

# ¿Cómo ve el alumnado la trayectoria de un objeto? Análisis de imágenes con la utilización de “grafos”

---

ANGEL EZQUERRA MARTÍNEZ

## Resumen

En este trabajo nos preguntamos de qué modo “vemos” la realidad física que se nos muestra. En particular, hemos analizado cómo es percibida la trayectoria de los objetos. El procedimiento seguido fue situar a 150 alumnos delante del mismo hecho y pedirles que describieran lo que habían “visto”. Para garantizar que se observaba el mismo fenómeno se creó un vídeo que contenía un conjunto de cortes de televisión sobre caídas y lanzamientos. Esta cuestión cobra especial interés cuando tratamos de contar, transmitir, enseñar o aprender algo sobre la realidad física. Por esta razón, nos debemos plantear: ¿estamos seguros de que todos observamos lo mismo cuando “vemos” un fenómeno natural?

## Palabras clave

Nuevas tecnologías, TIC, vídeo, imágenes, trayectorias, caídas, lanzamientos, percepción.

## Summary

In this paper, we wonder how we “look at” or interpret the physical reality in our own way. In particular, we have analysed how the trajectory of the thing is perceived. The method of working was that 150 pupils looked at the same facts and then we asked them to describe what they had “seen”. In order to make quite sure they looked at the same facts we made a video-record that had got some fragments of television about falls and throws.

How do we interpret the reality? This question is very important when we try to tell, to transmit, to teach or to learn something about physical reality. For this reason, we ask ourselves: Are we sure that we all perceive the same when we “see” a natural fact?

## Keywords

New technologies, video, frames, trajectory, falls, throws, perceive.

## 1. Introducción

Solemos considerar ciencias experimentales al conjunto de disciplinas que se encargan de describir la Naturaleza. En particular, la Física se ocupa de explicar las normas básicas -las leyes y principios generales- que rigen el comportamiento de los fenómenos naturales. Para este reto, un factor importante es la observación, que en su forma más elaborada se denomina experimentación (Sánchez del Río, 1986). A partir de datos

datos recogidos y de la aplicación de ciertas premisas asumidas se dota de organización y coherencia interna a los hechos observados, construyendo de este modo nuestra imagen de la realidad.

Asumimos, por tanto, que existe una realidad independiente de nuestra existencia que llega a nosotros a través de los sentidos o de los sensores desarrollados a tal fin. No consideramos, por tanto, el problema de la definición de la realidad. La causa de esto estriba en que no se trata de un problema físico, sino metafísico (Margenau, 1970).

Los libros de Física y Química General nos muestran cómo podemos explicar los fenómenos de la Naturaleza. Como es lógico, lo hacen en base a cómo nosotros, los seres humanos, percibimos el entorno. Definen como luz visible el rango del espectro electromagnético que nuestros ojos ven y determinan como audibles los sonidos entre 20 y 20000 Hz, nuestro intervalo de audición. ¿Qué ocurriría si otra especie analizara nuestros libros de Física y Química? Tal vez, podrían pensar que nuestro mundo no tiene olores, que apenas percibimos las vibraciones o que no tenemos ni tacto, ni gusto. ¿Nos dice la ciencia cómo es el mundo o cómo los conocimientos científicos nos permiten “verlo”?

Esta cuestión cobra especial interés cuando contamos, transmitimos, enseñamos o aprendemos algo sobre la realidad física y nos interesa centrar a nuestro interlocutor en un aspecto sobre el que la ciencia sí tiene capacidad de respuesta. Por esta razón, nos debemos plantear: ¿estamos seguros de que todos observamos lo mismo cuando analizamos un fenómeno natural? Obviamente, para estudiar cómo percibimos la realidad, el procedimiento más inmediato es situar a varios individuos delante del mismo hecho y pedirles que describan lo que han “visto”.

## **2. Producción y descripción del vídeo**

### **Qué se buscaba**

En este trabajo nos ha preocupado de qué modo “vemos” la realidad física que se nos muestra; en particular, nos hemos centrado en cómo es percibida la trayectoria de los objetos. Con tal fin se consideró adecuado mostrar las mismas situaciones a una serie de alumnos. Para garantizar que se observaba el mismo fenómeno se creó un vídeo que contenía un conjunto de cortes de televisión sobre caídas, lanzamientos y trayecto-

rias. Las imágenes era reales o virtuales (dibujos animados y recreaciones por ordenador) y, sobre estos fragmentos, se planteaban preguntas. Las grabaciones para la producción del vídeo se obtuvieron de las cadenas de televisión comerciales: dibujos animados, actividades deportivas, fragmentos de documentales y trozos de película.

La utilización de un medio audiovisual como la televisión, tan habitual para nuestros alumnos -más de 3,5 horas/día (Ezquerro, 2004)- nos permite suponer que los observadores no se van a distraer con otros distractores; de hecho, se habla de que nuestros alumnos pertenecen a una cultura audiovisual y se ha llegado a definir nuestra época en términos de sus relaciones con estos conocimientos (Burke, 2000). Además, con la utilización de un vídeo, podemos repetir el fenómeno tantas veces como se precise. No podríamos afirmar ambas circunstancias: habituación y repetición, si se realizase la experiencia con un montaje de laboratorio desarrollado ad hoc.

### **Cómo se hizo el vídeo: requerimientos técnicos y procedimiento**

La realización de un material audiovisual es una tarea relativamente compleja y depende, básicamente, de los medios de los que se dispone y de los requerimientos que se exigen. En nuestro caso se elaboró un vídeo de trabajo, de producción propia, para esta actividad concreta. Se utilizaron dos grabadores-reproductores de vídeo caseros y un ordenador conectados entre sí; el procedimiento es tedioso pero el resultado es aceptable para nuestros propósitos. En cualquier caso, este tipo de montajes nada tienen que ver con las plataformas profesionales que permiten el uso de grafismos electrónicos sobre las imágenes y la edición digital, recurso que los alumnos están acostumbrados a ver como un estándar de imagen en la televisión y que raramente se contemplan en las producciones didácticas (Llitjós, 1994).

No obstante, nuestro montaje nos permitió crear el vídeo (ver anexo I) de 11 minutos y 59 segundos formado por cortes de televisión que se intercalan con carátulas fijas generadas por nosotros en el ordenador, y que dan coherencia y continuidad a la creación audiovisual.

## Descripción del vídeo. Intenciones didácticas

Como ya se ha comentado, nos interesaba indagar en cómo “vemos” la realidad física que se nos muestra; en particular, cómo es percibida la trayectoria que siguen los objetos. En este sentido, y con el fin de barrer todas las posibilidades, se seleccionaron los cortes y se ordenaron en cuatro grupos, que según el orden de aparición en el vídeo son:

- *Situaciones no reales.* Utilizando fragmentos de dibujos animados se solicita del alumnado la búsqueda de errores o situaciones imposibles (Cortes 2, 3 y 4). Se contrastan las leyes de la Naturaleza con la “Física de los dibujos” (Ezquerro, 2004). Esto nos permite descubrir qué aspectos llaman más la atención en un ambiente altamente motivador. Estas relaciones entre física y humor suelen producir en los estudiantes opiniones entusiastas (García, 2002) hecho que, aunque no ha sido evaluado suficientemente, parece provocar una valoración positiva en este tipo de propuestas (Worner y Romero, 1998).
- *Situaciones reales, habituales.* Para el análisis de la capacidad de observación de la realidad se utilizan situaciones reales; en particular, actividades deportivas, con un alto grado de información (cortes 9 y 10). En nuestro caso, se utilizaron unos lanzamientos de peso, sobre los que se ofrecía mucha información: distancia alcanzada, varias tomas del mismo, movimientos ralentizados, etc.
- *Situaciones reales, no habituales.* La utilización de documentales -en nuestro caso de ciertas actividades en el espacio (corte 13)- permite extender las observaciones a fenómenos inaccesibles por otros medios y, por tanto, analizar la capacidad de generalizar.
- *Situaciones posibles.* La inclusión del fragmento (corte 16) de una película (Deep Impact) nos permite introducir un ejemplo de las posibles aplicaciones de las cuestiones tratadas y, tal vez, inducir nuevas aplicaciones o consecuencias.

Mención aparte merecen los cortes 5 y 6 que tratan de explicar el concepto de trayectoria de un modo visual. Se decidió incluir estos fragmentos dado que los alumnos de 1º y 2º de la ESO no lo conocían.

### 3. El cuestionario

La realización del cuestionario esta íntimamente ligada a la producción del vídeo. Este hecho es lógico, ya que éste (ver anexo II) se pasó mientras los alumnos, en grupos de clase, estaban visionando la cinta. El enlace entre cuestionario y vídeo se refuerza al aparecer los mismos dibujos y gráficos generados por nosotros en el ordenador, en ambos instrumentos.

Si bien, la duración del vídeo era de unos 12 minutos, como ya se comentó, el tiempo que se empleó en pasar las encuestas a los distintos grupos de clase osciló entre 30 y 40 minutos. Estas diferencias se explican por el tiempo empleado para las explicaciones introductorias y para dejar que contestasen cada pregunta, momento en el que el vídeo-reproductor se situaba en "pausa: imagen fija". Es necesario comentar que algunos alumnos dijeron tener problemas para oír o ver algunas preguntas. Como siempre, los medios de los que se dispone, un televisor de dimensiones convencionales en este caso, juegan en nuestra contra, "las nuevas tecnologías presentan grandes retos, frustraciones y recompensas" (Linn, 2002). De cualquier manera, no parece significativo este hecho al observar el bajísimo porcentaje de respuestas sin contestar.

La prueba se llevó a cabo entre el 6 y el 10 de junio de 2003 en la sección de secundaria de Agost del IES San Vicente del Raspeig (Alicante). La distribución de los 150 alumnos (76 alumnas y 73 alumnos) por grupos y edades se detalla en la tabla 1.

CURSOS	Nº ALUMNOS	EDAD	Nº ALUMNOS
1º A	24	12	27
1º B	26	13	42
2º A	18	14	34
2º B	18	15	21
3º A	17	16	13
3º B	23	17	10
4º A	10	18	3
4º B	14		
	150		150

Tabla 1: Datos generales de la encuesta.

## 4. Resultados y análisis de los datos del cuestionario

Para comenzar nuestro estudio sobre la forma de percibir la realidad analicemos los resultados de las 7 preguntas del cuestionario.

### Pregunta 1

La pregunta 1 indagaba sobre la percepción de situaciones imposibles en 3 cortes de dibujos animados. Para el análisis de las respuestas se valoró que los alumnos que indican si era o no posible lo que se veía y por qué. Los datos sobre la posibilidad o imposibilidad de que ocurriera algo como lo representado por las animaciones se ofrecen en la tabla 2, donde los porcentajes de cada tipo de respuesta se realizan sobre los que contestan.

	Pregunta 1-a		Pregunta 1-b		Pregunta 1-c	
	Respuestas	Porcentaje	Respuestas	Porcentaje	Respuestas	Porcentaje
Posible	51	35,9	16	9,7	5	3,4
Imposible	91	64,1	130	78,3	140	96,6
No contestan	8	5,3	4	2,6	5	3,3

Tabla 2: Respuestas sobre si es posible o no lo que hacen los “dibos”.

Resulta bastante sorprendente que un 35,9 % de los alumnos consideren posible lo que hace “el señor Simpson” y, aún más inesperado, que el porcentaje se mantenga casi constante para los cuatro niveles.

Para estudiar qué factor consideran imposible, se analizaron los textos de las contestaciones y se extrajeron los siguientes tipos de respuesta.

	Nº respuestas	Porcentaje
El paquete intenta entrar	5	4,6
Demasiado tiempo rebotando	46	42,6
Hommer no debería estar vivo	20	18,5
Puertas no se cerrarían	5	4,6
Trayectoria imposible	26	24,1
La cesta esta muy lejos	1	1
El papel no bota	5	4,6
TOTAL RESPUESTAS	108	

Tabla 3: Tipos de respuestas para la pregunta 1-a.

Las respuestas parecen indicar que les resultaba más llamativo el tiempo que está el paquete botando que el tipo de trayectoria que sigue durante ese tiempo. También es significativa la preocupación sobre la integridad física del señor Simpson, cuando en realidad se les interrogaba sobre las trayectorias; la preocupación o la atención sobre cuestiones vitales se repiten en el resto de respuestas. El hecho de que haya 108 respuestas sobre 91 alumnos que indicaban que “es imposible” lo que ocurre, es debido a que algunos indican varias causas de imposibilidad.

	Nº respuestas	Porcentaje
Demasiado tiempo en aire	90	73,2
Asientos deben caer antes personas	3	2,4
No arrancar asientos	3	2,4
Trayectoria imposible	2	1,6
Deberían morir	3	2,4
Nadie lleva paracaídas habitualmente	3	2,4
Nadie sujeta los asientos	9	7,3
Imposible romper el cristal	3	2,4
Caes cuando te das cuenta	7	6,7
TOTAL	123	

Tabla 4: Tipos de respuestas para la pregunta 1-b.

En el siguiente corte nos encontramos, otra vez, que lo que más llama la atención es el excesivo tiempo que se está en el aire; en este caso, antes de iniciar la caída (tabla 4). La sensibilidad a la duración de los fenómenos es un hecho que no se había planteado a priori y, que obviamente, no podría aparecer en imágenes fijas o en las descripciones de pizarra. Esta aparente distorsión en el tiempo que permanece en el aire debería tenerse en cuenta al describir un fenómeno, pues puede existir una percepción distorsionada.

Por otra parte, las cuestiones sobre los personajes vuelven a aparecer, aunque en este caso con una mayor dispersión en las respuestas y, en conjunto, de un modo menos llamativo.

	Nº respuestas	Porcentaje
No tragar balas	90	66,6
Pato debe caer	1	0,7
No personalizar animales	11	8,1
Romper señal	21	15,5
Trayectoria	12	8,9
TOTAL	135	

Tabla 5: Tipos de respuestas para la pregunta 1-c.

En el último fragmento de esta serie, se observa de forma muy clara que el alumnado parece más sensible a las cuestiones biológicas o humanas de los “dibos”, como ya se ha comentado, que a las cuestiones físicas. En este caso la personalización de los animales y la imposibilidad de tragar balas superan con creces a las cuestiones físicas.

## Pregunta 2

La pregunta 2 se centraba en el análisis de las concepciones sobre las trayectorias de caída en cuatro situaciones. Es interesante observar cómo el porcentaje de “no contestan” es prácticamente despreciable.

	Pregunta 2-A	Pregunta 2-B	Pregunta 2-C	Pregunta 2-D
No responden	2	1	2	2
Responden	148	149	148	148

Tabla 6: Datos sobre respuestas y no contestan para pregunta 2

Para analizar las respuestas nos pareció pertinente tipificar los tipos de trayectoria en cada caso. Este ejercicio no está exento de discusiones dado que, en muchas ocasiones, hay serias dudas sobre a que tipo de grafo corresponde una respuesta determinada. Por otra parte, resulta interesante observar el potencial de unos pequeños gráficos frente a una explicación oral a la hora de determinar los tipos de trayectoria.






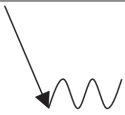
Tipo A <sub>1</sub>	Tipo A <sub>2</sub>	Tipo A <sub>3</sub>	Tipo B	Tipo C <sub>1</sub>	Tipo C <sub>2</sub>
128 (87%)	1 (1%)	3 (2%)	12 (8%)	3 (2%)	1 (1%)
					

Tabla 7: Pregunta 2-a




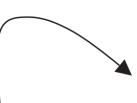


Tipo A <sub>1</sub>	Tipo A <sub>2</sub>	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Tipo E
59 (40%)	73 (49%)	7 (5%)	1 (1%)	8 (5%)	1 (1%)
					

Tabla 8: Pregunta 2-b













Tipo A <sub>1</sub> 38 (26%)	Tipo A <sub>2</sub> 1 (1%)	Tipo B <sub>1</sub> 29 (20%)	Tipo B <sub>2</sub> 21 (14%)	Tipo B <sub>3</sub> 1 (1%)
				
Tipo C <sub>1</sub> 22 (15%)	Tipo C <sub>2</sub> 14 (10%)	Tipo D 14 (10%)	Tipo E <sub>1</sub> 6 (4%)	Tipo E <sub>2</sub> 1 (1%)
				

Tabla 9: Pregunta 2-c

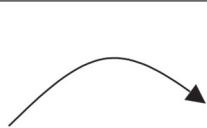



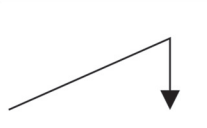

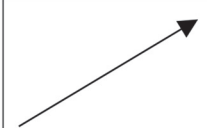
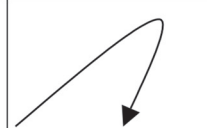
Tipo A <sub>1</sub> 30 (20%)	Tipo A <sub>2</sub> 41 (28%)	Tipo B 47 (32%)	Tipo C <sub>1</sub> 5 (3%)
			
Tipo C <sub>2</sub> 16 (11%)	Tipo D 4 (3%)	Tipo E 4 (3%)	Tipo F 1 (1%)
			

Tabla 10: Pregunta 2-d

En torno a las respuestas 2-a y 2-b no hay mucho que comentar. Parece que, salvo un porcentaje marginal, las únicas diferencias que aparecen son debidas a si se considera que el objeto lanzado rebota o “se estrella”, o la forma de representar como el objeto sube y baja. Subrayado este hecho, tenemos un número relativamente reducido de tipos de grafo para estas preguntas; es decir, no parece haber discrepancias en la interpretación de la realidad.

La situación cambia cuando nos fijamos en las respuestas 2-c y 2-d, apareciendo una mayor dispersión en el número de respuestas. Además, empezamos a ver interpretaciones erróneas en un porcentaje significativamente alto. En concreto, en la pregunta 2-c los tipos (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>) y

( $C_1$ ,  $C_2$ ) implican vuelos en paralelo al suelo y una posterior caída. Algo parecido tenemos en las respuestas 2-d con los tipos B y ( $C_1$ ,  $C_2$ ), donde aparecen vuelos en línea recta para caer tras un cambio brusco de dirección.

### Pregunta 3

En la respuesta 3 deberíamos encontrar dos parábolas que partieran de unos 2 m de altura para terminar en 20,44 m para Reinikainen y 21,7 m para Martínez. Sin embargo, la capacidad de observación o la habilidad para extraer datos del vídeo no es la deseable.

La mayoría asume que el lanzamiento del peso se hace desde el suelo. No hace falta recordar que los lanzadores son personas muy grandes y lanzan el peso desde su mano que, en el momento del lanzamiento, sin duda, está por encima de los 2 m. Cuando, tras la realización de la prueba, les preguntábamos sobre el lugar de lanzamiento, la inmensa mayoría entendía que el peso no había sido lanzado desde el suelo. Entonces, ¿por qué un número tan significativo de alumnos comenzaron la gráfica en el punto (0,0)? Es evidente que nos encontramos con un problema de representatividad formal de la realidad que nada tiene que ver con la percepción de la misma. Parece que el alumnado está acostumbrado a considerar como “bien hecha” la gráfica que se ajusta al modelo establecido más habitual (Aguinaga, 2002).

Altura en m	Respuestas para R	Respuestas para M
0	87	88
1	12	7
2	27	32
3	3	4
4	6	6
5	4	2
6	1	2
7	0	3

Tabla 11: Punto de partida para el lanzamiento de Reinikainen y Martínez

Al contrario de lo que ocurría con el punto de lanzamiento, el alcance del lanzamiento es determinada por la mayoría de los alumnos; entre 20 y 21 m para Reinikainen y entre 21 y 22 m para Martínez. Obviamente, los

datos del lanzamiento los comenta el locutor y salen sobre-impresionados en pantalla como es habitual en este tipo de retransmisiones deportivas. Parece que es necesaria esta reiteración para que los alumnos-espectadores se percaten de estos datos o dirijan su atención hacia estos resultados, aunque se trate de valores de especial transcendencia para la competición. De cualquier modo, sigue habiendo un número importante de alumnos que dan un valor excesivamente alto para el lanzamiento de Martínez.

Distancia en m	Respuestas para R	Respuestas para M
15	4	0
16	1	1
17	1	0
18	0	0
19	5	0
20	38	8
21	53	26
22	14	55
23	8	14
24	5	6
25	4	24
Fuera escala	7	11

Tabla 12: Longitud del lanzamiento de Reinikainen y Martínez

En cuanto a los tipos de trayectoria que se observan (ver tabla 13) comprobamos que los valores para los dos lanzadores son semejante, como sería lógico esperar.










Tipo A <sub>1</sub>	Tipo A <sub>2</sub>	Tipo A <sub>3</sub>	Tipo B	Tipo C <sub>1</sub>
Rein→55 (39%)	36 (26%)	20 (14%)	7 (5 %)	8 (6%)
Mart→60 (42%)	35 (24%)	16 (11%)	11 (8%)	8 (6%)
				
Tipo C <sub>2</sub>	Tipo D <sub>1</sub>	Tipo D <sub>2</sub>	Tipo E	Total respuest.
0	10 (7%)	2 (1%)	2 (1%)	140
0	9 (6%)	3 (2%)	2 (1%)	144
				

Tabla 13: Datos del tipo de trayectoria para la pregunta 3

También es interesante destacar que las trayectorias consideradas de forma más significativa son las de tipo ( $A_1$ ,  $A_2$  y  $A_3$ ) con más del 75%. Comparando estos resultados con los de la tabla 10 de la pregunta 2-d sobre tiros oblicuos, observamos que los resultados de tipo A, los más realistas, apenas rozaban allí el 50%. Además, casi han desaparecido los movimientos bruscos (grafos tipo C) y los de caída en vertical tras un vuelo horizontal (tipo B). Es evidente que existe un desajuste entre las ideas sobre la trayectoria que sigue un objeto y la percepción inmediata que se tiene de este fenómeno.

#### Pregunta 4

Por la dispersión de las respuestas, se observa que, si el alumnado dispone de rango de decisión, ofrece los puntos de vista que más le llaman la atención (términos relacionados con la velocidad y la aceleración o con las cuestiones subjetivas y de perspectiva personal) Este factor -no deseable en algunos casos- nos debe hacer reflexionar sobre el grado y la dirección de la atención del alumnado hacia lo que a nosotros nos interesa.

TIPOS DE RESPUESTAS	Nº RESPUESTAS
Hay movimiento para poder coger	16
Se mantiene como hemos tirado	8
Distinta gravedad	71
No cae pronto	30
Sin aceleración	24
Flota	36
Continua trayectoria	22
Misma velocidad	55
Se mueve lentamente	35
Va girando	1
El suelo atrae	1
Hacia arriba	3
Movimiento descontrolado	3
Vuelve	3
Se mueve muy deprisa	2
Patatas de pollo en los astronautas	1
Llega mas lejos	1
Se puede coger mejor	2

Tabla 14: Unidades de contenido para la pregunta 4

### Pregunta 5

Buscando analizar, de forma más específica la interpretación que sobre las trayectorias de los objetos en situaciones de no gravedad plantean los alumnos, ofrecemos los datos gráficos y el número de respuestas para cada tipo de grafo en los cuatro casos planteados.






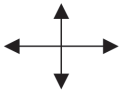




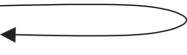

Tipo A 51 (34 %)	Tipo B 10 (7 %)	Tipo C 27 (18 %)	Tipo D 29 (20 %)
			
Tipo E 4 (3%)	Tipo F 3 (2%)	Tipo G 8 (5 %)	Tipo H 6 (4%)
			
Tipo I 1 (1%)	Tipo J 5 (3%)	Tipo K 2 (1%)	Tipo L 2 (1%)
			

Tabla 15: Pregunta 5-a



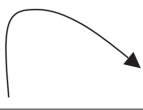
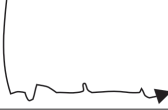

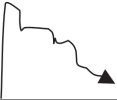

Tipo A 84 (56 %)	Tipo B 34 (23 %)	Tipo C 10 (7 %)	Tipo D 1 (1%)
			
Tipo E 11 (7 %)	Tipo F 5 (3%)	Tipo G 4 (3%)	Total respuest. 149
			

Tabla 16: Pregunta 5-b







Tipo A	Tipo B	Tipo C
109 (73 %)	14 (9 %)	16 (11 %)
		
Tipo D	Tipo E	Tipo F
3 (2%)	5(3%)	2 (1%)
		

Tabla 17: Pregunta 5-c




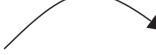

Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Tipo E
81 (54 %)	17 (11%)	19 (13%)	30 (20 %)	2 (1%)
				

Tabla 18: Pregunta 5-d

Lo primero que llama la atención es que el número de respuestas es muy alto para una situación no habitual para el alumnado como es la ingravidez. Lo segundo que destaca es la enorme dispersión del tipo de respuestas, aunque muchas tengan frecuencias muy bajas.

En la pregunta 5-a observamos que el 35 % se inclinan por las trayectorias del tipo A que implica que el objeto se queda quieto. A estas respuestas habría que sumar, tal vez, las del tipo F que parece indicar que se puede mover en cualquier sentido, sin dar prioridad a ninguno.

También es interesante la tipo B que indica que el objeto se mueve “flotando” (¿tal vez como una pluma?) Es posible que el alumnado, ante la falta de experiencias fuera de un campo gravitatorio, busque un referente en situaciones más cercanas que parecen vulnerar la fuerza de la gravedad. Este tipo de gráficas o grafos de trayectorias “flotantes” se repiten para, al menos, dos tipos de trayectorias en cada pregunta de esta serie.

En la pregunta 5-b se observa que la mayoría, el 56% dan una respuesta correcta y un 23% empiezan considerando que el objeto sube pero que termina por “flotar”. Aunque no es el tema que considerábamos prioritario, parece que les cuesta aplicar la ley de la inercia.

## Pregunta 6

A esta pregunta contestaron 115 alumnos (no respondieron 35) haciendo referencia a los ítem que se pueden consultar en la tabla 19.

Unidades de contenido	Nº de respuestas
Orbitará el Sol	10
Se estrellará contra Tierra	102
año	50
Es muy grande	58
Matará mucha gente	16
Trayectoria	28

Tabla 19: Respuestas a la pregunta 6

Una vez más el alumnado centra sus respuestas en cuestiones de carácter personal o humano. Además, se observa que el tiempo y el tamaño tienen más importancia que la peligrosa trayectoria de colisión del meteorito, que es el origen de los males.

## Pregunta 7

Según las respuestas, que se pueden analizar en la tabla 20, sólo 34 alumnos ven (o consideran importante) la aplicación del estudio de las trayectorias para cuestiones científicas o tecnológicas. Por el contrario, 79 hablan de deporte y de coger, lanzar o chocar contra algo en primera persona.

Cuando tiras/te tiran algo/chocar	38
Deportes	41
Coches/misiles/naves	22
Movimientos de planetas	11
Agua	1
Por la gravedad	1
Material	2

Tabla 20: Respuestas a la pregunta 7

Esto nos debe hacer pensar que, si nos dirigimos a las cuestiones que más les interesan, se sentirán más motivados. Sin embargo, no podemos olvidar que nuestra intervención también puede propiciar una motivación del alumnado por otros aspectos del tema que no entraban en nuestras intenciones educativas.

## 5. Crítica, discusión y conclusiones

La producción de un vídeo de trabajo implica una serie de dificultades que se deben tener en cuenta. El primero de estos problemas surge cuando el profesor desconoce las herramientas, los métodos y el lenguaje audiovisual. El segundo se refiere a la integración de la nueva tecnología en las actividades escolares, actividades que se han visto profundamente afectadas por los medios electrónicos y audiovisuales que demandan nuevas formas de alfabetización (Borrego, 2000). El tercero se debe a la falta de métodos de valoración adecuados del aprendizaje a partir de la imagen (Insausti, 1995). Esperamos que este trabajo permita un acercamiento a estas cuestiones, y que la tipología y la clasificación que sobre las imágenes de las trayectorias se ha expuesto puedan ayudar a avanzar en este camino.

En particular, consideramos interesante destacar que un análisis de “qué vemos o percibimos” como el mostrado, se puede hacer con cualquier alumno, independientemente de su edad, nivel de conocimiento o cultura de procedencia. Esta afirmación se sustenta en el elevado número de respuestas que se da a las preguntas gráficas frente a las discursivas. Por el contrario, este tipo de estudios gráficos ofrecen muy poco margen de decisión a los alumnos y, por tanto, no permiten que afloren los aspectos que más les llaman la atención. Recordemos que el alumnado parece más sensible a factores humanos que físicos y este método no atiende a estas cuestiones.

Por otra parte, el uso de medios audiovisuales nos ha permitido barrer un gran número de situaciones que por otros cauces no habría sido posible. En esta grabación pudimos situarnos en el espacio y en el mundo virtual de los “dibos”. Estas y otras situaciones no parecen sorprender al alumnado que está acostumbrado a recibir información “científica” a través de la publicidad, la prensa, la televisión o Internet (Campanario, 2001). Sobre este punto es necesario reflexionar: ¿se debe enseñar lo mismo (y del mismo modo) con la pizarra que con las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación? (Sanmartín, 2001). En este sentido, entendemos que la utilización del vídeo con inserción de imágenes motivadoras es un factor a considerar. Si bien es cierto que la posibilidad de producir vídeos de trabajo tan estructurados como el utilizado aquí es algo complicado para el desarrollo habitual de las clases, siempre es posible elegir cortes de televisión para comentar, buscar errores o introducir una explicación.



Debemos asumir que, en el justo equilibrio entre atraer la atención con cuestiones interesantes para ellos y motivar al alumnado con asuntos novedosos e importantes para nosotros, está el “arte” de poder “enganchar” con nuestros alumnos y “tirar” de ellos hacia las cuestiones que la ciencia si puede explicar en su estado de conocimiento.

Para analizar “cómo es entendida” una secuencia, hemos asumido que los mecanismos generales por los que la información “televisual” es adquirida y procesada por el individuo son los mismos que han sido descritos para otras situaciones de aprendizaje (Schwartz, 1993). Sin embargo, hay que tener presente que incluso una sola imagen, en general, tiene tanta información que puede distraer o dificultar su asimilación. Lo que solemos hacer es seleccionar sólo aquello que es importante para nosotros (Soler, 2002). En este sentido, ante el reto de “contar” cómo es la realidad, debemos reflexionar sobre la parte de la realidad que nuestros alumnos ven o lo que les llama la atención y la realidad que la física es capaz de explicar.

Dado que todos contemplaron las mismas imágenes, parece que los esquemas conceptuales existentes son los encargados de hacernos ver la realidad de un modo u otro. Estos, los modelos mentales de trabajo, pueden ser contruidos como resultado de la percepción, la experiencia interna o la interacción social del individuo (Greca y Moreira, 1998); que a su vez, influyen en como percibimos. Resulta obvio, por tanto, que ver algo no es aprender y que mostrar algo no es enseñar.

## 6. Referencias bibliográficas

- Aguinaga, M. (2002). Un ejercicio con gráficas: un lenguaje de la ciencia. *Alambique*, 32, 109-117
- Borrego, C. (2000). Perspectivas sobre la alfabetización audiovisual. *Investigación en la escuela*, 41, 5-20
- Burke, P. (2000). *A social history of knowledge. From Gutenberg to Diderot*. Cambridge: Polity Press & Blackwell Publishers.
- Campanario, J.M., Moya, A. y Otero, J.C. (2001). Invocaciones y usos inadecuados en la ciencia en la publicidad. *Enseñanza de las ciencias*, 19(1), 45-56
- Ezquerra, A. (2004). ¿Podemos aprender ciencia con la televisión? *Educatio Siglo XXI*, 20-21 (en prensa).
- García Arques, J.J. (2002). Viñetas de cómic en la enseñanza de la física. *Alambique*, 32, 101-108
- Greca, I.M. y Moreira, M.A. (1998). Modelos mentales y aprendizaje de física en electricidad y magnetismo. *Enseñanza de las ciencias*, 16(2), 289-303

- Insausti, M.J., Beltrán, M.T. y García, R. (1995). La utilización del vídeo para la enseñanza de conceptos básicos (calor y temperatura). *Enseñanza de las ciencias*, 13(2), 193-198
- Linn, M.C. (2002). Promover la educación científica a través de las tecnologías de la información y comunicación (TIC). *Enseñanza de las ciencias*, 20(3), 347-355
- Llitjós, A., Estopá, C. y Miró, A. (1994). Elaboración y utilización de audiovisuales en la enseñanza de la química. *Enseñanza de las ciencias*, 12(1), 57-62
- Margenau, H. (1970). La naturaleza de la realidad física. Una filosofía de la Física moderna. Madrid: editorial Tecnos.
- Sánchez del Río, C. (1986). Los principios de la Física en su evolución histórica. Madrid: Editorial de la Universidad Complutense.
- Sanmartí, N e Izquierdo, M. (2001). Cambio y conservación en la enseñanza de las ciencias ante las TIC. *Alambique*, 29, 71-83
- Schwartz, D.L. (1993). The construction and analogical transfer or symbolic visualisations. *Journal of research in science teaching*, 30, 1309-1325
- Soler, V.F. (2002). El problema de la imagen en la enseñanza de la física. *Alambique*, 32, 92-100
- Worner, C.H., Romero, A. (1998). Una manera de enseñar física: física y humor. *Enseñanza de las ciencias*, 16(1), 187-192

## Anexo I: Descripción (escaleta) del vídeo

CORTE N°	DURACIÓN	TIPO	DESCRIPCIÓN
1	7"	Carátula. Texto.	Vas a ver escenas de TV de lanzamientos y caídas. ¡¡Algunas muy divertidas!!
2	9"	Vídeo. Animación.	Hommer lanza un paquete postal que da infinitos botes antes de entrar en la cesta. Mientras observa la puerta de la oficina postal se cierra y le pilla la cabeza.
3	16"	Vídeo. Animación.	El demonio de Tasmania es lanzado hacia un helicóptero. Cuando llega, golpea a los pilotos, sacándolos del aparato. Estos se quedan fuera, flotando en el aire, hasta que "se dan cuenta" y caen.
4	32"	Vídeo. Animación.	El pato Lucas dispara sobre un oso. Este se enfada, coge al pato le hace tragar las balas, le agita y apoyándose en una señal de madera lo catapulta. El pato vuela en línea recta hasta golpear contra un árbol. En ese momento el pato empieza a escupir-disparar como una metralleta.
5	19"	Carátula. Texto.	El camino que sigue un objeto... <ul style="list-style-type: none"> <li>• El camino que sigue un objeto cuando se mueve se llama... TRAYECTORIA.</li> <li>• Cuando tenemos un chorro de agua la TRAYECTORIA se puede ver.</li> <li>• Cuando no tenemos agua nos podemos imaginar la TRAYECTORIA.</li> </ul>
6	17"	Vídeo. Animación.	Un señor está regando. El pájaro loco es salpicado y recrimina al señor que le ha mojado. El señor apunta su manguera contra una roca y el rebote del agua moja al pájaro. En todo momento se ve claramente la trayectoria del agua.
7	50"	Carátula. Texto.	Podrías dibujar la trayectoria que sigue un objeto cuando: a) b) c) d) [NOTA: se ven los dibujos de la pregunta 2 de la encuesta, pero con colores.]
8	7"	Carátula. Texto.	Vas a ver un lanzamiento real.

CORTE Nº	DURACIÓN	TIPO	DESCRIPCIÓN
9	51"	Vídeo. Real.	Tepa Rainikainen lanza el peso. Se repite lanzamiento con toma cenital. Al final el locutor indica el alcance del lanzamiento. También aparece superpuesto el dato en pantalla: 20,44 m.
10	49"	Vídeo. Real.	Manuel Martínez lanza el peso. Se repite lanzamiento con toma lateral. Al final el locutor indica el alcance del lanzamiento. También aparece superpuesto el dato en pantalla: 21,7 m.
11	23"	Carátula. Texto.	Podrías dibujar la trayectoria que sigue el peso que ha lanzado el atleta. [NOTA: Se ve el eje de coordenadas como el de la encuesta]
12	7"	Carátula. Texto.	Y qué pasa en el espacio...
13	2' 7"	Vídeo. Documental.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ven astronautas en el espacio.</li> <li>• Se describen los efectos biológicos de la gravedad.</li> <li>• Se indica la aparente pre-existencia de un "mapa" de la gravedad en nuestra mente.</li> <li>• Imágenes virtuales de un experimento: Se lanzan unas pelotas para que los astronautas las cojan. Al no haber gravedad las pelotas viajan en línea recta y sin aceleración. Imágenes de personas jugando a la pelota en la Tierra.</li> </ul>
14	10"	Carátula. Texto.	Podrías imaginar la trayectoria en el espacio de un objeto, cuando... a) b) c) d) [NOTA: se ven los dibujos de la pregunta 5 de la encuesta, pero con colores.]
15	13"	Carátula. Texto.	Saber la trayectoria de un objeto es importante en muchas situaciones. Por ejemplo, cuando tiras a canasta o para que no se choquen los aviones,... La ciencia que estudia como se mueven los objetos es una parte de la Física que se llama Mecánica

CORTE Nº	DURACIÓN	TIPO	DESCRIPCIÓN
16	4' 5"	Vídeo. Fragmentos de la película: Deep Impact.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unos niños están en clase de astronomía nocturna observando estrellas. Observan un cuerpo extraño.</li> <li>• Envían las fotos a un científico. Este trata de identificar el cuerpo celeste y.... ¡susto! Un meteorito gigante viene hacia la Tierra.</li> <li>• El presidente de EEUU (actor de raza negra), en rueda de prensa; desvela al mundo el descubrimiento. Utiliza representación virtual de la trayectoria y aporta datos.</li> </ul>
17	37"	Carátula. Texto.	Pon algunos ejemplos más en los que sea importante para ti, o para todos, saber la trayectoria de un objeto.

## Anexo II: Cuestionario

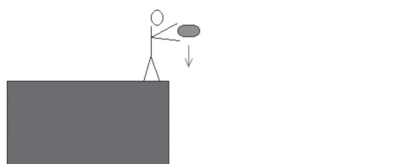
Vas a ver escenas de televisión  
¡¡Algunas muy divertidas!!

1. De las siguientes escenas de lanzamientos y caídas indica si alguna es imposible y por qué....

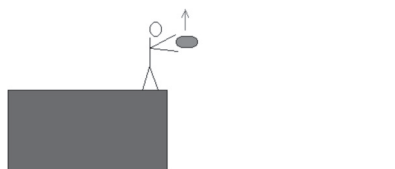
- A) LOS SIMPSON
- B) EL DEMONIO DE TASMANIA
- C) EL PATO LUCAS

2. Podrías dibujar la trayectoria que sigue un objeto cuando...

a) CUANDO CAE DESDE UN SITO ALTO....

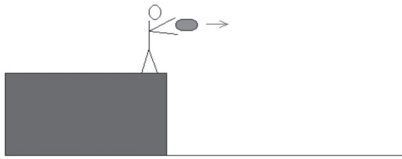


b) CUANDO ES LANZADO HACIA ARRIBA

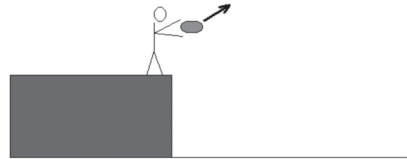


¿Cómo ve el alumnado la trayectoria de un objeto? Análisis de imágenes....  
ÁNGEL EZQUERRA MARTÍNEZ

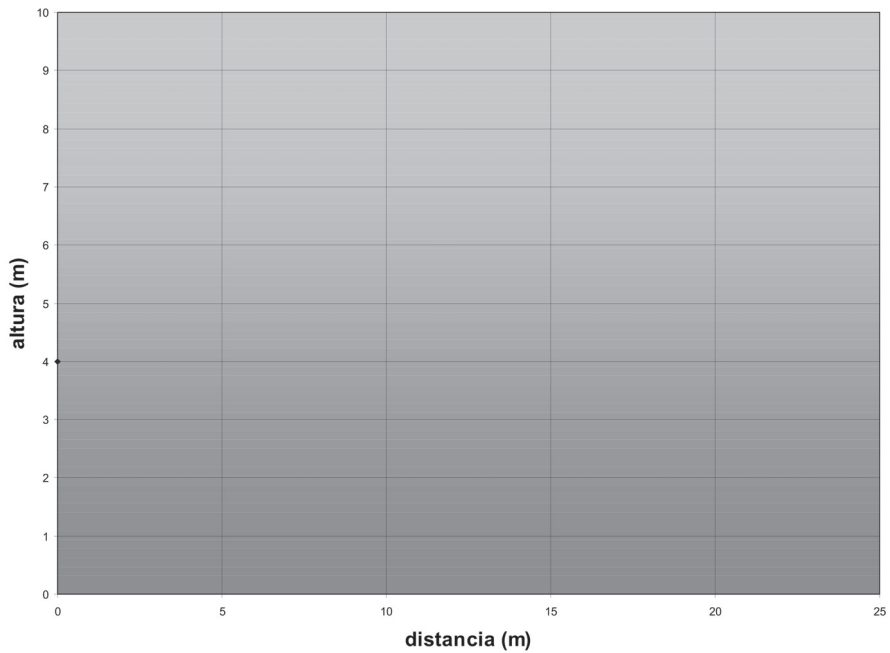
c) CUANDO ES LANZADO HACIA DELANTE



d) CUANDO ES LANZADO COMO SE VE



3. Podrías dibujar las trayectorias que sigue los peso que han lanzado TEPA REINIKAINEN y MANUEL MARTÍNEZ. Distingue cada trayectoria de algún modo

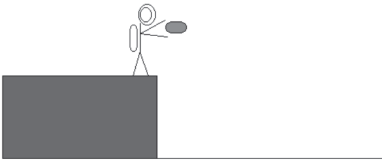


#### 4. Y QUE PASA EN EL ESPACIO.....

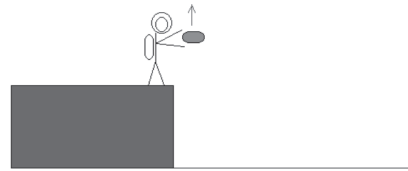
Explica qué ocurre en el espacio cuando lanzamos un objeto

5. Podrías imaginar la trayectoria en el espacio de un objeto...

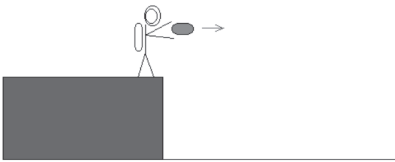
a) CUANDO LO SUELTAS DESDE UN SITIO ALTO



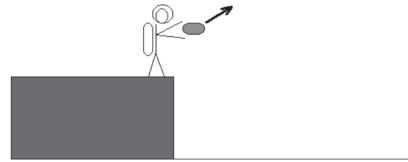
b) CUANDO ES LANZADO HACIA ARRIBA



c) CUANDO ES LANZADO HACIA DELANTE



d) CUANDO ES LANZADO COMO SE VE



6. Podrías resumir brevemente qué explican en la rueda de prensa

7. Pon algunos ejemplos más en los que sea importante para ti, o para todos, saber la trayectoria de un objeto.

GRACIAS POR TU COLABORACIÓN

CURSO:                      EDAD:                      ERES..... CHICOO CHICA

[ESTA COPIA NO OFRECE ESPACIOS ENTRE PREGUNTAS PARA DESARROLLAR LAS RESPUESTAS COMO EL ORIGINAL QUE RECIBIÓ EL ALUMNADO]