

## **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.**

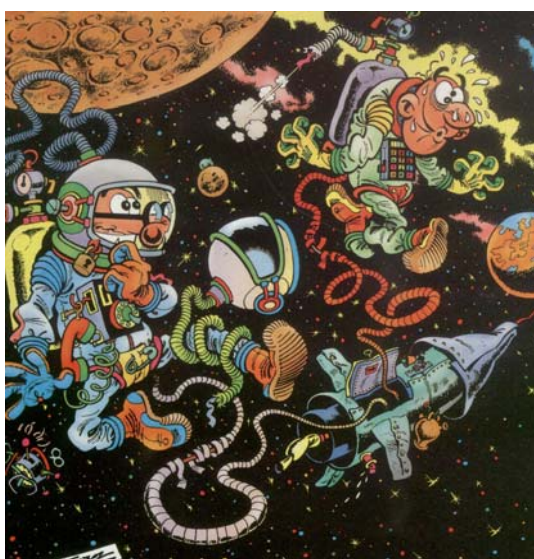
Los datos que vamos a presentar se han obtenido tras analizar un total de 24 cómics, 8 de cada uno de los protagonistas que hemos citado en el apartado del diseño experimental.

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.



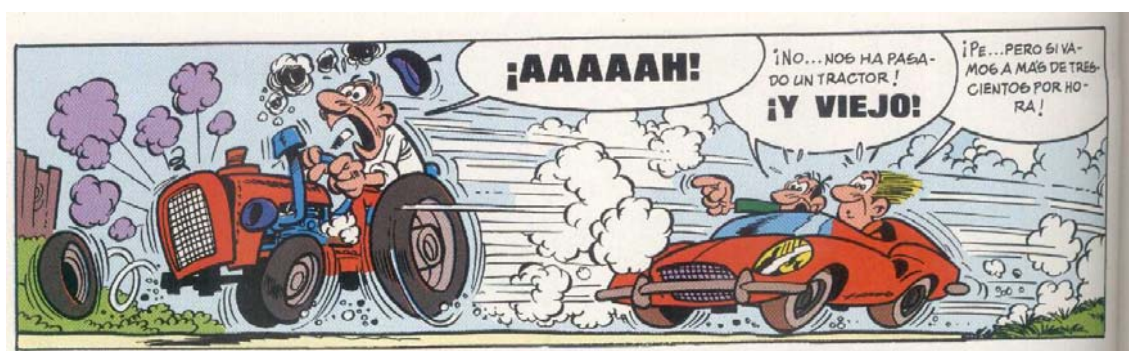
¿Quién ha dicho que no hay sonido en el espacio?, pues deberían decirle que tuviese una entrevista personal con el entrañable autor de estos cómics para explicarle que, como en el espacio no hay ningún medio material de propagación, el sonido no existe ahí fuera.



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.

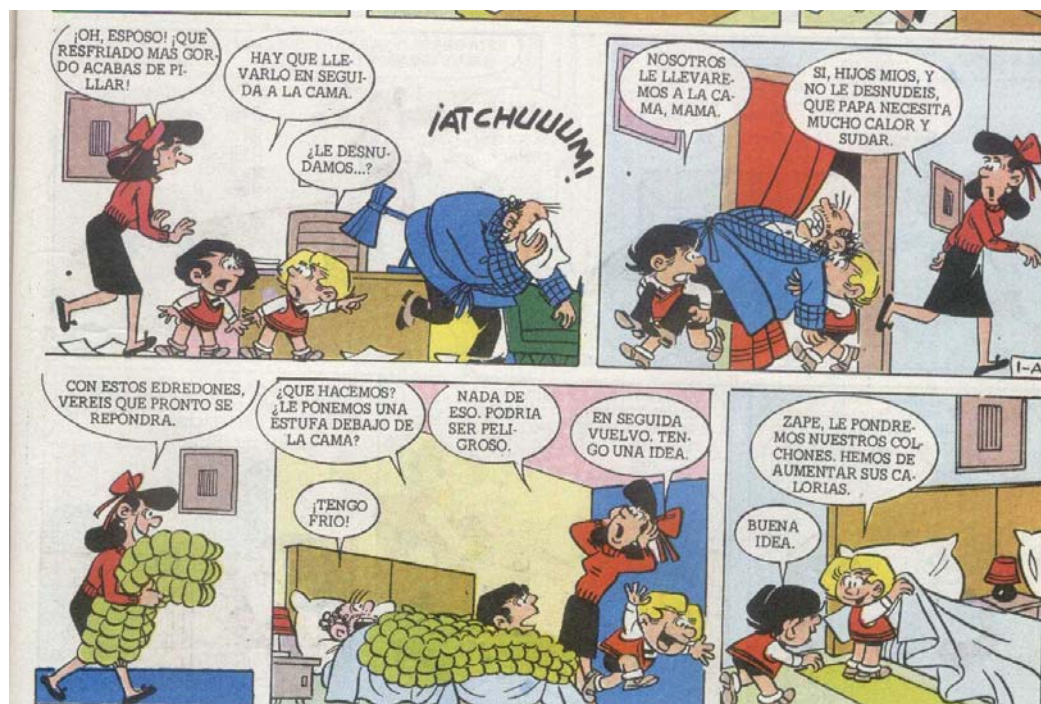




Nuestros traviesos amigos han presentado a la nube como algo sólido que se puede transportar desde lo alto de una montaña a casa, pues ignoran su origen gaseoso.



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 esta aventura, nuestro superhéroe atraviesa la Tierra, y por un lado nos muestra que todo el planeta es rocoso, por muy próximos que estemos del centro del mismo, y por otro lado, cuando llega a la otra parte del mundo todos están del revés, porque claro, la Tierra es redonda. Así pues, aquí nuevamente vuelve a infringir las leyes de la gravitación, y desprecia el trabajo que durante años han estado realizando los geólogos para ver la composición interna de la Tierra.

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”.

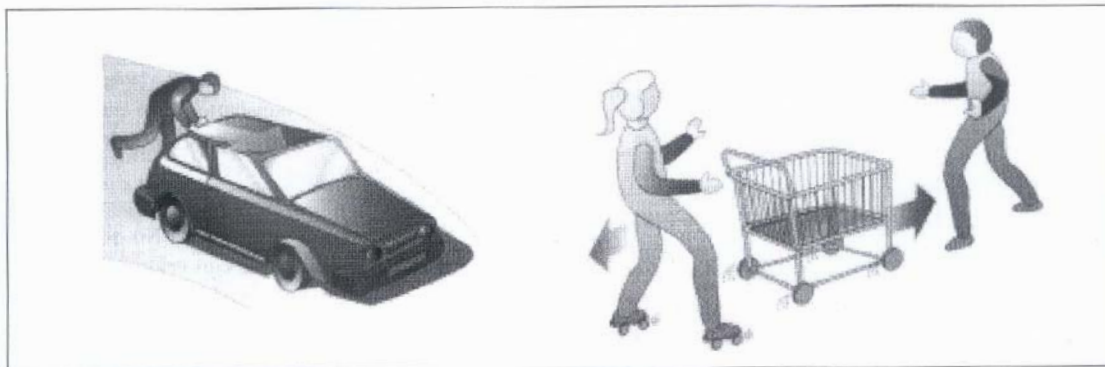
Por último, debemos señalar que a medida que hemos ido leyendo artículos para fundamentar esta investigación, hemos encontrado errores conceptuales en algunos de ellos. Dichos errores los presentamos a continuación.

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

---

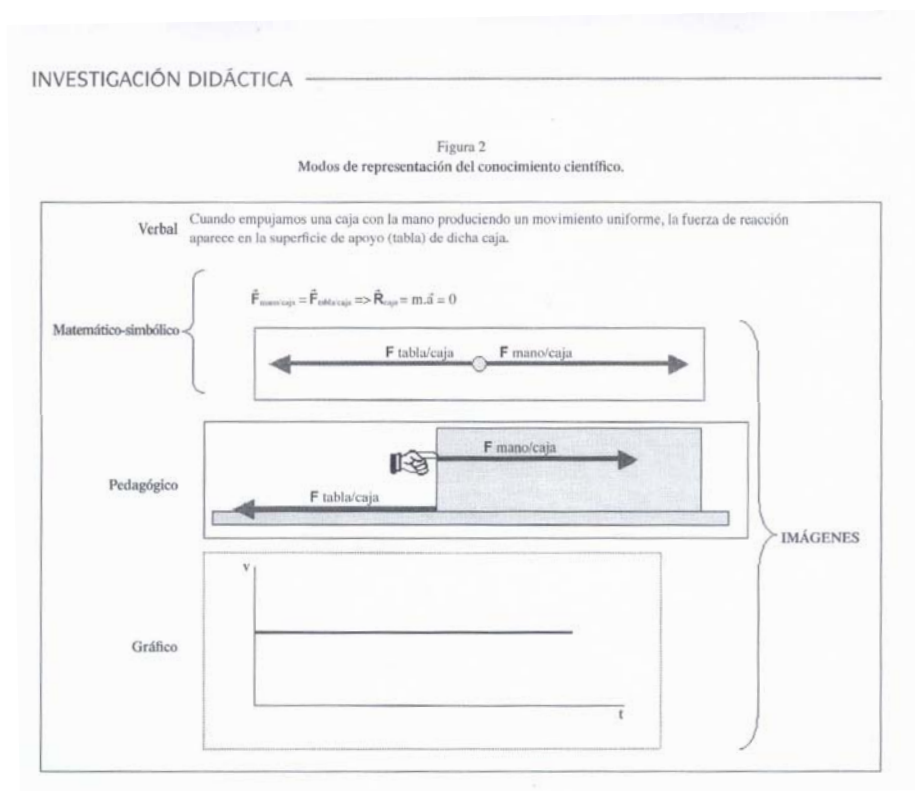
Figura 10  
Ejemplos de realces decorativos de elementos sintácticos  
(vectores fuerza) que difuminan la separación entre los planos simbólico y real.





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.

