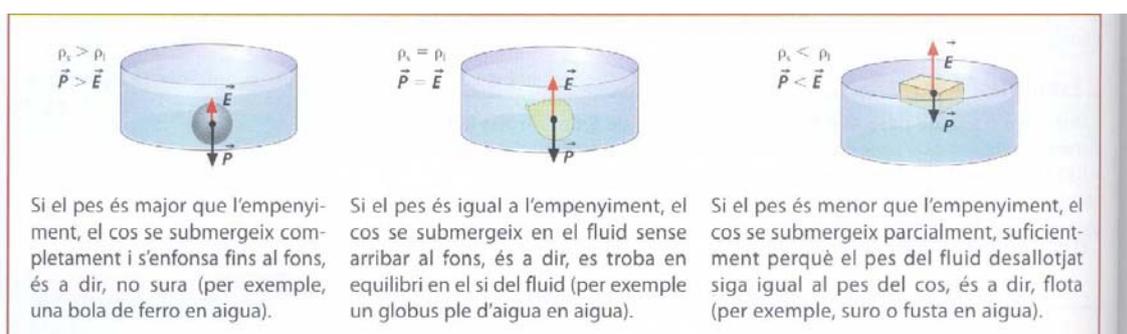
Fig. 4.6 ¿Flotará o se hundirá?

- ✓ 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  |

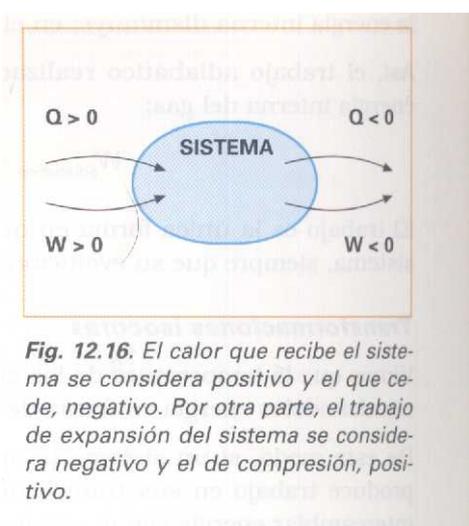


Fig. 12.16. El calor que recibe el sistema se considera positivo y el que cede, negativo. Por otra parte, el trabajo de expansión del sistema se considera negativo y el de compresión, positivo.

- ✓ 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.

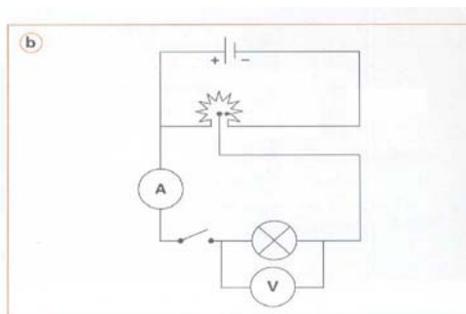
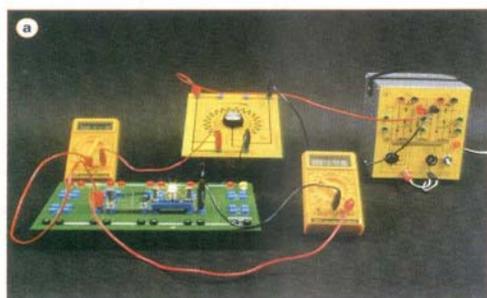


Fig. 14.51. a) Montaje experiment

- ✓ 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  |

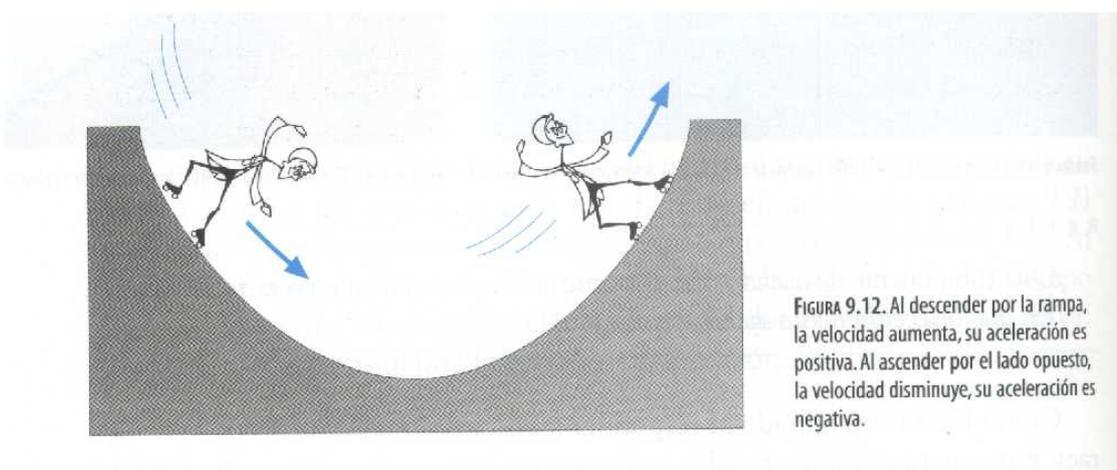


FIGURA 9.12. Al descender por la rampa, la velocidad aumenta, su aceleración es positiva. Al ascender por el lado opuesto, la velocidad disminuye, su aceleración es negativa.

- ✓ 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  |

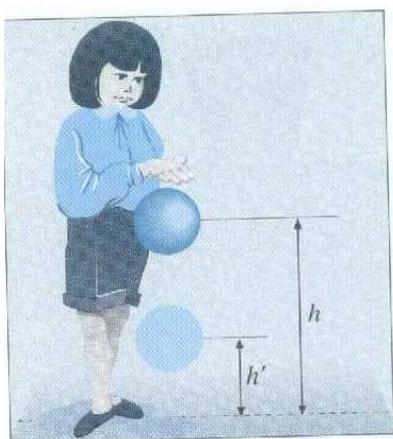


Figura 7.35. La pelota pierde energía en los rebotes.

- ✓ 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.

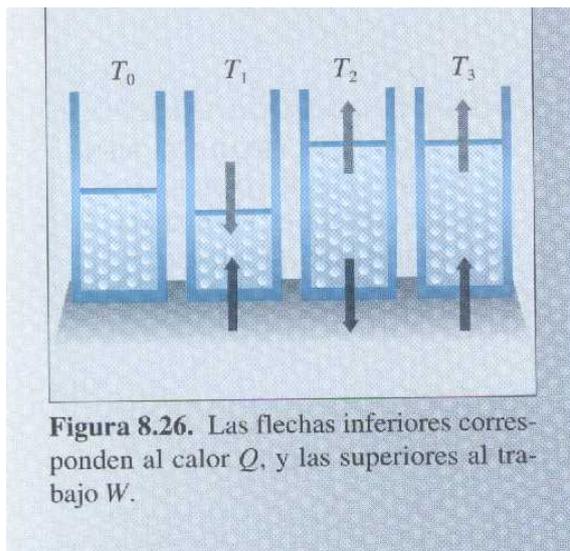


Figura 8.26. Las flechas inferiores corresponden al calor  $Q$ , y las superiores al trabajo  $W$ .

- ✓ 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.

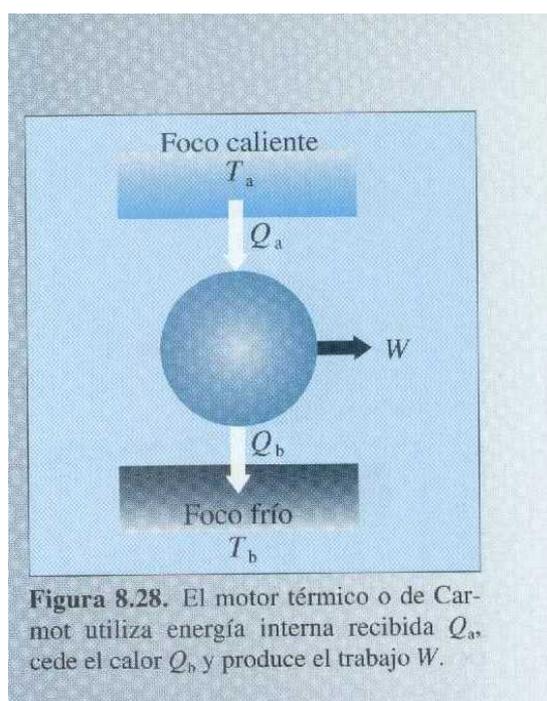


Figura 8.28. El motor térmico o de Carnot utiliza energía interna recibida  $Q_a$ , cede el calor  $Q_b$ , y produce el trabajo  $W$ .

- ✓ 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.

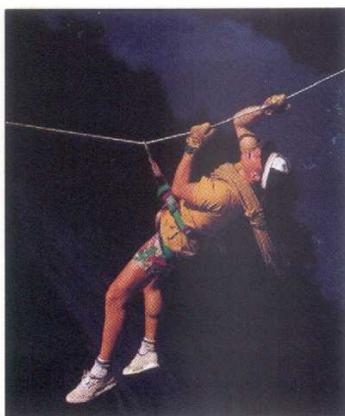
Satoca, J., Tejerina, F. y Dalmau, J.F. (2000). *Física y química 1º Bachillerato*. Editorial Anaya.

| 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  |



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

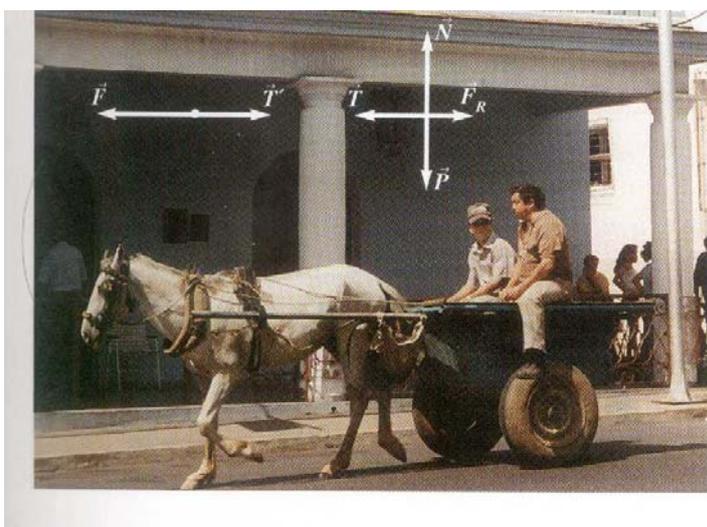
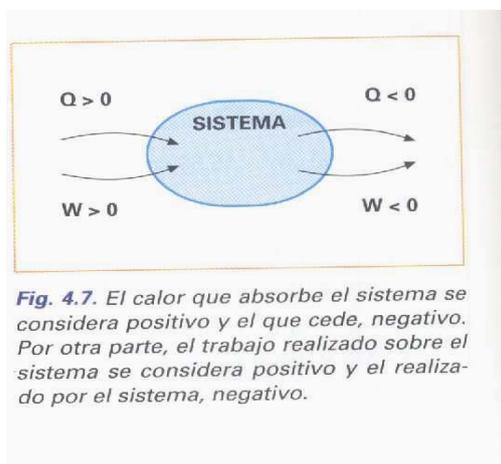


Fig. 4.13. El caballo tira del carro. El carro se acelerará si la fuerza  $T$ , ejercida sobre él por el caballo es superior a la fuerza de rozamiento ejercida por el suelo sobre el carro. Por la tercera ley de Newton  $T$  y  $T'$  son iguales, pero como  $T'$  está aplicada sobre el caballo, no influye 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.

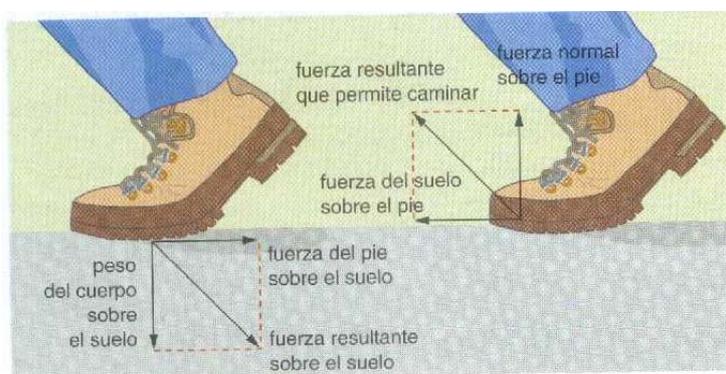
| Temas de física | Total de imágenes | Solamente decorativas | Presentan errores conceptuales | Se utilizan para cuestionar ideas alternativas |
|-----------------|-------------------|-----------------------|--------------------------------|--|
| 6               | 164               | 27            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

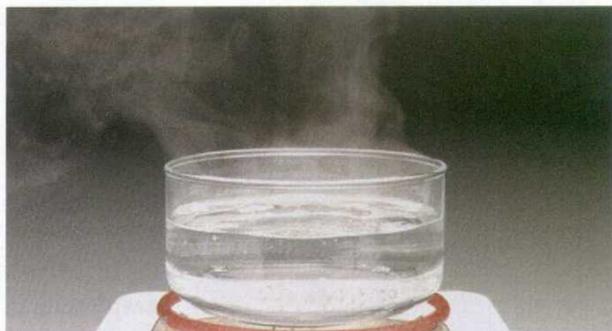


Figura 12.4. Quan s'escalfa l'aigua, la variació de l'energia és igual a la calor absorbida.

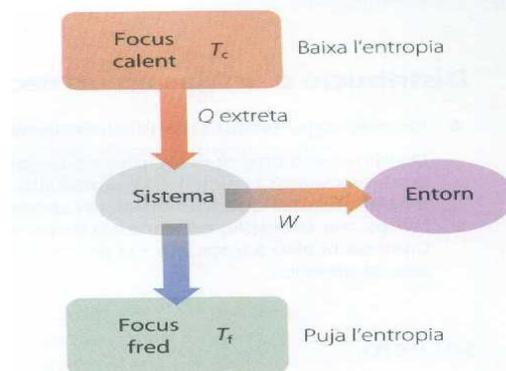


Figura 13.41. Esquema d'una màquina tèrmica.

- ✓ 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.

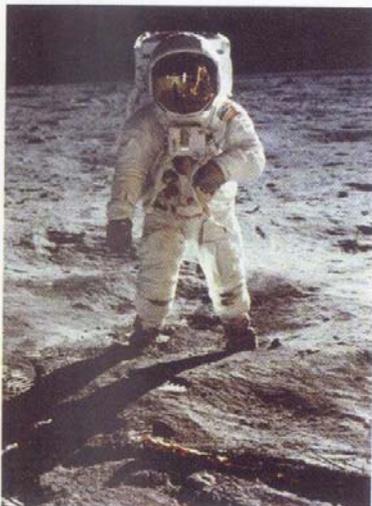
| Temas de física | Total de imágenes | Solamente decorativas | Presentan errores conceptuales | Se utilizan para cuestionar ideas alternativas |
|-----------------|-------------------|-----------------------|--------------------------------|--|
| 5               | 140               | 14            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

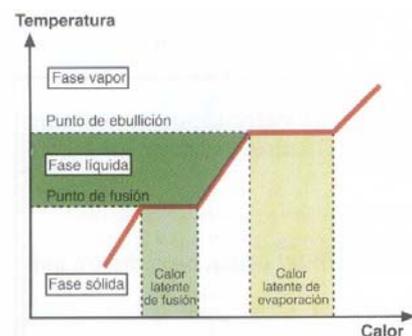


Fig. 6.9. Las variaciones de temperatura de las sustancias son directamente proporcionales al calor realizado, salvo en los procesos de cambios de estado, donde la temperatura permanece constante.

- ✓ 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).

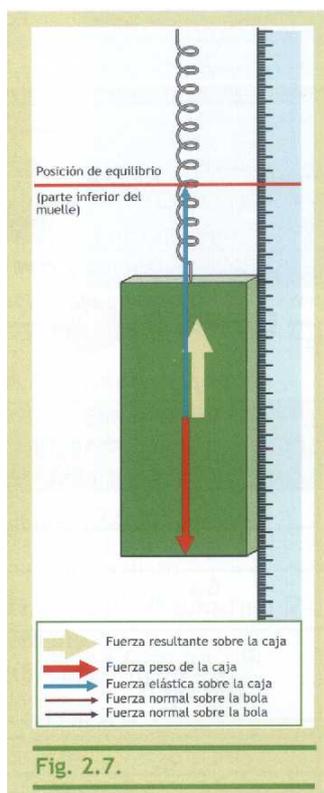
| Temas de física | Total de imágenes | Solamente decorativas | Presentan errores conceptuales | Se utilizan para cuestionar ideas alternativas |
|-----------------|-------------------|-----------------------|--------------------------------|--|
| 11              | 462               | 12                    | 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.

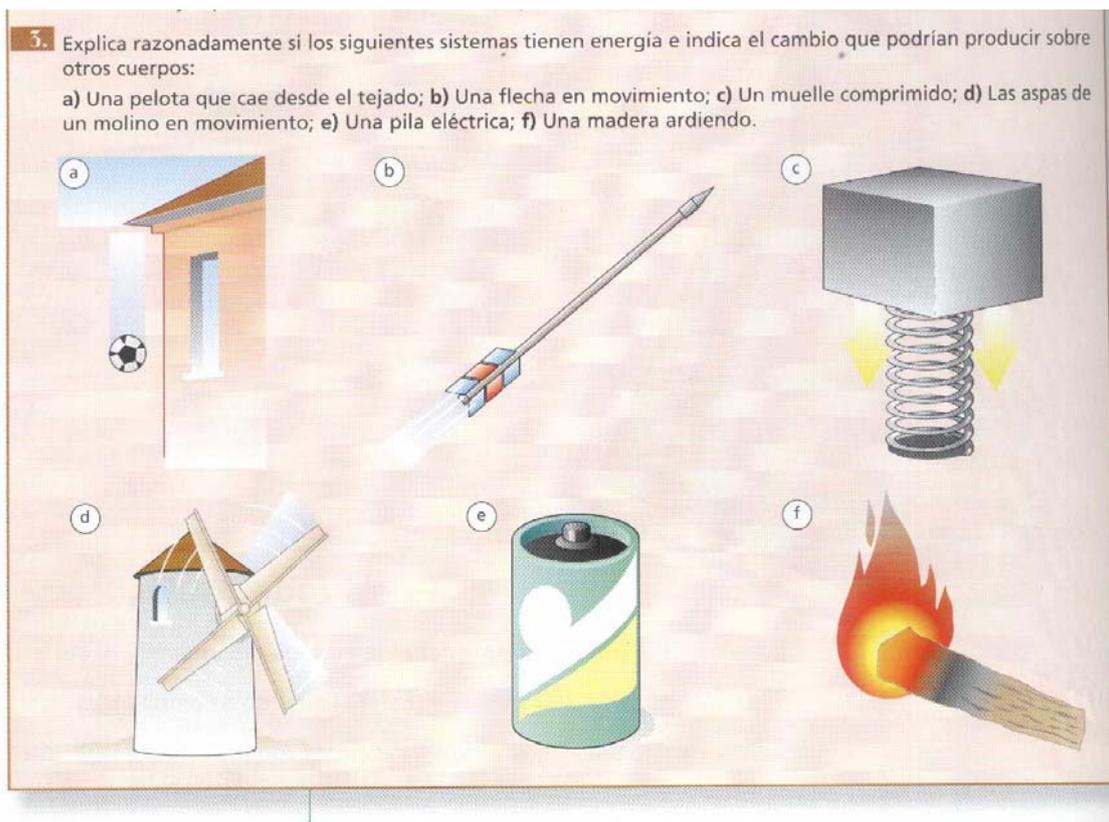
**Actividades**

- 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  |



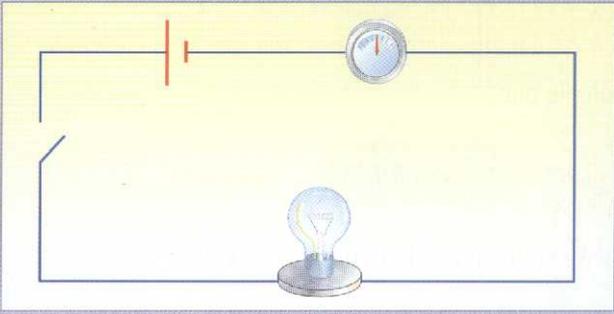
✓ Consideran que la energía se gasta, se consume, se acaba, se pierde,...  
 Lo que implica no tener claro el concepto de transformación y degradación de la energía.

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  |

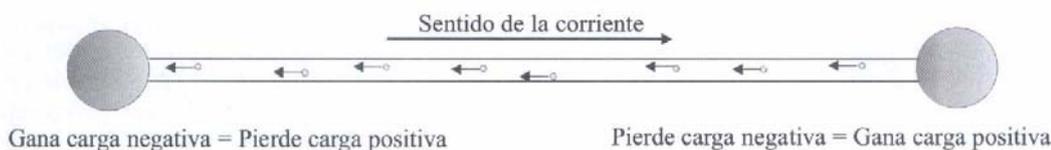
Carrascosa, J., Martínez, S., Aparicio, J. y Domínguez, C. (2003). *Física y química 3º E.S.O.* Imprime Gráficas E. Corredor (Valencia).

| 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).

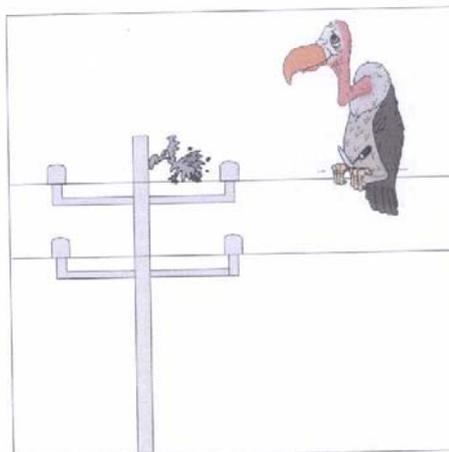
En el sistema internacional de unidades la carga eléctrica se mide en culombios. El símbolo del culombio es C. Como 1 C es una carga muy grande, a menudo se utilizan submúltiplos como, por ejemplo, el microculombio ( $\mu\text{C}$ ) o millonésima parte del culombio:  $1\mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$ . 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?

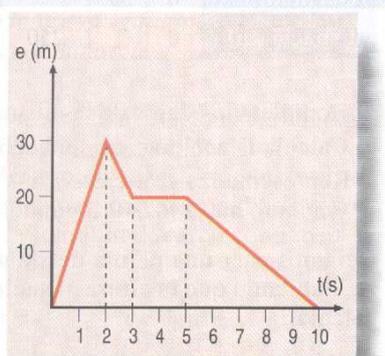


Figura 1.26.

- ✓ 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:  

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

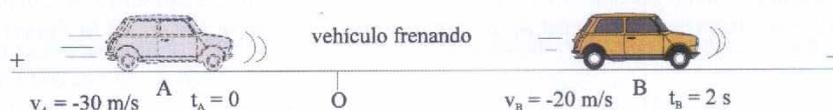
- ✓ Los cuerpos pierden peso y las personas masa ósea en determinadas situaciones, es decir, que no diferencian entre el peso y peso aparente de un cuerpo.

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 ( $5 \text{ m/s}^2$ ) 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*).

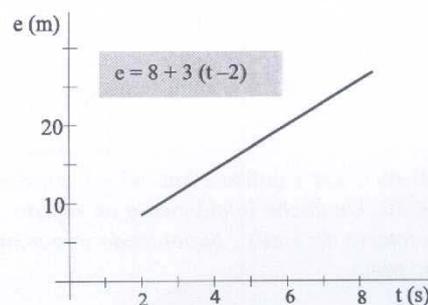
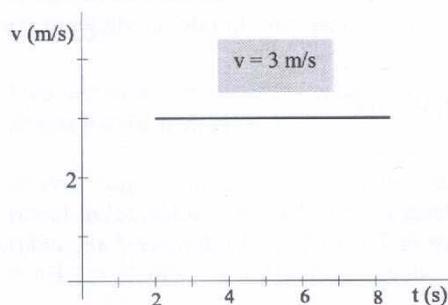
**A.19.** En las tablas siguientes se reproducen valores de la rapidez de tres móviles tomados a inter-

- ✓ 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).

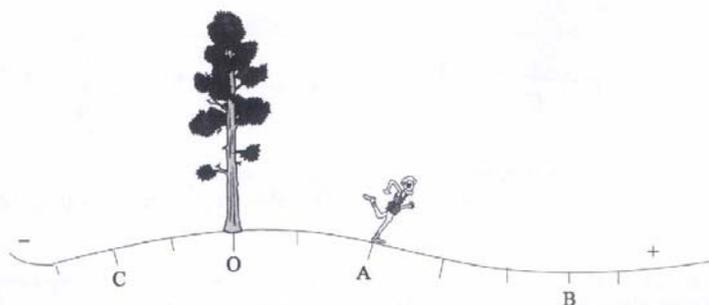
- ✓ Confundir las gráficas posición-tiempo y rapidez-tiempo con la trayectoria seguida por el móvil, lo que pone de manifiesto que el alumno da a la representación una interpretación iconográfica como si fuera el gráfico de la trayectoria.

A.34. El estudio de la caída de graves, nos ha permitido cuestionar una idea intuitiva muy extendida, consistente en pensar que existe una proporcionalidad inversa entre el peso de los cuerpos y la duración de su caída (cuando se sueltan desde una misma altura), de modo que si un cuerpo pesa el doble que otro, la duración de la caída del primero debería ser justo la mitad que la del segundo. Esperamos que esto haya quedado claro y que seáis capaces de criticar adecuadamente desde el punto de vista de la física algo que se afirma en las siguientes viñetas de un cómic:



- ✓ 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.

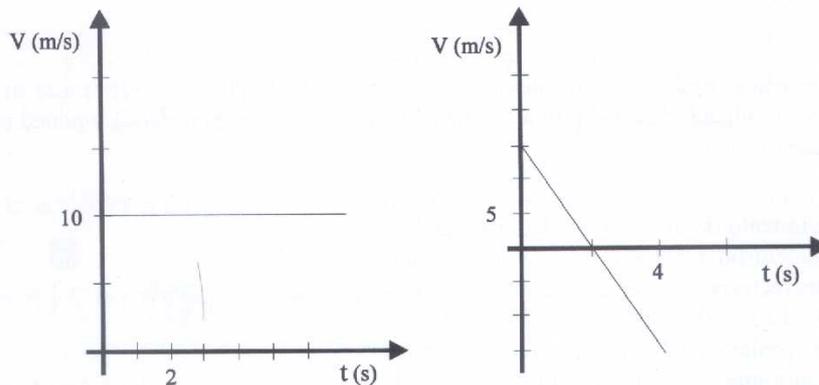
1. En el esquema siguiente se representa una trayectoria fija dividida en trozos de 5 m cada uno. Una persona se está moviendo por esa trayectoria. Se pide:



- a) Valor de la posición "e" cuando pase por A, B y C (recordad que cada división son 5 m).
- b) Cambio de posición " $\Delta e$ " cuando vaya: Desde A hasta B. Desde B hasta C. Desde A hasta A pasando antes por B.
- c) Distancia total recorrida en cada uno de los tres casos anteriores.

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

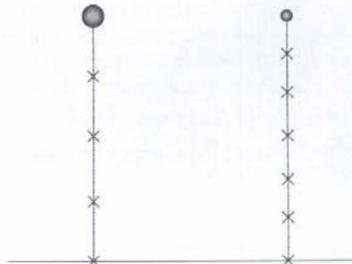
21. En las dos gráficas siguientes se representa el movimiento de dos cuerpos que, en el instante inicial, se encontraban en el origen. Interpretad cada uno de los movimientos representados y, a continuación, proceded a construir la gráfica e-t de cada uno de ellos.



38

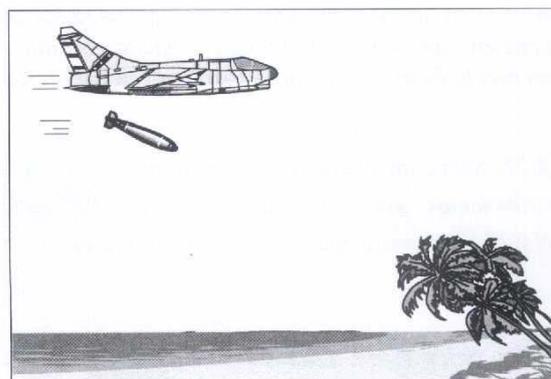
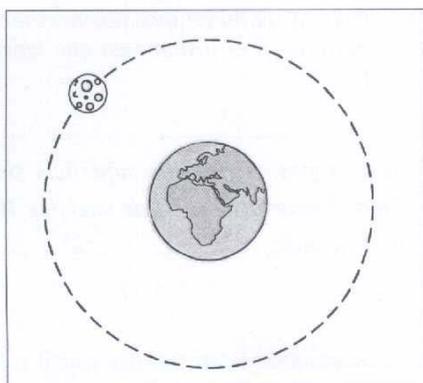
- ✓ En una gráfica rapidez-tiempo no son conscientes de la proporcionalidad existente entre el valor de la pendiente y el valor de la aceleración, es decir, no asocian la pendiente con la derivada de la función.
- ✓ Confunden el gráfico rapidez-tiempo con el de posición-tiempo, lo que pone de manifiesto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



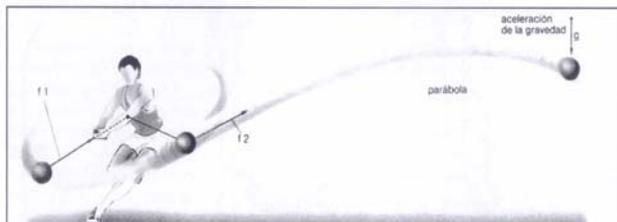
Cuando el proyectil abandona el avión, tiene la misma velocidad que éste y seguiría en línea recta con dicha velocidad (MRU) si no fuera porque su peso hace que se doble la trayectoria y vaya cayendo cada vez más deprisa (a la vez que se mueve horizontalmente). Ello hace que describa una trayectoria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

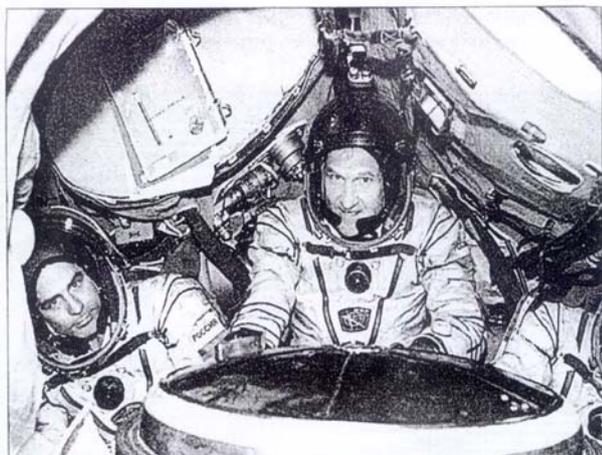
- ✓ Relacionar la fuerza con el movimiento en lugar de con el cambio de movimiento.

*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.



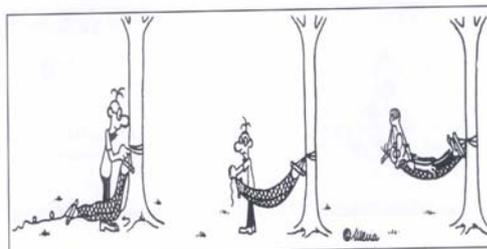
2. Cosmonautas. Diario El País. Mayo 2000.



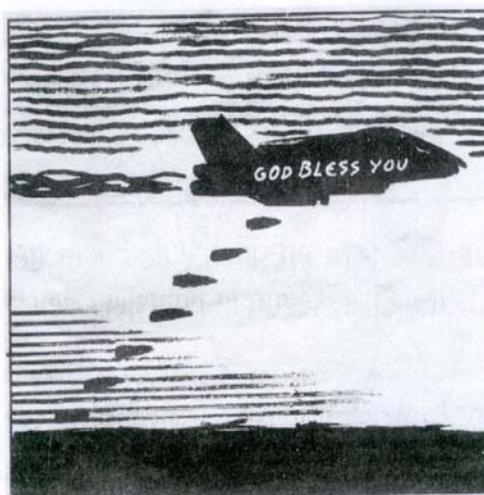
Los cosmonautas, en una cápsula de entrenamiento para viajar a la estación Mir en febrero de 1999. / REUTERS

Los cosmonautas pierden masa ósea por la ausencia de gravedad

3. La hamaca. Diario ABC. 1998



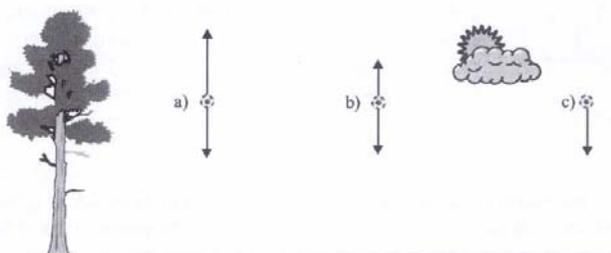
4. Dios os bendiga. El Roto. Diario El País. Noviembre de 2004



- ✓ 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”

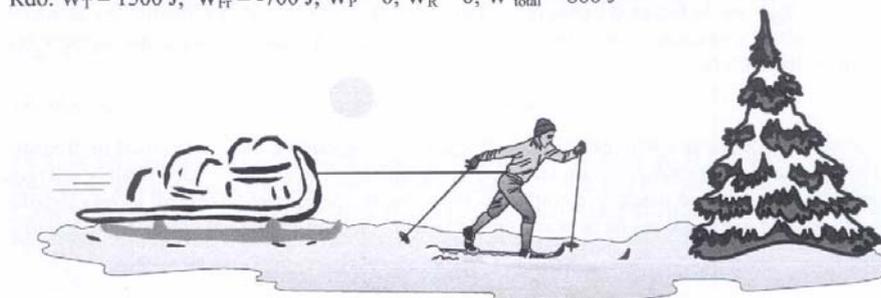
¿Qué comentarios te sugiere el texto anterior? Haz un análisis crítico del mismo desde el punto de vista de la física.



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  $0^\circ$  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.

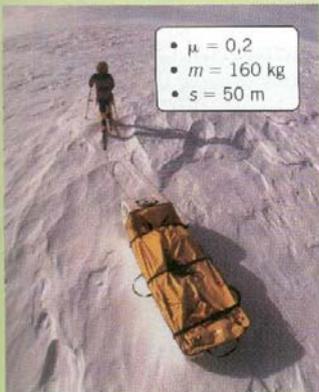
c) Falta alguna força al dibuix? En cas afirmatiu indica'n el nom i dibuixa-la.

- ✓ 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.

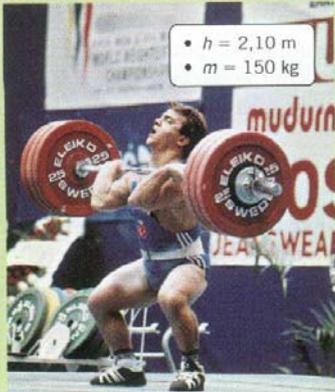
De Luis, J.L., Pontes, M., Moreno, V., Prada, F., Prats, F., Rodado, E. y Ruiz, L. (2007). *Física y química 4º E.S.O.* Serie Energía. Editorial Santillana.

| 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**

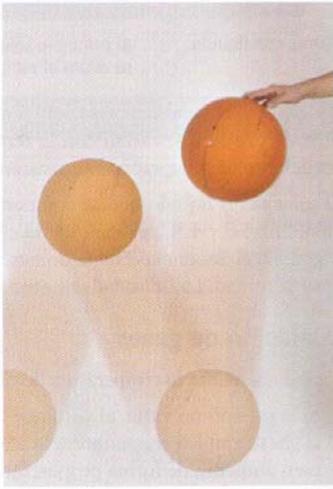
Observa estos procesos en los que parece no cumplirse el principio de conservación de la energía mecánica:



Quando 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  |

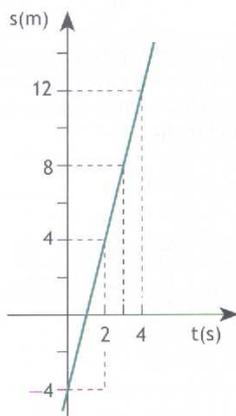


Fig. 1.5 No se debe confundir el desplazamiento representado en la gráfica s-t con la trayectoria del cuerpo.

- ✓ 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.

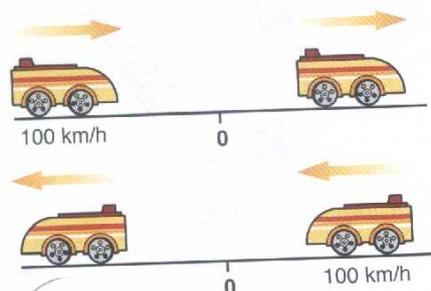
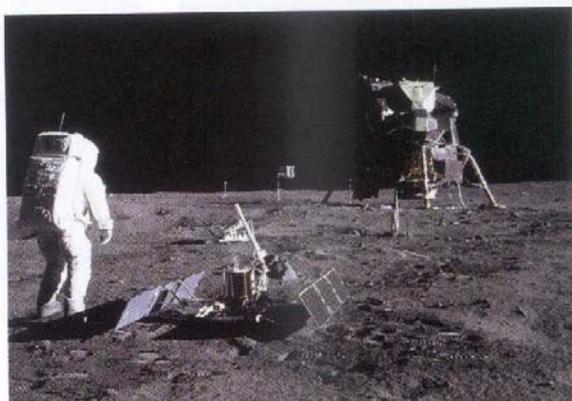


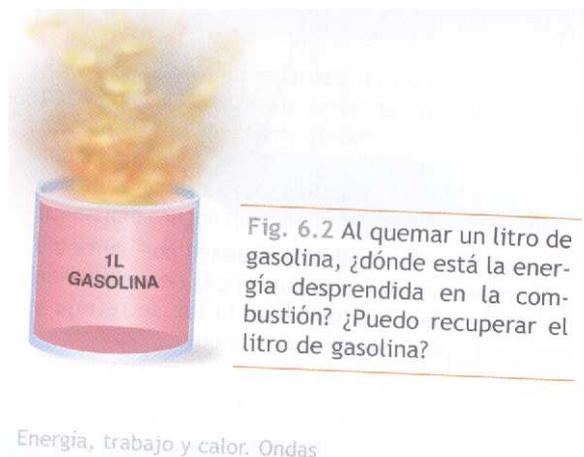
Fig. 2.1 Igual rapidez y diferente velocidad. La rapidez es en ambos casos 100 km/h. En el primer caso  $v = 100$  km/h; en el segundo caso,  $v = -100$  km/h.

- ✓ 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  |

Ballestero, 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  |

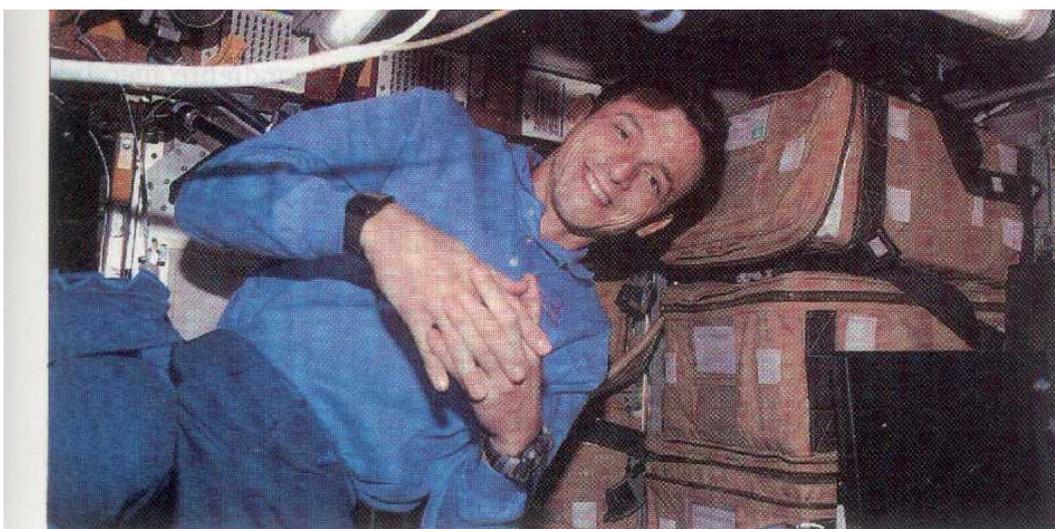


FIGURA 11.6. Pedro Duque, en la nave Discovery. La ingravidez de los astronautas no se debe a que  $g$  sea cero a la distancia a la que se encuentran. A los 550 km de altura a los que se encontraba la nave Discovery, el valor de  $g$  es de unos  $8,3 \text{ m/s}^2$ .

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

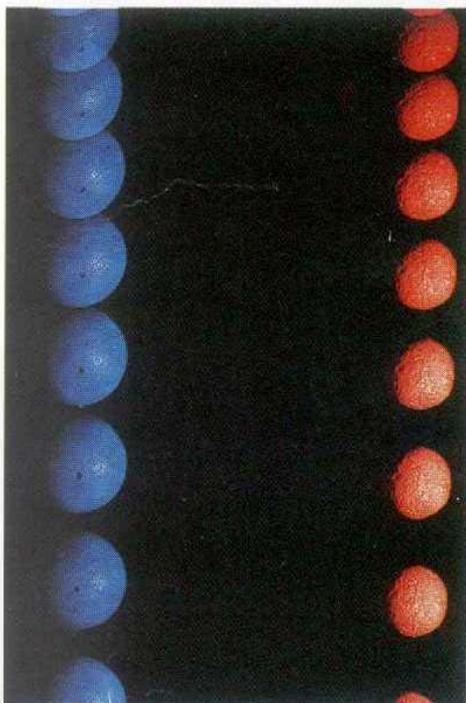


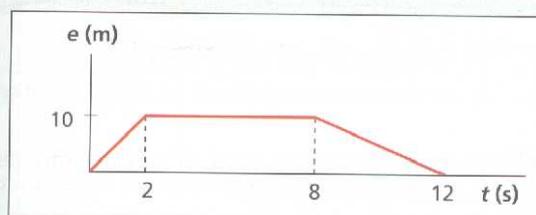
FIGURA 9.18. Dos esferas de muy distinta masa caen a la par, contradiciendo la creencia aristotélica, aún generalizada, de que los cuerpos pesados caen antes que los ligeros.

- ✓ 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.



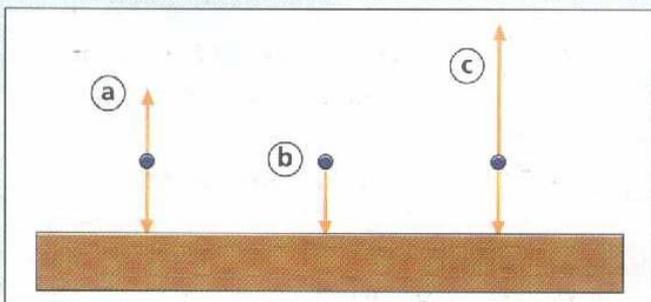
- ✓ Un cuerpo cuanto más pesa más deprisa cae, lo que pone de manifiesto que relacionan mediante una proporcionalidad directa la fuerza peso con la velocidad de caída.

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.



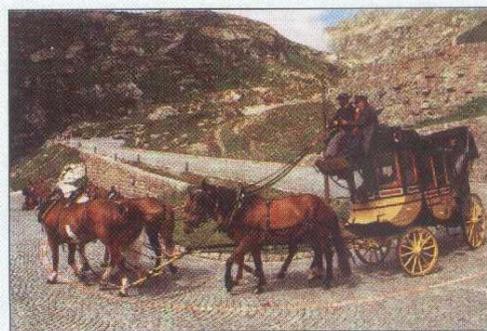
✓ Dificultades para representar en un dibujo las fuerzas que actúan sobre los cuerpos, lo que revela las dificultades que poseen para entender el origen y las aplicaciones de las fuerzas.

**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).

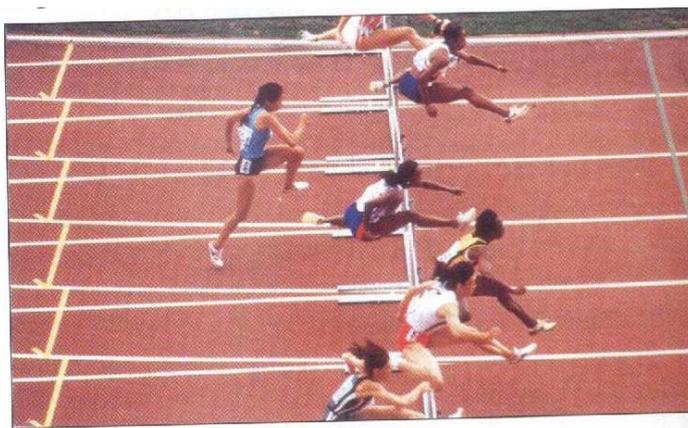
Galindo, A., Savirón, J.M., Morena, A., Pastor, J.M. y Benedí, A. (2000). *Física y química 1º Bachillerato*. Editorial Mc Graw Hill.

| 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  |

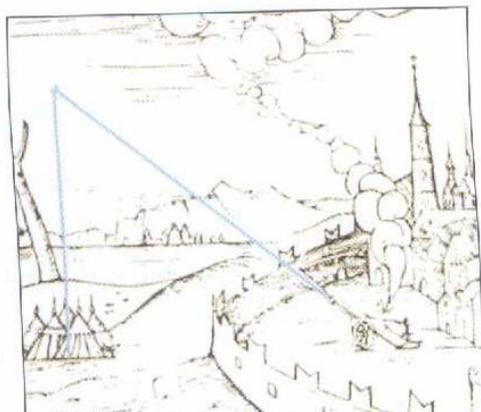
Fernández, R., Peña, L., Hernández, J.L. y Lozano, A. (2002). *Física y química 1º Bachillerato*. Proyecto Enlace 1. Editorial Vicens Vives.

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

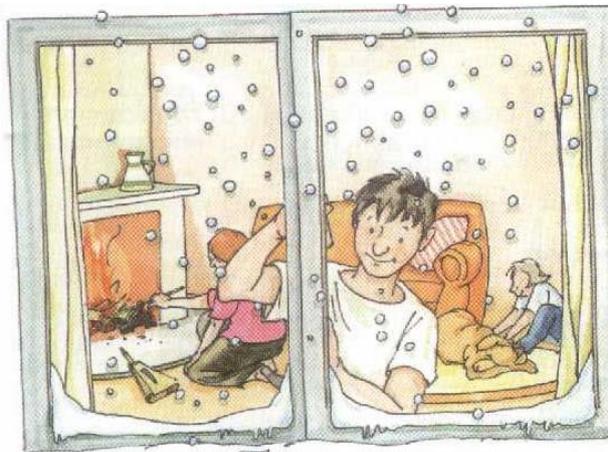
Andrés, D.M., Antón J.L. y Barrio, J. (2006). *Física y química 1º Bachillerato*. Editorial Editex.

| 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).

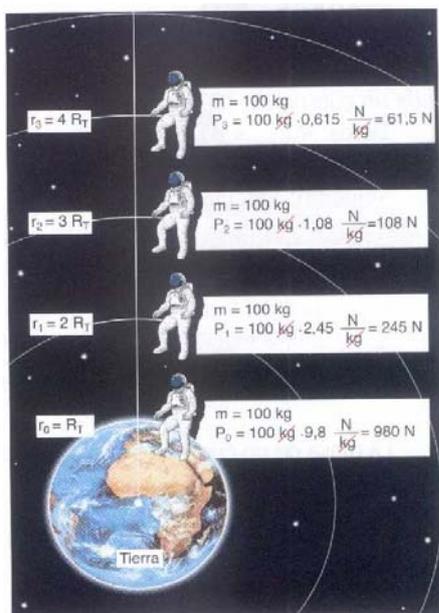
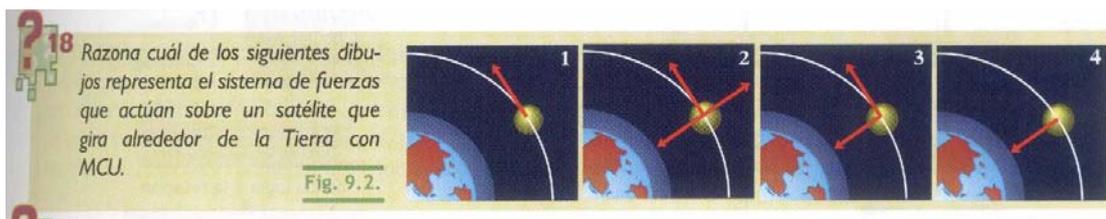


Fig. 5.2. Diagrama expositivo de la disminución del peso de un cuerpo con la altura. La masa del cuerpo es una propiedad invariable, mientras que la gravedad disminuye al aumentar la distancia al centro del planeta; por ello, el peso disminuye. Los satélites y los transbordadores espaciales poseen órbitas 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.



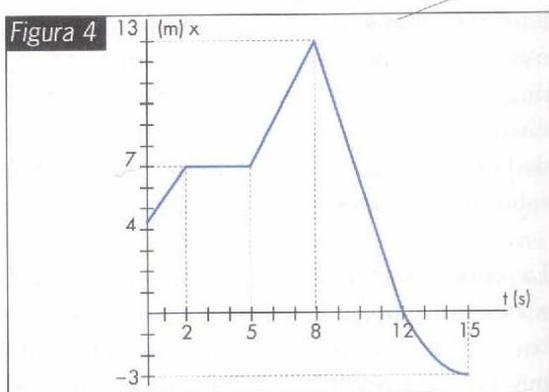
- ✓ Relacionar la fuerza con el movimiento en lugar de con el cambio de movimiento.
- ✓ El movimiento siempre se realizará en la misma dirección y sentido que la fuerza resultante, donde nuevamente se pone de manifiesto la misma interpretación de la fuerza.

## 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  |

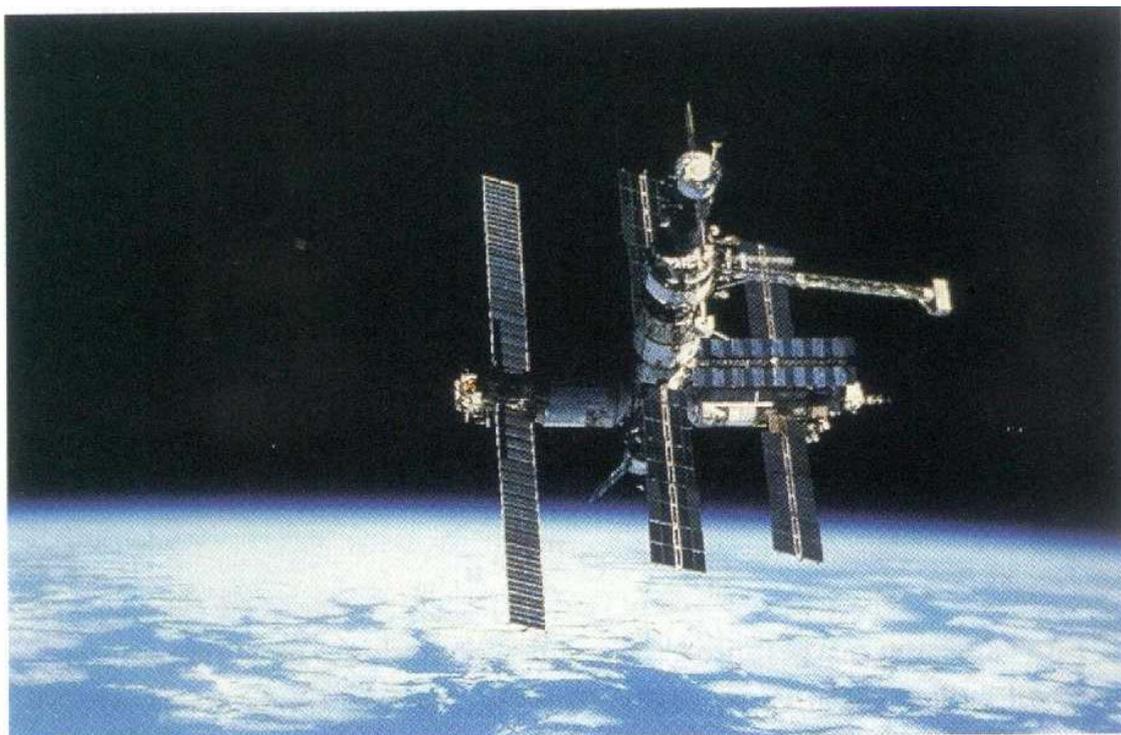


FIGURA 3.13. Estación MIR sobrevolando la Tierra bajo la influencia del campo gravitatorio terrestre.

- ✓ 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.

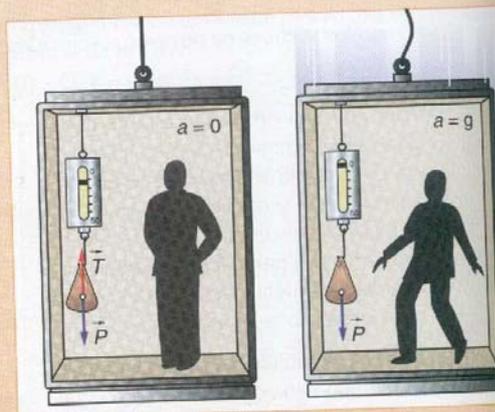
Pero veamos qué ocurre al pesarnos o al pesar un objeto con un dinamómetro dentro de un ascensor.

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

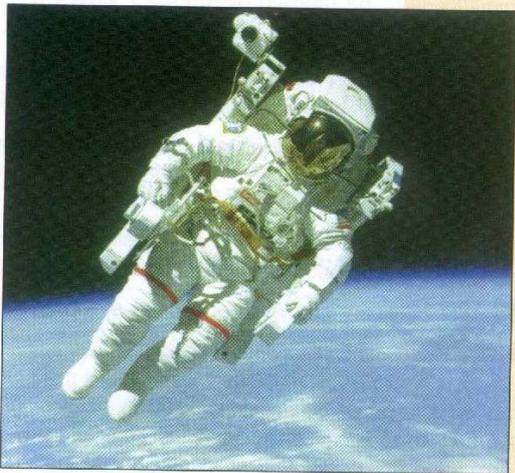


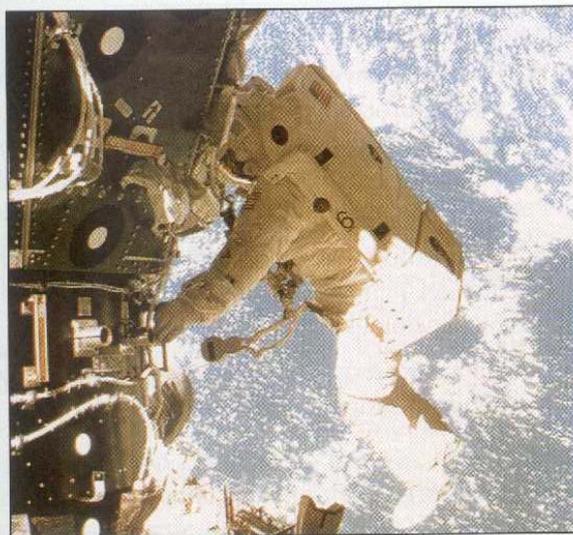
Fig. 5.23. Astronauta en estado de «ingravidéz»

- ✓ 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?

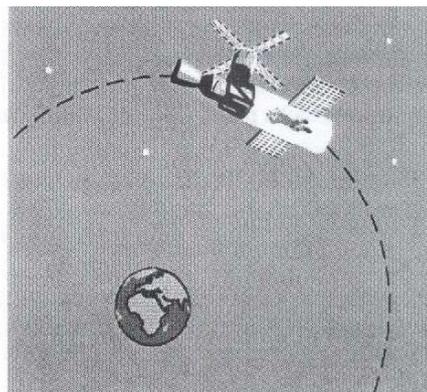


- ✓ Los cuerpos pierden peso y las personas masa ósea en determinadas situaciones, es decir, que no diferencian entre el peso y peso aparente de un cuerpo.

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

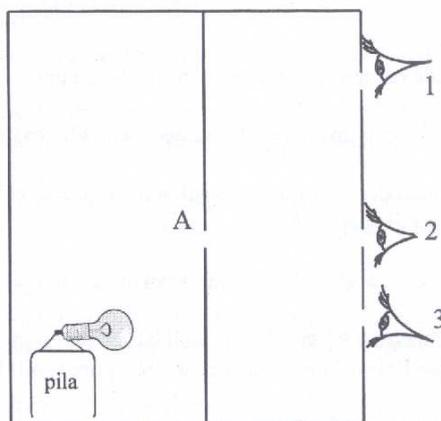
| Temas de física | Total de imágenes | Solamente decorativas | Presentan errores conceptuales | Se utilizan para cuestionar ideas alternativas |
|-----------------|-------------------|-----------------------|--------------------------------|--|
| 11              | 462               | 12                    | 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).

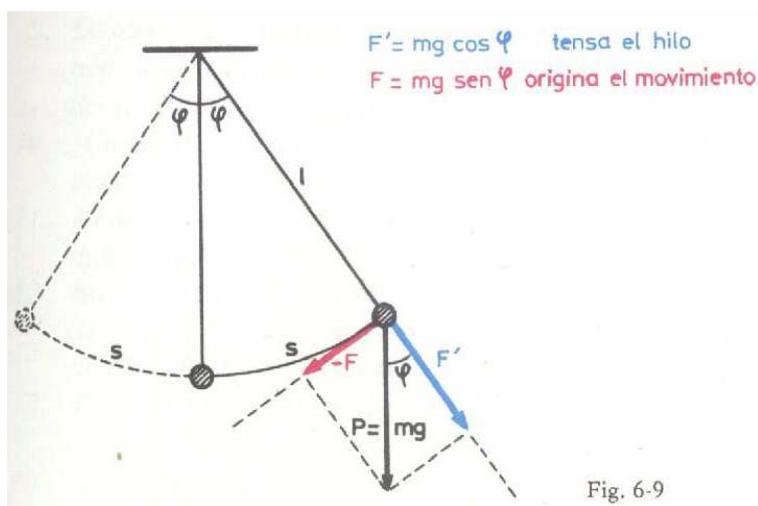
| Temas de física | Total de imágenes | Solamente decorativas | Presentan errores conceptuales | Se utilizan para cuestionar ideas alternativas |
|-----------------|-------------------|-----------------------|--------------------------------|--|
| 10              | 126               | 22            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

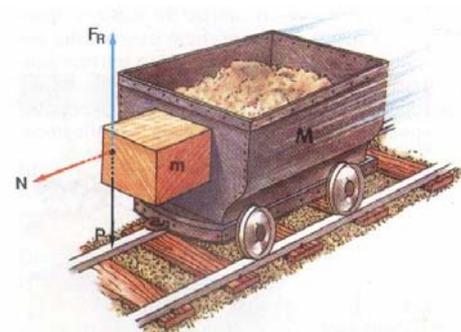
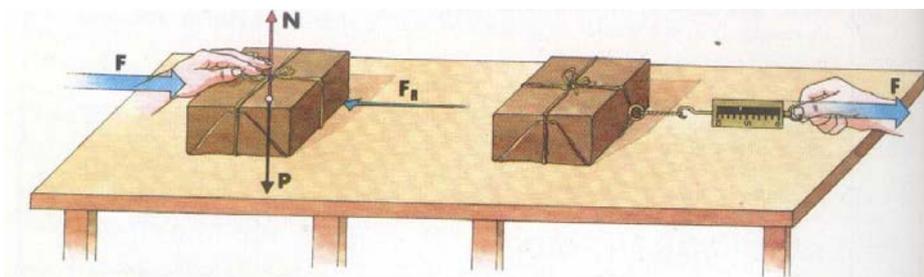
| Temas de física | Total de imágenes | Solamente decorativas | Presentan errores conceptuales | Se utilizan para cuestionar ideas alternativas |
|-----------------|-------------------|-----------------------|--------------------------------|--|
| 11              | 174               | 19                    | 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.

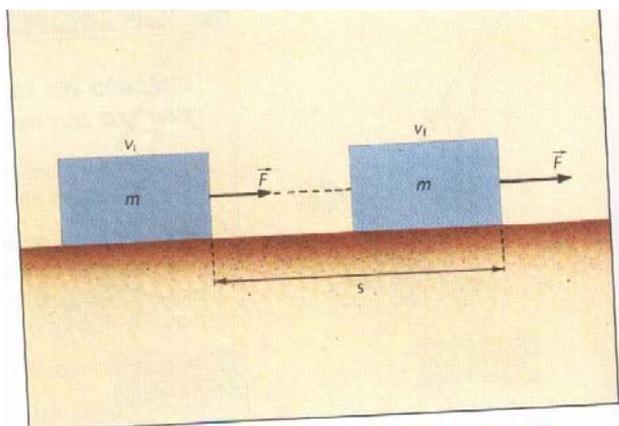


Fig. 8. La acción de la fuerza hace que el cuerpo aumente de velocidad.

- ✓ 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  |

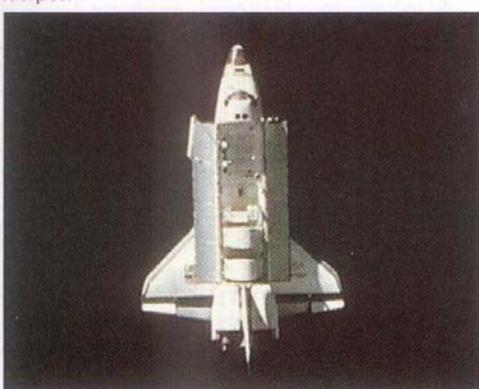
Latorre, M., Moliner, J.F. y Rius, J.M. (1993). *Física y Química 3º B.U.P.* Editorial Edelvives.

| 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  |

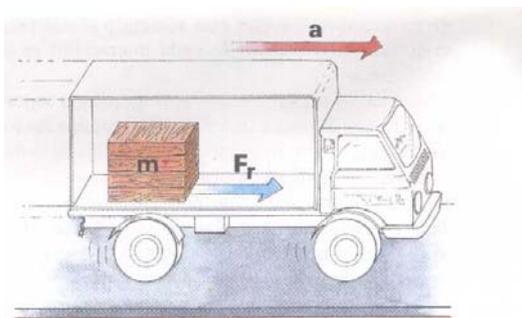


En el espacio, lejos de interacciones gravitatorias, el vehículo espacial mantiene su movimiento sin hacer uso de sus motores.



En el espacio, el dentista no necesitaría disponer de un sillón para examinar la dentadura de su paciente, puesto que éste flotaría ingravido 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.

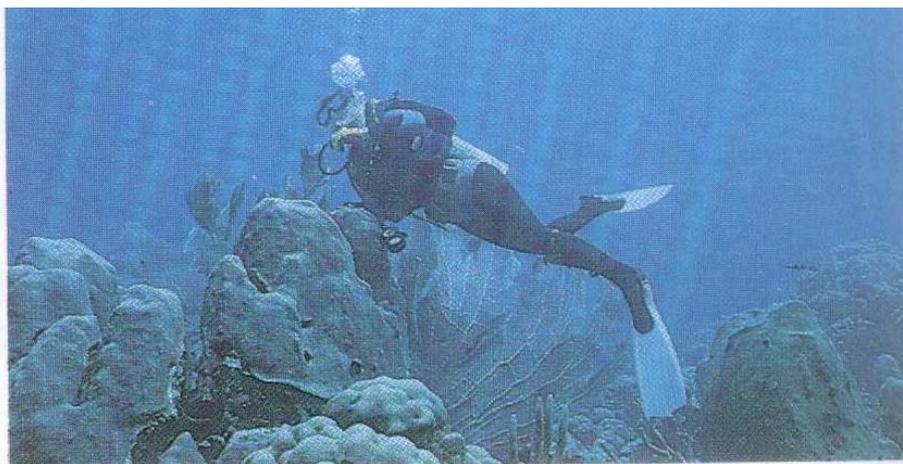


Cuando el camión inicia el movimiento hacia la derecha, la fuerza que hace que el cuerpo le siga, es la fuerza de rozamiento que existe entre el cuerpo y la caja del camión.

- ✓ 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.

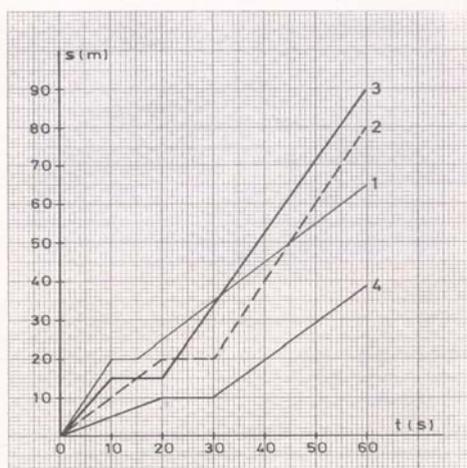
Carro, M.J., Hernández, J.L. y Parejo, C. (1981). *Física y Química 2º B.U.P.* Imprime Imprenta Frama (Madrid).

| 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<sup>-1</sup>. La gráfica s-t que representa el movimiento es (ver gráfica adjunta):

A) 1      B) 2      C) 3      D) 4

13



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

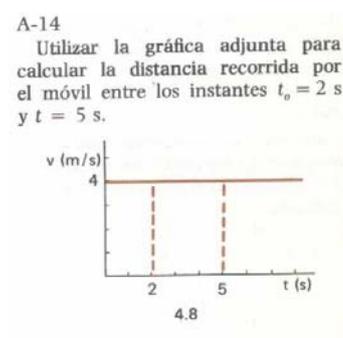
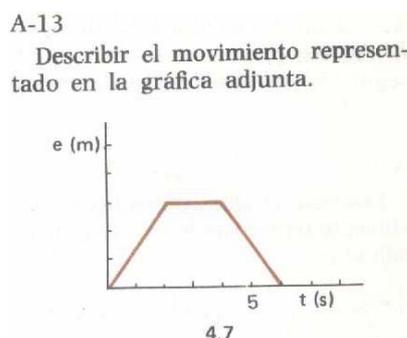
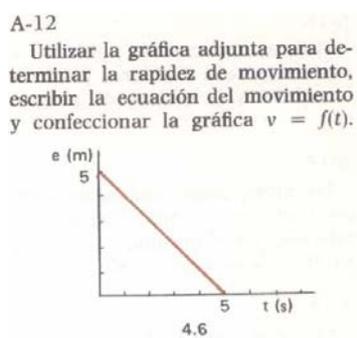
✓ No distinguen el significado entre pendiente y altura en una gráfica posición-tiempo, pues interpretan la forma de la gráfica co-

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  |



- ✓ 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.

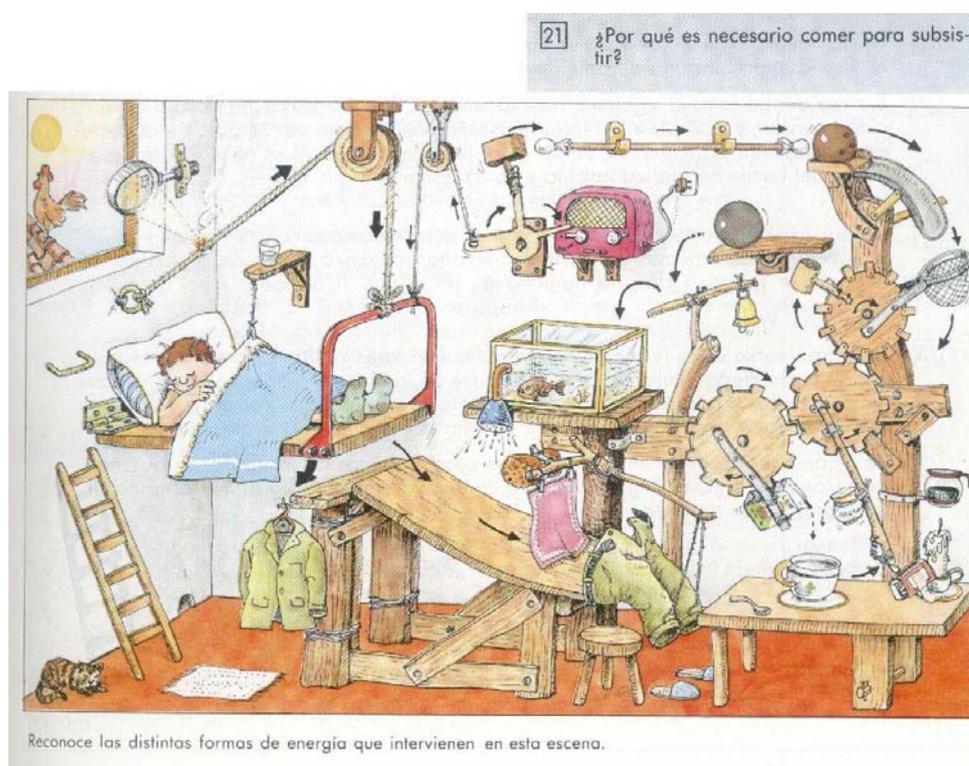
- ✓ Confunden el gráfico rapidez-tiempo con el de posición-tiempo, lo que pone de manifiesto que no son conscientes de toda la información que aparece en la gráfica.
- ✓ No diferencian entre los términos posición y cambio de posición, es decir, que confunden entre un intervalo y un punto.
- ✓ En una 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/h<sup>2</sup>, son mucho mayores que las correspondientes unidades del S. I., m/s y m/s<sup>2</sup>.
- 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?

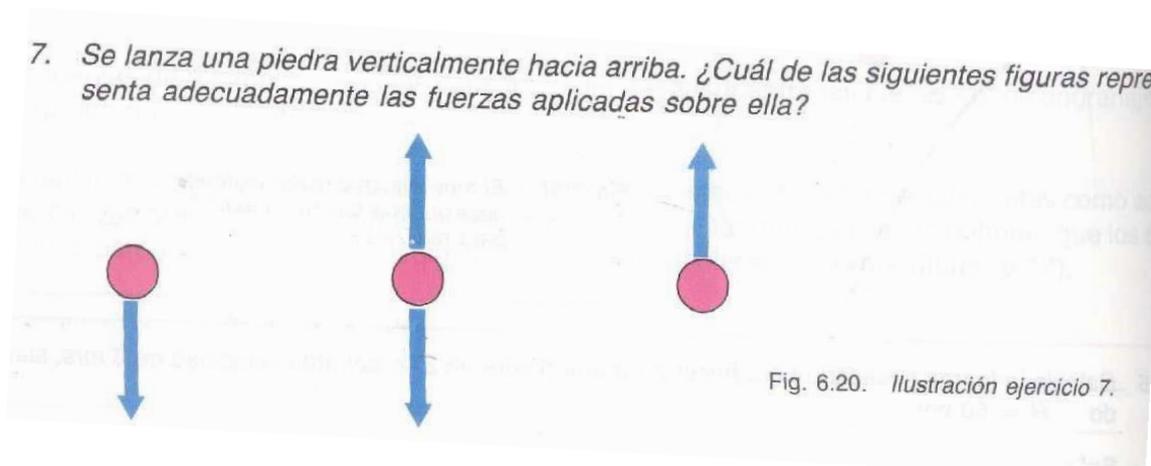
El movimiento de una nave espacial en una órbita circular es semejante a la caída libre de un ascensor. Es como una especie de caída continuada; el movimiento tiene lugar bajo la acción exclusiva del peso. Los objetos y el mismo astronauta, para un observador exterior, pesan, puesto que están describiendo 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  |

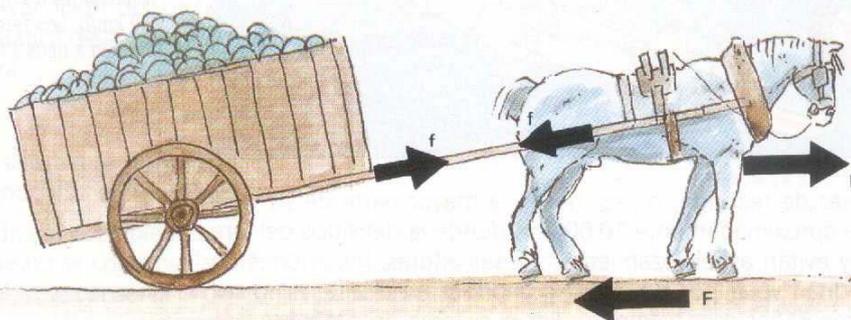


- ✓ El movimiento siempre se realizará en la misma dirección y sentido que la fuerza resultante, donde nuevamente se pone de manifiesto la misma interpretación de la fuerza.
- ✓ Los cuerpos tienen fuerza, es decir, que consideran la fuerza como una propiedad inherente a un cuerpo y no como una medida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

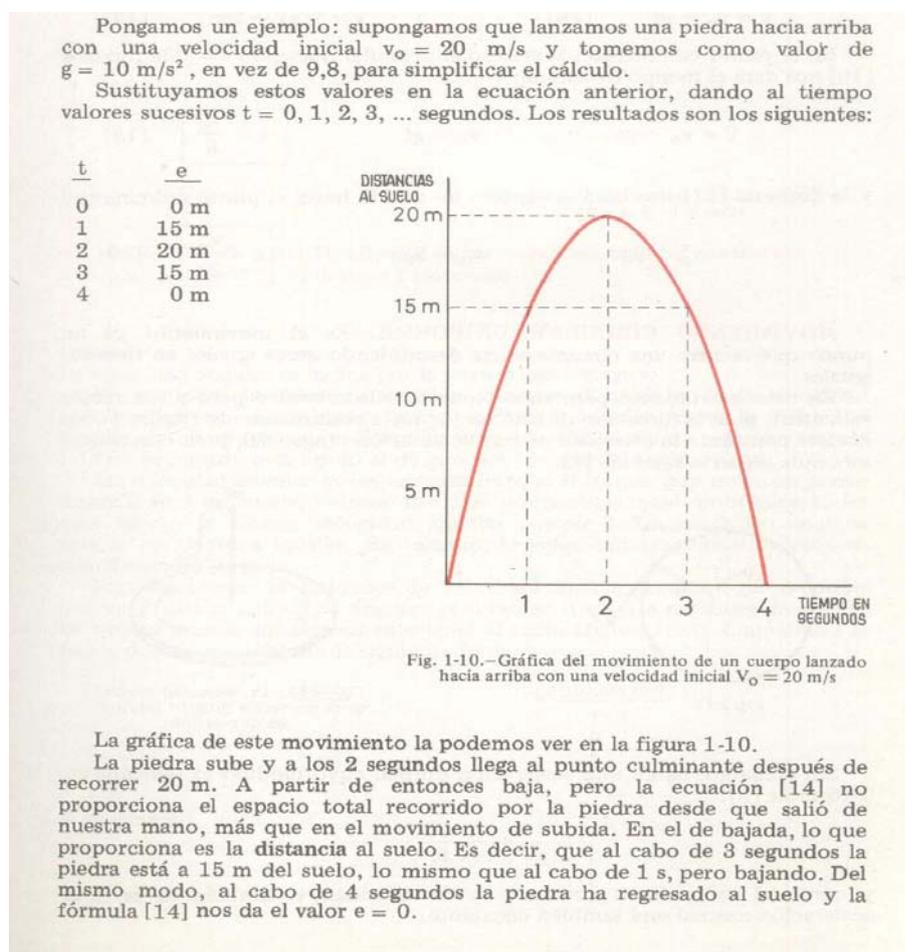
### LIBROS DE 3º DE B.U.P.

Furió, C., Gil, D., Gil, G. y Llopis, R. (1969). *Física y Química 3º B.U.P.* Imprime Talleres Serriols-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  |

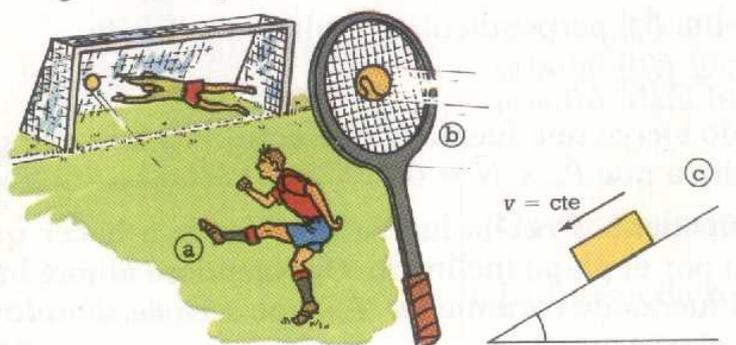
Latorre, M., Moliner, J.F. y Rius, J.M. (1986). *Física y Química 3º B.U.P.* Editorial Edelvives.

| 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.

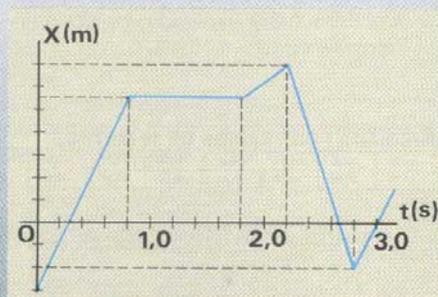
## LIBROS DE C.O.U.

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:



- ¿En qué intervalo coincide el sentido del movimiento con el sentido positivo del eje de las  $x$ ?
- ¿En qué instante pasa el cuerpo por el origen?
- Calcula la distancia recorrida en los tres primeros segundos.
- Determina la velocidad media en cada tramo.
- 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.

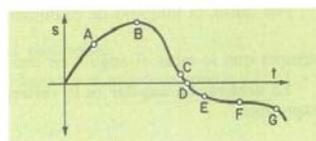


Figura 2.16.

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.

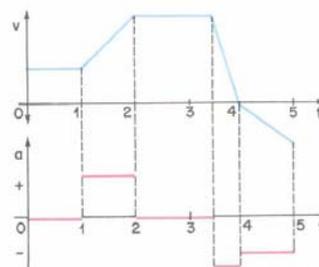


Figura 2.17.

- ✓ 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.

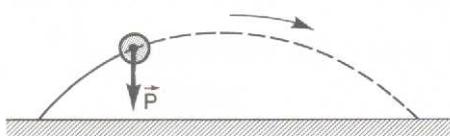


Fig. 3.9. Tiro oblicuo.

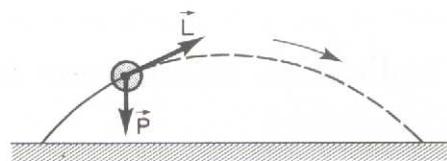


Fig. 3.10. ¿Quién ejerce la fuerza  $\vec{L}$ ?

- ✓ 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  |

