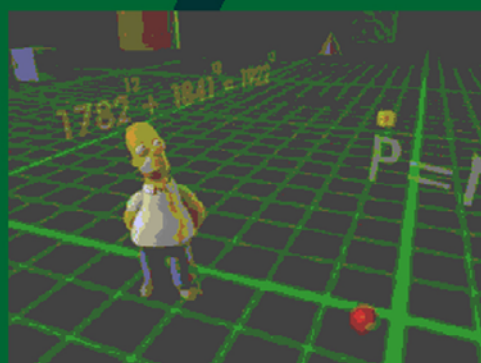


DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LAS
CIENCIAS EXPERIMENTALES

UNIVERSIDAD DE GRANADA

FÍSICA Y DIBUJOS ANIMADOS

*Una estrategia de alfabetización científica y audiovisual
en la Educación Secundaria.*



Tesis Doctoral realizada por: José Miguel Vilchez González.
Director: Dr. Francisco Javier Perales Palacios.

Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: José Miguel Vilchez González
D.L.: Gr. 1080 - 2005
ISBN:



DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LAS
CIENCIAS EXPERIMENTALES

UNIVERSIDAD DE GRANADA

***FÍSICA Y DIBUJOS ANIMADOS. UNA ESTRATEGIA
DE ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA Y AUDIOVISUAL
EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA***

Tesis Doctoral realizada por: José Miguel Vílchez González.

Dirigida por: Dr. Francisco Javier Perales Palacios.

Granada, 2004

VºBº El Director

El Doctorando

Fdo. Francisco Javier Perales Palacios

Fdo. José Miguel Vílchez González

En memoria de Alejandra

Quiero mostrar mi agradecimiento a Maite, por la paciencia que ha tenido durante el desarrollo del trabajo, la cantidad de dibujos animados que ha visto y el ánimo que me ha dado cuando las fuerzas flaqueaban. También a mis padres, hermana y sobrinos, que, como de costumbre, me han apoyado siempre que lo he necesitado. A los analistas, Antonio Javier Moreno Verdejo, José Gabriel Villalobos Galdeano, Francisco Javier Egea Titos y José Luis Sierra Fernández, que además de pasar un buen rato han tenido la paciencia para, durante dos años, ocupar parte de su tiempo en participar en esta difícil empresa. En especial a Antonio, por animarme a desarrollar este trabajo y conversar largos ratos sobre su evolución, y a Gabriel (físico de nacimiento, que posiblemente algún día se anime a abrir su mente a otros menesteres intelectuales), por prestarse a realizar una experiencia puntual con dibujos animados en sus clases. A todos los profesores de los Cursos de Doctorado, que han puesto a mi disposición sus conocimientos, consiguiendo poco a poco eliminar de mi ser ese determinismo con el que en ocasiones nos movemos por la vida todos aquellos que hemos enfocado nuestros estudios por los escabrosos y estimulantes caminos de la Física. Y, especialmente, a Francisco Javier Perales Palacios, por el semblante que siempre ha mostrado en todas las entrevistas que hemos tenido a lo largo del desarrollo de la investigación, y por toda la ayuda prestada (que no ha sido poca) cuando la situación lo requería. A todos los profesores con los que compartí mi experiencia en la Sección del I.E.S. Trevenque, de espíritu positivo, imprescindible en estos casos. A Manuel Moreno, a Juan Miguel Campanario y a Manuel Área, por hacer caso a un desconocido que solicita información. A todos mis amigos de Peñuelas que piensan que lo que hago no es trabajar, y a los que no lo piensan. Y, por si alguien se me olvida, a todos mis amigos y familiares.

ÍNDICE

Índice de Tablas, Gráficas y Figuras.	11
INTRODUCCIÓN.	15
CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN.	23
I.1. La televisión y sus efectos sociales.	23
I.1.1. Introducción.	23
I.1.2. Fuentes de aprendizaje informal de la ciencia.	24
I.1.3. Medios de comunicación de masas.	26
I.1.4. La televisión.	29
I.1.5. Hábitos televisivos y compromisos sociales.	38
I.1.6. Programación infantil y juvenil. Preferencias.	39
I.1.7. Estereotipos. El caso de la ciencia y los científicos.	42
I.2. Didáctica de las ciencias y alfabetización científica.	46
I.2.1. Dominios de conocimiento científico, escolar y cotidiano.	46
I.2.2. Diferencias entre conocimiento científico, escolar y cotidiano.	47
I.2.3. La transposición didáctica del conocimiento científico.	57
I.2.4. Alfabetización científica.	59
I.3. Una estrategia de pretensión triple.	62
I.3.1. Tres grandes objetivos.	63
I.3.2. Desarrollo de la estrategia.	64
CAPÍTULO II. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.	69
II.1. Objetivos	69
II.2. Revisión bibliográfica.	70
II.2.1. Revistas.	70
II.2.2. Prensa.	71
II.2.3. Libros.	72
II.2.4. Internet y correo electrónico..	72
II.2.5. Emisiones televisivas.	73
II.3. Supuestos de la investigación.	73
II.4. Investigación cualitativa vs. cuantitativa.	74
II.5. Variables.	75
II.6. Instrumentos de medida y de observación.	75
CAPÍTULO III. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.	77
III.1. Muestras participantes.	77
III.2. Experimentación.	78
III.2.1. Material.	78
III.2.2. Metodología	79
III.2.2.1. "Prueba Piloto" (curso 1999/2000).	79
III.2.2.2. "Segunda Experiencia" (curso 2000/2001).	80
III.2.2.3. "Tercera Experiencia" (curso 2001/2002).	85
III.3. Contenido científico en dibujos animados.	88
III.4. Identificación de ideas previas.	89

CAPÍTULO IV. RESULTADOS. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS MISMOS.	91
IV.1. La identificación de ideas previas.	91
IV.2. Análisis de capítulos completos de dibujos animados.	96
IV.2.1. Análisis individual de profesores. Prueba Piloto. Curso 1999/2000. Capítulo: POKÉMON (Tele5, 22 de enero de 2000).	96
IV.2.2. Análisis individuales de alumnos. Prueba Piloto. Curso 1999/2000. Capítulo: POKÉMON (Tele5, 22 de enero de 2000).	102
IV.2.3. Comparación de fenómenos identificados en la Prueba Piloto por profesores y alumnos. Curso 1999/2000.	108
IV.2.4. Análisis individual de profesores. Segunda Experiencia. Curso 2000/2001. Capítulo: Los Simpsons (Antena 3, 22 de enero de 2000).	112
IV.2.5. Análisis individuales de alumnos. Segunda Experiencia. Curso 2000/2001. Capítulo: Los Simpsons (Antena 3, 22 de enero de 2000).	116
IV.2.6. Comparación de fenómenos identificados en la Segunda Experiencia por profesores y alumnos. Curso 2000/2001.	123
IV.2.7. Campos de la Física identificados.	126
IV.2.8. Rentabilidad didáctica del segundo análisis individual por parte de los estudiantes.	130
IV.3. Actividad de profundización. Segunda Experiencia. Curso 2000/2001.	134
IV.4. Análisis de secuencias con resolución de problemas. Tercera Experiencia (Curso 2001/2002).	147
IV.5. Estudio cuasiexperimental. Actividad Trevenque. Tercera Experiencia (curso 2001/2002).	159
IV.5.1. El cuestionario.	159
IV.5.2. Resultados del pretest.	162
IV.5.3. Resultados del postest.	165
IV.5.4. Eficacia de la herramienta.	168
IV.6. Evaluación con dibujos animados. Tercera Experiencia (Curso 2001/2002).	175
IV.7. Extrapolación de los análisis. Segunda Experiencia (Curso 2000/2001).	178
IV.7.1. Cuestionario a los alumnos.	178
IV.7.2. Entrevista con los padres.	181
IV.8. Análisis de contenido de capítulos de dibujos animados.	181
IV.8.1. Contenido científico de los dibujos animados.	181
IV.8.2. Imagen de la ciencia y del científico en los dibujos animados.	185
IV.8.3. Comparación entre la imagen de la ciencia presentada en dibujos animados y cómics.	192
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES	199
V.1. Verificación de los supuestos de partida.	199
V.2. Consecución de los objetivos planteados.	203
V.3. Relación con trabajos previos.	206
V.4. Futuras líneas de investigación.	208
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA	211

Anexos

Anexo 1. Transcripción de la sesión en clase. Prueba Piloto.	221
Anexo 2. Transcripción de las conversaciones en el aula. Segunda Experiencia.	229
Anexo 3. Transcripción de la sesión en el aula. Actividad de profundización. Segunda Experiencia.	251
Anexo 4. Cuestionario a los alumnos.	269
Anexo 5. Entrevista con los padres.	279
Anexo 6. Material por unidades de contenido.	281
Anexo 7. Sesiones de análisis con resolución de problemas. Tercera Experiencia.	287
Anexo 8. Evaluación con dibujos animados. Tercera Experiencia.	347
Anexo 9. Resumen de la sesión de análisis de la actividad Trevenque. Tercera Experiencia.	351
Anexo 10. Contenido científico en los dibujos animados.	355
Anexo 11. Análisis de la imagen de la ciencia y su entorno que se presenta en los dibujos animados.	369
Anexo 12. Revisión bibliográfica de ideas previas. Ideas previas identificadas.	375
Anexo 13. Relación con la normativa educativa.	385

ÍNDICE DE TABLAS, GRÁFICAS Y FIGURAS

TABLAS

Capítulo I. Fundamentación.

I.1.4. La televisión.

Tabla I. Los modelos familiares del consumo televisivo.	36
---	----

I.2.2. Diferencias entre conocimiento científico, escolar y cotidiano.

Tabla II.- Comparación entre dominios científico y cotidiano.	50
---	----

I.3.2. Desarrollo de la estrategia.

Tabla III. Leyes físicas de los dibujos animados.	65
---	----

Capítulo IV. Resultados. Análisis e interpretación de los mismos.

IV.1. La Identificación de ideas previas.

Tabla IV. Ideas previas identificadas.	92
--	----

IV.2. Análisis de capítulos completos de dibujos animados.

Tabla V. Análisis individuales de profesores. Prueba Piloto.	96
--	----

Tabla VI. Fenómenos identificados por los profesores. Prueba Piloto.	99
--	----

Tabla VII. Análisis individuales de alumnos. Prueba Piloto.	102
---	-----

Tabla VIII. Fenómenos identificados por los estudiantes. Prueba Piloto.	104
---	-----

Tabla IX. Número de fenómenos identificados por los estudiantes. Prueba Piloto.	107
---	-----

Tabla X. Fenómenos identificados en la Prueba Piloto.	108
---	-----

Tabla XI. Concordancia entre fenómenos identificados (rho de Spearman). Prueba Piloto.	111
--	-----

Tabla XII. Análisis individuales de profesores. Segunda Experiencia	112
---	-----

Tabla XIII. Fenómenos identificados por los profesores. Segunda Experiencia.	115
--	-----

Tabla XIV. Análisis individuales de alumnos. Segunda Experiencia.	117
---	-----

Tabla XV. Fenómenos identificados por los estudiantes. Segunda Experiencia.	121
---	-----

Tabla XVI. Fenómenos identificados en la Segunda Experiencia.	123
---	-----

Tabla XVII. Concordancia entre fenómenos identificados (rho de Spearman). Segunda Experiencia.	126
--	-----

Tabla XVIII. Campos a los que pertenecen los fenómenos identificados. Prueba Piloto	127
---	-----

Tabla XIX. Concordancia intercolectivo. Prueba Piloto.	128
--	-----

Tabla XX. Campos a los que pertenecen los fenómenos identificados. Segunda Experiencia.	128
---	-----

Tabla XXI. Concordancia intercolectivo. Segunda Experiencia.	129
--	-----

Tabla XXII. Número de fenómenos identificados por los estudiantes en las distintas actividades de la Prueba Piloto	131
--	-----

Tabla XXIII. Consistencia de las observaciones y nuevas observaciones.	132
--	-----

Tabla XXIV. Actividad de profundización. Segunda Experiencia.	134
---	-----

Tabla XXV. Desarrollo esquemático de la actividad de profundización.	136
--	-----

<u>IV.5. Estudio cuasiexperimental. Actividad Trevenque. Tercera Experiencia.</u>	
Tabla XXVI. Resultados del pretest. Grupo experimental.	162
Tabla XXVII. Resultados del pretest. Grupo de control.	163
Tabla XXVIII. Frecuencias de respuestas correctas en el pretest del grupo experimental.	164
Tabla XXIX. Frecuencias de respuestas correctas en el pretest del grupo de control.	165
Tabla XXX. Resultados del postest. Grupo experimental.	166
Tabla XXXI. Resultados del postest. Grupo de control.	167
Tabla XXXII. Frecuencias de respuestas correctas en el postest del grupo experimental.	167
Tabla XXXIII. Frecuencias de respuestas correctas en el postest del grupo de control.	168
Tabla XXXIV. Postest-Pretest. Grupo experimental.	169
Tabla XXXV. Postest-Pretest. Grupo de control.	170
Tabla XXXVI. Frecuencias en postest-pretest (normalizado). Grupo experimental.	170
Tabla XXXVII. Frecuencias en postest-pretest (normalizado). Grupo de control.	171
Tabla XXXVIII. Puntuaciones medias. Prueba T para muestras dependientes.	173
Tabla XXXIX. Alumnos que responden correctamente a las cuestiones.	174
 <u>IV.6. Evaluación con dibujos animados. Tercera Experiencia.</u>	
Tabla XL. Comparación entre fenómenos identificados en la Segunda Experiencia y en la actividad de evaluación.	175
 <u>IV.8. Análisis de contenido de capítulos de dibujos animados.</u>	
Tabla XLI. Referencias científicas en los capítulos analizados.	182
Tabla XLII. Incidencia de los capítulos analizados en la imagen de la ciencia y su entorno presentada por los dibujos animados.	186
Tabla XLIII. Imagen de la ciencia presentada por los cómics educativos.	192
Tabla XLIV. Comparación entre imágenes de la ciencia presentada en cómics y dibujos animados. Prueba "z".	197
 Capítulo V. Conclusiones.	
 <u>V.3. Relación con trabajos previos.</u>	
Tabla XLV. Relación con trabajos previos.	207
 Anexos.	
Tabla Anexo 10. Contenido científico en los dibujos animados.	355
Tabla Anexo 11. Imagen de la ciencia en los dibujos animados.	370
Tabla Anexo 12. Identificación de ideas previas.	382

GRÁFICAS

Capítulo IV. Resultados. Análisis e interpretación de los mismos.

IV.2. Análisis de capítulos completos de dibujos animados.

Gráfica 1. Concordancia entre profesores. Prueba Piloto	101
Gráfica 2. Concordancia entre estudiantes. Prueba Piloto	107
Gráfica 3. Concordancia intercolectivo. Prueba Piloto	111
Gráfica 4. Concordancia entre profesores. Segunda Experiencia	116
Gráfica 5. Concordancia entre estudiantes. Segunda Experiencia	123
Gráfica 6. Concordancia intercolectivo. Segunda Experiencia	126
Gráfica 7. Evolución en los fenómenos detectados. Prueba Piloto	131

IV.5. Estudio cuasiexperimental. Actividad Trevenque. Tercera Experiencia.

Gráfica 8. Frecuencias de respuestas correctas en el pretest del grupo experimental.	165
Gráfica 9. Frecuencias de respuestas correctas en el pretest del grupo de control.	165
Gráfica 10. Frecuencias de respuestas correctas en el postest del grupo experimental.	168
Gráfica 11. Frecuencias de respuestas correctas en el postest del grupo de control.	168
Gráfica 12. Frecuencias en postest–pretest (normalizado). Grupo experimental.	171
Gráfica 13. Frecuencias en postest–pretest (normalizado). Grupo de control.	171
Gráfica 14. Respuestas correctas del grupo experimental.	172
Gráfica 15. Respuestas correctas del grupo de control.	172
Gráfica 16. Medias comparadas de ambos grupos en los dos cuestionarios.	173

IV.8. Análisis de contenido de capítulos de dibujos animados.

Gráfica 17. Imagen empirista y ateórica de la ciencia.	187
Gráfica 18. Imagen rígida de la ciencia.	188
Gráfica 19. Imagen apromblemática y ahistórica de la ciencia.	188
Gráfica 20. Imagen exclusivamente analítica de la ciencia.	189
Gráfica 21. Imagen acumulativa de la ciencia.	189
Gráfica 22. Imagen individualista de la ciencia.	190
Gráfica 23. Imagen velada y elitista de la ciencia.	190
Gráfica 24. Imagen descontextualizada de la ciencia.	191
Gráfica 25. Imagen de la ciencia en los dibujos animados.	191
Gráfica 26. Imagen de la ciencia presentada por los cómics educativos.	193
Gráfica 27. Imagen de la ciencia presentada por los dibujos animados. Referencias sonoras.	193
Gráfica 28. Imagen de la ciencia presentada por los dibujos animados. Referencias visuales.	194
Gráfica 29. Imagen de la ciencia presentada por los dibujos animados. Referencias sonoro-visuales.	194
Gráfica 30. Comparación entre las imágenes de la ciencia presentada en los dibujos animados y en los cómics.	196

FIGURAS

Capítulo I. Fundamentación.

I.1.4. La televisión.

Figura 1. Viñeta del IDEAL. Forges. 33

I.2.2. Diferencias entre conocimiento científico, escolar y cotidiano.

Figura 2. Tipos de conocimiento en un dominio. 49

I.2.3. La transposición didáctica del conocimiento científico.

Figura 3. Esquema de relaciones entre ciencia, epistemología, enseñanza y aprendizaje científicos. 57

Capítulo III. Desarrollo de la investigación.

III.2. Experimentación.

Figura 4. Tabla de análisis de la Prueba Piloto. 79

Figura 5. Tabla de análisis de la Segunda Experiencia. 81

Figura 6. Identificación y localización de leyes. Experiencia de profundización. 82

Figura 7. Cuestionario a los alumnos. 83

Figura 8. Entrevista con los padres. 84

Figura 9. Organigrama temporal correspondiente a las dos primeras experiencias 84

Figura 10. Organigrama temporal correspondiente a la "actividad Trevenque" 88

Capítulo IV. Resultados. Análisis e interpretación de los mismos.

IV.4. Análisis de secuencias con resolución de problemas. Tercera Experiencia.

Figura 11. Los gatos quieren el nido 148

Figura 12. Intercambio entre globos 149

Figura 13. El pico de Donald es elástico 150

Figura 14. Superpato con el submarino 150

Figura 15. La habitación comienza a inundarse 151

Figura 16. La barca que no curva 152

Figura 17. Subiendo el puente 152

Figura 18. Bart y el globo terráqueo 153

Figura 19. Aparición de Edison 154

Figura 20. Donald va a patinar 155

Figura 21. La ascensión de Ace 157

Figura 22. Bugs Bunny saltando 158

Figura 23. Flotando en la nave 158

IV.5. Estudio cuasiexperimental. Actividad Trevenque. Tercera Experiencia

Figura 24. Cuestionario utilizado en la actividad Trevenque. 160

IV.8. Análisis de contenido de capítulos de dibujos animados.

Figura 25. Imágenes deformadas de la ciencia y del trabajo de los científicos (Gallego, 2002) 185

INTRODUCCIÓN

La formación didáctica de los licenciados en carreras de ciencias experimentales en la Universidad de Granada era (y seguramente lo siga siendo) prácticamente nula a finales de la década de los 80 principios de los 90, momento en el que concluí mis estudios de Ciencias Físicas. En palabras de F. Javier Perales, *“la formación institucionalizada psicodidáctica mengua progresivamente en el ámbito español desde la Educación Infantil a la Secundaria, agotándose al alcanzar a la Universitaria.”* (Perales, 1998).

Sin embargo, una de las salidas profesionales tradicionales ha sido la de opositar al Cuerpo de Profesores de Educación Secundaria y, dada la saturación de la empresa privada en algunos periodos, en ocasiones suponía la única alternativa de muchos licenciados.

La única alternativa institucional ante la escasa formación didáctica anteriormente destacada se instauró hace algunas décadas mediante un Curso de Adaptación Pedagógica (CAP), en el que los futuros opositores a la docencia tienen su primer contacto con los aspectos pedagógicos y didácticos que, se supone, van a dirigir su actividad como formadores de futuros ciudadanos. A principios de los 90, sin profundizar en los motivos que lo produjeron, este CAP era más un trámite burocrático que un curso orientado a sus objetivos.

La situación obliga, si en el profesional de la docencia existe un mínimo de dignidad y responsabilidad, a adquirir esta formación de forma autónoma. La mejor opción para ello es, sin duda, la formación universitaria de Tercer Ciclo. Animado por mis inquietudes, por compañeros de trabajo y por los familiares más allegados, me vi envuelto, en el año 1998, en conceptos que no entendía, metodologías de las que nunca había oído hablar, ideas sin desarrollar y otras desbancadas por las más actuales, investigaciones orientadas a la mejora de la práctica educativa, y un ambiente de trabajo impulsado por la motivación y el calor humano de un grupo de personas que, independientemente de que fueran compañeros o profesores, compartíamos los mismos objetivos. En definitiva, me vi inscrito en los cursos del Programa de Doctorado de Didáctica de las Ciencias Experimentales, del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Granada.

Este es el contexto en el que surge la investigación que presentamos a continuación. En el primer año de los Cursos de Doctorado elegí uno de carácter opcional que se llamaba “resolución de problemas y trabajos prácticos en ciencias”, dada la importancia que tienen ambos tópicos en las

asignaturas de ciencias. El curso lo impartió el Dr. Francisco Javier Perales Palacios, y ése fue nuestro primer contacto.

Fue durante el desarrollo de este curso cuando Javier se convirtió en el Director de esta tesis y yo en el dirigido. Era una idea que rondaba entre sus pensamientos desde hacía tiempo, y que decidió proponerme en ese momento. No tuve que pensar mucho antes de aceptarla. Es difícil rechazar la idea de trabajar con dibujos animados en las clases de Física y Química, máxime cuando yo también había criticado siempre el hecho de que se violaran tantas leyes físicas en estos programas (y en otros), teniendo en cuenta a quién van dirigidos, los niños y adolescentes, que aún no disponen de criterios para distinguir lo real de lo ficticio. Analizar dibujos animados, criticando estas violaciones de las leyes de la naturaleza, podría contribuir sin duda al desarrollo social y científico de los alumnos. Lo que nunca pensé es que, como veremos a continuación, este trabajo pudiera dar tanto fruto.

En ese momento me encontraba dando clases de Física y Química de 4º de E.S.O. en una Sección de Educación Secundaria Obligatoria ubicada en Pradollano (Monachil, Granada), famosa estación de esquí de Sierra Nevada. La ilusión de Javier por desarrollar su idea, mis inquietudes personales y profesionales y el hecho de disponer de clases con un número reducido de alumnos (tres o cuatro por curso, en un instituto de línea 1), fueron los tres componentes necesarios para comenzar la investigación en el curso académico 1999/2000. Trabajar con pocos alumnos facilitaría sin lugar a dudas el desarrollo de la misma, que en lo referente a actividades con alumnos concluyó en el curso 2001/2002. En septiembre de 2002 fui destinado a la Sección de Educación Secundaria Obligatoria de Alquife (Granada), en la que no se impartía Física y Química de 4º de E.S.O., ya que los alumnos del Centro no la elegían como optativa dada su dificultad¹. Durante estos dos últimos años nos hemos centrado, pues, en el análisis exhaustivo de los datos recogidos durante los tres anteriores, así como a completar algunos objetivos de la investigación no relacionados con el trabajo directo en el aula.

No obstante, queríamos comprobar si el uso de dibujos animados en grupos más numerosos, y en otros niveles, también daba los resultados esperados. Para ello contamos con la colaboración de un compañero y amigo que impartía clases de Física y Química en el I.E.S. Trevenque (La Zubia, Granada), centro matriz de la Sección de Pradollano. Fue una actividad puntual con alumnos de 1º de Bachillerato en la que, por otra parte, pudimos contar por primera vez con un grupo experimental y otro de control para contrastar los resultados.

¹ Nos es grato apreciar que poco a poco son más los alumnos que estarían dispuestos a recibir enseñanzas de Física y Química, al descubrir durante 3º de E.S.O. que no es tan difícil como pensaban, fruto de la metodología utilizada. Sin ser novedosa, es más práctica que en cursos anteriores, según comentan. La lástima es que el uso de dibujos animados en este nivel no sea adecuado, dado el carácter de los contenidos que en él se trabajan.

A la hora de redactar el informe final de la investigación que abarca esta tesis, hemos querido sintetizar lo más posible el cuerpo principal de la misma, dejando para los anexos todos aquellos documentos que, a nuestro juicio, pudieran poseer un interés más secundario o complementario. Con ello hemos pretendido favorecer la lectura y análisis por parte de los doctores que conforman este tribunal.

De este modo nace y crece el trabajo que presentamos, y que estructuramos como sigue:

En primer lugar, en el **Capítulo I**, analizamos los efectos sociales de la televisión como medio de comunicación de masas más consumido en la actualidad (y por lo tanto una de las principales fuentes de aprendizaje informal de la ciencia), con el agravante de que el televidente no ha recibido formación para ello, lo que hace imprescindible fomentar la alfabetización televisiva. También en este Capítulo reflexionamos sobre la falta de conexión entre los dominios de conocimiento científico, escolar y cotidiano, defendiendo en este sentido la democratización de la ciencia y la alfabetización científica. Para finalizarlo proponemos una estrategia de enseñanza-aprendizaje que, aparte de contribuir al desarrollo de las alfabetizaciones científica y televisiva, conecte los dominios de conocimiento antes referidos y rompa los prejuicios de los alumnos hacia la asignatura, haciendo que las actitudes y la motivación de los mismos hacia ésta favorezca el ambiente de trabajo en el aula (y fuera de ella), con la previsible mejora en los resultados obtenidos en el proceso de aprendizaje.

El **Capítulo II** se orienta al diseño de la investigación. Presentamos los objetivos que pretendemos cubrir, la revisión bibliográfica realizada, los supuestos de partida, las variables y los instrumentos de recogida de información. Establecidos estos aspectos, que configuran el eje principal de la misma, procedemos a explicar, en el **Capítulo III**, las experiencias realizadas (dentro o fuera del aula) para cubrir los objetivos, y las características de las muestras participantes.

En el **Capítulo IV** presentamos y analizamos los datos que se han ido recogiendo durante el transcurso de la investigación, tanto en las actividades realizadas dentro del aula como en las que no requerían este contexto, agrupándolos, más que por su ubicación temporal en la investigación, por el tipo de actividad realizada. Se han llevado a cabo en este sentido actividades de características distintas:

- ♦ Identificación de ideas previas mediante el análisis de dibujos animados.
- ♦ Análisis individual de capítulos completos de dibujos animados (en ocasiones dos análisis del mismo material).

- ♦ Análisis grupales en el aula (con la presencia del profesor o sin ella).
- ♦ Análisis de secuencias cortas (previamente elegidas) con enunciado y resolución de algún problema físico.
- ♦ Actividades de evaluación con dibujos animados.
- ♦ Cuestionarios y entrevistas para evaluar la herramienta.
- ♦ Un estudio cuasiexperimental con grupos numerosos de alumnos.
- ♦ Un análisis de contenido científico en dibujos animados emitidos por las cadenas gratuitas de televisión de ámbito nacional, en el que se comprueba la presencia de estos contenidos en este género televisivo, así como la imagen que transmite sobre la ciencia y el trabajo de los científicos. También se compara con la que de estas cuestiones presentan los cómics.

En el **Capítulo V** extraemos las conclusiones: verificamos los supuestos de partida, comprobamos la consecución de los objetivos planteados y, finalmente, planteamos las líneas futuras de investigación.

La bibliografía utilizada se recoge tras el Capítulo anterior.

Los Anexos contienen las transcripciones de las conversaciones mantenidas en los análisis de aula, los cuestionarios y entrevistas, e información y descripción de algunos aspectos del material utilizado en la investigación. Al principio encontraremos un índice de los distintos apartados de la tesis, y otro enfocado a facilitar la localización de las Tablas, Gráficas y Figuras que en ella se presentan.

Antes de comenzar la exposición del trabajo creemos oportuno hacer una breve revisión de la trascendencia que ha tenido hasta la fecha. En principio, comentar que se han publicado tres artículos sobre el mismo, que a continuación se relacionan:

- **“Física y Dibujos Animados”**, en la revista *Enseñanza de las Ciencias*, 2001, número extra, VI Congreso, Tomo I de Comunicaciones del VI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, celebrado en Barcelona del 12 al 15 de septiembre de 2001 (el trabajo se presentó como comunicación en dicho Congreso).
- **“Teaching physics by means of cartoons: a qualitative study in secondary education”**, en la revista *Physics Education*, 37 (5), septiembre de 2002.
- **“¿Innovar, investigar? ¿Qué hacemos en Didáctica de las Ciencias?”**, en la revista *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 34, octubre-noviembre-diciembre de 2002.

A raíz de estas publicaciones (en particular de la segunda) hemos recibido, desde puntos geográficos muy distantes, dos peticiones de

información sobre la metodología presentada en esta tesis. En diciembre de 2003 recibimos un correo electrónico de un profesor de Canadá en el que, tras comentar que la metodología le parecía muy interesante, pedía permiso para elaborar una estrategia parecida para estudiantes de menor edad, y posteriormente discutir y publicar sus resultados. En mayo de 2004 recibimos otro desde Turquía en el que también se mostraba el interés por el trabajo, solicitando más información sobre el mismo. Dos inyecciones de ánimo que nos hacen confiar más en nuestros propósitos iniciales.

Asimismo se encuentra en prensa un artículo más, que esperamos tenga también una buena acogida:

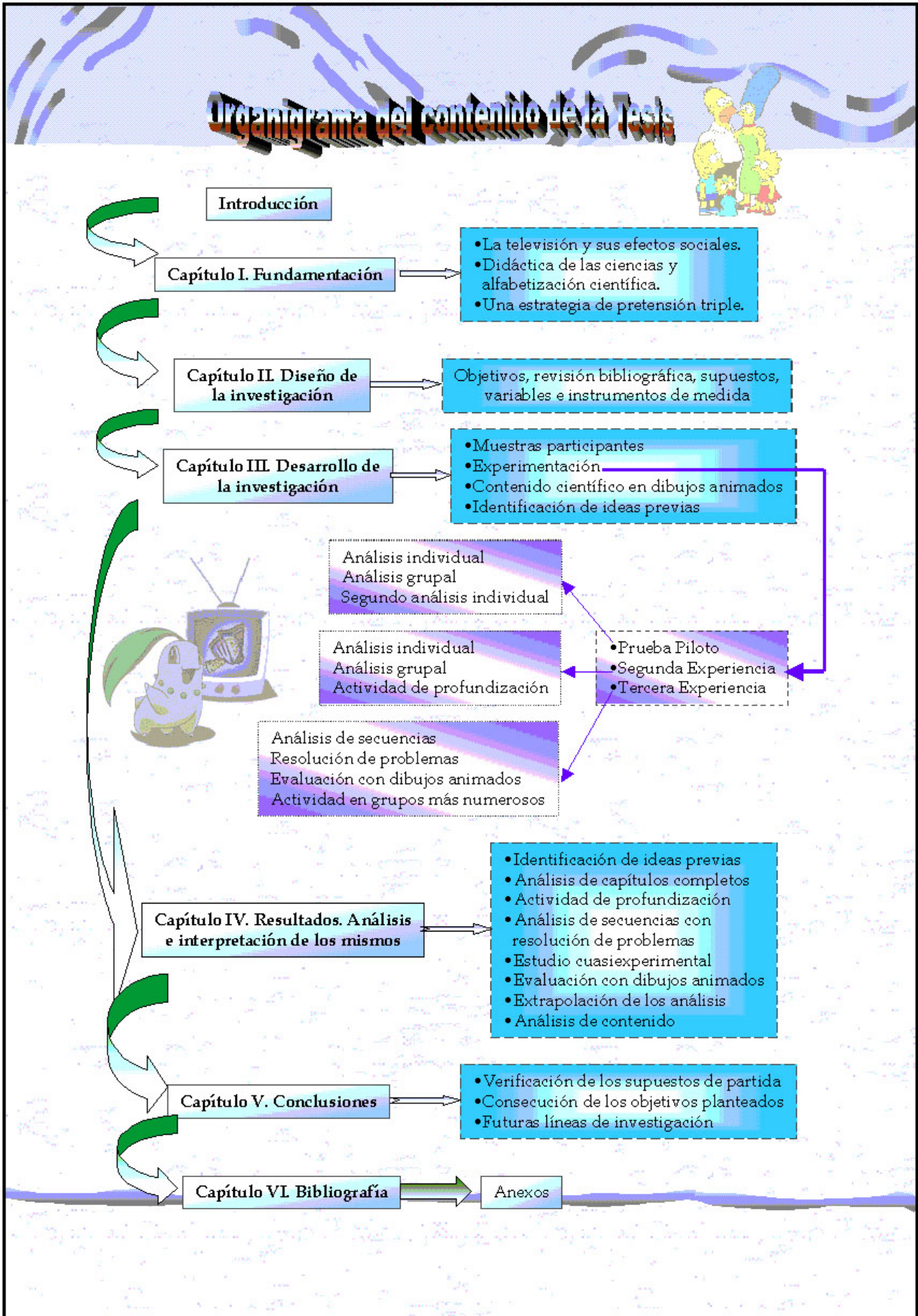
- **Imagen y educación científica**, en la revista *Cultura y Educación* (2004).

Por otra parte, se encuentra en estado de revisión el artículo:

- **Enseñanza de la física y dibujos animados, ¿pueden interrelacionarse en la educación secundaria?**, en la revista *International Journal of Science Education*.

Por último, señalar que hemos recibido una mención por haber quedado finalistas en el VI Premio Attendis a la innovación e investigación pedagógica, cuyo fallo tuvo lugar en Algeciras el 14 de marzo de 2003.

En el siguiente organigrama encontrará el lector una visión general del desarrollo de este trabajo. También incluimos, para facilitar su ubicación temporal en la investigación, el cronograma de las actividades realizadas con estudiantes. Esperamos que la lectura les sea grata.





FÍSICA Y DIBUJOS ANIMADOS



Cronograma de actividades

Prueba Piloto. POKÉMON. Curso 1999/2000

- | | |
|--|------------------------------|
| • Análisis individual de profesores | Del 24/03/2000 al 22/05/2000 |
| • Análisis individual de alumnos | Del 24/05/2000 al 29/05/2000 |
| • Análisis en el aula | 29/05/2000 |
| • Segundo análisis individual de alumnos | Del 14/06/2000 al 16/06/2000 |

Segunda Experiencia Los Simpsons Curso 2000/2001

- | | |
|---|------------------------------|
| • Análisis individual de profesores | Del 19/11/2000 al 04/01/2001 |
| • Análisis individual de alumnos | Del 02/11/2000 al 06/11/2000 |
| • Análisis en el aula | 15/11/2000 y 18/11/2000 |
| • Identificación de leyes físicas y localización en su libro de texto | Del 21/02/2001 al 29/03/2001 |
| • Profundización en algunos de los fenómenos identificados | 03/05/2001 y 09/05/2001 |
| • Cuestionario a los alumnos | 20/06/2001 |
| • Entrevista con los padres | 28/06/2001 |

Tercera Experiencia. Análisis de secuencias. Curso 2001/2002

- | | | |
|---|--------------------------------|------------|
| • Primera sesión. Fuerzas y deformaciones | 12/11/2001 | |
| • Segunda sesión. Fuerzas y deformaciones | 15/11/2001 | |
| • Tercera sesión. Fuerzas y movimientos | 18/02/2002 | |
| • Cuarta sesión. Fuerzas y movimientos | 20/02/2002 | |
| • Quinta sesión. Gravitación | 24/04/2002 | |
| • Sexta sesión. Gravitación | 25/04/2002 | |
| • Actividad Trevenque | • Pretest | 05/06/2002 |
| | • Análisis de dibujos animados | 06/06/2002 |
| | • Postest | 11/06/2002 |
| • Evaluación con dibujos animados | 17/06/2002 | |

CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN.

Comenzamos este Capítulo analizando los efectos sociales (y socializadores) de la televisión, como medio de comunicación de masas más difundido entre la población de los países industrializados o en vías de desarrollo. Influye directamente en el modo de vida de los ciudadanos y, por lo tanto, en la percepción que nuestros alumnos tienen del mundo que les rodea.

Conectar los dominios de conocimiento científico, escolar y cotidiano, con el propósito de acercarnos a la democratización de la ciencia, tan demandada en la actualidad desde todos los sectores de la comunidad educativa, es el tema que nos ocupa en segundo lugar.

Finalmente, procedemos a la presentación de la estrategia de enseñanza-aprendizaje objeto de estudio de esta tesis, exponiendo en términos generales los objetivos que perseguimos con su uso en el aula.

I.1. La televisión y sus efectos sociales.

I.1.1. Introducción.

Entre las mayores dificultades con las que nos encontramos los profesores de Física a la hora de llevar a la práctica nuestra labor docente están las relacionadas con las ideas previas de los alumnos, no sólo sobre contenidos de la asignatura en sí sino también en relación con la concepción que tienen de la ciencia.

Hoy se reconoce casi unánimemente que un serio obstáculo para el aprendizaje de las ciencias radica en el hecho de que las ideas de los alumnos sobre la validez y fiabilidad del conocimiento científico, así como sobre su construcción y evolución, son con frecuencia inadecuadas (Campanario, 1999).

La idea de que la ciencia es una actividad de extrema dificultad que sólo pueden desarrollar un grupo de privilegiados, que abordan su investigación de forma totalmente objetiva y lógica, y a los que la tendencia social ha colocado en sus pedestales, unida a la falta de conexión entre lo que se estudia en el aula y la vida cotidiana, hacen realmente difícil el proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos científicos. Resulta paradójico que

las disciplinas que pretenden explicar la realidad puedan encontrarse tan desconectadas de ésta en las concepciones de los adolescentes.

En un intento de salvar esta aparente paradoja, Henry Nielsen y Poul V. Thomsen proponen reducir la cantidad de “física dura” del currículo, e introducir cinco nuevas dimensiones que deben incluirse en la enseñanza de la física, que permitan convencer al estudiante de que esta disciplina científica ha sido una parte importante e indispensable de nuestra cultura. Estas dimensiones son (Nielsen y Thomsen, 1990):

- La física y el mundo que nos rodea.
- La visión que del mundo tienen los físicos.
- Ejemplos de tecnología moderna.
- Las relaciones entre física, tecnología y sociedad.
- La historia y la filosofía de la física.

Los objetivos de este trabajo se pueden ubicar en la primera de estas dimensiones, aunque la estrecha relación que las une hace difícil su tratamiento individual.

I.1.2. Fuentes de aprendizaje informal de la ciencia.

En primer lugar debemos aclarar que el uso del término “*aprendizaje informal*”, utilizado en este trabajo, no parece el más adecuado para aquél que se produce en entornos extraescolares, según el último informe del comité *ad hoc* para la “Educación Científica Informal”, constituido por la norteamericana “National Association of Research in Science Teaching (NARST)”. En la declaración política emitida por dicho comité no se llega a un acuerdo sobre la terminología a utilizar, aunque se establecen las condiciones que debe cumplir dicho aprendizaje (Dierking y col., 2003; Rennie y col., 2003):

- Debe estar guiado por las necesidades y el interés del aprendiz.
- Ubicado en contextos reales.
- Debe utilizar como elementos de análisis tanto individuos como grupos.
- Se trata de un proceso acumulativo que abarca un intervalo temporal extenso.
- Es tanto un proceso como un producto, y hay que prestar atención a ambos.
- Requiere métodos creativos de evaluación, como por ejemplo el análisis de conversaciones y discursos.

Mientras no se alcance un acuerdo unánime sobre cómo referirnos a este aprendizaje seguiremos utilizando el término más difundido, “aprendizaje informal”.

Del mundo que nos rodea obtenemos toda la información que, una vez procesada, asimilamos como propia. Del mundo que nos rodea aprendemos ciencia. Pero la ciencia que en ocasiones se asimila no está de acuerdo con las leyes naturales aceptadas por la comunidad científica actual. A veces es el sentido común, identificado como fuente de obstáculos epistemológicos en el modelo de Bachelard (García, 1998), el responsable de esta ciencia mal aprendida (por ejemplo en el caso del tiempo de caída de dos cuerpos de masa diferente) y otras veces se debe a la falta de rigurosidad y didactismo en las exposiciones (basta leer algunas revistas de divulgación científica, que sin duda necesitarían un buen equipo asesor que revisara los artículos).

De lo que no cabe duda es de que en la actualidad la sociedad en la que nos movemos pone a nuestra disposición un amplio abanico de fuentes de información científica, algunas de ellas frecuentadas en mayor medida por los adolescentes que por ciudadanos de mayor edad (FECYT, 2003, p.38). Nos permite aprender ciencia sean cuales sean nuestros intereses, preferencias y aficiones. Tenemos a nuestro alcance museos en los que se recrean situaciones del pasado, museos interactivos en los que comprobar algunas de las leyes de la Naturaleza, leemos en prensa noticias científicas de actualidad, vemos en televisión documentales de temas muy diversos (muchos de ellos de contenido científico), en el cine proyectan películas de ciencia ficción (de las que la mayoría brilla por la ausencia de base científica), en la radio se discuten en ocasiones temas científicos de interés popular, en los quioscos podemos comprar revistas de divulgación científica y, no lo olvidemos, en la escuela se estudia ciencia.

El aprendizaje informal de la ciencia en ocasiones ayuda al desarrollo del currículo, pero en ocasiones puede dificultar y ser fuente de conflictos para el aprendizaje formal de la misma. A fin de cuentas, ambos (escuela y medios de comunicación) son medios entre la ciencia y el público. El objetivo de ambos debe ser informar, entretener y educar. Si no es así la enseñanza de las ciencias será dura y árida (Wellington, 1991).

Y es precisamente la escuela, en la que se estudian los contenidos científicos según una enseñanza formal y reglada, la encargada de conseguir que todas las demás fuentes de información sean interpretadas con rigor científico y espíritu crítico, ausente en la mayoría de los adolescentes, que creen y asimilan todo lo que ven, oyen o leen en todas estas fuentes de enseñanza informal de la ciencia, normalmente unidireccionales y manipuladas según intereses muy pocas veces educativos y formativos.

Cuando centramos nuestra atención en el impacto y la utilidad de las fuentes informales de aprendizaje científico, debemos tener en cuenta cinco cuestiones (Lucas, 1991). En primer lugar, ¿es habitual que nos preocupemos por las fuentes de aprendizaje informal? En segundo lugar, ¿hacemos un análisis crítico de los motivos principales que las dirigen?, ¿son altruistas o comerciales?, ¿son educativos o están más enfocados al entretenimiento? En tercer lugar, ¿hasta qué punto los ciudadanos procesan lo que se les presenta?, ¿es diferente cuando la fuente la identifica como autoritaria a cuando se trata de propaganda? En cuarto lugar, ¿aprendemos del mismo modo con una enseñanza formal de la ciencia que cuando se nos presenta la información científica como entretenimiento? Y, por último, ¿podemos modificar el currículo de nuestras escuelas en el sentido de que sean los ciudadanos los que adquieran destreza para hacer preguntas sobre los fenómenos que ven en su vida cotidiana y, de este modo, enriquecerse de forma placentera haciendo uso de sus conocimientos en su propio entorno?

I.1.3. Medios de comunicación de masas.

Antes de continuar queremos señalar que no pretendemos fundamentar este trabajo de un modo exhaustivo en el ámbito de los medios de comunicación de masas, ya que no es éste el principal objeto de investigación, sino contextualizar ésta en el marco del poder de sugestión de la televisión para los jóvenes, por cuanto constituye el medio tomado como referencia para su análisis científico en el aula.

Las cinco cuestiones con las que finaliza el epígrafe anterior impregnan cualquier trabajo destinado al análisis de los métodos de enseñanza informal de la ciencia. Y en particular, dentro de éstos, a los medios de comunicación de masas, cuyas funciones informativas, reguladoras y estimulantes se dirigen al individuo. Dado el gran número de personas que reciben la información, pese a la objetividad del contenido, producen un efecto objeto de estudio sociológico y psicológico. Son muchas las interpretaciones que resultan del mismo mensaje ante una recepción colectiva (Feldmann, 1972).

Es buen momento para recordar las palabras de Rafael Hoces y Carlos Sampedro como respuesta a la pregunta ¿qué ciencia podrá o deberá hacerse fuera del aula en un futuro?: *“No queremos terminar sin apuntar al menos una cuestión que nos parece importante. La necesidad de conectar el trabajo fuera del aula con las nuevas tecnologías, especialmente con los nuevos medios de comunicación (audiovisuales, informática, correo electrónico, etc.) que resultarán decisivos en un futuro no lejano para cambiar las condiciones laborales y por tanto los requisitos para acceder al mundo del trabajo, a la realidad, de nuestros alumnos y alumnas. Cada vez más se insiste en la necesidad de incluir contenidos de este tipo incluso en los niveles más elementales de la enseñanza de las ciencias.”* (Hoces y Sanpedro, 1998, p. 61).

Del mismo modo, la legislación educativa nos recuerda continuamente, desde hace tiempo, que debemos fomentar en las aulas el uso crítico de las distintas tecnologías de la información y la comunicación, actuando el alumno tanto de receptor como de emisor de mensajes (R.D. 3473/2000, D. 148/2002, R.D. 831/2003). Son objetivos que se repiten a lo largo del tiempo en la normativa referente a educación, dada su importancia. Sin embargo, al reflexionar sobre ellos no podemos evitar preguntarnos: ¿realmente estamos formando a nuestro alumnado para esto?

Un ciudadano que no sepa en la actualidad interpretar y analizar los mensajes que recibe de los distintos medios de comunicación se ha llegado a comparar con aquél que no sabía leer y escribir hace unas décadas. En nuestra sociedad existe un alto grado de analfabetismo audiovisual, a pesar de nuestra experiencia como consumidores de imágenes, debido a que se consumen sin métodos de observación ni técnicas de análisis que permitan interpretar críticamente la información que recibimos a través de ellas.

Los medios de comunicación son, por naturaleza, instrumentos que ponen en relación a los ciudadanos con la realidad que está más allá de su espacio físico local (Área y Ortiz, 2000). Pero cuando el ciudadano los asimila como algo que se da por hecho y delante de lo que no cabe nada que hacer, pasan a ser las fuentes de un bombardeo anárquico de información que delimita nuestros parámetros de actuación, condicionando nuestras acciones y nuestro modo de pensar, con el único fin de conseguir un consumidor accesible, fácil y poco exigente (Soriano, 1998).

Y es en este punto donde debe entrar en juego la escuela, como responsable de la enseñanza formal de las distintas disciplinas, para asegurar que sus integrantes, tanto alumnos como profesores y padres, adquieran esas habilidades imprescindibles para el análisis e interpretación de la información que reciben en su vida cotidiana a través de todas estas fuentes con las que se conviven.

La presencia de la educación en los medios de comunicación es escasa, posiblemente por no considerarse un tema prioritario. Sin perder de vista la frecuente falta de transparencia en la información, la escuela debe percibirse como de ciudadanía más que como mercado de trabajo (Khoury-Dagher y de Vedia, 1999). También ocurre lo contrario, la presencia de los medios de comunicación en la educación brilla por su ausencia en la mayoría de los casos (Albero, 1996; Ferrés, 1998; Soriano, 1998; Área y Ortiz, 2000).

Si a todo lo anterior unimos el hecho de que gran parte de las ideas previas o concepciones alternativas que poseen los alumnos, de las que hemos de partir los profesores para conseguir un aprendizaje significativo dentro del paradigma constructivista, proceden de sus experiencias cotidianas, en las que inevitablemente están incluidos los medios de

comunicación de masas con una relevante presencia desde su infancia, parece indudable la importancia de la introducción de estos medios en nuestra labor docente diaria. Es difícil expresar esta idea con mejores términos que los utilizados por la UNESCO en 1984: *“Nadie niega la necesidad de aprender a leer, y de leer críticamente; ¿por qué negar entonces la necesidad de aprender a mirar y a escuchar con un espíritu igualmente alerta? La formación del intelecto debe completarse por lo tanto con la educación de la imaginación. Y la mejor manera de formar a los niños y a los adolescentes en este nuevo modo de comunicación es enseñarles a manejar su lenguaje, a leerlo y escribirlo. Cabe por lo tanto educar a los jóvenes en el buen uso de la comunicación y de los medios de comunicación de masas”* (citado por Aguaded, 1999, p. 7).

También la Confederación Española de Asociaciones de Padres y Madres de Alumnos (CEAPA) manifiesta su preocupación por el tema con las siguientes palabras: *“es necesario que apostemos decididamente porque la institución educativa, y también las familias, junto a la preocupación por aprender a interpretar un texto o resolver un problema matemático, incluyan en el currículum la necesidad de aprender a comprender las claves de la televisión y a incluir propuestas metodológicas que favorezcan un análisis crítico de los contenidos, mensajes e incluso aspectos técnicos, a fin de poder descodificar correctamente lo que sucede en la pequeña pantalla y poder diferenciar el producto de calidad del burdo y deleznable”* (Aguaded, 1999, p. 41).

Al igual que se enseña a leer y escribir, es de suma importancia trabajar los métodos de observación y de análisis que permitan una comunicación bidireccional, dentro de lo posible, cuando ésta se realiza a través de cualquiera de los medios de comunicación de masas. Se trata de adaptar la escuela a las condiciones de vida actuales, para evitar lo que manifiesta John Gardner con las siguientes palabras: *“la mayoría de las instituciones tienen la estructura que fue establecida para resolver problemas que han dejado de existir y, como no podía ser de otro modo, la escuela malgasta cada vez más y más energía en preparar a los alumnos para un mundo que ya no existe”* (citado por Soriano, 1998, p. 174).

Después de la civilización agrícola y la civilización industrial hemos llegado a la era audiovisual (Soriano, 1998). Al igual que los sistemas de comunicación avanzan, la escuela debe avanzar con ellos para evitar que el efecto rebote produzca el caos que nos muestran Enrique Martínez-Salanova y Pablo Martínez Peralta, de forma irónica mediante un cómic, en el que comienza la comunicación entre personas mediante la voz y termina con la aparición de los móviles, con los que *“todos nos comunicamos contra todos”* (Martínez-Salanova y Martínez-Peralta, 2000).

En este contexto, la educación de la ciudadanía debiera contribuir a ayudarles a interpretar lo que estos medios les presenta cotidianamente, haciendo explícitas las hipótesis e intereses que dichos medios representan generalmente de forma subliminal. Se trataría, como señala López (1998, p.

58), de proporcionar a los individuos unas herramientas explicativas a modo de “lentes” para ver lo que les rodea.

I.1.4. La televisión.

De todos los medios de comunicación de masas, el más extendido entre la población actual de los países desarrollados y en vías de desarrollo es, por su difusión, poder, influencia y consumo, la televisión. Sin embargo, se ha debatido poco sobre los mecanismos sociológicos y psicológicos que trabajan cuando recibimos sus mensajes (McSharry, 2002), a pesar de que, junto con la interacción con el grupo de iguales, parece ser el elemento determinante en la adquisición de información (en particular la científica) fuera de las aulas (Solomon 1992).

En ella centraremos nuestra atención a partir de este momento, fijándonos principalmente en sus efectos socializadores, no sin antes comentar que también posee efectos sobre el organismo, según un estudio de la Cruz Roja que afirma que el visionado de televisión provoca dolor de cabeza e interviene en la calidad del sueño (González, 1987). Es igualmente importante concebirla como fuente de ideas previas (Cebrián, 1997).

Un breve análisis de algunos datos de consumo televisivo, teniendo en cuenta que habitualmente consiste en una comunicación unidireccional y sin criterios que permitan un análisis crítico de la información que proporciona, debe como mínimo despertar la preocupación en los que admitimos la importancia e influencia de este medio de comunicación en el proceso de socialización de los ciudadanos.

Si definimos como “no telespectadores” a aquellos que ven menos de 30 minutos diarios de televisión, no superan el 4% de la población (Whittle, 1997). En los países industrializados ver televisión es la tercera actividad a la que más tiempo dedican los ciudadanos adultos, después del trabajo y del sueño, y la segunda a la que más tiempo dedican los estudiantes, después del sueño (Ferrés, 1994; Fisch y col., 1997). Si tenemos en cuenta las vacaciones y los fines de semana, los estudiantes pasan más horas viendo la televisión que en clase (en otras investigaciones se identifica el visionado de televisión como la tercera actividad a la que dedican más tiempo los estudiantes, después de dormir y asistir a clase - Pindado, 1996 -). Según un estudio del Consejo de Europa, los jóvenes europeos pasan una media de 25 horas semanales ante la televisión. En España, según los datos del Estudio General de Medios, el 96% de los niños de entre 4 y 10 años ven la televisión diariamente, el 93% la ven más de tres horas diarias de promedio, y es la única actividad a la que dedican su tiempo libre el 56% (Ferrés, 1994).

Si en las pasadas décadas las instituciones que se encargaban de socializar a los ciudadanos eran la familia, la escuela y la iglesia, hoy día los estudios sociológicos demuestran que la socialización de los niños y jóvenes se produce gracias a la intervención de la familia y de los medios de comunicación social, y en concreto, la televisión. En España un alumno de Primaria o Secundaria pasa anualmente 900 horas en el aula, y entre 1500 y 2000 horas delante del televisor.

Durante 1996, según el Anuario de Audiencias de Televisión de Sofres AM (IDEAL de 12 de marzo de 1997), la media de consumo televisivo diario de los españoles fue de tres horas y treinta y cuatro minutos, lo que convierte a España en el cuarto país del mundo donde se ve más televisión, después de Japón, Estados Unidos e Italia. También podemos observar que el consumo aumenta con la edad. En el caso de niños y adolescentes, los resultados de las investigaciones muestran un promedio de 159 minutos para niños de entre 4 y 12 años, siendo de 166 minutos diarios entre los 13 y 24 años. Si la clasificación se hace por Comunidades Autónomas es Andalucía la que la encabeza con 277 minutos diarios de promedio. Otro dato de interés es que el 31% de los niños ven solos la televisión (Contreras, 1998).

Según datos más recientes, la media de consumo en España era de 3 horas en 1989 y de 3,5 horas en 2000, de modo que a lo largo de la vida habremos estado 8 años enteros sentados ante el televisor (Cembranos, 2004). En la actualidad más de 730000 niños españoles de entre 4 y 12 años (la cifra asciende a 1652000 individuos si subimos el listón hasta los 18 años) se encuentran cada noche viendo la televisión a partir de las diez de la noche, ante programas que no están pensados para ellos (Coca, 2004), haciendo caso omiso del *watershed*² (Martín, 1998).

Una vez analizados los datos de consumo, surgen (o deberían surgir) algunas preguntas: ¿cómo vemos la televisión?, ¿qué provecho sacamos de los contenidos de las distintas programaciones?, ¿nos preocupamos por saber entender sus mensajes?, ¿recordamos y asimilamos todo lo que vemos?, ¿vemos la televisión sabiendo que la estamos viendo o, por el contrario, muchas veces no es más que un murmullo que acompaña nuestros pensamientos?, ¿cuál es el papel de la televisión en el desarrollo cognitivo del niño? Son preguntas a las que aún las investigaciones no han dado respuesta. Disponemos de muchos datos sobre el consumo televisivo y el alto grado de violencia en las programaciones, y no podemos dudar de la influencia de la televisión en las concepciones de los alumnos, pero esto no ha bastado para despertar el interés en investigaciones sobre la influencia y el uso correcto de la televisión, en concreto en educación y, concretando más, en la enseñanza de las ciencias (Perales, 1993; Contreras, 1998; Gilbert y Boulter, en Fraser y Tobin, 1998, p.62).

² Se denomina *watershed* a los límites de la franja horaria que, según la normativa, debe dedicarse a los niños.

Es obligación de la escuela retomar el carácter de institución socializadora, y para ello uno de los objetivos a conseguir debe ser preparar a los ciudadanos para desenvolverse de manera crítica en el uso de los medios de comunicación con los que conviven a diario, y en particular del más difundido y consumido, la televisión. Se trata de alfabetizar para este medio, al igual que se hace para otros códigos de comunicación (Barquín, 2000). Transcribiendo las palabras de Joan Ferrés, “[...] si una escuela no enseña a ver la televisión, ¿para qué mundo educa? La escuela tiene la obligación de ayudar a las nuevas generaciones de alumnos a interpretar los símbolos de su cultura. ¿Qué símbolos ayuda a interpretar hoy la escuela? ¿Los de qué cultura? Si educar exige preparar a los ciudadanos para integrarse de una manera reflexiva y crítica en la sociedad, ¿cómo se integrarán unos ciudadanos que no están preparados para realizar de manera crítica aquella actividad a la que más horas dedican?” (Ferrés, 1994, p. 15).

Pero, como se ha dejado entrever en los párrafos anteriores, no basta un estudio sobre el consumo televisivo de los adolescentes en nuestro país, aunque se admita excesivo y sin criterios de análisis y comprensión de los mensajes, para obtener conclusiones sobre la repercusión que esta actividad posee sobre el desarrollo de estos en la sociedad en la que se desenvuelven. Hasta el momento se han realizado, con diferencia, más estudios cuantitativos que cualitativos (Cabero, 1997), y los resultados obtenidos no nos permiten afirmar, como muchas veces se hace, que el visionado de televisión tenga sólo efectos negativos sobre la población (Fisch, 1997; Pindado, 1997). Muchas veces los datos estadísticos relacionan el alto consumo de televisión con actitudes violentas, confusión entre ficción y realidad, pasividad, falta de imaginación y de interacción social, falta de interés por las actividades escolares, etc. No debemos olvidar que estos resultados pueden estar condicionados por motivaciones teóricas concretas (Albero, 1996) o por los discursos en los documentos oficiales (Bernal, 2000).

Aunque los intereses de los medios de comunicación sean con frecuencia comerciales, hecho que promueve una sociedad consumista, tanto más peligrosa cuanto menor sea la edad del que recibe el mensaje en tanto que puede asumir unos valores muy alejados de “los deseados”, también son el medio de transmisión de ideas y valores más progresistas, muy importantes en la actualidad, como por ejemplo la conciencia medioambiental o la labor que están realizando las Organizaciones no Gubernamentales (Área y Ortiz, 2000). Es una forma de acercar al ciudadano a la realidad del mundo en el que vive, siempre teniendo en cuenta la manipulación que de los mensajes hacen los emisores.

Para dar fin a esta reflexión, es interesante comentar que desde que se discute sobre la alfabetización mediática han existido dos corrientes que han defendido aspectos muy distintos sobre el efecto y utilidad de los medios de comunicación. Por una parte encontramos la corriente proteccionista, que

considera a los estudiantes indefensos ante los medios, que sólo ejercen influencias negativas sobre ellos; y, por otra parte, encontramos la corriente democratizadora, que encuentra en los medios una cultura extraescolar de los estudiantes (Borrego, 2000).

Teniendo en cuenta la calidad de los mensajes emitidos por los medios de comunicación, a veces muy buena y otras nefasta, podríamos decantarnos por dar la razón a cualquiera de ellas, dependiendo del mensaje particular que en ese momento esté recibiendo el ciudadano y de la forma en la que éste se presente. Los mensajes, según se interpreten, pueden favorecer la educación del ciudadano o ir totalmente en detrimento de ésta, independientemente de la finalidad inicial de los mismos. El problema radica en la falta de mecanismos de análisis de lo que se recibe y de espíritu crítico del receptor, casi siempre ausente. Esto es innegable.

Podemos concluir de lo anterior que los efectos e influencias de la televisión dependen de cómo se consuma este medio. Y lo primero que deberíamos plantearnos es el modo en que los adolescentes lo consumen. Está claro que forman un grupo social independiente, con sus intereses y motivaciones particulares, que no siempre coinciden con los deseados por la población adulta, y no por ello deben ser cambiados o redirigidos, sino interpretados y utilizados en beneficio de los objetivos que nos hayamos propuesto.

La escuela muchas veces está muy lejos de conseguirlo, posiblemente por la desconexión entre lo que en ella se pretende y lo que realmente buscan sus principales integrantes, los alumnos y alumnas. Durante la adolescencia se alcanza la etapa de las operaciones formales y es el momento en el que adquiere mayor importancia el proceso de socialización, hasta que el individuo se integra en su contexto social. Para ello se utiliza toda la información que se recibe, aunque no se analice con sentido crítico. Y gran parte de esta información se adquiere gracias a los medios de comunicación, y en particular la televisión (Pindado, 1996).

Si desde la escuela se pretende (o se debería pretender) introducir este medio en la labor docente, es preciso comenzar a enfocar las investigaciones desde otra perspectiva, en la que interesen, más que los datos sobre consumo que consideran al adolescente como un individuo pasivo ante los mensajes que recibe, variables tales como calidad, comprensión, atención, personalidad, valores, etc., considerando al adolescente como un individuo que recibe el mensaje de forma activa, incrementando su creatividad, imaginación y comprensión del mundo que le rodea.

Otro aspecto a tener en cuenta para entender la importancia de la televisión en nuestras vidas es el hecho, criticado por algunos autores (Fandos, 1997), de que se ha convertido en el electrodoméstico más

abundante en los hogares. Y lo que es más importante, ocupa en la mayoría de los casos un lugar central en las casas, el salón o el comedor, donde las familias se reúnen a su alrededor muchas veces sin poder hablar, en el mejor de los casos, para dejar que algún miembro de la misma pueda ver alguno de sus programas favoritos. La televisión es para nosotros como el tótem para las tribus primitivas (Casado, 1997). En ocasiones puede provocar incluso peleas por el visionado de alguna cadena en particular. No es raro encontrar, para evitar esto, varios aparatos de televisión distribuidos por la vivienda, principalmente en los dormitorios y en la cocina, y en muchas ocasiones funcionando aún sin verlos, sólo como ruido de fondo. También es habitual encontrar en los hogares a los miembros de la familia dispersos por la vivienda, por la falta de concordancia en sus preferencias televisivas. Es en estos casos, numerosos pero no generales, en los que se va perdiendo la comunicación familiar, imprescindible para una buena orientación de los que se encuentran en época de desarrollo, tanto físico como social.

No obstante, aunque la televisión sea uno de los aparatos que más abunda en los hogares, curiosamente no es el más apreciado. Normalmente se critican las programaciones de las distintas cadenas gratuitas de televisión, en el sentido de que es difícil encontrar programas que satisfagan nuestras necesidades intelectuales, siempre que se tengan en cuenta y se persigan, en lugar de utilizarla como mero entretenimiento. En palabras de Jesús Quintero, durante una entrevista dirigida por Pedro Ruiz en el programa "La noche abierta" de TVE 2 el 11 de enero de 2001, los responsables de las programaciones deben empezar a plantearse programas de más calidad porque "la demanda espiritual del telespectador es superior a lo que se le está dando". También Forges, humorista, recoge en una viñeta del IDEAL (8 de julio de 2000) este sentimiento popular (Figura 1).



La mala calidad de las programaciones televisivas es, parece ser, un sentir de la población.

Y esto sin entrar en los espacios publicitarios, la mayoría de pésima calidad y mal gusto, fuente de ingreso económico de las cadenas, que pueden hasta duplicar la duración de algunos programas (por ejemplo, en cualquier emisión de la serie de dibujos animados "Los Simpsons" el 30% del tiempo comprendido entre el comienzo y el final del capítulo se dedica a la emisión de anuncios publicitarios y de próxima programación). Cada vez hay más tentación de abonarse a alguna cadena que emita sus programas sin cortes publicitarios, y los propietarios de estas cadenas normalmente lo son también de alguna de las gratuitas. ¿Puede ser en parte una estrategia de captación de nuevos abonados que, cansados de la "telebasura", exigen programaciones continuadas y de calidad? Posiblemente sea difícil de demostrar, pero parece una inferencia con cierta lógica.

Es importante destacar a este respecto que la publicidad está considerada como uno de los elementos que moldea la opinión de los ciudadanos, contribuyendo al establecimiento de modelos y estereotipos (Campanario y col., 2001; McSharry, 2002). Con frecuencia en los anuncios se alude a la ciencia como fuente de autoridad, presentándola, al igual que a los científicos, como algo aparte de cualquier actividad humana. Por otra parte, los usos que la publicidad hace de la ciencia son frecuentemente inadecuados, pudiendo encontrar conceptos supuestamente científicos (a veces aparecen conceptos científicos ligados a adjetivos que alteran el significado original), falta de rigor en el uso de conceptos, exageraciones y razonamientos incorrectos (Campanario y col., 2001). Esto contribuye sin duda a la imagen de la ciencia y de los científicos que domina en la ciudadanía.

Lo que no deja de sorprendernos es que en muchas ocasiones no basta con percibir que los programas que se están emitiendo en un momento determinado no son de nuestro agrado, y permanecemos delante del televisor buscando algo que consiga, al menos, proporcionarnos entretenimiento (González, 1987; Ferrés, 1994), practicando lo que se conoce como "*zapping*", que irónicamente ha sido identificado como "deporte nacional". También existen otros términos al respecto sobre la forma de utilizar el mando a distancia, como "*zipping*", cuando saltamos los anuncios de algún programa previamente grabado, o "*grazzing*", si lo que intentamos es seguir simultáneamente dos cadenas de televisión, o "*flipping*", si lo que hacemos es cambiar de cadena por el simple placer de hacerlo (Ferrés, 1994, p. 27).

Podemos incluso hablar de “adicción” a la televisión, término normalmente utilizado para el consumo de estupefacientes, con todos los matices que esto conlleva (Kubey, 2002). Los síntomas de una adicción a una sustancia según psicólogos y psiquiatras, y que pueden aplicarse a las personas que ven mucho la televisión, son:

- El mucho tiempo que se ha estado tomándola.
- Ingerirla más a menudo de lo que se querría.
- Pensar en reducir su uso o hacer repetidos e inútiles intentos de reducirlo.
- Descuidar, por tomarla, importantes ocupaciones y actividades sociales y familiares.
- Manifestar síntomas de penosa abstinencia cuando se deja de consumirla.

El problema es, pues, más que la cantidad de consumo televisivo, la calidad del mismo. No importa el tiempo que pasemos delante de este aparato, siempre que seleccionemos los programas que queremos ver (que para eso existen las revistas de programación, aunque no sean muy fiables en lo que respecta tanto a horarios como a contenido). No se trata de reducir el consumo, si no se quiere o no se encuentra mejor manera de invertir el tiempo de ocio, sino de hacerlo más responsable. No resolveremos el problema culpando a la televisión de todos los males educativos de la sociedad (Pérez, 2001), sino analizando sus causas y poniéndoles remedio.

Una buena táctica en el caso de niños y adolescentes es el visionado de programas televisivos, eligiéndolos de entre los disponibles y no al azar, en compañía de los adultos, que puede servir para ir comentando las imágenes que se ven, tanto desde una perspectiva de contenido como de lenguaje y sintaxis audiovisual. El problema es que esto requiere una formación específica de los adultos, y no siempre se está dispuesto a adquirirla.

El uso crítico y responsable del medio televisivo se consigue con una educación continuada desde la infancia (labor principal de la familia). Es difícil cambiar los hábitos de aquellos individuos que se consideran maduros, con sus ideas y valores bien definidos, y que se encuentran luchando por conseguir su identidad personal y su lugar dentro del grupo al que pertenecen. Y, en el caso de decidir intentar cambiarlos, no podemos pretender hacerlo mediante el diálogo sobre los efectos buenos y malos del consumo televisivo, sino mediante una práctica programada y continuada, tanto en la escuela como en la familia (en la familia, en particular, debería plantearse evitar el uso de la televisión cumpliendo la función de “niñera electrónica”, actitud demasiado habitual en la actualidad).

Y cuando hablamos de un uso crítico de la televisión lo podemos hacer siguiendo el esquema de modelos familiares de consumo televisivo

presentado por Enrique Martínez-Salanova Sánchez e Ilda Peralta Ferreira, que se expone en la Tabla I (Martínez-Salanova y Peralta, 1997).

Debemos fomentar los modelos positivos, y a ser posible críticos, de consumo televisivo, pues son los que nos permitirán interpretar y analizar los mensajes que recibimos, y de este modo formarnos una idea propia y reflexiva de sus contenidos, evitando de este modo un control irracional de nuestros pensamientos y actuaciones. Esto es obligación compartida de la familia, los emisores, los dirigentes de los Estados y las Instituciones escolares. Dado que normalmente en la familia no hay tiempo para dar esta formación a los hijos y en la mayoría de los casos tampoco hay preparación de los padres para tal misión, las políticas nacionales parecen estar preocupadas por otros asuntos, y los emisores se mueven más por audiencia que por calidad de las programaciones, parece ser la escuela la última responsable de conseguir este importante objetivo.

Tabla I. Los modelos familiares del consumo televisivo.

Modelos negativos		Modelos positivos	
Pasivos	Activos	Comunicativos	Críticos
"Butacón" (Dependencia absoluta)	"TV welcome" (Adicción violenta y fanática)	"Tres mosqueteros" (Una tele para todos y todos para una tele)	"McLuhan" (Investigar con los medios)
"Ruedas de molino" (Tragarse todo)	"TV go home" (Rechazo irracional a la tele)	"Peyton" (La familia que ve la tele unida, establece relación educativa)	"Insumiso" (Sólo veo lo que me interesa)
"Zapping indiscriminado" (Pasearse por la programación)		"Debate familiar"	

Se debe fomentar un debate entre políticos, productores y profesores, para llegar a un acuerdo que desarrolle la educación sobre los medios de comunicación, y de este modo crear usuarios conscientes (Groebel, 1998).

Cada vez es mayor la demanda de una política nacional que se implique en el control de la calidad de los mensajes emitidos por los medios de comunicación de masas, y estimule la relación entre lo que se estudia en las aulas y lo que se vive en las calles. Habrá de dar respuesta principalmente a las siguientes cuestiones (Perraton, 2000):

- Cuál es el medio de comunicación más adecuado según la audiencia.
- Las limitaciones (o coacciones) locales y nacionales.
- Cómo adaptar el currículo a la realidad.
- Analizar los costes de las tecnologías.
- El efecto en pequeños estados. Por una parte les permite el acceso a la información, pero se corre el peligro de una cultura homogénea liderada por los grandes países.

Reincidimos pues en la necesidad de introducir en la escuela estrategias de actuación que acerquen los intereses de nuestros alumnos, así como sus aficiones y prácticas fuera de ella, con las finalidades educativas de los Centros de Enseñanza y los contenidos curriculares de las distintas asignaturas. Es un reto importante dentro de la educación actual, que puede comenzar a afrontarse mediante la revisión y adaptación de las finalidades educativas y los contenidos y actuaciones curriculares. “En la escuela se adquieren los instrumentos básicos para comunicarnos con la cultura” (Cebrián, 1997).

Una ojeada a la realidad nos permite apreciar que la situación actual es muy distinta. Bien por falta de recursos tecnológicos, bien por falta de preparación de los docentes, la televisión en la actualidad principalmente se introduce en el aula, acompañada del vídeo, como recurso para la exposición de documentales, que luego son comentados más o menos exhaustivamente en lo referente al contenido, pero no en lo referente al lenguaje audiovisual o a la intencionalidad de los mensajes. Dado que normalmente estos documentales han sido diseñados y orientados hacia objetivos formativos y educativos, lo habitual es que, estén mejor o peor desarrollados desde el punto de vista del docente, no cometan errores importantes (aunque a veces las traducciones dejan mucho que desear).

Pero esto no es así en los programas televisivos habituales. Nuestro alumnado puede seguir con la idea de que todo lo que ven en televisión es cierto, dando más credibilidad a alguna noticia que hayan visto en un momento determinado que al trabajo que se ha desarrollado en la escuela durante mucho tiempo. Hay investigaciones que demuestran que los más pequeños consideran los libros menos reales que la televisión y se fían más de los mensajes televisivos que de los de otros medios (Cebrián, 1997). Esto se debe a la falta de espíritu crítico que existe en esas edades (y desgraciadamente también en otras) hacia los contenidos de los medios audiovisuales en general, y en particular de la televisión. La comprensión intelectual del medio comienza, pues, con su desmitificación (Pérez, 1997).

Debemos ser conscientes de que la televisión impregna nuestra vida en las aulas aunque en muchas ocasiones no seamos conscientes de ello. La televisión se encuentra en la forma de vestir del alumnado, en sus

expresiones, en sus comportamientos, en sus conversaciones, etc. Si es tan influyente en sus vidas, ¿por qué no hacemos uso de esa influencia? ¿Por qué no nos aprovechamos de las preferencias de aquellos a los que tenemos que educar? Puede ser una buena estrategia de acercamiento hacia las personas con las que convivimos durante muchas horas cada año, y que en muchas ocasiones nos ven como “contrincantes”, y una vez conseguido ese acercamiento todo lo que venga será mucho más fácil.

I.1.5. Hábitos televisivos y compromisos sociales.

Para conseguir este acercamiento a los alumnos mediante la televisión es imprescindible detenernos un momento en el análisis de los programas que habitualmente ven los niños y adolescentes.

Lo primero que nos sorprende es el hecho de que, aunque se supone que para cada sector de la sociedad se producen programas televisivos, en realidad tanto los adultos ven programas enfocados inicialmente para personas de poca edad y viceversa (González, 1987; Mitchell, 1995; Alberó, 1996; Aguaded, 1999; Coca, 2004). Aunque los padres no sean conscientes (o no quieran admitirlo, posiblemente por cierto sentido de culpabilidad) de que sus hijos ven programas para adultos, ciertas investigaciones han dejado claro que esto es así. Los niños y los adolescentes tienen la posibilidad, y lo hacen con gusto, de ver programas cuyos contenidos, bien por escenas violentas o de otra índole, no son adecuados para su desarrollo social, dando lugar a interpretaciones erróneas y comportamientos estereotipados, modelos a imitar, característicos de edades más avanzadas y que, en la mayoría de los casos, poco tienen que ver con comportamientos reales de la vida cotidiana.

En este sentido, en ocasiones se da más importancia al modo en que los niños y adolescentes ven la televisión que a los datos de consumo, según se refleja en las palabras de C. Coca: *“Pero lo peor es que un gran porcentaje, y creciente, de estos niños y adolescentes contempla la pantalla sin nadie a su lado que le oriente sobre el posible carácter asocial de algunos comportamientos habituales en programas que se emiten fuera del horario “protegido” por la legislación vigente. [...] La primera consecuencia negativa es que la falta de sueño provoca menor rendimiento, pero es más peligroso, si cabe, que en estos ciudadanos va calando la cultura del “todo vale””*. (Coca, 2004).

Y esto pese al convenio de autorregulación televisiva que firmaron en marzo de 1993 las cadenas de televisión autonómicas y estatales, públicas y privadas, junto al Ministerio de Educación y Ciencia y las Consejerías de Educación de las Comunidades Autónomas con competencias educativas, en relación con determinados contenidos de la programación referidos a la protección de la infancia y la juventud, en el que se comprometen, de forma

resumida, a (el texto íntegro podemos encontrarlo en Aguaded, 1999, pp. 77-81):

- Primero. Favorecer, especialmente en la programación dirigida al público infantil y juvenil, los valores de respeto a la persona, de tolerancia, solidaridad, paz y democracia.
- Segundo. Favorecer, a través del medio televisivo, la difusión de valores éticos y formativos, cultivando el potencial formativo de la televisión, sin perjuicio de otras funciones que el medio televisivo tiene.
- Tercero. Evitar la difusión de mensajes o imágenes susceptibles de vulnerar los valores de protección de la infancia y la juventud, especialmente en relación con:
 - a) La violencia gratuita ofensiva hacia las personas.
 - b) La discriminación por cualquier motivo.
 - c) El consumo de productos perniciosos para la salud.
 - d) Las escenas de explícito contenido sexual.
 - e) El lenguaje innecesariamente indecente.

También en este convenio el Ministerio de Educación y Ciencia se compromete a impulsar estudios generales, teóricos y prácticos, sobre la influencia de la televisión en el público infantil y juvenil y en el medio escolar, y a desarrollar una campaña entre los profesores, alumnos y padres, a través de sus propios centros de enseñanza, para promover las aportaciones positivas que la experiencia televisiva puede producir en el desarrollo personal de los alumnos, así como a producir un programa dirigido a profesores, alumnos y padres, para su posible emisión en las cadenas de televisión.

No hay que reflexionar mucho para darnos cuenta de que todo este convenio ha caído en saco roto. No se está llevando a la práctica en ninguno de sus puntos.

I.1.6. Programación infantil y juvenil. Preferencias

Es una realidad que la cantidad de programas destinados a los niños y adolescentes disminuye con el tiempo. En palabras de Felipe Pontón, *“ahora las programaciones se dividen en dos tipos: las que buscan una audiencia adulta y las que intentan integrar a los jóvenes y los niños en audiencias más adultas, más familiares”* (citado por Aguaded, 1999, p. 66). Las programaciones televisivas se elaboran, más que por la calidad de sus contenidos, por los índices de audiencia, y estos vienen marcados habitualmente, a veces con más acierto y

otras con menos, por las preferencias de los telespectadores. Esto es así hasta el punto de que un programa determinado, si no tiene la audiencia deseada, se elimina de la programación independientemente de la calidad del mismo.

Si los valores y contenidos de la programación infantil son pocas veces adecuados, ¿cuáles son los programas que deben ver los niños y adolescentes?, ¿qué podemos pensar de que vean programación para adultos?, ¿qué pueden aprender de ella?, ¿podemos evitar que esto ocurra? Posiblemente se esté dedicando demasiado tiempo a discutir lo que deben o no deben ver, cuando lo realmente importante sería plantearse lo que realmente están aprendiendo de lo que ven (Mitchell, 1995). Hacen falta más investigaciones sobre el contenido de las emisiones televisivas (García, 1997), relacionándolo con el público al que van dirigidas. En palabras de C. L'Home, *"lo importante es saber qué hacen los niños de los medios de comunicación, y no lo que se supone que éstos les hacen"* (L'Home, 1998).

Centrando nuestra atención en las preferencias televisivas de los niños y de los adolescentes, cabe destacar que la edad, el sexo y la clase social son buenos predictores de las mismas, y están relacionados con el interés hacia la ciencia. Las preferencias televisivas son un buen indicador de las actitudes de los adolescentes hacia la ciencia (Gibson y Francis, 1993).

Encontramos que los programas preferidos por los primeros son los dibujos animados (Albero, 1996; Whitle, 1997), principalmente los de persecuciones y situaciones absurdas que normalmente terminan en accidente sin muerte, seguidos de los de aventuras (Thompson y Zerbinos, 1994); y los preferidos por los segundos son los programas de ficción, seguidos por los anuncios y, por último, los hechos (Pindado, 1996). Según una encuesta realizada por la Federación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT, 2003), los adolescentes (de edades comprendidas entre 12 y 18 años) muestran como primera preferencia las películas, seguidas de las series de televisión. Los programadores no harán caso a las quejas de los telespectadores sobre la calidad de los contenidos siempre que tengan asegurada una buena audiencia (Sánchez-Apellániz, 1997), y la tienen más con programas de ficción (entre ellos los dibujos animados) que con programas educativos.

Un dato curioso es que los programas educativos para niños ocupan el último lugar dentro de las preferencias en todas las edades (Whitle, 1997), aunque también se ha demostrado que los niños no siempre saben si el programa que están viendo es o no educativo (Fisch, 1997).

Este tipo de programación preferida por los ciudadanos de temprana edad puede plantear ciertos problemas. Aunque hay estudios que deducen que la diferenciación entre ficción y realidad está clara a ciertas edades (Albero 1996, mediante una investigación realizada con 965 niños de entre 7

y 9 años), también los hay en los que el 44% de los niños muestran una fuerte mezcla entre lo que perciben como realidad y lo que ven en la pantalla (Groebel, 1998), o en los que la mayoría de los alumnos piensan que lo que ven en los dibujos animados es real (Middleton y Vanterpool, 1999). De hecho la Asociación Española de Pediatría (López, 1998, p. 182) señala que la televisión, a diferencia del cine, constituye un medio en el que la separación entre ficción y realidad se hace más difícil, por cuanto los niños carecen de capacidad innata de discriminar ambos planos, pudiendo atribuirles el estatuto de normalidad a conductas aberrantes.

Podemos encontrarnos, pues, casos en los que actuaciones inducidas por mimetismo de lo que se ve pueden acabar en tragedia. Basta recordar aquéllos en los que algunos niños quisieron imitar a Superman cuando se estrenó la película (no es necesario recordar las consecuencias) o a los veintinueve norteamericanos de 8 a 13 años que se dispararon una bala en la cabeza después de ver una escena de ruleta rusa en “viaje a los infiernos” (L’Home, 1998). Esta conducta ha sido descrita como efecto “priming” o preparación a un estímulo (Urra y col., 2000, p. 5)

Lo que parece cada vez más indiscutible es que el visionado de televisión influye en el comportamiento de los más jóvenes, en su universo mental y distorsionando la realidad hasta el punto de que puede importar más lo que le ocurra a algún protagonista de alguna serie que lo que le ocurre a nuestros vecinos (González, 1987; Cembranos, 2004). La programación televisiva marca nuestras acciones (Fandos, 1997). En la actualidad es la televisión la que impone, de manera intencional o involuntaria, los principales modelos de comportamiento (Ferrés, 1998).

Por citar algunos estudios al respecto, encontramos el sorprendente caso de las islas Fiyi, donde la llegada de la televisión en 1995 aumentó los comportamientos anoréxicos y bulímicos de sus habitantes, según el trabajo presentado por Anne Becker, profesora de Antropología y directora del Centro de Investigación de Trastornos de la Alimentación de la Escuela de Medicina de Harvard (Gómez, 1999). También se han realizado investigaciones que establecen una correlación positiva entre los hábitos de consumo de la población infantil y el visionado de dibujos animados (Moral, 1999), o que demuestran que los niños incorporan contenidos televisivos y los adaptan a sus juegos, que siguen siendo los tradicionales (Albero, 1996). También es muy interesante el análisis que hacen E. Leyva y J. L. González Yuste de la película de Walt Disney “El Rey León” en el que, desde una perspectiva psicológica y antropológica, deducen la transmisión por la película de los típicos valores de la familia media americana y su modo de vida, muy lejos de la realidad natural de estos animales (Leyva y González, 2000). Más que divulgativa, carácter que debería prevalecer teniendo en cuenta el público al que inicialmente va dirigida, la película se orienta, según

los analistas, a inculcar en los niños un modo de vida, el de la población adulta.

¿Es tan difícil que un programa de televisión sea a la vez educativo y entretenido? Parece que sí, según se deduce del análisis de los programas infantiles emitidos por once canales gratuitos de televisión, algunos nacionales y otros autonómicos, siguiendo criterios y metodologías (no especificados en el artículo) consensuados por CONSUMER con expertos en programación infantil y psicólogos. La evaluación fue negativa en todos los casos. No se dispone en la actualidad, según este estudio, de programación infantil y juvenil adecuada. No es raro que los individuos de estas edades vean otras programaciones que no se han enfocado para ellos en un principio, pues no se diferencian mucho de las que sí se elaboran pensando en ellos. *“Se confirma, en opinión de los expertos, que la televisión infantil, al igual que la de adultos, tiene bien merecidas las críticas que recibe: se dirige más a las emociones instintivas que a los sentimientos; modifica, banalizándola, la percepción de la realidad; empobrece el lenguaje hablado, e informa poco y desestructuradamente de lo que ocurre a nuestro alrededor”* (CONSUMER, 2000).

I.1.7. Estereotipos. El caso de la ciencia y los científicos.

Por otra parte nos encontramos con que la imagen que poseen los niños y adolescentes de ciertos fenómenos y situaciones está claramente distanciada del mundo real, y esto se debe en parte a los medios de comunicación.

En particular, en la programación infantil se enseña a los niños que los blancos son el pueblo más poderoso e importante de la sociedad, que el mundo es un lugar espeluznante y que deben pertenecer y ser leales a un grupo y nunca actuar por cuenta propia (Swan, 1995). También es destacable la poca representación de la mujer, aspecto que se da desde hace tiempo (González, 1987; Swan, 1995).

En el caso de los dibujos animados, encontramos además que el uso que hacen de la ciencia hombres y mujeres en este género televisivo es muy distinto. Mientras que aquéllos la utilizan de un modo agresivo, éstas lo hacen para fines sociales, buscando el bienestar de la comunidad (Brownlow y Durham, 1997). Asimismo se han detectado en los niños comportamientos estereotipados basados en personajes de dibujos animados o de series o películas de aventuras (Thompson y Zerbinos, 1994).

En el trabajo que nos atañe, nos centraremos en la imagen que de la ciencia y de los científicos tienen, ya no sólo los niños y adolescentes, sino la población en general. La ciencia se concibe como “la verdad”, en muchas ocasiones peligrosa, y el científico como alguien importante que realiza una labor importante. Durante las décadas de los 30 y los 40 los científicos que

aparecían en televisión eran hombres blancos, de edad avanzada, que estaban locos o eran malvados. Poco a poco esta imagen ha ido cambiando, y ahora aparecen como una élite de hombres y mujeres, principalmente de raza blanca, obsesionados con su trabajo, mayores, sin familia, y en muchas ocasiones peligrosos y dirigidos por el fracaso (Schibeci, 1986; Whitle, 1997).

También es frecuente que se presenten como hombres calvos o de pelo cano, con gafas de muchos aumentos, despistados y con el único propósito en su vida que el de aportar los resultados de su trabajo a ese campo de conocimientos acumulados que forman la ciencia. Si alguien tiene este aspecto, parecerá un científico sea cual sea su ocupación. La ciencia se asemeja, en general, a una especie de química aplicada realizada en el laboratorio (Vázquez y Manassero, 1998).

En un estudio realizado con cómic se llega a la conclusión de que la ciencia se presenta en estos como empirista, atórica, rígida, aproblemática, ahistórica, individualista, velada, elitista, descontextualizada y socialmente neutra (Gallego y col., 2001; Fernández y col., 2002; Gallego, 2002). Si esta imagen distorsionada es la que se presenta en los medios audiovisuales, parece sensato pensar que ha sido en parte inculcada por ellos en la población (Schibeci, 1986).

Y en muchas ocasiones esta imagen está distorsionada incluso para los que nos encargamos de impartir ciencia, y por lo tanto también la transmitimos. Basta ojear en los libros de texto el tratamiento que se da al método científico, que normalmente consiste en nombrarlo junto con sus etapas al comenzar el curso, para después olvidarnos de él durante el resto. Según Juan Miguel Campanario los principales estereotipos sobre el trabajo del científico son: sobre la ausencia de concepciones metafísicas de los científicos (convirtiéndolos en seres racionales que trabajan siempre según la más fría de las lógicas); sobre el uso del método científico sin ninguna interferencia externa tal como casualidad o buena suerte; y sobre el mito de la replicación, según el cual una idea científica no es aceptada hasta que no se compruebe experimentalmente por científicos ajenos a la publicación de la misma, cuando la realidad demuestra que realmente no se “pierde el tiempo” en ello, pues se publica mejor algo nuevo que la comprobación de lo ya experimentado. Respecto a este último punto es interesante la idea de Gran Ciencia, en la que replicar algún fenómeno (como por ejemplo la actual búsqueda de partículas fundamentales) está fuera de toda posibilidad para la mayoría de los científicos (Campanario, 1999; Manassero y Vázquez, 2001).

Incluso en los programas televisivos utilizados como material didáctico en una estrategia desarrollada en México, basada exclusivamente en la televisión, para hacer llegar la educación científica a las zonas más desfavorecidas³, la imagen de la ciencia y los científicos transmitida potencia

³ Conocida como “Telesecundaria”.

el mito de la cientificidad (observación atenta, objetividad de los procedimientos y del conocimiento producido, rigurosidad del método, experimentación del fenómeno, medición precisa, actitud científica, uso de instrumentos tecnológicos, pureza, limpieza, frialdad, desapasionamiento y asepsia), desvirtuando la realidad sobre estas cuestiones (Gálvez y Waldegg, 2004).

Manassero y Vázquez (2001) culpan al positivismo y al neopositivismo de la forma en la que se enseña la ciencia en los contextos formales, donde se olvida con frecuencia cualquier relación con la actividad humana. En estos contextos se presentan los contenidos como conocimientos elaborados, transmitiendo una imagen ahistórica de la ciencia que se aleja de la realidad. Se distorsiona la imagen de la ciencia en la sociedad, haciendo que cada vez se extiendan más los estereotipos entre la población. Como alternativa a estas epistemologías proponen la sociología de la ciencia, ya que cualquier aproximación histórica a la ciencia la muestra como un fenómeno social.

La comunidad científica se encuentra altamente organizada y jerarquizada, existiendo en su interior intereses y expectativas características de la propia organización. Sin embargo, tiene escaso poder decisorio en la sociedad, por lo que al final dirige sus esfuerzos a la industria y a los militares.

La realidad constata que los valores CUDEOS, elementos básicos de los valores científicos, establecidos por Merton en 1977 (citado por Manassero y Vázquez, 2001, p. 257, y que son las siglas de “comunismo”, “universalismo”, “desinterés” y “escepticismo organizado”), no se respetan, y que a cada uno de ellos se le puede asociar un contravalor, siendo éstos últimos también necesarios para la institución y para el progreso científico.

Sin embargo, en el estudio realizado por estos autores, realizado sobre cuestionarios de papel y lápiz, para conocer las actitudes de estudiantes (4132) y profesores (654) sobre algunas características básicas del científico a las que se hace poca referencia en la literatura didáctica, se obtienen los siguientes resultados (Manassero y Vázquez, 2001):

- La motivación de los científicos es, para el alumnado, hacer el bien para la sociedad y satisfacer la curiosidad por conocer y resolver los misterios del universo, en este orden. El profesorado la entiende como un asunto personal o relacionada con descubrir e inventar para conocer, en beneficio de la sociedad.
- Mentalidad abierta, imparcialidad y objetividad no son necesarios para hacer la mejor ciencia según las ideas del alumnado. El profesorado piensa que estos valores son necesarios pero insuficientes,

necesitando también inteligencia, imaginación y honradez. En segundo lugar piensa que depende del científico.

- En cuanto a la honradez, según el alumnado no se puede generalizar, porque los científicos son personas. Quizá este punto es el que ejemplifique mejor el analfabetismo científico del alumnado respecto a la ciencia y al funcionamiento de la comunidad científica. Del profesorado no aparecen datos en el artículo.
- La vida social y familiar de los científicos son normales para ambos colectivos.
- Paciencia y determinación de los científicos.
- Más de la mitad del alumnado piensa que la paciencia y determinación sí son características de los científicos, mientras que un tercio considera que no. Dos tercios del profesorado considera que son características de los científicos y un tercio que no.

Es necesario, pues, desmitificar la ciencia y el trabajo del científico y hacer entender a nuestros alumnos que este conocimiento se puede desarrollar con aportaciones de todos; que el científico también comete errores; que su trabajo lo desarrolla en equipo, a veces incluso con varios equipos investigando el mismo fenómeno para contrastar resultados. En definitiva, conectar estas disciplinas con la vida cotidiana. Para ello, es necesario romper tanto los estereotipos presentados por los medios audiovisuales como aquellos que tenga el enseñante, siendo imprescindible para ello estimular el espíritu crítico del que recibe los mensajes. Asombrosamente, dadas las observaciones diarias de las emisiones televisivas, esto también es misión de las televisiones públicas (Francés, 1997).

La encuesta realizada por la Federación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT, 2003) aporta, afortunadamente, datos optimistas para esta desmitificación y la eliminación de estereotipos: *“la mayoría de los jóvenes y adolescentes encuestados considera que la Ciencia es un ámbito de conocimiento ‘interesante’, que se rige por una serie de principios ‘éticos’, se sitúa ‘próxima’ a los ciudadanos y tiene un carácter eminentemente ‘solidario’”* (p.40). Muestran, pues, una *“imagen positiva de la Ciencia, [...] con la idea de progreso y sabiduría. [...] Los avances científicos y tecnológicos han conseguido que nuestras vidas sean más fáciles y cómodas y que haya más oportunidades de todo tipo para las generaciones futuras”* (p.41). Se trata, sin lugar a dudas, de buenas noticias.

1.2. Didáctica de las ciencias y alfabetización científica.

I.2.1. Dominios de conocimiento científico, escolar y cotidiano.

Que los entornos científico, cotidiano y escolar son fuentes de conocimiento que difieren entre sí en muchos aspectos es algo reconocido unánimemente. Sin embargo, a la hora de llevar a la práctica la labor docente en las áreas de ciencias parece que esquiváramos esta realidad. Consciente o inconscientemente somos partícipes de uno de los principales factores causantes de que la imagen de la ciencia que subyace en las mentes de los alumnos de Secundaria, en particular y, generalizando, en la mayor parte de la sociedad, no coincida con la realidad de estas ciencias.

El principal objetivo de los currículos de ciencias es, en definitiva, explicar el mundo que nos rodea para así poder actuar sobre él, tanto a nivel profesional, si enfocamos nuestras vidas a intentar investigar la naturaleza, como a nivel social en tertulias, conversaciones y decisiones de grupo, que cada vez están más impregnadas de conceptos y procedimientos relacionados con la ciencia, debido a los vertiginosos avances científicos y tecnológicos del periodo en el que vivimos. En palabras de Fernando Cajas, *“la ciencia y la tecnología han dejado de ser parte del discurso de unos pocos académicos para formar parte de la ‘canasta básica’ del ciudadano de a pie”* (Cajas, 2001).

Sin embargo las disciplinas científicas, sobre todo la física y la química, se recuerdan como algo muy complicado, con muchas fórmulas que se utilizaban según el tipo de problema. Se superaron en su momento con mayor o menor dificultad, y se relegaron al olvido por la mayoría. Sólo las recuerdan aquéllos que continuaron su formación académica, bien por los escabrosos pero atractivos senderos por los que se desarrollan estas materias, bien por especialidades que guardaran alguna relación con ellas. Es indiscutible que en la actualidad al hablar de cultura no se tiene en cuenta su componente científica.

El sistema educativo debe transformarse en lo que concierne a estas disciplinas para evitar que esto ocurra, y los primeros responsables de esta transformación han de ser necesariamente aquellas personas que dedican sus esfuerzos profesionales a la transmisión de dicho conocimiento, en todos los niveles. En palabras de Karl Marx, que aunque referidas a la filosofía pueden aplicarse perfectamente en este caso, *“los filósofos sólo han interpretado el mundo de diversas maneras; el asunto es cambiarlo”* (citado por Roth, 2002, p.196).

Haciendo un breve repaso de la historia del desarrollo científico (Thuillier, 1990), desde la Antigua Grecia hasta nuestros días, encontramos que éste ha sido posible gracias al trabajo de multitud de personas que de un

modo u otro han intentado explicar fenómenos de interés para la sociedad de ese momento, limitados en ocasiones por la tecnología disponible, y en otras por los intereses del grupo social. Son tres los factores que siempre habremos de tener en cuenta (ciencia, tecnología y sociedad), y que han originado el famoso paradigma CTS. No olvidemos que la sociedad, y principalmente los gobiernos, son los que deciden en cada momento qué investigar y qué se necesita desarrollar, siempre dentro de las limitaciones tecnológicas. En este sentido podemos decir que el siglo XX ha sido el siglo de la física y el XXI posiblemente sea el de la bioquímica.

Las distintas explicaciones que para el desarrollo científico se han propuesto desde la epistemología de la ciencia (inductivismo, programas de investigación, revoluciones científicas, racionalismo, relativismo, objetivismo, anarquismo, realismo, instrumentalismo, etc. - Chalmers, 1997 -), coinciden en un aspecto de base importante: la motivación hacia la investigación.

El interés hacia un problema, entendido como una *“situación incierta que provoca en quien la padece una conducta tendente a hallar la solución y reducir de esta forma la tensión inherente a dicha incertidumbre”* (Perales, 2000a), es el punto de partida de la investigación que lo resuelve. De ahí la importancia de fomentar la motivación en la enseñanza de las ciencias, que en las últimas décadas ha provocado el desarrollo de la enseñanza por investigación, basada en la resolución de situaciones problemáticas de interés para los alumnos, en un intento de dar consistencia y mejorar el modelo constructivista.

Pero cuando hablamos de constructivismo no debemos pensar en un constructivismo unitario, sino en uno diferencial, en el que podemos diferenciar entre los constructivismos cotidiano, escolar y científico.

Los tres tipos de conocimiento se construyen en escenarios que tienen los mismos elementos básicos (entornos físicos, actores, tipos de discurso y procesos de negociación), pero éstos cambian según el contexto, debiendo estar cada caso adaptado al tipo de conocimiento y a los objetivos que en él se persiguen. En el caso del contexto escolar esto no ocurre, y *“todos parecen seguir el guión de una película que no gusta a nadie y que aburre a todos”* (Rodrigo 1994).

I.2.2. Diferencias entre conocimiento científico, escolar y cotidiano.

Revisemos brevemente algunas de las reflexiones e investigaciones que se han desarrollado en este sentido, y las conclusiones que han originado.

Resnick (citado por Gerber et al., 2001) señala cuatro claras categorías en las que podemos encontrar diferencias entre los contextos cotidiano y escolar:

- Las actividades realizadas fuera de clase requieren formar parte de un grupo social, mientras que la mayoría de las propuestas en clase consisten en trabajos individuales.
- Fuera de clase se utilizan herramientas que facilitan el conocimiento de la actividad en sí, mientras que las clases consisten en puro conocimiento o habilidades memorísticas.
- Dichas habilidades hacen que el alumno trabaje sin herramientas, como libros o calculadoras, mientras que en la calle las actividades siempre están relacionadas con objetos o eventos.
- En la escuela se enseña un conocimiento que normalmente no puede trasladarse fácilmente a la vida cotidiana.

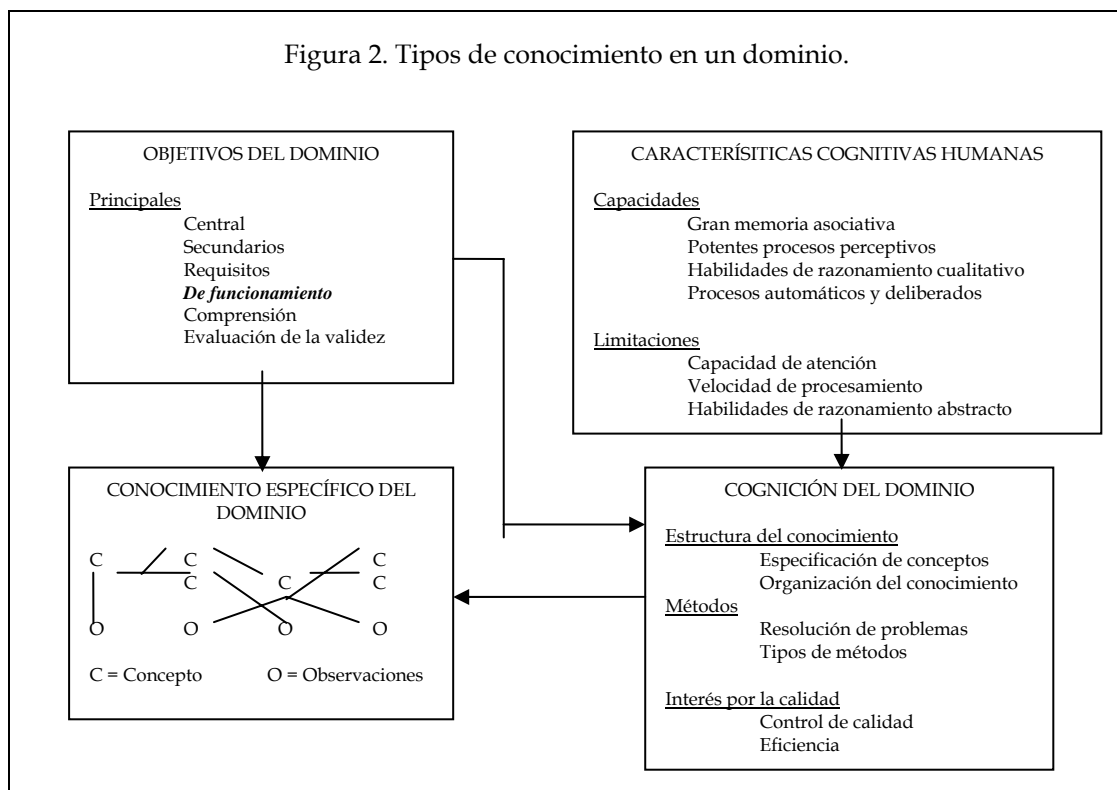
Resulta asombroso que después de casi veinte años estas diferencias continúen encontrándose tan claramente en el sistema educativo actual. ¿Cuándo pensamos acercar las materias científicas a la realidad que nos rodea?

Frederick Reif y Hill H. Larkin, en un artículo publicado en 1991, analizan y comparan los dominios de conocimiento científico y cotidiano. Los autores comienzan señalando que la mayoría de los estudiantes tienen dificultades en el aprendizaje de las ciencias, algunas de ellas debido a ideas preconcebidas, erróneas, sobre el mundo que les rodea. Por otra parte normalmente se enfoca la enseñanza de las ciencias utilizando conceptos abstractos y problemas complejos, y esto no ayuda a solucionar el problema, ya que si no se está familiarizado con un dominio de conocimiento determinado aparecen problemas a la hora de aprenderlo y manejarlo. Ocurre lo contrario si ya se está de antemano familiarizado con él, por lo que es importante comenzar a motivar y a desarrollar destrezas a edades tempranas. De todos modos, si no se ha hecho y tenemos que empezar a trabajar con alumnos desmotivados, lo que no debemos hacer es aumentar esa desmotivación y la repulsión que de antemano suelen tener a las materias científicas.

El propósito de su trabajo es comparar detalladamente los dominios de conocimiento científico y cotidiano, así como las diferencias entre sus objetivos y los procesos necesarios para conseguirlos.

Para ello en primer lugar se establecen como tipos de conocimiento en un dominio los siguientes (Figura 2):

- Conocimiento específico del dominio: los conceptos (conectados con la observación), relaciones entre ellos y métodos de trabajo para utilizarlos.
- Objetivos del dominio: afectan de manera importante tanto a la naturaleza del conocimiento específico del dominio como a la conveniente cognición del mismo.
- Características cognitivas humanas: capacidades y limitaciones (directamente relacionadas, claro está, con la edad del individuo).
- Cognición del dominio: condicionada por los objetivos del dominio y las características cognitivas de la persona.
- Metaconocimiento: comprende el conocimiento de los objetivos del dominio y la conveniente y útil cognición del mismo.



Seguidamente proceden al análisis y comparación exhaustiva entre los objetivos del dominio y la cognición del mismo en los casos de los dominios de conocimiento cotidiano y científico. Sus conclusiones quedan reflejadas en la Tabla II, en la que podemos observar claramente las diferencias existentes entre ambos dominios de conocimiento (Reif y Larkin, 1991).

Tabla II.- Comparación entre dominios científico y cotidiano.

	Dominio de la vida cotidiana	Dominio científico
OBJETIVOS DEL DOMINIO		
Objetivos principales		
Objetivo central	Vivir bien	Predicción y explicación óptimas
Objetivos secundarios	Predicción y explicación adecuadas	Predicción y explicación óptimas
Requisitos	Generalización adecuada, parsimonia, precisión, consistencia	Máxima generalización, parsimonia, precisión, consistencia
Objetivos del trabajo		
Entendimiento y conocimiento	Pocas inferencias Varias premisas aceptables	Muchas inferencias Premisas bien especificadas
Evaluar su validez	No mucha importancia Varias premisas aceptables Inferencias convincentes	Fundamental Premisas basadas en observaciones Inferencias bien especificadas
COGNICIÓN DEL DOMINIO		
Estructura del conocimiento		
Especificación de conceptos	Implícita y basada en esquemas	Explícita y basada en reglas
Organización del conocimiento	Localmente coherente Asociativa	Globalmente coherente Lógica
Métodos		
Resolución de problemas	Inferencias cortas basadas en abundante conocimiento acumulado	Inferencias largas basadas en escaso conocimiento
Tipos de métodos	Informales	Formales e informales se complementan
Características de interés		
Control de calidad	No formal	Estricto y explícito
Eficiencia	Eficiente por naturaleza para las tareas de la vida cotidiana	Diseñado para ser eficiente para tareas complejas.

M. J. Rodrigo (1994) defiende el constructivismo diferencial anteriormente mencionado. Realiza un análisis epistemológico buscando respuesta, para los conocimientos científico, cotidiano y escolar, a las siguientes preguntas: qué mundo construye, para qué se construye y cuál es el criterio de validación de sus productos, y cómo se construye.

En primer lugar compara los conocimientos científico y escolar, en lo que respecta a qué mundo construyen, recordando las palabras que Ortega y Gasset refleja en su libro “Ideas y Creencias”: *El físico sabe muy bien que lo que dice su teoría no lo hay en la realidad. El hombre de la calle trabaja sobre el plano real y describe fenómenos reales, mientras que el científico trabaja en un plano ideal donde describe fenómenos científicos que tienen una correspondencia mucho menos estrecha con el mundo experiencial que conocemos.*

Respecto a para qué construyen y cuál es el criterio de validación, el hombre de la calle busca la utilidad del conocimiento, y lo valida según la eficacia para interpretar el entorno y planificar sus actuaciones, es decir, a corto plazo. No necesita poner a prueba sus teorías, que considera ciertas a priori. Por el contrario, el científico pretende que sus teorías sean ciertas y exactas para un gran número de situaciones, cuantas más mejor. La eficacia de la ciencia se entiende, pues, a largo plazo.

Por último, en relación a cómo se construye el conocimiento, el hombre de la calle lo hace siguiendo procedimientos heurísticos tomando como base sus experiencias pasadas, tarea que no aprende siguiendo norma alguna, y en ningún momento está obligado a exponer sus pensamientos al resto de la sociedad. El científico sigue procedimientos muy sistemáticos y exhaustivos para poner a prueba sus argumentos, aprendiendo un oficio de forma planificada y gradual, siendo consciente de que al final su trabajo será evaluado y comprobado por la comunidad científica.

En el análisis de qué mundo se construye en el conocimiento escolar se diferencian tres niveles: el micromundo, el mesomundo y el macromundo. Sólo en el mesomundo hay relación entre lo que se aprende en la escuela y la vida cotidiana, y es sólo en este nivel en el que se deben hacer alusiones a las experiencias diarias. En los otros niveles sólo pueden partir de sus estudios previos, y cualquier referencia a la vida cotidiana puede entorpecer el aprendizaje.

Por otra parte, la razón por la que el alumno construye su conocimiento, en un ambiente en el que ha perdido protagonismo debido a la selección previa del mismo por parte del profesor (transposición didáctica), persigue la comprensión de un conocimiento desarrollado por otros, y lo valida comparando lo que ha conseguido con lo que el profesor pretendía, que queda reflejado en una calificación final. El conocimiento escolar suele quedar reducido a una visión deformada, simplificada y reducida del conocimiento científico. Debemos ser conscientes de que si el control del profesor sobre las actividades es excesivo, éstas pierden interés para los estudiantes (Roth, 2002).

Finalmente, la construcción del conocimiento escolar se puede enfocar desde el punto de vista de multitud de estrategias (de ahí que “cada

maestrillo tenga su librito”), pero parece claro que pocas se enfocan a potenciar la capacidad metacognitiva del alumnado.

Como conclusión general más importante podemos afirmar que “*las diferencias en las epistemologías de partida producen claras discontinuidades en los tres tipos de conocimiento*”, no siendo tan necesaria la transformación del conocimiento cotidiano en conocimiento científico, tal y como se ha defendido en muchas ocasiones desde el constructivismo unitario, como la coexistencia en el mismo individuo de todos los tipos de conocimiento, para elegir la aplicación de uno u otro según la situación en la que se encuentre.

En esta línea de pensamiento se desarrollan las reflexiones de J. I. Pozo. Ante la duda de qué hacer con las concepciones alternativas de nuestros alumnos, caracterizadas por ser relativamente coherentes, comunes a diferentes medios escolares y culturales, persistentes y reacias al cambio por la enseñanza, y por su paralelismo con muchas ideas desarrolladas en la historia de las ciencias, analiza cuatro hipótesis (Pozo, 1999):

- ***La hipótesis de la compatibilidad o la acumulación de saberes.***

El cambio conceptual no es necesario, pues aprender ciencias es un proceso de acumulación de saberes y experiencias. El problema que plantea es que la metáfora del ser humano como científico no es adecuada. La forma de razonar de los que no son especialistas en ciencias difiere de la de aquellos, y enseñar ciencias es también enseñar procedimientos de actuación ante situaciones determinadas.

Aparece la “nueva hipótesis de la compatibilidad”, en la que no se considera que las personas piensen como científicos (que no es cierto) sino que los científicos piensan como personas.

- ***La hipótesis de la incompatibilidad o el cambio conceptual.***

Se hace necesario en este caso el cambio conceptual, pero este cambio se ha de producir simultáneamente en:

- El dominio de fenómenos explicados.
 - La naturaleza de las explicaciones aceptadas.
 - Los conceptos individuales que constituyen el núcleo de la teoría.
- ***La hipótesis de la independencia o el uso del conocimiento según el contexto.***

Se trata de la coexistencia de sistemas alternativos de conocimiento, y la capacidad de elegir uno u otro según el contexto.

- *La hipótesis de la integración jerárquica: diferentes niveles de representación.*

Desde este punto de vista cualquier problema puede analizarse usando diferentes teorías alternativas, que implican diferentes niveles de análisis basados en estructuras conceptuales de diferente complejidad.

Finalmente, este autor defiende la integración jerárquica de las cuatro hipótesis en el currículo de ciencias, según contexto, pues *“no se trata de abandonar el sentido común, sino de trascenderlo en aquellas ocasiones en que lo consideremos necesario”*.

D. Gil (Gil, 1994), de la Universidad de Valencia, establece las relaciones entre conocimiento científico y escolar desde la perspectiva de la Didáctica de las Ciencias, entendiéndola como auténtico cuerpo de conocimientos más que como suma de aportaciones no vinculadas. Dichas relaciones deben entenderse y enfocarse a través de una correcta transposición didáctica que evite las visiones deformadas de la ciencia que normalmente se transmiten en las aulas, fruto de una transposición espontánea y poco fundamentada consistente en un reduccionismo conceptual, y que no contribuye en modo alguno a la alfabetización científica de la población.

Conocimiento científico y escolar no son iguales, pero esto se olvida en las clases de ciencias, convirtiendo el segundo en un reduccionismo sin sentido del primero. Enseñar ciencias no consiste en enseñar conceptos. También hay que inculcar los procedimientos científicos en la formación de los estudiantes, así como las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad.

Ante el “fracaso” del aprendizaje por recepción de conocimientos ya elaborados y del aprendizaje por descubrimiento en las últimas décadas, la mejor forma de transmitir los contenidos científicos parece ser la “investigación de situaciones problemáticas de interés”, dentro del marco constructivista, en la que el cambio conceptual deja de ser el principal objetivo y pasa ser un aspecto funcional del aprendizaje. Se debe propiciar el trabajo en equipo, cotejando continuamente los resultados de los distintos grupos y bajo la supervisión de un experto. No hay que perder de vista que lo más importante es partir de una situación problemática que despierte el interés de los investigadores, para después promover la adquisición de conceptos, procedimientos y actitudes científicas en el alumnado, siempre a la sombra de las relaciones ciencia-tecnología-sociedad.

Pero tampoco debemos entender el aprendizaje por recepción de conocimientos y el aprendizaje por descubrimiento como modelos que han fracasado (de ahí el entrecomillado del párrafo anterior), sino como puntos de partida del modelo de enseñanza por investigación. Éste se desarrolla en

un intento de, por una parte, salvar las limitaciones del modelo constructivista, principalmente en lo referente al hecho de tener que investigar no sólo la información recibida por los alumnos sino también el procesamiento que realizan con ella, y por otra aprovechar lo positivo del modelo de aprendizaje por descubrimiento, que entró en crisis debido a intereses socio-políticos del momento y a otros factores más pragmáticos como pueden ser limitaciones temporales de adaptación a las programaciones didácticas o limitaciones presupuestarias.

La enseñanza por investigación se basa en la resolución de situaciones problemáticas de interés para los alumnos, para de este modo aproximarlos al trabajo científico a la vez que se trabajan conjuntamente las tres dimensiones principales del conocimiento, esto es, conceptos, procedimientos y actitudes. Se puede desarrollar de este modo la capacidad de trabajo individual, y el trabajo en grupo, prestando a la comunicación de los resultados obtenidos la importancia que se merece (Perales, 2000a).

En estudios posteriores encontramos el trabajo de B. L. Gerber, A. M. L. Cavallo y E. A. Marek (2001), realizado con el propósito de explorar las posibles diferencias en las habilidades de razonamiento científico relacionadas con los entornos de aprendizaje informal y los procedimientos de enseñanza en clase, así como la relación entre ellos.

Para estos autores, al igual que para la mayoría de los profesores de ciencias, el mayor objetivo de la educación científica debería ser proporcionar alfabetización científica a los estudiantes. Esto se consigue tanto en la escuela como en entornos de aprendizaje informal, escasamente referenciados en estudios anteriores, lo que supone un error teniendo en cuenta que el aprendizaje informal de las ciencias puede facilitar el desarrollo de habilidades de razonamiento, requisito para aprender y entender los procedimientos y conceptos científicos.

Estas habilidades de razonamiento científico incluyen formas de pensamiento que van desde el empírico-inductivo (ordenar y describir objetos que se perciben) hasta el hipotético-deductivo (crear y comprobar explicaciones de fenómenos no observables), siendo las experiencias que promueven conflictos cognitivos y debates sociales las que ayudan al desarrollo de habilidades de razonamiento.

El desarrollo de habilidades de razonamiento se promueve a través de experiencias de los alumnos, conflictos cognitivos e interacciones sociales. Por ello, también consideran los mejores modelos de enseñanza de las ciencias los que implican procedimientos de enseñanza por investigación. El núcleo de estas prácticas pedagógicas está constituido por actividades prácticas y debates sociales que, a nivel individual, captan la atención de los alumnos en el intento de entender el fenómeno por uno mismo, y por

actividades en grupo que proporcionan un estímulo de reflexión desde diferentes perspectivas. Un ejemplo es el “ciclo de aprendizaje”, constituido por tres fases: investigación, introducción de términos y aplicación de conceptos.

En cuanto a los entornos de aprendizaje y habilidades de razonamiento algunas de las conclusiones más importantes para nuestro estudio las siguientes:

- La enseñanza por investigación facilita la adquisición de habilidades de razonamiento científico.
- El conocimiento científico debería estar fuertemente relacionado con el aprendizaje escolar cuando se observa desde la perspectiva del conocimiento de la realidad y de conceptos específicos.
- Se encuentra una correlación positiva entre el visionado de televisión, oír la radio, leer y visitar museos, y la actitud hacia la ciencia.

Los resultados del estudio realizado por estos investigadores muestran que las actividades informales que los alumnos realizan en su tiempo libre, así como las clases orientadas como investigaciones, potencian sus habilidades de razonamiento. Como novedad, se amplía la visión de aprendizaje informal a cualquier actividad que proporcione conflicto cognitivo y/o interacciones sociales.

En definitiva, revelan con su trabajo la importancia de las actividades de aprendizaje informal y los modelos de enseñanza por investigación como potenciadores de las habilidades de razonamiento científico, de modo que los estudiantes que las adquieran serán adultos alfabetizados científicamente, que podrán tomar decisiones al respecto y participar en las discusiones sociales.

Los profesores deben animar a los estudiantes a comenzar a implicarse en actividades extracurriculares relacionadas con la escuela y la comunidad. También pueden animarlos a realizar actividades en sus casas, que pueden incluir a los padres y familiares, los cuales también juegan un papel muy importante en la alfabetización de sus hijos (Gerber y col., 2001).

Z. Deng (2001) establece claramente la diferencia entre ser físico y ser profesor de física, aunque inicialmente ambos hayan cursado los mismos estudios (no olvidemos que la formación didáctica actual de los profesores de Física y Química de Secundaria brilla por su ausencia).

Para decidir lo que debe estudiarse (o enseñarse) en cada momento, acude a los diferentes tipos de teorías que podemos encontrar, desde la perspectiva de la epistemología de la ciencia de Harré:

- Las del tipo 1, que permiten la clasificación, explicación y predicción de fenómenos observables.
- Las del tipo 2, que permiten la representación de ciertos tipos de entidades no observables, pero que pueden reproducirse en el laboratorio.
- Las teorías del tipo 3, que permiten la representación de entidades matemáticas (modelización) que no pueden ser observadas.

La enseñanza de la Física en secundaria debería comenzar, según el autor con conceptos y principios del tipo 1, construyendo y trabajando sobre experiencias del tipo 1, y gradualmente ir avanzando hacia el tipo 2 a través de descripciones o lenguaje matemático sencillo. El aprendizaje de alguien que se dedicará a la investigación deberá concentrarse en los tipos 2 y 3 (Deng, 2001).

Sería conveniente reflexionar sobre esto, teniendo en cuenta que las capacidades cognitivas del alumnado de secundaria no alcanzan en la mayoría de los casos las posibilidades de trabajar con actividades y experiencias del tipo 3, que requieren una capacidad de abstracción a veces tan elevada que nos vemos obligados a investigar sobre la metodología más adecuada para la presentación de los conceptos (Kinneer, 1994). ¿Merece realmente la pena insistir sobre conceptos tan abstractos, descuidando muchos de los que nos rodean? ¿Es más importante, para los niños, estudiar en base a hechos y formas que posiblemente nunca utilicen ni recuerden, o basar su aprendizaje en hechos que pueda utilizar a lo largo de su vida en una sociedad basada en la ciencia? (McSharry, 2002). No obstante, para aquellos que sí la alcancen podemos siempre recurrir a la atención a la diversidad.

Para finalizar este Apartado, comentaremos brevemente las reflexiones de M. Izquierdo y col. (2001) a este respecto. Consideran que las características de la ciencia escolar son: es ciencia, experimental, discursiva, proporciona autonomía, es autónoma, aplicada, diversa y rigurosa. Pero, si queremos que a la vez que escolar sea científica:

- Debemos preguntarnos sobre el objetivo del conocimiento escolar.
- No podemos usar un método científico estereotipado.
- No se deben presentar los hechos como confirmación de las teorías.

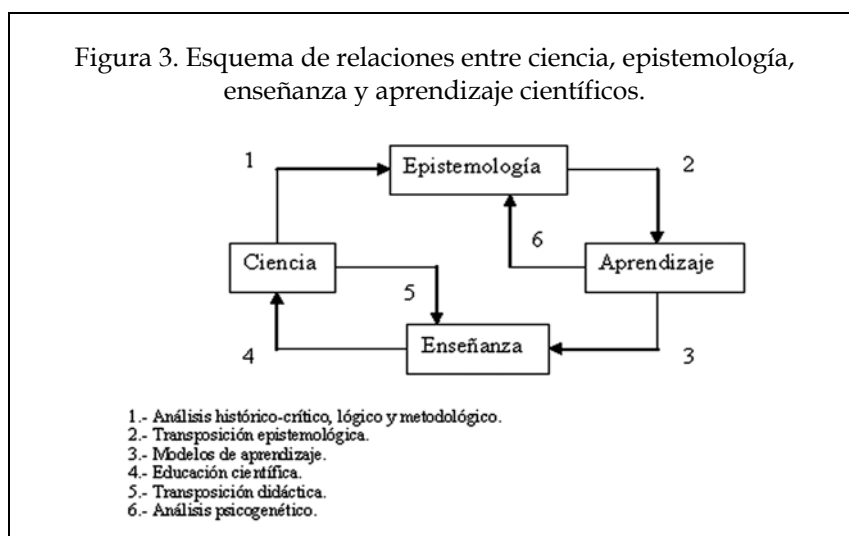
- Debemos enseñar a razonar.

Proponen, como unión de los dos dominios de conocimiento, el “modelo cognitivo de ciencia” de Giere (modelo de ciencia de los científicos) para fundamentar la ciencia de los alumnos. Destacamos las siguientes reflexiones (Izquierdo y col., 2001):

- Lo que hace que las ciencias tengan sentido es su objetivo (no su método), que es interpretar (comprender) los fenómenos del mundo y actuar sobre ellos.
- Lo que debería preocuparnos en clase es despertar el interés por actuar en el mundo físico y biológico y la capacidad de formular preguntas.
- Los alumnos han de razonar y han de juzgar la validez de los conocimientos, pero aceptando los condicionantes propios de la escuela y de su condición de aprendices en el hacer y en el pensar.

I.2.3. La transposición didáctica del conocimiento científico.

El reconocimiento de las diferencias entre los conocimientos científico, cotidiano y escolar (tanto en la base como en el desarrollo gradual de los mismos) y la paciente reflexión sobre ellas, es el principio de una correcta transposición didáctica, entendida a grosso modo como la reelaboración de la ciencia del científico para hacerla llegar al alumnado, y que forma parte del complejo sistema representado en la Figura 3, que relaciona la ciencia, su enseñanza, su aprendizaje y su epistemología, y que da consistencia a la didáctica de las ciencias como disciplina (López, 1990).



La transposición didáctica, principal conector entre ciencia y enseñanza de la ciencia, requiere una relectura de la cultura científica, que engloba desde la selección de lo que se considera importante de la ciencia de los expertos hasta la elección de las teorías epistemológicas y psicológicas válidas en cada momento, sin perder de vista al alumnado al que va dirigida (edad, expectativas, etc.), su entorno socioeconómico y, como base de toda enseñanza, los objetivos del sistema educativo (Sanmartí, 1997).

Cabe señalar en este punto la distinción existente entre “traslación de conocimiento” y “transposición didáctica”, reservando el segundo término a los casos en los que la traslación se lleva a cabo bajo las directrices de los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas en el campo de la didáctica de las ciencias (Cajas, 2001).

Lo habitual es que no se reflexione sobre la importancia de elaborar los conocimientos que se llevan al aula bajo la perspectiva de una correcta transposición didáctica y que esto se lleve a cabo de forma espontánea, implícita y escasamente fundamentada, lo que proporciona una visión completamente deformante del conocimiento científico (Gil, 1994). Normalmente lo que los docentes llevamos al aula consiste en un reduccionismo conceptual de la ciencia, seleccionando lo que se trabaja en el aula en función de pruebas a las que los alumnos deberán enfrentarse en un futuro próximo (carácter propedéutico de la Educación Secundaria Obligatoria), dando prioridad a los contenidos conceptuales, y sin pensar en que también tenemos la obligación de asegurar el carácter terminal de estos estudios, pues hay estudiantes que no volverán a tener contacto con asignaturas científicas a partir de los dieciséis años (en el sistema educativo español).

Debemos, pues, preguntarnos sobre qué conocimientos necesitarán los estudiantes en un futuro, cualquiera que sea el itinerario que elijan, así como el momento más idóneo para introducirlos con el fin de que el aprendizaje sea significativo (Perales, 2000b). En esto consiste la transposición didáctica, que asegurará en cierta medida que la población adulta del futuro disponga de una alfabetización científica sólida de base.

Los principales criterios para llevarla a cabo han sido hasta hace poco los establecidos por los editores de los libros de texto, pero las recientes y abundantes investigaciones promovidas por la didáctica de las ciencias han establecido los criterios a seguir para una correcta transposición (Cajas, 2001):

- Desarrollar ciencia para todos, no sólo para aquéllos que van a ser científicos (democratización);
- Reducir la cantidad de contenido (menos es mejor);

- Aumentar la coherencia de lo que se enseña (más conexiones con matemática y tecnología);
- Aumentar la relevancia de la ciencia, matemática y tecnología aprendida para la vida cotidiana (relevancia).

Podemos concluir este epígrafe, relacionándolo con los dos anteriores, con la siguiente frase: *el conocimiento escolar, a la sombra de una transposición didáctica elaborada de forma reflexiva, debe considerarse como el punto de encuentro del conocimiento científico y del conocimiento cotidiano* (Perales, 2000b). Sólo de este modo conseguiremos alfabetizar al alumnado de Secundaria desde un punto de vista científico.

I.2.4. Alfabetización científica.

Principal objetivo de la enseñanza de las ciencias, no está libre de distintas interpretaciones, por lo que debemos aclarar a qué nos referimos cuando utilizamos este término.

Hasta hace pocas décadas se consideraban analfabetos a los que no sabían leer ni escribir. Hoy día, aunque desgraciadamente podemos encontrar ciudadanos privados de los placeres anteriores, el concepto de analfabetismo se ha ampliado a otros campos del dominio cotidiano, añadiéndole adjetivos referentes a códigos de comunicación que cada vez abundan más a nuestro alrededor, y para los que no hemos sido correctamente educados. Nos centramos en este trabajo en dos de esos adjetivos: alfabetización “audiovisual” y “científica”.

Sobre la alfabetización audiovisual ya hemos reflexionado en la primera parte de esta Fundamentación, señalando la importancia de educar a la ciudadanía para enfrentarse a uno de los lenguajes que más recibe a lo largo de sus vidas, el lenguaje de los medios de comunicación de masas, cada vez más extendido y manipulado por intereses particulares o de grupo y, posiblemente, de los menos entendidos.

En lo que respecta a la alfabetización científica, cada vez es más frecuente encontrar mensajes en los medios de comunicación que hacen alusión a las preocupaciones o avances de carácter científico, siendo indicio de la tendencia social hacia la democratización de la ciencia. No debe extrañarnos encontrar mensajes en los que aparezcan referencias a la constante de Hubble, el bosón de Higgs, la materia oscura, la “ingravidez” en las estaciones espaciales, los problemas atmosféricos, nuevos elementos de la Tabla Periódica, distintas formas de cristalización del agua, origen de la

Luna, exploración de otros planetas, secuencias genéticas, historia de la Tierra, o evolución de las especies, entre otros.

Sería interesante hacer un estudio sobre el porcentaje de la población que cuando recibe alguna de estas noticias, que por otra parte, como ya hemos comentado anteriormente, deberían ser revisadas con más rigor científico por los editores, entiende realmente lo que está recibiendo y sus implicaciones sociales a corto o largo plazo.

En la encuesta realizada por la Federación Española de Ciencia y Tecnología, para analizar la percepción social de la ciencia y la tecnología en España, *“se constata un significativo nivel de ignorancia generalizada de la sociedad en temas de ciencia y tecnología. [...] El consumo de contenidos científicos y tecnológicos resulta aún muy limitado en la sociedad española [...] y los propios ciudadanos valoran negativamente el nivel de información en estos temas”*. Una de las conclusiones, a este respecto, que se extrae del análisis de los datos de esta encuesta, expone la necesidad de *“promover estrategias de promoción en la difusión y en el sistema educativo, todo ello con el objetivo de llevar el conocimiento de la ciudadanía sobre algo que les afecta tanto como son los avances científicos y tecnológicos y con ello su capacidad crítica respecto a ellos, como elemento enriquecedor de una sociedad democrática”* (FECYT, 2003).

El papel que juegan los medios de comunicación de masas en la divulgación de la ciencia es fundamental: la televisión es la principal fuente de información sobre ciencia para los ciudadanos españoles; de las fuentes impresas, la prensa; y para buscar información, Internet (FECYT, 2003, p. 14). Los medios que les inspiran más confianza en la información sobre Ciencia son los programas científicos en televisión y radio, seguidos de las revistas de divulgación científica (FECYT, 2003, p.43). Y la televisión, desgraciadamente, difunde una imagen de la ciencia que, aunque varía dependiendo del género televisivo (Dhingra, 2003), es fiel a la realidad en muy pocos casos. Si a esto unimos las numerosas ocasiones en las que, por malas traducciones o escaso interés, se transmiten mensajes científicos erróneos en contenido, es difícil no admitir su influencia negativa sobre lo que la población piensa y sabe de estas cuestiones. No podemos separar, dadas las características de la sociedad actual, la alfabetización científica de la televisiva.

Es necesario establecer un diálogo entre ciencia y sociedad, y la participación de los ciudadanos será posible siempre que éstos puedan opinar. A esto nos referimos cuando hablamos de alfabetización científica, y puede considerarse como uno de los principales objetivos de la didáctica de las ciencias en niveles de Educación Secundaria Obligatoria.

Para Hodson (citado por Gil, 1994, p. 19), la alfabetización científica posee tres elementos básicos:

- Adquisición de conocimientos científicos.
- Comprensión de la naturaleza de la ciencia.
- Aprender a hacer ciencia.

Gil añade a éstos otros dos (Gil, 1994):

- Aproximación a la tecnología precientífica.
- Desarrollo de un interés crítico por la actividad científica.

Prácticamente todos estos elementos quedan englobados dentro de lo que, con frecuencia, aparece en los currículos de la Educación Secundaria Obligatoria bajo los términos de “contenidos” (conceptuales, procedimentales y actitudinales) y “motivación”. Sólo habría que añadir el “metaconocimiento” del dominio científico. Estos tres términos deberían estar en cada momento en las mentes de los profesores de ciencias mientras realizan su trabajo.

Desarrollando un poco más esta idea (Gil y Vilches, 2001), cabe señalar que el hablar de la consecución de la alfabetización científica de los ciudadanos supone la existencia de un currículo básico para todos, que les proporcione una cultura científica mínima, haciendo que esta componente cultural adquiera la importancia que merece dentro de la cultura general. Pero, ¿cuál debe ser este currículo?

Marco (citado por Gil y Vilches, 2001, p. 29) recoge varios elementos comunes a todas las últimas tendencias de alfabetización científica que debieran integrarse en aquél:

- Alfabetización científica práctica (útil para la vida cotidiana).
- Alfabetización científica cívica (para opinar y tomar decisiones sociales).
- Alfabetización científica cultural (que forme parte de la cultura general).

También estos autores refieren en su trabajo lo que Reid y Hodson proponen como necesario para que una educación pueda considerarse orientada hacia la promoción de una cultura científica (Gil y Vilches, 2001):

- Conocimiento de ciertos hechos, conceptos y teorías científicas.
- Aplicación del conocimiento científico en situaciones reales y simuladas.
- Familiarización con los procedimientos de la ciencia, aparatos e instrumentos.
- Resolución de problemas.
- Interacción con la tecnología.
- Relaciones CTS.

- Historia y desarrollo de la ciencia y la tecnología.
- Estudio de la naturaleza de la ciencia y la práctica científica.

Podemos seguir hablando de “contenidos”, “motivación” y “metaconocimiento” como términos globalizadores.

Por último, para concluir este Apartado, queremos comentar la propuesta de Bybee (citado por Gil y Vilches, 2001, p. 29) dirigida hacia la distinción entre los distintos grados de alfabetización científica. Se puede hablar de:

- Analfabetismo.
- Alfabetización “nominal”.
- Alfabetización “funcional”.
- Alfabetización “conceptual y procedimental”.
- Alfabetización “multidimensional”.

Es esta última la que, en mayor o menor grado, debemos intentar que adquieran las personas que en este momento están realizando los estudios que, supuestamente, suponen la preparación para desarrollarse como ciudadanos en la sociedad actual, altamente técnica y científica.

I.3. Una estrategia de pretensión triple.

Para intentar que desde la escuela los medios de comunicación se utilicen de manera crítica y responsable, lo primero que tenemos que hacer es asegurarnos de que los encargados de inculcarlo – los profesores – cumplen con ese cometido. Tendremos que reflexionar sobre el uso que cada uno de nosotros hacemos de los mismos en nuestra vida privada, pues estamos hablando de valores que se transmiten correctamente cuando realmente se cree en ellos. Tendremos, en definitiva, que alfabetizarnos nosotros para conseguirlo con éxito en nuestro alumnado. Y la forma de comenzar es introducir en los currículos los medios de comunicación, no como un simple medio de transmisión de ideas, sino como una herramienta que, una vez fuera del aula, siga funcionando en la mente de los estudiantes. Es la forma de potenciar el metaconocimiento del alumnado sobre cuestiones científicas, entendido según la definición clásica de Flavell (citado por Campanario, 2000, p. 369): “*la metacognición se refiere al conocimiento que uno tiene sobre los propios procesos y productos cognitivos o sobre cualquier cosa relacionada con ellos, es decir, las propiedades de la información o los datos relevantes para el aprendizaje*”.

Antes de seguir con la presentación, a grosso modo, de nuestra estrategia de enseñanza-aprendizaje, parece conveniente señalar que no existe consenso sobre la necesidad de introducir la televisión en el aula. Encontramos quien la defiende como punto de partida del proceso de enseñanza, ya que muestra fenómenos modernos e información sobre el comportamiento social y del mundo de los adultos, y de este modo acerca a los niños al mundo que les rodea (McSharry, 2002) y, en el extremo opuesto, quien considera que debemos evitar introducirla en ámbitos escasamente contaminados hasta el momento, como por ejemplo la escuela (Cembranos, 2004). Nosotros, sin duda, apostamos por la primera de las opciones, y consideramos importante educar para recibir los mensajes televisivos desde edades tempranas.

I.3.1. Tres grandes objetivos.

Nos planteamos, pues, entre otros, tres grandes objetivos en este trabajo. Por una parte, intentar que la asignatura de Física y Química sea más apreciada por el alumnado de los institutos, sin que pierda rigor en su exposición, y asegurándonos de que se cubren los objetivos mínimos de la misma. Por otra parte, participar en ese gran reto de la sociedad actual, la alfabetización científica y televisiva (nos referiremos al uso crítico de este medio en estos términos aunque hay autores que se plantean si se puede usar el término “alfabetización” con los medios audiovisuales –Borrego, 2000-). Y por último, utilizar el entorno escolar como conector de los dominios científico y cotidiano, con el fin de que la alfabetización sea multidimensional.

Para conseguir el primero de ellos ya se han realizado algunos intentos, la mayoría de ellos con éxito. Podemos destacar el uso de caricaturas y viñetas cómicas o exhortativas (Matthew, 1991; Truran, 1996; Worner y Romero, 1998), posters que expresan su mensaje en un formato de dibujo y lenguaje (Griffiths, 1995), viñetas conceptuales (Keogh y Naylor, 1998; Keogh y col., 1998; Stephenson y Warwick, 2002) o películas de ciencia ficción (Moreno y Pont, 1999; Allday, 2003). Los resultados han sido satisfactorios en todos los casos, existiendo indicios de que el rendimiento es mayor en trabajos realizados con imágenes dinámicas (Shu-Ling, 2000). También los cómics pueden ser buenas herramientas a estos efectos, como demuestra a lo que puede llegar el análisis de un cómic de Tintín desde un punto de vista científico (Mochkovitch, 1992).

Del segundo objetivo existen menos precedentes que conozcamos, salvo propuestas con una orientación de índole moral (Urrea y col., 2000, pp. 109-110) en lo que respecta a la alfabetización televisiva. En cuanto a la vertiente científica afortunadamente las reflexiones desde la didáctica de las ciencias parecen estar haciendo mella en los docentes e investigadores, y prueba de ello es el aumento en la densidad de trabajos que abordan el tema

en la última década. Lo mismo podríamos decir del tercero de los objetivos. Se ha recorrido un largo camino desde que en 1972 se propuso el primer Plan de Investigación Educativa en España (Orive, 1972). En una línea próxima a este trabajo, Solomon (1992) utilizó seis secuencias de vídeo de diversos programas de índole científica para promover con éxito el debate entre los estudiantes, obteniendo resultados satisfactorios tanto en lo que respecta a la construcción de conocimiento como a la perdurabilidad de éste.

En nuestro caso, y persiguiendo los tres al mismo tiempo, nos hemos basado en la posibilidad de aumentar la motivación del alumnado y mejorar su actitud hacia la asignatura utilizando como recurso de aula los programas televisivos preferidos por la mayor parte de ellos, los dibujos animados. Analizando los fenómenos que en ellos aparecen desde un punto de vista físico y utilizando en los razonamientos las leyes de esta disciplina, siempre con el rigor que la caracteriza, pretendemos que los alumnos reflexionen sobre la veracidad de los mensajes de los medios en general, incluso fuera del aula, al mismo tiempo que se trabajan los objetivos y contenidos de la asignatura de Física y Química. Se trata, en pocas palabras, de utilizar los dibujos animados televisivos como recurso metodológico en las clases de Física y Química.

I.3.2. Desarrollo de la estrategia.

Aunque después se expondrá minuciosamente la metodología de la investigación, nos parece interesante proporcionar en este momento una breve visión general de la estrategia que se propone en este trabajo.

La razón de utilizar dibujos animados, aparte de su componente motivadora y de haber comprobado que su visionado influye en la actitud de los más jóvenes hacia la ciencia y la tecnología (Brownlow y Durham, 1996), estriba en su carácter irreal. Con frecuencia aparecen escenas en las que se violan las leyes de la física, lo que origina multitud de situaciones en las que el debate es inevitable. De hecho, se han llegado a establecer las leyes físicas específicas de los dibujos animados, que resumimos a continuación (Tabla III), y que pueden utilizarse de igual modo como contraste con las reales. El trabajar con los dibujos animados emitidos por las cadenas gratuitas de televisión es garantía en cierto modo de niveles de audiencia elevados.

Desde otra perspectiva, aunque a veces pensemos que los dibujos animados son programas para niños, no sólo son éstos los que los ven. También lo hacen los adultos (hay dibujos animados especialmente diseñados para ellos) y a veces pueden tener repercusiones sociales de elevada importancia. Como ejemplo, podemos citar la prohibición en Estados Unidos de emitir los capítulos de *Speedy González*, por ser considerados políticamente incorrectos. Se piensa que son un estereotipo ofensivo de los

mexicanos, y un mal ejemplo para los niños porque sus amigos fuman y beben. En contra de esta decisión han aparecido grupos y publicaciones hispanas que, al no verse ofendidos, solicitan que vuelvan a emitirse (<http://www.educared.net>, 2002).

Tabla III. Leyes físicas de los dibujos animados.
(http://www.rimworld.com/tripoli_pgh/humor/cartoonlaws.html)

Leyes	<p><u>Primera Ley.</u>- Cualquier cuerpo suspendido en el espacio permanecerá en dicho estado hasta que sea consciente de su situación.</p> <p><u>Segunda Ley.</u>- Cualquier cuerpo en movimiento tenderá a permanecer en movimiento hasta que un material sólido se interponga repentinamente.</p> <p><u>Tercera Ley.</u>- Cualquier cuerpo que atraviese un material sólido dejará en el mismo un orificio ajustado a su perímetro.</p> <p><u>Cuarta Ley.</u>- El tiempo que invierte un objeto en caer veinte pisos es mayor o igual que el tiempo que se tarda alguien en bajar por una cornisa exterior espiral con la intención de cogerlo intacto.</p> <p><u>Quinta Ley.</u>- Todas las leyes de la gravedad se violan cuando hay sobresaltos.</p> <p><u>Sexta Ley.</u>- Cuando la velocidad es grande los objetos pueden estar en varios lugares al mismo tiempo.</p> <p><u>Séptima Ley.</u>- Algunos cuerpos pueden pasar a través de entradas pintadas en las paredes; otros no pueden hacerlo.</p> <p><u>Octava Ley.</u>- Cualquier cambio violento en la materia es pasajero.</p> <p><u>Novena Ley.</u>- Cualquier objeto cae más rápido que un yunque.</p> <p><u>Décima Ley.</u>- Cada venganza tiene otra igual y opuesta.</p>
Correcciones	<p><u>Corrección A.</u>- Un objeto puntiagudo siempre producirá una propulsión ascendente.</p> <p><u>Corrección B.</u>- Las leyes de los objetos permanentes se anulan en los caracteres "congelados" (cuando aparecen objetos que se refieren a lo que los personajes están describiendo).</p> <p><u>Corrección C.</u>- Los explosivos no causan heridas mortales.</p> <p><u>Corrección D.</u>- La gravedad se transmite mediante ondas lentas de gran longitud de onda (cuando los cuerpos caen por partes).</p> <p><u>Corrección E.</u>- La dinamita se genera espontáneamente en los "C-espacios" (cartoons-espacios, aquéllos en los que se sostienen las leyes de los DA).</p>

Las primeras experiencias con estudiantes se orientaron principalmente hacia el establecimiento de debates en el aula, tan escasos en la educación actual pese a su importancia para la adquisición de habilidades argumentativas (Sardá y Sanmartí, 2000) y procedimentales (Gerber, Cavallo y Marek, 2001), con posterior profundización rigurosa en algunos de ellos, intentando potenciar el desarrollo del metaconocimiento en los alumnos (Campanario, 2000), lo que ayuda a la "activación diferencial" del tipo de conocimiento que debe aplicar en las distintas situaciones a las que se enfrenta en su vida cotidiana (Rodrigo, 1994). En definitiva, debemos

implicar a los alumnos en su aprendizaje. En palabras de Izquierdo y col. (2001), *“La puesta en común fundamentada en la interpretación colectiva de los hechos tiene como resultado la supervivencia de algunos conceptos frente a otros”*.

Una vez comprobada la eficacia de la herramienta en las clases de física y, más importante aún, que este tipo de experiencias superaban los límites del aula y conectaban los entornos escolar y cotidiano, siempre a la sombra del dominio científico, dados los contenidos sobre los que versaban las conversaciones (Perales y Vílchez, 2002), la idea fue participar en el establecimiento de la enseñanza de la física mediante investigación de situaciones problemáticas de interés, como método de enseñanza más recomendado actualmente en el campo de investigación de la didáctica de las ciencias.

En este sentido hemos trabajado con el análisis de dibujos animados. Lo que realizan los alumnos es precisamente una investigación de situaciones problemáticas que ellos mismos detectan y cuestionan, basándose en las leyes de la Naturaleza, con el objetivo principal de comprobar si lo que piensan es acorde con lo que piensa la comunidad científica. Esta estrategia aparece como plenamente compatible con el enfoque constructivista de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

En principio parece una empresa difícil. ¿Qué situaciones problemáticas elegir, que sean del interés de la mayor parte del alumnado? ¿Cómo enfocar las actividades?

En las últimas experiencias realizadas, una vez discutida la secuencia identificada como no acorde con la realidad, son los propios alumnos los que enuncian un problema a resolver, eligiendo las variables y obteniendo el resultado. Comparándolo con la realidad se obtienen conclusiones difíciles de olvidar.

El visionado de dibujos animados puede ayudarnos de este modo a la elección y enfoque de las actividades a realizar, componente principal del núcleo de un currículo de ciencias (Sanmartí, 1997). Es una realidad que los alumnos de Secundaria dedican gran parte de su tiempo libre a ver la televisión, y dentro de sus preferencias están los programas de animación, en particular los dibujos animados. Sería un error dar la espalda a esta realidad, pudiendo utilizarla en nuestra labor docente, máxime teniendo en cuenta que la estrategia propuesta presenta un aliciente extra: son los propios alumnos los que deciden qué problemas hacer y los que elaboran el enunciado, con todas las consecuencias que esto conlleva en relación al uso correcto del vocabulario científico y a la elección de las variables que intervienen en las situaciones elegidas, teniendo que definir las y especificarlas de forma correcta y concreta si quieren llevar a cabo con éxito

la resolución del problema. Esta conducta representa un objetivo de alto nivel para esta actividad científica (Perales, 2000a, p.98).

No perdamos de vista que el visionado crítico de estos programas televisivos desde una perspectiva científica proporciona un buen comienzo para la alfabetización tanto científica como televisiva, ya que lo normal es que este hábito se traslade inconscientemente, por lo menos, al visionado de otro tipo de programas televisivos. De este modo acercamos el conocimiento cotidiano al conocimiento escolar, todo ello guiado por la pretensión de una correcta transposición didáctica del conocimiento científico.

Al utilizar los dibujos animados como herramienta de aprendizaje en el aula, enfocando las actividades a la resolución de problemas que los propios alumnos enuncian a partir de imágenes televisivas, son estos los que definen tanto las situaciones a estudiar, elemento motivador en las clases de ciencias, como el nivel de profundidad del estudio.

La estrategia propuesta, en pocas palabras y para finalizar, potencia la enseñanza de la física reuniendo en una misma actividad la motivación hacia la asignatura, el desarrollo de los contenidos científicos (conceptos, procedimientos y actitudes) y la reflexión de los estudiantes sobre el conocimiento científico que poseen, su estructura y su utilidad (metacognición).

Como herramienta de enseñanza, destacar su utilidad en la identificación de ideas previas. Tenemos constancia de que en ocasiones se han utilizado historietas gráficas para la identificación de ideas previas de los niños relativas a cuestiones científicas (Doig y Adams, 1993), pero no hemos encontrado ningún caso en el que se haya trabajado en este sentido con imagen dinámica⁴, que normalmente ha dado mejores resultados que la estática (Shu-Ling, 2000).

Si a esto añadimos, como característica de este tipo de actividades en el aula, que permiten conectar los dominios de conocimiento científico, escolar y cotidiano, a la vez que facilitan la atención a la diversidad del alumnado, entenderemos lo que ha suscitado la ilusión y esperanza puestas en esta estrategia de enseñanza-aprendizaje de la Física, que reúne las características de innovación e investigación (Perales, Sierra y Vélchez, 2002).

⁴ La única referencia a investigaciones realizadas con dibujos animados se centra en cómo se tratan en éstos algunas cuestiones relacionadas con medio ambiente (García, 1999).

CAPÍTULO II. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

Presentamos en este Capítulo los objetivos que han guiado la investigación y los supuestos de partida, comentados individualmente, en ambos casos, al extraer las conclusiones finales de este trabajo (Capítulo V). Se describe asimismo la bibliografía con la que hemos trabajado, las variables, y los instrumentos de medida y observación. También se explican las razones por las que hemos tenido que optar por un análisis esencialmente cualitativo, sin perder de vista el cuantitativo cuando las circunstancias lo han permitido.

II.1. Objetivos

De una forma más pormenorizada, los objetivos que perseguimos en este trabajo de investigación son:

1. Verificar si los dibujos animados constituyen un elemento motivador en las clases de Física y Química. Para ello nos basaremos en observaciones sobre la actitud de los estudiantes en las experiencias diseñadas y en cuestionarios preparados al efecto dirigidos a éstos y a sus padres.
2. Comprobar si los dibujos animados emitidos en las cadenas de televisión son fuente de ideas previas y de errores conceptuales de los adolescentes. Este es posiblemente el más difícil de todos, pues para llevar a cabo un estudio riguroso deberíamos disponer de un grupo de estudiantes que nunca hubieran visto dibujos animados, para comparar sus ideas previas con las del resto de estudiantes. En esta investigación comprobaremos si las ideas previas identificadas mediante el análisis de dibujos animados coinciden con las recogidas en libros y artículos sobre éstas.
3. Utilizar comparaciones entre situaciones presentadas en programas de dibujos animados y situaciones reales para provocar el cambio conceptual de los alumnos. Una vez discutido y analizado algún fenómeno determinado es interesante comprobar si las conclusiones alcanzadas coinciden con la realidad, y para ello lo mejor es comprobarlo con el mismo fenómeno, visto en esta ocasión tal y como transcurre en la naturaleza.

4. Estimular el análisis crítico de los alumnos a la hora de diferenciar realidad de ficción, tanto dentro como fuera del aula, contribuyendo también así a su propia maduración psicológica. Nos basaremos en el análisis, desde un punto de vista científico, de capítulos o secuencias de dibujos animados, con la pretensión de que este espíritu crítico florezca en los estudiantes ante la recepción de los mensaje de otros medios, incluso encontrándose en otros entornos.
5. Analizar la imagen de la ciencia y de los científicos en los dibujos animados, comparándola con la que presentan otros medios de comunicación. Se realizará un análisis de contenido sobre la presencia de la ciencia y los científicos en cien capítulos de dibujos animados emitidos por las cadenas gratuitas de televisión nacionales, con el posterior análisis según los indicadores utilizados por A. P. Gallego en su tesis doctoral sobre "*contribución del cómic en la imagen de la ciencia*" (Gallego, 2002).
6. Comprobar si se pueden utilizar los dibujos animados en el aula como recurso evaluador. Se diseñará una prueba de evaluación para comprobar la utilidad de la herramienta en este sentido.
7. Conectar los dominio de conocimiento científico, cotidiano y escolar mediante la realización de experiencias en el aula. Basándonos en algo con lo que nuestros alumnos y alumnas conviven, y utilizándolo como base de un análisis en el que los contenidos y procedimientos científicos se encuentran en simbiosis con el currículo, los tres dominios de conocimiento quedan a la sombra de una sola actividad.
8. Contribuir a ese gran reto al que se enfrenta la educación actual en lo referente a la interpretación de los mensajes emitidos por el medio de comunicación más extendido en nuestra sociedad: la alfabetización televisiva. En particular nos centraremos en los mensajes científicos, potenciando simultáneamente, y no en menor grado, la alfabetización científica.

II.2. Revisión bibliográfica

Las fuentes de información consultadas han sido:

II.2.1. Revistas

- ♦ Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales.

- ♦ Australian Science Teachers Journal.
- ♦ British Journal of Educational Technology.
- ♦ Comunicar.
- ♦ CONSUMER (<http://www.consumer-revista.com>).
- ♦ Ecologista.
- ♦ Educational Technology.
- ♦ Enseñanza de las Ciencias.
- ♦ Infancia y aprendizaje.
- ♦ International Journal of Instructional Media.
- ♦ International Journal of Science Education.
- ♦ Investigación en la escuela.
- ♦ Investigación y Ciencia.
- ♦ Journal Science and Technology.
- ♦ Journal of Educational Media.
- ♦ Journal of Research in Science Teaching.
- ♦ Kikiriki. Cooperación educativa.
- ♦ Physics Education.
- ♦ Primary Science Review.
- ♦ Quark.
- ♦ Research in Science & Technological Education.
- ♦ Revista de educación de la Universidad de Granada.
- ♦ Revista de Medios Audiovisuales.
- ♦ Science Education.
- ♦ Social Education.

Hemos revisado principalmente los artículos publicados desde 1996, remitiéndonos a ejemplares anteriores orientados por las referencias bibliográficas de los artículos seleccionados.

Excepto en las revistas *British Journal of Educational Technology* y *Educational Technology*, más enfocadas a las nuevas tecnologías, en las demás hemos encontrado algún trabajo de interés para esta investigación. Hay que subrayar que abundan más los estudios realizados sobre el uso del cómic y las viñetas conceptuales en la enseñanza de las ciencias que los enfocados a las posibilidades de los dibujos animados. Este género televisivo se ha utilizado en ocasiones como herramienta de identificación, pero no hemos encontrado ninguna investigación en la que se utilicen como recurso didáctico en la práctica de aula.

II.2.2. Prensa

Los artículos de prensa pertenecen a los siguientes periódicos, que se han revisado periódicamente en la medida de lo posible:

- ♦ Diario EL PAÍS.

- ♦ El País Semanal.
- ♦ Fuentes de la UNESCO.
- ♦ IDEAL de Granada.
- ♦ La Vanguardia.

II.2.3. Libros

- AGUADED, J.I. (dir.), (1997). *La otra mirada a la tele. Pistas para un consumo inteligente de la televisión*. Sevilla: Consejería de Trabajo e Industria y Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía.
- AGUADED, J.I. (1999). *Convivir con la televisión. Familia, educación y recepción televisiva*. Papeles de comunicación. Barcelona: Paidós.
- CHALMERS, A. (1997). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*. Madrid: Siglo XXI.
- DRIVER, R., GUESNE, E. y TIBERGHIE, A. (1992). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Ediciones Morata, S.A.
- FECYT (Federación Española de Ciencia y Tecnología). (2003). *Percepción social de la Ciencia y la Tecnología en España*.
- FELDMANN, E. (1972). *Teoría de los medios masivos de comunicación*. Estudios e investigaciones. Buenos Aires: KAPELUSZ.
- FERRÉS, J. (1994). *Televisión y educación*. Papeles de Pedagogía. Barcelona: Paidós.
- FRASER, B.J. y TOBIN, K.G. (eds.). (1998). *International Handbook of Science Education*. Holanda: Kluwer Acad.
- HIERREZUELO, J. y MONTERO, A. (1991). *La ciencia de los alumnos. Su utilización en didáctica de la Física y Química*. Vélez Málaga: ELZEVIR.
- LÓPEZ HERRERÍAS, J.A. (1998). *Cómo librarse de la tele y sus semejantes*. Madrid: CCS.
- MORENO, M. y PONT, J.J. (1999). *De King Kong a Einstein. La física en la ciencia ficción*. Barcelona: UPC.
- PERALES PALACIOS, F.J. (2000). *Resolución de problemas*. Madrid: Editorial Síntesis.
- THUILLIER, P. (1990). *De Arquímedes a Einstein. Las caras ocultas de la invención científica*. Sección: ciencia y técnica. Madrid: Alianza editorial.
- URRA, J., CLEMENTE, M. y VIDAL, M.A. (2000). *Televisión: impacto en la infancia*. Madrid: Siglo XXI Editores.

II.2.4. Internet y correo electrónico.

Siempre que la información recogida en este trabajo se haya extraído de páginas de Internet se ha señalado el origen. De todos modos nos parece interesante destacar las páginas que hemos visitado con frecuencia.

- ♦ Base de datos documental ERIC (<http://www.ericfacility.net/>).
- ♦ Revista Consumer (<http://www.revista-consumer.com>).

- ♦ Revista Enseñanza de las Ciencias (<http://www.blues.uab.es/rev-ens-ciencias/>)

También hemos mantenido contacto por correo electrónico con Manuel Moreno (profesor de la asignatura optativa “Física y Ciencia Ficción”, que se imparte desde 1993 en la Universidad Politécnica de Cataluña), Juan Miguel Campanario (Grupo de Investigación en Aprendizaje de las Ciencias. Departamento de Física. Universidad de Alcalá de Henares) y Manuel Área (profesor y miembro del colectivo pedagógico “Mavie” - Medios Audiovisuales e Integración Escolar - de Canarias).

Por esta misma vía hemos solicitado información sobre los índices de audiencia de las series de dibujos animados emitidas por las distintas cadenas públicas de televisión nacionales⁵, sin obtener respuesta en ningún caso, aún habiéndolo hecho en varias ocasiones.

II.2.5. Emisiones televisivas

Contamos con cien capítulos de dibujos animados emitidos por las cadenas gratuitas de televisión españolas, grabados siguiendo criterios que más adelante comentaremos.

II.3. Supuestos de la investigación.

Directamente relacionados con los objetivos del trabajo, hemos establecido unos supuestos de partida para la investigación, deducidos tanto de aquéllos como de la revisión de la bibliografía, y que intentamos contrastar:

1. El uso de dibujos animados en el aula constituye un elemento motivador.
2. El visionado de dibujos animados en la infancia puede provocar la existencia de ideas alternativas que dificulten el aprendizaje posterior del individuo.
3. Los dibujos animados se pueden utilizar para el análisis de fenómenos físicos por parte de los alumnos.

⁵ <http://www.arrakis.es/~peli/television/>

4. Los dibujos animados pueden constituir un recurso en el aula para identificar ideas previas de los alumnos, así como para realizar evaluaciones del contenido.
5. Los dibujos animados ocasionan dificultades cognitivas a ciertas edades cuando se tiene que discernir entre situaciones reales y ficticias.
6. El análisis de dibujos animados en clase permite conseguir un visionado crítico de la televisión.
7. El uso de dibujos animados en las clases de Física y Química posibilita una adecuada conexión entre los conocimientos científico, cotidiano y escolar, y de este modo interviene en el incentivo de la alfabetización científica.

II.4. Investigación cualitativa vs. cuantitativa.

En la mayoría de las actividades realizadas durante esta investigación hemos contado con un número reducido de alumnos, no por voluntad propia, como ya comentamos en la Introducción, sino por las características del contexto en el que se ha desarrollado. El análisis de los datos recabados durante las mismas se ha enfocado, pues, desde una perspectiva cualitativa.

Ello no debe ser interpretado como que asumimos esta perspectiva cualitativa como un “mal menor”, sino que estamos convencidos de su pertinencia en estudios de esta naturaleza, lo que no nos exime de adoptar ciertas prevenciones que nos garanticen la fiabilidad y validez de los resultados. Entre dichas prevenciones está sin lugar a dudas la triangulación metodológica que, en nuestro caso, se ha basado en: (a) el uso de diversos instrumentos de observación, tales como las rejillas de análisis, la grabación de las sesiones, las encuestas y las anotaciones del profesor-investigador; (b) la procedencia de las muestras participantes, alumnos y padres; (c) la reiteración de observaciones, en los análisis de los dibujos animados por parte de profesores y alumnos; (d) o el uso de instrumentos de observación y análisis tomados de otros investigadores (Gallego, 2002).

No obstante, siempre que la actividad lo ha permitido, o para la interpretación de datos no relacionados con actividades realizadas con alumnos, se ha objetivado el análisis mediante pruebas estadísticas, por cuanto la investigación en un marco cualitativo no significa la ausencia de datos numéricos, como señala Erickson (1998).

La investigación de corte más cuantitativo la hemos utilizado en la experiencia que hemos denominado “Trevenque”, dado que pretendíamos contrastar en este caso si era posible extrapolar nuestros resultados logrados en pequeño grupo y dirigidos por el profesor-investigador, a otro contexto de gran grupo, con un carácter natural y cuya responsabilidad corriera a cargo de un profesor no comprometido con los resultados de la investigación.

Creemos, por tanto, que la investigación cualitativa vs. cuantitativa constituye la forma más adecuada de acercarse y conocer la complejidad de todo problema educativo, como si se tratara de las dos caras de una misma moneda.

II.5. Variables.

Las variables que han tenido un papel relevante han sido:

- ♦ Los capítulos de dibujos animados que han sido objeto de análisis.
 - Campos de la Física identificados.
 - Fenómenos identificados.
 - Presencia de la ciencia y los científicos.
- ♦ Los expertos en la disciplina que lo han analizado.
- ♦ Los alumnos que lo han analizado.

II.6. Instrumentos de medida y de observación.

- ♦ Rejilla de análisis proporcionada a expertos y alumnos.
- ♦ Encuestas y entrevistas dirigidas a los alumnos y a sus padres.
- ♦ Registros magnetofónicos, posteriormente transcrito para análisis.
- ♦ Test de 19 cuestiones relacionadas con cinemática y dinámica, extraídas de la Guía Praxis de Ciencias de la Naturaleza (Sanmartí y Pujol, 2000).
- ♦ Indicadores utilizados por A. P. Gallego en su tesis doctoral, en la que se analiza la contribución del cómic en la imagen de la ciencia (Gallego, 2002).

CAPÍTULO III. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.

Comenzaremos este Capítulo con la descripción de las muestras que han participado en las actividades realizadas durante la investigación, para continuarlo presentando el material utilizado y, finalmente, detallar la metodología utilizada. Esta última parte se ha organizado cronológicamente, aunque en el próximo Capítulo se presente de otro modo, como ya explicaremos.

Las actividades con alumnos se realizaron durante tres cursos académicos consecutivos. Englobamos todas las realizadas durante el **curso 1999/2000** bajo el nombre de "**Prueba Piloto**", las del **curso 2000/2001** bajo el de "**Segunda Experiencia**", y bajo "**Tercera Experiencia**" las desarrolladas durante el **curso 2001/2002**.

III.1. Muestras participantes

Prueba Piloto.

Durante el curso 1999/2000 la muestra estuvo constituida por cuatro estudiantes de 4º de E.S.O., dos de sexo masculino (de 15 y 16 años) y dos de sexo femenino (de 17 y 18 años). Las dos alumnas eran repetidoras.

Segunda Experiencia.

Durante el curso 2000/2001 se ha trabajado con dos alumnos (de 16 y 17 años) y dos alumnas (de 15 y 16 años) de 4º E.S.O. Uno de los alumnos era repetidor y, por lo tanto, ha participado en esta investigación durante dos años consecutivos.

Tercera Experiencia.

En el curso 2001/2002 se han realizado varios tipos de actividades:

Análisis de secuencias con detección de fenómenos anormales y posterior enunciado de problemas. Estas actividades se llevaron a cabo con tres alumnas de cuarto de E.S.O. de 15, 16 y 17 años. Ninguna repetidora. También estas alumnas realizaron la *prueba de evaluación con dibujos animados*.

Estudio cuasiexperimental (actividad Trevenque). Test y postest de ideas sobre cinemática y dinámica, para probar el método con grupos más numerosos. El grupo de control ha estado constituido por catorce estudiantes de primero de Bachillerato, de entre 16 y 18 años, ocho de sexo masculino (tres de ellos repetidores, de los que uno suspendió la Física y Química el curso anterior) y seis de sexo femenino (una repetidora, que suspendió esta asignatura el año anterior). El grupo experimental inicialmente estaba compuesto por treinta estudiantes, también de primero de Bachillerato, con edades comprendidas entre 16 y 17 años. Dado que seis de los mismos no acudieron a alguno de los eventos de la actividad, quedó reducido a veinticuatro estudiantes, doce de sexo masculino y doce de sexo femenino. En este grupo no había ningún repetidor, aunque este no fue el motivo por el que se eligió como grupo experimental. La elección se hizo antes de conocer estos datos, motivada exclusivamente por el número de estudiantes que componían cada grupo. En el momento de la decisión nos pareció oportuno que el grupo experimental fuese el más numeroso, aumentando de algún modo la probabilidad en la detección de fenómenos al analizar las secuencias. Parece lógico pensar en la proporcionalidad directa entre el número de analistas y el de fenómenos identificados.

III.2. Experimentación.

III.2.1. Material.

Disponemos de cien capítulos de dibujos animados emitidos por las cadenas gratuitas de televisión nacionales.

En primer lugar se grabaron los capítulos de dibujos animados emitidos desde el 22 de enero hasta el 29 de enero de 2000. Posteriormente se registraron grabaciones aisladas, con la condición de que en ellas apareciera algún tema científico, y dejándonos también guiar por el análisis que de este género televisivo se realizó en el número 25 de la revista CONSUMER (<http://www.consumer-revista.com>), de mayo de 2000, en la que elegían como mejores dibujos animados los de Micky Mouse, Tom y Jerry y La Pantera Rosa, desaconsejando POKÉMON, Pesadillas y Power Ranger. Finalmente, para completar la base de datos, optamos por grabar todos los dibujos animados emitidos por las cadenas nacionales gratuitas durante un fin de semana. Se eligieron, al azar, los días 5 y 6 de octubre de 2002.

En la fase de grabaciones aisladas también hemos tenido en cuenta las preferencias de los alumnos, sustituyendo de este modo los índices de audiencia, solicitados en varias ocasiones a las cadenas televisivas sin respuesta en ningún caso, como mencionamos anteriormente.

III.2.2. Metodología.

Aunque durante los tres cursos académicos antes referidos la herramienta ha tenido como base el trabajo en el aula con dibujos animados, el método utilizado ha tenido matices distintos.

III.2.2.1. "Prueba Piloto" (curso 1999/2000).

La primera prueba se realizó, siguiendo el orden de grabación y aprovechando el impacto de audiencia que en ese momento tenían estos dibujos animados, con un capítulo de la serie POKÉMON, emitido por TELE5 el 22 de enero de 2000.

En primer lugar fue analizado, de forma independiente, por tres profesores de Física y Química y un profesor de Matemáticas (Licenciado en Ciencias Físicas) de Secundaria, y por un profesor de Ciencias de la Naturaleza adscrito a primer ciclo de Secundaria. Con estos análisis se pretendía dotar de fiabilidad a la herramienta elegida para el estudio que nos ocupa. Se les entregó una copia del capítulo junto con una ficha organizada por columnas (Figura 4) en la que debían especificar: los fenómenos que durante el visionado identificaran como contradictorios con la realidad, descripción de estos fenómenos según las leyes físicas, en qué campo de la física se ubicaría cada uno de ellos y su localización temporal en el capítulo. Los resultados de estos análisis individuales se encuentran en el Apartado IV.2.1 de este trabajo.

Figura 4. Tabla de análisis de la Prueba Piloto



FÍSICA Y DIBUJOS ANIMADOS

Nombre _____

Se trata de identificar las imágenes de este episodio de POKÉMON en las que ocurra algo que contradiga la realidad, enmarcar el fenómeno en alguno de los campos de estudio de la física, describir la contradicción y cómo ocurre realmente.

Para ello os facilito la siguiente tabla.

TIEMPO	CAMPO DE LA FÍSICA	CONTRADICCIÓN	REALIDAD

En segundo lugar se proporcionó a los estudiantes de la muestra el mismo material que a los profesores y las mismas instrucciones. En el momento de este análisis ya se había terminado el temario de física correspondiente a su curso. Realizaron la actividad sin rellenar en la ficha la columna correspondiente al campo de la física en el que ubicarían los fenómenos. Se intentó recoger los análisis en el menor tiempo posible para evitar interferencias entre sus observaciones individuales. La entrega se hizo con fecha 24 de mayo de 2000 y el material se recogió el 29 de mayo de 2000. Los análisis individuales de los alumnos se encuentran en el Apartado IV.2.2.

El mismo día que los alumnos entregaron sus análisis se dedicó una sesión de clase a debatir los fenómenos que habían observado. Para ello se procedió al visionado del capítulo en el aula, indicando a los alumnos que cada vez que identificaran un fenómeno “sospechoso” interrumpieran la sesión y expusieran sus razonamientos. Esta sesión de clase fue registrada en cinta magnetofónica para su posterior transcripción (Anexo 1).

Lo primero que nos sorprendió al observar el material recogido fue la falta de concordancia entre los fenómenos observados por los distintos analistas, incluso del mismo grupo (profesores con profesores y alumnos con alumnos). Debido a esto, e intentando verificar la fiabilidad temporal (test-retest) de nuestra herramienta de investigación, procedimos a un segundo análisis del capítulo por parte de los alumnos.

El día 14 de junio de 2000 se hizo entrega del capítulo con la ficha a los representantes de la muestra, y su nuevo análisis se recogió los días 15 y 16 de junio de 2000. Los resultados se encuentran en las mismas tablas que el análisis inicial (Apartados IV.2.1 y IV.2.2). Asimismo en el Apartado IV.2.3 se encuentra una tabla comparativa de los fenómenos observados por profesores y alumnos.


III.2.2.2. “Segunda Experiencia” (curso 2000/2001).

El capítulo con el que se ha realizado la Segunda Experiencia se ha elegido teniendo en cuenta las preferencias de los alumnos que iban a analizarlo, y de este modo tener asegurado el factor motivacional. Por decisión suya se eligió un capítulo de “Los Simpsons”. Aprovechando que el día 22 de enero de 2000 se emitió uno en el que se hablaba de la vida e inventos de Thomas Edison decidimos que se analizaría ése.

Al igual que en la Prueba Piloto, y por los mismos motivos, en primer lugar fue analizado, de forma independiente, por 2 profesores de Física y Química y uno de Matemáticas (licenciado en Ciencias Físicas) de segundo ciclo de Secundaria, y por un profesor de Ciencias de la Naturaleza adscrito a primer ciclo de Secundaria (los mismos profesores, menos uno, que el curso anterior). Se les entregó una copia del capítulo (en este caso se grabó

incluyendo un contador para que todos los analistas utilizaran la misma referencia temporal) junto con una ficha organizada por columnas similar a la de la experiencia anterior (Figura 5). Los resultados de estos análisis individuales se encuentran en el Apartado IV.2.4.

Figura 5. Tabla de análisis de la Segunda Experiencia.



FÍSICA Y DIBUJOS ANIMADOS

Nombre _____

La actividad consiste en localizar en el capítulo de dibujos animados aquellos fenómenos que sean contradictorios con nuestra experiencia cotidiana. Para ello os proporciono la siguiente tabla organizada en las siguientes columnas:

Tiempo: Tendremos que indicar la localización del fenómeno en el capítulo, guiándonos por el indicador temporal que aparece en pantalla durante la reproducción.

Campo: Se trata de ubicar el fenómeno dentro de alguno de los campos de estudio de las Ciencias Físicas.

Descripción: Describiremos con detalle el fenómeno contradictorio observado en el capítulo.

Realidad: Tendremos que explicar cómo ocurre este fenómeno en la realidad, apoyándonos dentro de lo posible en las leyes naturales, y utilizando un vocabulario científico.

TIEMPO	CAMPO	DESCRIPCIÓN	REALIDAD

En segundo lugar se proporcionó a los estudiantes de la muestra el mismo material que a los profesores y las mismas instrucciones. En esta ocasión los únicos estudios de Física y Química que habían realizado los alumnos en el momento del análisis eran los correspondientes a la Unidad “Fuerzas y Deformaciones”, del temario correspondiente a 4º de E.S.O. Realizaron la actividad sin rellenar en la ficha la columna en la que se señalaba el campo de la física en el que ubicarían los fenómenos. La entrega se hizo con fecha 2 de noviembre de 2000 y el material se recogió el 6 de noviembre de 2000. Los análisis individuales de los alumnos se encuentran en el Apartado IV.2.5.

En esta ocasión el análisis del capítulo en clase ocupó dos sesiones, los días 15 y 18 de noviembre de 2001. También se registró este análisis en cinta magnetofónica para su posterior transcripción (Anexo 2).

La tabla comparativa se encuentra en el Apartado IV.2.6.

Aunque igualmente en este caso sorprendió la falta de concordancia entre los fenómenos identificados por los distintos analistas, decidimos cambiar el segundo análisis por parte de los alumnos (tal como se hizo en la Prueba Piloto) por una actividad en la que se profundizara en algunos de los

fenómenos identificados por éstos. Esta decisión se debió principalmente al hecho de que ese segundo análisis realizado en la Prueba Piloto no supuso más que una ampliación del primero, sin aportar apenas datos significativos. Además, deseábamos indagar ya en las posibilidades de los dibujos animados como instrumento de enseñanza.

Para esta actividad de profundización se proporcionó en primer lugar a los alumnos de la muestra una ficha en la que, tabulados, aparecían los fenómenos que habían identificado (cada uno los suyos) y dos columnas en blanco donde debían especificar la ley o leyes físicas que fundamentaban su explicación del fenómeno, así como la página o páginas de su libro de texto (Editorial Oxford) donde éstas aparecían (Figura 6). Los resultados de esta actividad se recogen en el Apartado IV.3 de esta tesis.

Figura 6. Identificación y localización de leyes. Actividad de profundización



A continuación tienes una tabla en la que aparecen todos los fenómenos que has identificado, bien en tu casa o en la clase, de este capítulo de “Los Simpsons”. Como podrás observar, a la derecha hay dos columnas vacías, que se llaman “LEYES” y “PGS.”. Este ejercicio consiste en buscar en tu libro de texto de Física y Química la ley o las leyes físicas que den solidez a tus argumentos, así como la página o páginas en las que has encontrado dichas leyes.

TIEMPO	DESCRIPCIÓN	REALIDAD	LEYES	PGS.
(Lo que rellenó cada uno en la actividad de análisis)				

COMENTARIOS (En este espacio escribe todo lo que quieras comentar sobre la actividad o sobre aquellos aspectos del capítulo que no observaste antes).

Una vez recogido este material, con el que se perseguía que los estudiantes reflexionaran sobre la explicación que habían dado a los fenómenos identificados en esa secuencia de dibujos animados, se eligieron dos de ellos para su discusión en el aula. Como se puede observar en la Tabla XV (Apartado IV.2.5), hay tres fenómenos que habían sido identificados por todos los estudiantes. Por la claridad con la que aparecían como fenómenos contradictorios con la realidad en la secuencia analizada, elegimos los correspondientes a los minutos 0:03:15 y 0:03:25. Con esta actividad pretendíamos comprobar la evolución de los alumnos, tanto en su capacidad argumentativa como en el uso de los conceptos, así como evidenciar la idea de modelización en física, concepto clave en la epistemología y enseñanza de las ciencias (Domínguez y col., 2003). Las sesiones dedicadas a ello fueron dos, los días 3 y 9 de mayo de 2001. En este momento ya se había terminado prácticamente todo el temario de Física correspondiente a este curso (sólo quedaba estudiar la luz como ejemplo de onda).

Cabe destacar que la profundización en estos fenómenos la realizaron los estudiantes sin la presencia del profesor, que cada cierto tiempo entraba en el aula para dirigirla y volvía a dejarlos solos para que continuaran el debate. De este modo se elimina la búsqueda de la confirmación del docente cada vez que el alumno expresa una idea, dándole autonomía en sus conversaciones. Todo el proceso queda reflejado en la transcripción de las sesiones de clase.

Nuestra intención era grabarlas en cinta magnetofónica para después transcribirlas, pero un fallo en el aparato de grabación ocasionó que se perdiera toda la información de la segunda sesión. Aunque hemos intentado localizar algún servicio de filtrado que nos permitiera recuperar esos datos en el Centro de Instrumentación Científica de la Universidad de Granada y en algunas emisoras de radio y televisión (Canal 21, Canal Sur Radio, COPE Granada y Radio Nacional de España), nuestra búsqueda no ha tenido resultados. En el Anexo 3 se encuentra la transcripción de la primera de ellas y un resumen de lo que se trató durante la segunda, realizado por el autor de esta tesis.

Por último, y con la pretensión de asegurar que hemos conseguido que esta experiencia trascienda al aula, se ha diseñado un cuestionario para los alumnos, que se realizó de forma oral el día 20 de junio de 2001 (Figura 7). La transcripción de esta sesión se encuentra en el Anexo 4.

Figura 7. Cuestionario a los alumnos.

a. Lo primero que me gustaría saber es si os ha gustado o no os ha gustado, a nivel personal. Decidme si os ha gustado o no la experiencia, si os gusta analizar dibujos animados y si os lo habéis pasado bien haciéndolo.

b. Dentro de todas estas sesiones de análisis que hemos hecho, hemos conversado mucho, tanto vosotros solos como en mi presencia. Estas conversaciones, ¿os han servido para daros cuenta de que algunos conocimientos de los que teníais no eran ciertos?

c. Estas situaciones que explicabais de forma incorrecta, ¿pensabais que ocurrían así porque lo habíais visto u oído en algún sitio?

d. Desde que habéis analizado los dibujos animados en clase, ¿esta actividad la hacéis a veces fuera de clase?

e. ¿Cómo os imagináis a un científico?

f. ¿Creéis que se aprende física analizando dibujos animados?

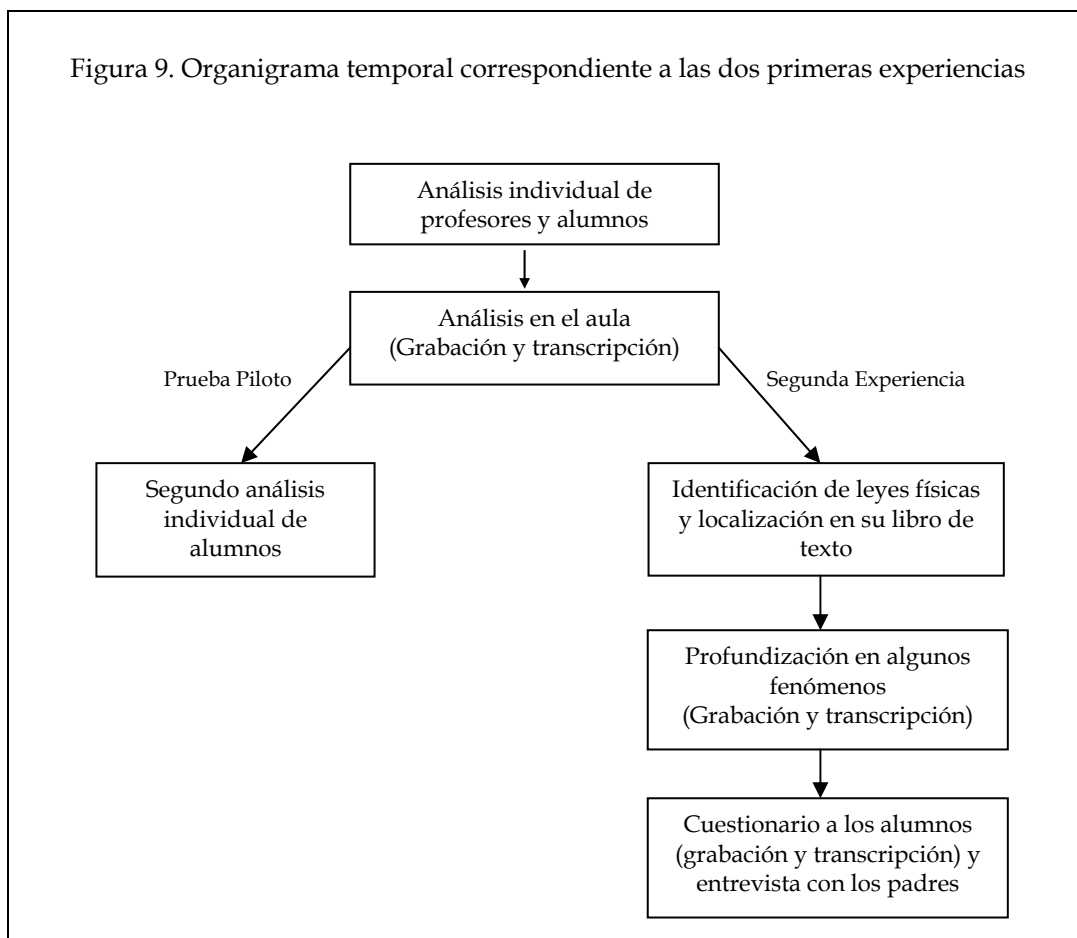
También se tuvo una pequeña entrevista con alguno de los padres de estos alumnos, en la que principalmente se pretendía saber si sus hijos aplicaban los conocimientos de física y química fuera del instituto, y si habían notado que fueran más críticos ante los mensajes de los medios (Figura 8). El desarrollo de estas entrevistas se recoge en el Anexo 5.

Figura 8. Entrevista con los padres.

- a. *¿Le ha comentado su hijo/hija durante este curso académico si le ha gustado la asignatura de Física y Química?*
- b. *¿Alguna vez viendo la televisión u oyendo la radio han comentado que algún mensaje emitido por esos medios sea incorrecto y le han explicado cómo ocurre realmente?*
- c. *Y cuando van por la calle, ¿alguna vez le han explicado algún fenómeno con lo que han aprendido en clase?*

El organigrama de la Figura 9 recoge el proceso correspondiente a las dos primeras experiencias

Figura 9. Organigrama temporal correspondiente a las dos primeras experiencias



III.2.2.3. "Tercera Experiencia" (curso 2001/2002)

Durante el curso académico 2001/2002 se han realizado tres tipos de actividades:

a) *Análisis de secuencias con identificación de fenómenos y enunciado de problemas.*

En esta ocasión partimos de la idea de utilizar los dibujos animados como técnica de enseñanza de la física mediante *investigaciones de situaciones problemáticas de interés*, una de las tendencias más defendida en la actualidad desde el campo de investigación en didáctica de las ciencias (Campanario, 2000; Gil, 1994; Izquierdo y col., 1999; Perales, 2000).

La revisión y análisis de los capítulos de dibujos registrados nos permitió seleccionar secuencias en las que aparecían fenómenos que transcurrían violando las leyes físicas. La selección se ordenó según los campos de esta disciplina a los que pertenecían los fenómenos detectados, con lo que se ha elaborado un "*material por unidades de contenido*" para, prácticamente, todas las unidades correspondientes a física de la asignatura de Física y Química de 4º de E.S.O. (Anexo 6).

Durante el desarrollo del curso académico, al finalizar cada unidad temática, se dedicaron dos sesiones al análisis de las secuencias seleccionadas por contener fenómenos correspondientes a los contenidos de la unidad. Estas experiencias de aula, siempre dirigidas por los estudiantes bajo la tutela del profesor, se realizaron siguiendo en todos los casos el mismo esquema:

- a) Visionado de la secuencia sin interrupciones, anotando cada alumno en su cuaderno los fenómenos que le llamaran la atención por producirse violando las leyes de la Naturaleza.
- b) Visionado de la secuencia, en este caso parando cuando algún alumno veía oportuno comentar algún fenómeno detectado.
- c) Discusión el fenómeno identificado, hasta llegar a un consenso sobre cómo ocurre en la realidad. En esta fase se tenían que poner de manifiesto las leyes físicas utilizadas en las argumentaciones.
- d) Enunciado y resolución un problema que permita cerciorarnos sobre el acuerdo alcanzado en la fase anterior, eligiendo las variable relevantes y asignándoles valores.
- e) Discusión de los resultados obtenidos, para verificar si estábamos en lo cierto respecto al fenómeno en cuestión.

Este es el modo de acercar al estudiante al trabajo del científico en la resolución de situaciones problemáticas: haciéndole participar desde el origen (la definición del problema a resolver) hasta que se obtiene un

resultado a contrastar con la realidad, pasando por distintas etapas de desarrollo que dependen de la situación a tratar. A la vez estamos conectando el conocimiento científico con el cotidiano (se hacen alusiones a experiencias cotidianas), en un marco puramente escolar. También se le hace reflexionar sobre lo que sabe de esas cuestiones, cómo emplearlo en casos concretos, y la utilidad de ese conocimiento. Todo ello partiendo de situaciones que él mismo selecciona de entre lo que observa.

Todas estas sesiones de clase se registraron en cinta magnetofónica y posteriormente fueron transcritas (Anexo 7).

b) Evaluación con dibujos animados.

También durante este curso, con el objetivo de confirmar la posibilidad de utilizar dibujos animados como recurso evaluador, se realizó una prueba final basada en el análisis de secuencias de este género.

El día 17 de junio de 2002 se proporcionó a los representantes de la muestra una secuencia, extraída de un capítulo de "Los Simpsons", que contiene los dos fenómenos que se utilizaron el curso anterior en la actividad de profundización (que ellos no habían visto antes). En una sesión de clase se dedicaron diez minutos a visualizar la secuencia varias veces y cuarenta minutos para que identificaran los fenómenos no acordes con la realidad, explicaran cómo ocurren en ésta, argumentaran sus explicaciones con leyes físicas y definieran un problema que permitiera confirmar sus argumentos. Aparte se les indicó que comentaran algo que hubieran visto u oído en su vida cotidiana que les llamara la atención por no ser acorde con las leyes físicas.

La prueba se realizó por escrito, y durante la misma los alumnos podían recurrir al vídeo para examinar la secuencia tantas veces como fuera necesario. En esta ocasión los dos fenómenos fueron también identificados por la totalidad del alumnado, aparte de otros, como queda reflejado en las respuestas al ejercicio (Anexo 8), que analizamos en el Apartado IV.6.

c) "Actividad Trevenque".

Como hasta el momento no habíamos podido comprobar la eficacia de la herramienta en cursos más numerosos, y al no poder hacerlo en el centro de trabajo del profesor que ha realizado la investigación, por imposibilidad material (siempre se ha dispuesto sólo de un curso de cada nivel con tres o cuatro alumnos por aula, dependiendo del año), tuvimos que recurrir para ello a ayuda externa.

Uno de los profesores analistas en la Prueba Piloto y en la Segunda Experiencia, que en ese momento impartía la asignatura de Física y Química en el I.E.S. Trevenque de La Zubia (Granada), se prestó a colaborar en la investigación. El método habitual de trabajo de este docente era el desarrollo teórico en clase con comentarios sobre ejemplos y ejercicios relacionados con los contenidos desarrollados, y posterior sesión o sesiones de resolución de problemas de la unidad, y en esta ocasión se prestó a realizar una actividad puntual con dibujos animados.

En primer lugar se decidió llevarla a cabo con 1º de Bachillerato, coincidiendo que en ese momento estaba terminando de trabajar los contenidos de cinemática y dinámica. Disponíamos de dos grupos, A y B. El grupo A (grupo experimental) contaba con 30 estudiantes y el grupo B (grupo de control) con 14.

El día 5 de junio de 2002 ambos grupos realizaron un pretest con diecinueve cuestiones, seleccionadas de entre las propuestas para identificación de ideas previas en la Guía Praxis de Ciencias de la Naturaleza (todas las correspondientes a cinemática y dinámica. Sanmartí y Pujol, 2000).

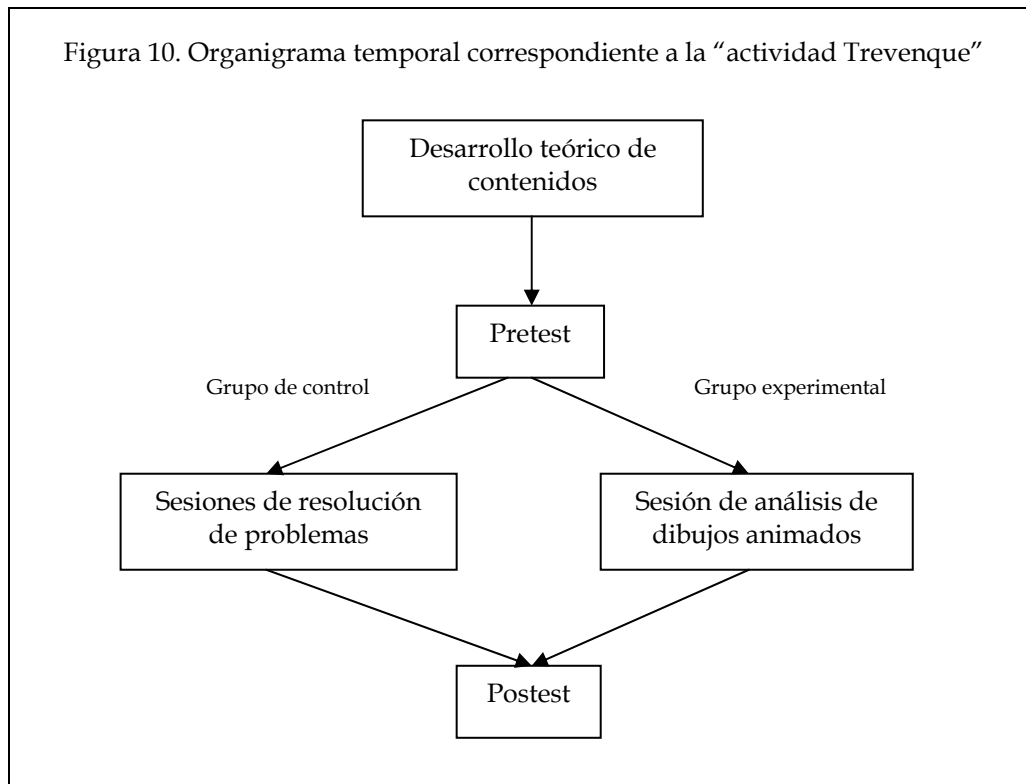
Con el grupo de control se siguió la metodología habitual del profesor colaborador (después de una exposición teórica, dedicó algunas sesiones de clase a la resolución de cuestiones y problemas de la parte correspondiente), pero en el caso del grupo experimental, en una de las sesiones, se sustituyeron los problemas por el análisis de dibujos animados. Se llevó a cabo el 6 de junio de 2002, utilizando algunas de las secuencias del *material por unidades de contenido* (Anexo 6) que contienen fenómenos correspondientes a los campos de la física referidos. Durante el desarrollo de la misma se detectaron fenómenos ignorados hasta el momento.

La filosofía de esta sesión fue similar a las realizadas con los grupos de alumnos con los que trabajó el autor de esta tesis. Después del visionado continuo de cada secuencia se procedió a otro en el que se iban haciendo pausas cada vez que algún alumno lo consideraba oportuno por haber identificado algún fenómeno contradictorio con la realidad, que se discutía hasta llegar a un acuerdo más o menos consensuado sobre el modo real en el que ocurre. La sesión fue registrada en cinta magnetofónica y en este caso, dada la dificultad de la transcripción al tratarse de un grupo más numeroso y constituido por alumnos que no conocíamos, se ha procedido a resumir las conversaciones mantenidas sobre los fenómenos discutidos.

Finalmente, el día 11 de junio de 2002 se pasó a ambos grupos un postest, el mismo cuestionario que en el pretest, para analizar los posibles cambios en las respuestas de los estudiantes según la metodología seguida.

Los resultados del pretest y del postest, así como la comparación entre ellos (postest-pretest), se encuentran en el Apartado IV.5, y el resumen de la sesión de análisis en el aula en el Anexo 9.

La Figura 10 recoge el proceso seguido en esta última actividad.



III.3. Contenido científico en dibujos animados.

También forma parte de esta investigación un análisis del contenido científico presente en los dibujos animados emitidos por las cadenas gratuitas de televisión, con la pretensión de examinar si se potencian o se combaten los estereotipos sobre la ciencia y el trabajo de los científicos que presentan otros medios de comunicación.

Para realizar dicho análisis se eligieron, aleatoriamente, cien capítulos de dibujos animados y se revisaron detalladamente, anotando cualquier referencia a la ciencia o a su entorno (Anexo 10). Posteriormente analizamos el contenido científico de estas alusiones a la ciencia, utilizando para ello los items y códigos de acción de la investigación de Gallego (Referencia) sobre la contribución del cómic a la imagen de la ciencia (Anexo 11). Nuestro propósito es doble: en primer lugar, comprobar si la imagen que presentan los dibujos animados sobre la ciencia y los científicos se corresponde con la

realidad o, por el contrario, está distorsionada; en segundo lugar, comparar las imágenes que presentan los cómics y los dibujos animados. Los resultados de este análisis se encuentran en el Apartado IV.8.

III.4. Identificación de ideas previas.

Finalmente, aunque aparezca como primer Apartado del Capítulo IV, hemos procedido a una revisión bibliográfica de ideas previas de los estudiantes de Secundaria, con el propósito de comprobar si las que hemos identificado mediante el análisis de dibujos animados coinciden con aquéllas.

La revisión bibliográfica y las ideas previas identificadas en los estudiantes que han participado en las actividades llevadas a cabo durante la investigación se encuentran en el Anexo 12.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS MISMOS

La identificación de ideas previas debe ser el comienzo de una enseñanza basada en la construcción de conocimientos, y también lo será de este Capítulo. Lo iniciamos presentando las ideas previas que se han identificado en los estudiantes mediante el análisis de dibujos animados, comprobando si hay coincidencia con las que hemos extraído de bibliografía al respecto.

Seguidamente procedemos a la presentación, análisis e interpretación de los resultados obtenidos en las distintas experiencias realizadas durante los tres cursos académicos.

Lo finalizamos con un análisis de contenido científico en relación a la imagen de la ciencia y su entorno que presentan los dibujos animados televisivos, comparándola con la que presentan los cómics.

IV.1. La identificación de ideas previas.

Uno de los objetivos de esta tesis es comprobar si los dibujos animados pueden ser una fuente de ideas previas de los estudiantes de Secundaria. Cuando se enunció este objetivo en el Capítulo II ya comentamos la dificultad de su comprobación experimental, que limita nuestras acciones a comprobar si existe coincidencia entre las ideas previas identificadas mediante análisis y discusión de dibujos animados con las recogidas en la bibliografía al respecto, lo que de algún modo, dadas las preferencias televisivas de los niños y adolescentes, nos permitiría pensar en cierta relación entre visionado de dibujos animados en la infancia e ideas previas en la adolescencia.

Presentamos en el Anexo 12 los resultados de la revisión bibliográfica sobre las ideas previas de los estudiantes de Secundaria (Driver, 1992; Hierrezuelo, 1991; Sierra, 2003), limitándonos a aquellas partes de la física sobre las que se haya discutido en alguno de los análisis de los estudiantes durante esta investigación. También en este Anexo podemos encontrar las ideas previas que hemos identificado en los alumnos durante el transcurso de las experiencias realizadas.

Presentamos en la Tabla IV las ideas previas que coinciden con alguna de las recogidas en el Anexo 12. En la primera columna (IP) se indica la idea previa⁶ y, entre paréntesis, el número de referencias que hacen los estudiantes a la misma durante las experiencias de análisis y discusión de dibujos animados. En la segunda (An.) aparecen los analistas que han incidido en ella, recogiendo en la tercera las frases que nos han hecho pensar en dicha incidencia.

Tabla IV. Ideas previas identificadas

IP	An. ⁷	Enunciado ⁸
10.a (6)	2P 1S 3S 4S	Todos hacen referencia a que, en una disolución, el soluto <i>"desaparece"</i> .
17 (2)	3P 4S	Hablando de aceleración: <i>"Hombre, de estar a posición cero ... velocidad cero [...]"</i> Hablando de velocidad: <i>"Porque si va a cien kilómetros no, pero si va a veinte."</i>
21 (3)	3P 1TR	Unos personajes escapan de un asedio <i>"con mucha velocidad."</i> Un cuerpo en ascensión libre debe <i>"subir a la misma velocidad que baja."</i>
25	3T	Un misil <i>"lleva fuerza"</i> y puede andar por el agua.
26 (2)	1T 3T	<i>"Pues que ... tiene que haber una fuerza ... se impulsa para allá (señalando el sentido de la fuerza)"</i> . <i>"[...] aplicarían una fuerza para abajo, y para abajo no subirías para arriba, irías para abajo también"</i> . <i>"La nave [...] está con los motores apagados [...] sería atraída por el planeta y no tendría energía para darle golpes a la MIR"</i> .
27 (8)	1S 2S 4S 1T 3T	<i>"Un martillo, [...] no tiene la suficiente fuerza para arrastrarte."</i> Durante una conversación: 4S. <i>"No pero ... piensa que tiene una fuerza que no ..."</i> (2S interrumpe. <i>"Eso es, no sabes la fuerza que tiene."</i>) ... <i>porque tiene una fuerza que le aplican [...]"</i> . En otra ocasión, 4S. <i>"Se quedarían dando vueltas igual, por la fuerza que llevan"</i> . Los patines llegan con cierta <i>"fuerza"</i> . <i>"Sí, el misil sí porque lleva fuerza."</i> <i>"La pasta cae de una forma muy extraña, parece formar una diagonal cuando está cayendo, sin embargo con la gravedad habitual, es decir la que yo conozco que es la del planeta tierra caería hacia abajo en vertical, aunque formase una pequeña curva arriba, es decir justo cuando sale del tubo. Esta curva es debida a la velocidad con la que sale la pasta por la presión ejercida en el bote por el personaje con la mano."</i>
39 (1)	3T	<i>"Por lo que el peso que ejerce el globo es menor, [...]"</i> .

⁶ Según la numeración del Anexo 12.

⁷ La letra que sigue al identificador del analista hace referencia a la experiencia en la que se identificó la idea previa (P: Prueba Piloto, S: Segunda Experiencia, T: Tercera Experiencia; TR: Actividad Trevenque).

⁸ Recogemos los más representativos en relación con la idea previa.

Tabla IV. Ideas previas identificadas

IP	An. ⁷	Enunciado ⁸
40 (9)	1S	<i>"En el espacio no hay gravedad".</i> 3T también hace referencia a que para anular la gravedad <i>"se puede hacer el vacío"</i> .
	2S	
	3S	
	4S	
	1T	
	2T	
41 (7)	3S	Hacen referencia a que dentro de una nave hay gravedad, aunque fuera no.
	4S	
	3T	
	1T	En el espacio se consigue gravedad <i>"por pesas"</i> .
51	1S	El enunciado <i>"Un martillo, [...] no tiene la suficiente fuerza para arrastrarte"</i> lo explica mediante el concepto de potencia.
	3T	<i>"[...] no llevaría fuerza para impactar de ese modo si no lleva velocidad."</i>
58 (2)	4S	Habla de cuerpos calientes o fríos.
63 (3)	2P	<i>"El fuego sólo sube porque la materia caliente tiende a subir."</i>
	4S	<i>"El humo tiende a subir ... si es aire caliente. Si es humo de aire frío pues ... no."</i>
87 (1)	1S	Habla de aire cuando está en movimiento.
97 (1)	4S	Una nave enciende sus motores <i>"sólo cuando despegas. Luego, en el espacio, a no ser que quiera volver a la Tierra no sale otra vez (fuego de los motores) [...]</i> porque esa energía la utiliza nada más que para aumentar la velocidad para traspasar las capas, para llegar hasta la Tierra o salir de ella".

Observamos que hay ciertas ideas que se repiten durante los sucesivos cursos en los que se ha desarrollado la investigación (principalmente la 10.a, 40 y 41), aún siendo distintos los analistas en cada caso. En un futuro podríamos, cuando el número de experiencias lo permitiera, relacionar el número de referencias y de analistas para cada idea previa con la frecuencia con la que ésta aparece entre los pensamientos de los estudiantes a estas edades.

Respecto a las ideas previas que no aparecen en la revisión del Anexo 12 encontramos:

♦ **En ocasiones se confunde inercia con fuerza.**

En una discusión en la Prueba Piloto (Anexo 1, minuto 18), que reproducimos literalmente:

3P.- *¿Cómo puede subir tan inclinado?*

4P.- *Con un monociclo no se puede quedar inclinado. El cuerpo caería hacia delante. Bueno, con un monociclo ... (alumno 1 interrumpe)*

1P.- *Pero van anulando la inercia, tío.*

4P.- *No, la inercia no. Por la inercia sería al revés.*

1P.- *No (extrañado).*

4P.- *¡Ah, no!*

3P.- *Tú cuando vas a subir una cuesta que vas, ¿echado para adelante o para atrás?*

4P.- *La inercia que te da la cuesta es para atrás.*

3P.- *Eso es cuando vas bajando.*

3P.- *Tú cuando subes una cuesta vas echado para adelante, ¿no?*

4P.- *Pero vas echado porque ... la inercia te va echando hacia atrás ... si la cuesta es empinada.*

También 3T identifica la inercia con una de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo (Anexo 7, secuencia 10).

- ♦ **No se distingue entre fuerza y presión.**

Cuando 3T está explicando un fenómeno de flotación (3T. *“que la presión que ejerce el cuerpo sobre el agua ...”*), 1T interrumpe: *“se reparte entre más puntos”* (Anexo 7, secuencia 4).

- ♦ **Se confunde fuerza con velocidad.**

1T identifica la velocidad con una de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo (Anexo 7, secuencia 10).

- ♦ **La presión atmosférica aumenta con la altura.**

Error conceptual identificado en 2T durante una discusión de la secuencia 2 del Anexo 7. A la pregunta: *¿qué pasa cuanto más sube el globo (aerostático)?*, responde: *“más presión habría”*.

- ♦ **Se confunde el volumen de un cuerpo con la superficie de un corte transversal.**

En la secuencia 3 (Anexo 7) el pato Donald se cuelga por un agujero en una placa de hielo. Cuando 2T explica que este fenómeno no puede ocurrir lo hace diciendo *“que no se puede colar por ese agujero tan pequeño, su volumen es más grande”*.

- ♦ **Se confunde “acción-reacción” con “causa-efecto”.**

Identificando las fuerzas de acción y reacción en un fenómeno determinado, cuando el profesor pregunta cuál sería la reacción, identificada ya la acción, 3T responde *“[...] que se iría para abajo”* (Anexo 7, secuencia 7)..

También durante la discusión de la secuencia 12 en la actividad Trevenque (Anexo 9) el profesor inicia una conversación encaminada a

identificar la fuerza de reacción correspondiente a la normal que el suelo ejerce sobre un personaje cuando salta. 2TR comenta que la reacción es “*la deformación*”. Aún indicándole el profesor que eso no es una fuerza, el alumno sigue pensando que eso “*es la reacción*”.

- ♦ **En una ascensión libre frena más el rozamiento con el aire que la atracción gravitatoria.**

De este modo argumenta 3T en la secuencia 11 del Anexo 7: “no puede subir sin frenar la velocidad. Tendrá que subir primero más rápido y luego ir parándose [...] por el rozamiento con el aire”. Cabe también la posibilidad de que esta frase esté relacionada con la idea de que la gravedad es el empuje del aire hacia abajo (la 97 del Anexo 12), también identificada en las intervenciones de 4S en las sesiones de aula (Tabla Anexo 12).

Finalmente, nos llama la atención la frase de 3TR. Debatendo sobre un fenómeno de la secuencia 12 comenta que “al no haber gravedad la zanahoria no caería” (Anexo 9, secuencia 12). Esta afirmación levanta un murmullo ininteligible que requiere la llamada al orden. Sigue explicando que “como está en la Luna allí no hay gravedad”. Esta frase es fuertemente criticada por sus compañeros.

Se han identificado, pues, un total de 22 ideas previas mediante el análisis de dibujos animados, 14 de ellas localizadas en la bibliografía revisada. Si tenemos en cuenta que el número de sesiones lectivas que se le han dedicado durante toda la investigación no es elevado, es fácil aceptar que esta herramienta de enseñanza-aprendizaje, al igual que cualquier otra que se base en el debate entre estudiantes, supone una buena fuente de información a la hora de indagar sobre la forma en la que éstos interpretan los fenómenos físicos, punto de partida del proceso de enseñanza de la Física. Por otra parte, el que la mayoría de las ideas previas identificadas coincidan con las recogidas en nuestra revisión bibliográfica nos hace pensar, en cierta medida, en la relación entre visionado de dibujos animados e ideas previas expuesta al comienzo de este Apartado.

Por último, destacar que, en ocasiones, ha aflorado la falta de seguridad al hablar de ciertos fenómenos naturales. Esto puede ser un indicador de la falta de observación de los mismos, tan común en la sociedad en la que vivimos. Por otra parte, también hemos observado cómo en ocasiones un alumno convencía a otro, que inicialmente estaba en lo cierto, sin utilizar argumentos sólidos. Se manifiesta una de las formas de confusión en la vida cotidiana. Seguramente debido a la falta de firmeza de las ideas científicas en gran parte de los ciudadanos, que por otra parte carecen de espíritu crítico a la hora de recibir un mensaje; pensando sólo en la veracidad de la fuente, se transmiten con facilidad entre la población ideas erróneas sobre la ciencia y su entorno.

Se han de unir dos alfabetizaciones en la enseñanza actual. La alfabetización audiovisual, de carácter interdisciplinar, para estimular el espíritu crítico ante los mensajes de los medios, y la específica de cada disciplina, para juzgar su contenido. En nuestro caso hablamos de la alfabetización científica.

No cabe duda, de los resultados obtenidos en esta investigación, que el análisis de dibujos animados en la enseñanza de la Física ofrece posibilidades de potenciar ambas de forma simultánea, a la vez que proporciona información sobre las ideas de las que hemos de partir en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

IV.2. Análisis de capítulos completos de dibujos animados.

En la Prueba Piloto (1999/2000) y en la Segunda Experiencia (2000/2001) se realizaron, por parte de estudiantes y profesores, análisis de capítulos completos de dibujos animados, tanto a nivel individual como, en el caso de los estudiantes, análisis en el aula. Reunimos bajo este epígrafe dichos análisis.

IV.2.1. Análisis individual de profesores. Prueba Piloto. Curso 1999/2000. Capítulo: POKÉMON (Tele5, 22 de enero de 2000).

Los análisis individuales de los profesores en la Prueba Piloto quedan recogidos en la Tabla V. Las filas sombreadas señalan el identificador del analista, la fecha de entrega del material y la fecha en la que recogimos la información.

Tabla V. Análisis individuales de profesores. Prueba Piloto.

TIEMPO (Min)	CAMPO DE LA FÍSICA	CONTRADICCIÓN	REALIDAD
ANALISTA 1 (JV)			
(Entregado: 24 de marzo de 2000. Recogido: 30 de marzo de 2000)			
1	Óptica	La iluminación de los árboles no coincide con la de las caras de los personajes.	Todos deberían estar iluminados en la misma dirección.
3	Óptica	La luz debe incidir sobre el escaparate para que el reflejo impida ver su interior. Sin embargo, los personajes que se encuentran delante no tienen sombra.	Se deberían apreciar las sombras de los personajes sobre el escaparate.

Tabla V. Análisis individuales de profesores. Prueba Piloto.

TIEMPO (Min)	CAMPO DE LA FÍSICA	CONTRADICCIÓN	REALIDAD
5	Mecánica	La barca se mueve con velocidad constante. Sin embargo el personaje rema.	El personaje rema, lo que quiere decir que hay que tener en cuenta el impulso de una fuerza y relacionarlo con la aceleración.
8	Mecánica	La bola lanzada cae y retrocede rodando.	Debería avanzar.
15	Otros	Si el puente no está listo para coches no pueden venir y continuar la persecución por el mismo sentido (hay obras).	
19	Atmósfera	El Sol no se abre paso entre nimbos (nubes negras y bajas)	
19	Disoluciones	Esa disolución no la veo muy clara.	
19	Mecánica	La posición del brazo indica que la dirección de la fuerza no coincide con la dirección del movimiento del sujeto que sufre la fuerza. Tampoco coincide el punto de aplicación de la fuerza con el lado de la cara lastimado.	
ANALISTA 2 (JT) (Entregado: 24 de marzo de 2000. Recogido: 14 de abril de 2000)			
5	Mecánica	Rema siempre por el mismo lado y la trayectoria es rectilínea.	Debería describir una trayectoria curva.
18	Mecánica	Al saltar el puente se apoyan en objetos sin apoyo para coger fuerza.	Deberían irse abajo todos.
19	Gravitación	Al recibir una bofetada se queda levitando desafiando la gravedad.	Caería inmediatamente al suelo.
Pelea	Termodinámica	El POKéMON lanzallamas no para de expulsar fuego por la boca sin que aparezca nada relacionado con el combustible..	La relación materia energía debe mantenerse.
Pelea	Elasticidad	Dentro de la bola hay demasiado material.	No hay forma de condensar así la materia.
ANALISTA 3 (GG) (Entregado: 25 de marzo de 2000. Recogido: 17 de abril de 2000)			
1'42'' 1'57'' 18'32''	Óptica	Hay brillos del Sol debajo del puente donde hay sombra.	No puede brillar el agua si no le llega la luz del Sol.
3'17'' 3'22''	Óptica	Brillos en las bicicletas en materiales que no brillan	
6'54'' 7'17'' 11'44'' 14'30''	Mecánica	Movimientos de los personajes demasiado rápidos.	
7'37'' 7'58'' 8'36'' 9'34'' 10'04''	Energía	Transformaciones de materia en energía.	
8'57''	Otros	Lanza llamas por la boca.	

Tabla V. Análisis individuales de profesores. Prueba Piloto.

TIEMPO (Min)	CAMPO DE LA FÍSICA	CONTRADICCIÓN	REALIDAD
11'09'' 12'01''	Gravitación	Saltos altísimos al pincharse.	
15'20''	Mecánica	El muñeco va colgado casi horizontalmente cuando casi se cae.	
17'56''	Mecánica	En el salto del puente no hay bastante V_0 .	
18'04''	Mecánica	Caen del puente sin aceleración.	
19'19''	Gravitación	Después de un tortazo sale volando.	
GENERAL	Óptica	Brillos y sombras donde no corresponden.	
ANALISTA 4 (LF) (Entregado: 24 de marzo de 2000. Recogido: 22 de mayo de 2000)			
5	Mecánica	Rema a un lado de la barca y avanza en línea recta.	Como consecuencia del principio de acción y reacción la barca giraría.
9	Gravitación	Un pato se mantiene flotando en el aire.	El peso es mayor que la fuerza de empuje.
11	Gravitación	Salto vertical a demasiada altura.	La gravedad no permite tanta altura.
	Mecánica	Una gota de líquido permanece sin caer en la cabeza de una chica.	La gota caería por su propio peso.
	Gravitación	Gotas de líquido permanecen sin caer sobre las cabezas.	
16	Óptica	El pelo de una chica es transparente, dejando ver los párpados y cejas.	El pelo es una sustancia opaca.
19	Gravitación	Como consecuencia de un golpe uno de los protagonistas consigue demasiada altura.	
ANALISTA 5 (MG) (15 de febrero de 2000)			
General	Óptica	Brillos estáticos sobre aguas en movimiento.	Los brillos deberían ser destellos caóticos.
General	Mecánica	Aparecen gotas de sudor estáticas.	Se deslizarían por la cara de los personajes.
General	Otros	Aparecen personajes de ficción con los que conviven los personajes.	
4	Otros	Se deforma el entorno cuando ven a una chica atractiva.	Efecto muy utilizado cuando se quiere transmitir emociones fuertes de cualquier índole.
5	Mecánica	El remo siempre está a la izquierda y la trayectoria es rectilínea.	Este tipo de impulso provocaría una trayectoria curvilínea.
7	Mecánica	Los protagonistas se encuentran rodeados y salen del asedio de forma instantánea.	En estas condiciones se debería haber superado alguna oposición para escapar.
18	Mecánica	En el salto del puente se produce un rebote en el centro del salto que produce un impulso exagerado.	Al no estar apoyados los ciclistas en los que rebotan el impulso, de producirse alguno notable, no sería suficiente para salvar la distancia restante.

Tabla V. Análisis individuales de profesores. Prueba Piloto.

TIEMPO (Min)	CAMPO DE LA FÍSICA	CONTRADICCIÓN	REALIDAD
18	Mecánica	Levantar mucha agua al caer	
19	Otros	El efecto de la medicina es instantáneo.	Se necesita un tiempo para notar el efecto.
19	Mecánica	La trayectoria del personaje que recibe la bofetada no se corresponde con la fuerza aplicada.	
Pelea 8..12	Energía	En la pelea de POKÉMON hay una serie de contribuciones fantásticas basadas principalmente en poderes asignados a cada uno de estos seres con el fin de ser utilizados cuando el propietario lo ordene. Entre estos poderes hay algunos en los que aparecen fenómenos relacionados con transferencias de energía sin hacer referencia al origen de la misma.	

Fenómenos identificados por los profesores. Prueba Piloto.

Se recogen en la Tabla VI todos los fenómenos identificados por el colectivo de profesores durante esta experiencia, señalando en las cinco últimas columnas el profesor o profesores que identifican cada uno de ellos.

Tabla VI. Fenómenos identificados por los profesores. Prueba Piloto.

TIEMPO (Min)	CAMPO	CONTRADICCIÓN	REALIDAD	1	2	3	4	5
1	Óptica	La iluminación de los árboles no coincide con la de las caras de los personajes.	Deberían estar iluminados desde la misma dirección.	X				
	Óptica	Hay brillos del Sol debajo del puente donde hay sombra.	El agua no puede brillar si no le llega la luz del Sol.			X		
3	Óptica	Aparecen brillos en las bicicletas en materiales que no brillan.				X		
	Óptica	La luz debe incidir sobre el escaparate para que el reflejo impida ver su interior. Sin embargo los personajes que se encuentran delante no tienen sombra.	Se deberían apreciar las sombras de los personajes sobre el escaparate.	X				
4	Otros	Se deforma el entorno cuando ven a una chica atractiva. Efecto muy utilizado cuando se quiere transmitir emociones fuertes de cualquier índole.						X
5	Mecánica	El personaje rema y la barca se mueve con velocidad constante.	Hay que tener en cuenta el impulso del remo y relacionarlo con la aceleración.	X				

Tabla VI. Fenómenos identificados por los profesores. Prueba Piloto.

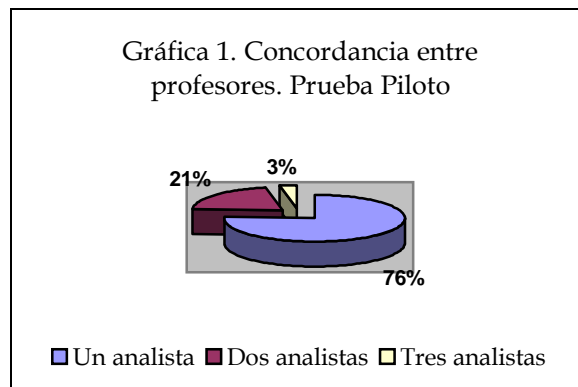
TIEMPO (Min)	CAMPO	CONTRADICCIÓN	REALIDAD	1	2	3	4	5
	Mecánica	El remo siempre está a la izquierda y la trayectoria es rectilínea.	Esta forma de remar provocaría una trayectoria curvilínea.		X		X	X
7	Mecánica	Los personajes se encuentran rodeados y salen del asedio de forma instantánea.	En estas condiciones se debería haber superado alguna oposición para escapar.			X		X
	Elasticidad	Dentro de las bolas hay demasiado material.	No hay forma de condensar así la materia.		X			
Pelea 8..12	Energía	En la pelea de POKÉMON hay una serie de contribuciones fantásticas basadas principalmente en poderes asignados a cada uno de estos seres con el fin de ser utilizados cuando el propietario lo ordene. Entre estos poderes hay algunos en los que aparecen fenómenos relacionados con transferencias de energía sin hacer referencia al origen de la misma.						X
8	Mecánica	La bola lanzada cae y retrocede.	Debería avanzar.	X				
	Gravitación	Un POKÉMON se mantiene flotando en el aire.	El peso es mayor que la fuerza de empuje.				X	
9	Termodinámica	El POKÉMON lanza llamas por la boca sin que aparezca nada relacionado con el combustible.	La relación materia energía debe mantenerse.		X			
	Energía	Transformaciones de materia en energía.				X		
	Otros	Lanza llamas por la boca.				X		
11	Gravitación	Saltos altísimos al pincharse.				X	X	
15	Mecánica	El muñeco va colgado casi horizontalmente.				X		
	Otros	Si el puente no está listo para coches no pueden venir y continuar la persecución por el mismo sentido (hay obras).		X				
16	Óptica	El pelo de una chica es transparente, dejando ver los ojos.	El pelo es una sustancia opaca.				X	
17	Mecánica	En el salto del puente no hay bastante velocidad inicial.	No se conseguiría el alcance deseado.			X		
18	Mecánica	En el salto del puente se produce un rebote en el centro y se consigue un impulso exagerado.	Al no estar apoyados los ciclistas en los que rebotan el impulso no sería suficiente para salvar la distancia restante.		X			X
	Mecánica	Caen del puente sin aceleración.	Caída libre.			X		
	Mecánica	Cuando caen del puente levantan demasiada agua.	Cuerpos de esas características no levantarían tanta.					X

Tabla VI. Fenómenos identificados por los profesores. Prueba Piloto.

TIEMPO (Min)	CAMPO	CONTRADICCIÓN	REALIDAD	1	2	3	4	5
19	Atmósfera	El Sol no se abre paso entre nimbos (nubes negras y bajas).		X				
	Disoluciones	La disolución de la medicina es instantánea.		X				
	Otros	El efecto de la medicina es instantáneo.	Se necesita un tiempo para notar el efecto.					X
	Mecánica	La trayectoria del personaje que recibe la bofetada no es la que corresponde a la fuerza aplicada.		X				X
19	Mecánica	No coincide el punto de aplicación de la fuerza con el lado de la cara lastimado.		X				
	Gravitación	Como consecuencia de un golpe uno de los protagonistas consigue demasiada altura.					X	
	Gravitación	Al recibir una bofetada queda levitando desafiando la gravedad.	Caería inmediatamente al suelo.		X	X		
General	Óptica	No se respetan las fuentes de luz y aparecen constantemente brillos y sombras donde no corresponden.				X		X
	Mecánica	Aparecen gotas de sudor	Caerían por la cara de los personajes				X	X
	Otros	Aparecen personajes de ficción con los que conviven los personajes.						X

Se aprecia claramente la falta de concordancia entre los fenómenos identificados por los profesores. Sólo en una ocasión se detienen tres de los analistas en un fenómeno, en siete ocasiones lo hacen dos, y el resto de fenómenos sólo llaman la atención de uno de los profesores.

Numéricamente, de los 33 fenómenos identificados por los profesores, 25 llaman la atención de un único analista (76%), 7 de dos (21%) y 1 de tres (3%), no existiendo coincidencia de cuatro o cinco profesores en la discusión de ninguno de los fenómenos objeto de análisis. Estos datos quedan reflejados en la Gráfica 1.



IV.2.2. Análisis individuales de alumnos. Prueba Piloto. Curso 1999/2000. Capítulo: POKÉMON (Tele5, 22 de enero de 2000).

Los análisis individuales de los estudiantes en la Prueba Piloto quedan recogidos en la Tabla VII. En las celdas sombreadas se indica el identificador del analista, la fecha de entrega del material y la fecha en la que fue devuelto, una vez analizado.

En la columna "Tiempo" indicamos, además de la localización temporal del fenómeno en el capítulo, y entre paréntesis, el momento en el que el alumno hizo referencia al mismo. '1' significa que el fenómeno fue detectado en el primer análisis individual del alumno, 'C' que fue detectado en la sesión de análisis en el aula, y '2' que fue detectado en el segundo análisis individual.

Tabla VII. Análisis individuales de alumnos. Prueba Piloto.

TIEMPO (Min)	CONTRADICCIÓN	REALIDAD
ANALISTA 1 (JCM) (1 ^{er} análisis: 29 de mayo de 2000. 2 ^o análisis: 16 de junio de 2000)		
intr.. (1)	Los POKÉMON vuelan.	No pueden volar sin medio de propulsión.
1 (2)	La luz enfoca a un edificio y éste está sombreado por esa cara.	No debería haber sombra.
3 (2)	La goma de la rueda reluce	No debería relucir
5 (2)	El brillo del agua se mueve según avanzan.	El brillo reflejado en el agua se debería quedar estático.
7 (1, C, 2)	El POKÉMON sale del pokeball.	No se puede meter ni sacar al POKÉMON ya que cambia de volumen. Y al tomar la bola con facilidad es imposible ya que no puede cambiar su masa.
8 (1)	La bola retrocede al soltar al POKÉMON.	La bola no puede retroceder y volver al mismo sitio si no choca con nada.
8 (2)	Un POKÉMON golpea a otro y éste sale hacia un lado	Debería salir hacia donde le han golpeado.
8 (C, 2)	La trayectoria del fuego es una circunferencia. Emanan fuego	Su trayectoria debería ser una recta. No puede soltar fuego y si es así se quemaría.
11 (1, C, 2)	Un POKÉMON al pincharse sale hacia arriba.	
¿11/12? (2)	Aunque lleve inercia la gota se quedaría atrás.	
12 (2)	El POKÉMON se mueve.	Si no tiene forma para desplazarse no puede moverse.
13 (2)	Los radios giran y la luz proyectada sigue al radio.	La luz proyectada debería quedarse en el sitio
14 (2)	El pelo de la chica cambia de lado	Se tendría que quedar permanente en su sitio
	El agua no les moja	Debería mojarles.

Tabla VII. Análisis individuales de alumnos. Prueba Piloto.

TIEMPO (Min)	CONTRADICCIÓN	REALIDAD
15 (2)	Con los prismáticos los ven como si estuvieran perpendiculares.	La dirección de la caseta desde la que miran no coincide con la vista que tienen.
17 (2)	Suben rápidamente por el puente	Deberían perder velocidad y resbalar.
18 (2)	Saltan y se mantienen en el aire.	Deberían caer y no quedarse suspendidos un tiempo.
	(C) Se quedan a la misma altura y luego se apoyan en los malos.	No podrían apoyarse si están a la misma altura.
	Al saltar las ruedas de los malos se quedan paradas.	Deberían girar.
19 (2)	El producto que le echan al animal cae rápidamente. Se disuelve cuando ya está sumergido.	
19 (C)	A un personaje le dan un guantazo y se queda en el aire.	Debería caer debido a la fuerza de la gravedad.
General (1, C, 2)	Las gotas de sudor permanecen en la cabeza.	Deberían caer.
General (2)	Las sombras no aparecen donde deben.	
ANALISTA 2 (RGG) (1 ^{er} análisis: 29 de mayo de 2000. 2 ^o análisis: 15 de junio de 2000)		
1 (2)	La sombra del árbol es de igual tamaño que el árbol	Debería ser más pequeña
3 (2)	La gota de sudor no cae.	Debería caer.
4 (1, C, 2)	Cuando el protagonista cae del sofá queda suspendido en el aire.	Debería caer al suelo.
6 (2)	La rueda de la bici no gira.	Debe girar.
8 (C, 2)	La roca aplastaría al POKÉMON	
9 (1, C, 2)	El fuego gira alrededor del POKÉMON	El fuego sólo sube porque la materia caliente tiende a subir.
11 (2)	El muñeco salta hacia arriba.	No saltaría tanto.
15 (C, 2)	Las nubes viajan muy rápido.	No viajan tan rápido.
17 (C)	Los personajes no se mojan	Si está lloviendo deben mojarse.
18 (C)	El rebote del puente.	No puede producirse.
18 (2)	Se quedan parados en el aire.	No pueden quedarse así.
19 (C)	La medicina desaparece muy rápido.	No puede desaparecer tan rápido.
19 (2)	No puede saltar así al recibir la bofetada.	Caería enseguida.
ANALISTA 3 (NMC) (1 ^{er} análisis: 29 de mayo de 2000. 2 ^o análisis: 15 de junio de 2000)		
6 (C, 2)	Rueda de la bicicleta inmóvil en caballito.	Debería moverse.
7 (2)	La gota de sudor no cae.	Debería caer por la gravedad.
7 (1, C, 2)	Velocidad a la que se trasladan los personajes al escapar del cerco.	No se pueden mover tan rápido.
7 (1, C, 2)	De una bola pequeña sale un POKÉMON enorme.	Un cuerpo no puede cambiar su volumen.
8 (2)	El fuego gira alrededor del POKÉMON.	
11 (1, C, 2)	El POKÉMON da un salto enorme.	No se puede saltar tanto debido a la fuerza de la gravedad.
13 (1, C, 2)	El slalom de las bicicletas lo hacen recto.	Deberían hacerlo curvando.
	Los personajes se van acercando	No hay ninguna fuerza de atracción entre ellos

Tabla VII. Análisis individuales de alumnos. Prueba Piloto.

<i>TIEMPO (Min)</i>	<i>CONTRADICCIÓN</i>	<i>REALIDAD</i>
	El pelo del personaje no se mueve.	Debería moverse por el rozamiento con el aire.
14 (1, C)	La velocidad de los coches es la misma que la de las bicicletas en la persecución.	Los coches deberían ir más rápido.
17 (1, C, 2)	En un plano con mucha pendiente suben pedaleando.	Con el viento en contra no pillan suficiente velocidad para subir el plano inclinado.
17 (2)	Los personajes no se mojan la ropa.	El agua moja.
18 (1, C, 2)	Dan un salto enorme con la bicicleta.	No se puede dar ese salto sin coger velocidad primero y antes habían subido un plano muy inclinado.
19 (1, C, 2)	A un personaje le dan un guantazo y se queda en el aire.	Fuerza gravitatoria.
ANALISTA 4 (FJRM) (1 ^{er} análisis: 29 de mayo de 2000. 2 ^o análisis: 15 de junio de 2000)		
6 (2)	La gota se le queda en la cabeza.	Se caería.
5 (1, C, 2)	Un personaje tiene el pelo tieso hacia atrás.	Debería caer hacia abajo.
6 (2)	La rueda no se mueve en el caballito.	Debería moverse debido a la inercia.
7 (1, C, 2)	El POKÉMON cambia de volumen.	El cuerpo no puede cambiar tanto de volumen.
8 (1, C, 2)	El POKÉMON se queda en el aire.	Caería por la fuerza de la gravedad.
9 (C, 2)	El fuego da exclusivamente en el POKÉMON.	No sólo le daría a él. También lo sobrepasaría por los lados.
11 (C, 2)	El pato salta muy alto al rato de haberse pinchado.	No puede saltar tanto.
12 (C)	¿Cómo se mueve el POKÉMON?	
13 (C, 2)	A un personaje se le ven los ojos detrás del pelo.	El pelo los taparía.
17 (1, C, 2)	Los cuerpos se mantienen inclinados.	Se caerían.
18 (C)	Se quedan en el aire.	Se caerían al agua.

Fenómenos identificados por los estudiantes. Prueba Piloto.

Se recogen en Tabla VIII todos los fenómenos identificados por el colectivo de estudiantes durante esta experiencia, señalando en las cuatro últimas columnas los que fueron identificados por cada uno de ellos, y señalando si lo hicieron en el primer análisis individual ("1"), en la sesión de análisis en la sesión de clase ("C") o en el segundo análisis individual ("2").

Tabla VIII. Fenómenos identificados por los estudiantes. Prueba Piloto.

<i>Minuto</i>	<i>CONTRADICCIÓN</i>	<i>REALIDAD</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Intr.	Los POKÉMON vuelan.	No pueden volar sin medio de propulsión	1			

Tabla VIII. Fenómenos identificados por los estudiantes. Prueba Piloto.

<i>Minuto</i>	<i>CONTRADICCIÓN</i>	<i>REALIDAD</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	La luz enfoca a un edificio y éste está sombreado por esa cara.	No debería haber sombra.	2			
	La sombra del árbol es de igual tamaño que el árbol	Debería ser más pequeña		2		
3	La goma de la rueda reluce.	No debería relucir.	2			
4	Cuando el protagonista cae del sofá queda suspendido en el aire	Debería caer al suelo.		1, C, 2		
5	Un personaje tiene el pelo tieso hacia atrás.	Debería caer hacia abajo.				1, C, 2
	El brillo del agua se mueve según avanzan.	El brillo reflejado en el agua se debería quedar estático.	2			
6	Rueda de la bicicleta inmóvil en caballito.	Debería moverse.		2	C, 2	2
7	Velocidad a la que se trasladan los personajes al escapar del cerco.	No se pueden mover tan rápido.			1, C, 2	
	De una bola con poco volumen sale un POKÉMON muy voluminoso.	No son posibles estos cambios de volumen.	1, C, 2		1, C, 2	1, C, 2
8	La bola retrocede al soltar al POKÉMON	La bola no puede retroceder y volver al mismo sitio si no choca con nada.	1			
	El POKÉMON se queda en el aire.	Caería por la fuerza de la gravedad.				1, C, 2
	Un POKÉMON golpea a otro y éste sale hacia un lado	Debería salir hacia donde le han golpeado.	2			
	La roca aplastaría al POKÉMON			C, 2		
8	La trayectoria del fuego es una circunferencia. Emanar fuego	Su trayectoria debería ser una recta. No puede soltar fuego y si es así se quemaría.	C, 2			
	El fuego gira alrededor del POKÉMON	(2) El fuego sólo sube porque la materia caliente sube.		1, C, 2	2	
9	El fuego da exclusivamente en el POKÉMON.	No sólo le daría a él. También lo sobrepasaría por los lados.				C, 2
11	El POKÉMON da un salto enorme al pincharse.	No se puede saltar tanto debido a la fuerza de la gravedad.	1, C, 2	2	1, C, 2	C, 2
12	El POKÉMON se mueve.	Si no tiene forma para desplazarse no puede moverse.	2			C

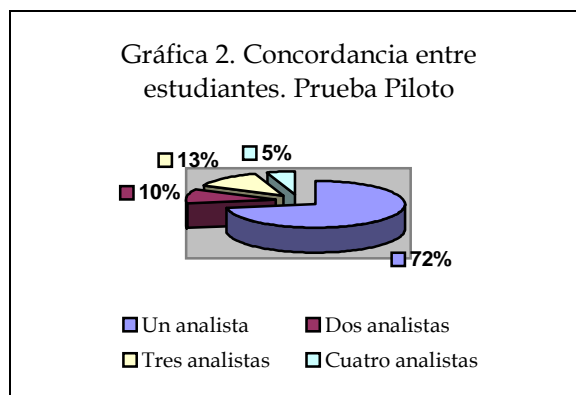
Tabla VIII. Fenómenos identificados por los estudiantes. Prueba Piloto.

<i>Minuto</i>	<i>CONTRADICCIÓN</i>	<i>REALIDAD</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
13	El slalom de las bicicletas lo hacen muy rápido y con los obstáculos en línea recta.	Los obstáculos aparecen después sin estar en línea recta.			1, C, 2	
	Los radios giran y la luz proyectada sigue al radio.	La luz proyectada debería quedarse en el sitio	2			
	A un personaje se le ven los ojos detrás del pelo.	El pelo los taparía.				C, 2
	Los personajes se van acercando	No hay ninguna fuerza de atracción entre ellos			2	
14	El pelo del personaje no se mueve.	Debería moverse por el rozamiento con el aire.			2	
	El pelo de la chica cambia de lado	Se tendría que quedar permanente en su sitio	2			
	La velocidad de los coches es la misma que la de las bicicletas en la persecución.	Los coches deberían ir más rápido.			1, C	
15	Las nubes viajan muy rápido.	No viajan tan rápido.		C, 2		
	Con los prismáticos los ven como si estuvieran perpendiculares.	La dirección de la caseta desde la que miran no coincide con la vista que tienen.	2			
17	Los personajes no se mojan.	Si está lloviendo deben mojarse.	2	C	2	
	Los cuerpos se mantienen inclinados.	Se caerían.				1, C, 2
	En un plano con mucha pendiente suben pedaleando	Con el viento en contra no pillan suficiente velocidad para subir el plano inclinado	2		1, C, 2	
18	Dan un salto enorme con la bicicleta	No se puede dar ese salto sin coger velocidad primero y antes habían subido un plano muy inclinado			1, C, 2	
	Se quedan en el aire.	Se caerían al agua.	2	2		C
	Al saltar las ruedas de los malos se quedan paradas.	Deberían girar.	2			
	Se quedan a la misma altura y luego se apoyan en los malos.	No podrían apoyarse si están a la misma altura.	C, 2			
	El rebote del puente.	No puede producirse (¿?)		C		
19	La medicina desaparece muy rápido.	No puede desaparecer tan rápido.	2	C		
	A un personaje le dan un guantazo y se queda en el aire.	Fuerza gravitatoria.	C	C, 2	1, C, 2	

Tabla VIII. Fenómenos identificados por los estudiantes. Prueba Piloto.

<i>Minuto</i>	<i>CONTRADICCIÓN</i>	<i>REALIDAD</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
General	Las gotas de sudor permanecen en la cabeza.	Deberían caer	1, C, 2	2	2	2
	Las sombras no aparecen donde deben.		2			

Aparece de nuevo la falta de concordancia entre fenómenos identificados (Gráfica 2). De los 40 fenómenos detectados, 29 sólo son comentados por un estudiante (72%), 4 por dos (10%), 5 por tres (13%) y únicamente 2 fenómenos llaman la atención de los cuatro (5%).



Centrándonos en el progreso individual de los alumnos a lo largo de los distintos análisis (primero individual -1-, en clase -C- y segundo individual -2-) presentamos la Tabla IX.

Tabla IX. Número de fenómenos identificados por los estudiantes. Prueba Piloto.

Estudiante	Fenómenos identificados en ...			
	... primer análisis individual	... sesión de clase	... segundo análisis individual	... total
1	5	6	19	22
2	2	8	10	13
3	8	9	13	14
4	4	9	9	11

Aunque los datos de esta Tabla se comentarán con detalle en el Apartado IV.2.8 de este trabajo, es interesante destacar en este momento el aumento en el número de fenómenos identificados por cada estudiante

según se avanzaba en la experiencia, clara señal de que el espíritu crítico del alumnado está siendo estimulado.

IV.2.3. Comparación de fenómenos identificados en la Prueba Piloto por profesores y alumnos. Curso 1999/2000.

En la Tabla X se agrupan todos los fenómenos identificados como contradictorios con la realidad en el capítulo analizado en la Prueba Piloto, indicando en las dos últimas columnas el número de profesores (P) o de alumnos (A) que han reparado en ellos.

Tabla X. Fenómenos identificados en la Prueba Piloto

TIEMPO (Min)	CAMPO	CONTRADICCIÓN	REALIDAD	P	A
Intr.	Mecánica	Los POKÉMON vuelan	No pueden volar sin medio de propulsión	-	1
1	Óptica	La iluminación de los árboles no coincide con la de las caras de los personajes.	Deberían estar iluminados desde la misma dirección.	1	-
1	Óptica	La sombra del árbol es de igual tamaño que el árbol	Debería ser más pequeña	-	1
1	Óptica	La luz enfoca a un edificio y éste está sombreado por esa cara.	No debería haber sombra.	-	1
1	Óptica	Hay brillos del Sol debajo del puente donde hay sombra.	El agua no puede brillar si no le llega la luz del Sol.	1	-
3	Óptica	Aparecen brillos en las bicicletas en materiales que no brillan.		1	1
3	Óptica	La luz debe incidir sobre el escaparate para que el reflejo impida ver su interior. Sin embargo los personajes que se encuentran delante no tienen sombra.	Se deberían apreciar las sombras de los personajes sobre el escaparate.	1	-
4	Gravitación	Cuando el protagonista cae des sofá queda suspendido en el aire	Debería caer	-	1
5	Otros	Un personaje tiene el pelo largo y rígido en posición horizontal	Debería caer.	-	1
5	Óptica	El brillo del agua se mueve según avanzan.	El brillo reflejado en el agua se debería quedar estático.	-	1
5	Mecánica	El remo siempre está a la izquierda y la trayectoria es rectilínea.	Esta forma de remar provocaría una trayectoria curvilínea.	3	-
5	Mecánica	El personaje rema y la barca se mueve con velocidad constante.	Hay que tener en cuenta el impulso del remo y relacionarlo con la aceleración.	1	-

Tabla X. Fenómenos identificados en la Prueba Piloto

<i>TIEMPO (Min)</i>	<i>CAMPO</i>	<i>CONTRADICCIÓN</i>	<i>REALIDAD</i>	<i>P</i>	<i>A</i>
6	Mecánica	Rueda de la bicicleta inmóvil en caballito	Debería moverse.	-	3
7	Mecánica	Los personajes se encuentran rodeados y salen del asedio de forma instantánea.	En estas condiciones se debería haber superado alguna oposición para escapar.	2	1
7	Elasticidad	Dentro de las bolas hay demasiado material.	No hay forma de condensar así la materia.	1	3
8..12	Energía	En la pelea de POKÉMON hay una serie de contribuciones fantásticas basadas principalmente en poderes asignados a cada uno de estos seres con el fin de ser utilizados cuando el propietario lo ordene. Entre estos poderes hay algunos en los que aparecen fenómenos relacionados con transferencias de energía sin hacer referencia al origen de la misma.		1	-
8	Mecánica	La bola lanzada cae y retrocede.	Debería avanzar.	1	1
8	Gravitación	Un POKÉMON se mantiene flotando en el aire.	El peso es mayor que la fuerza de empuje.	1	1
8	Mecánica	Un POKÉMON golpea a otro y éste sale hacia un lado	Debería salir hacia donde le han golpeado.	-	1
8	Fluidos	El fuego gira alrededor del POKÉMON	El fuego sólo sube porque la materia caliente tiende a subir (2) La trayectoria debería ser una recta (1)	-	3
8	Mecánica	La roca aplastaría al POKÉMON.		-	1
9	Energía	Transformaciones de materia en energía.		1	-
9	Termodinámica	El POKÉMON lanza llamas por la boca sin que aparezca nada relacionado con el combustible.	La relación materia energía debe mantenerse.	1	-
9	Otros	Lanza llamas por la boca.	Si fuera así se quemaría (1)	1	1
9	Fluidos	El fuego da exclusivamente al POKÉMON	También lo sobrepasaría por los lados	-	1
11	Gravitación	Saltos altísimos al pincharse.		2	4
12	Otros	El POKÉMON se mueve.	Si no tiene forma para desplazarse no puede moverse.	-	2
13	Mecánica	El slalom de las bicicletas muy rápido y obstáculos rectos	Los obstáculos aparecen después sin estar en línea	-	1
13	Óptica	Los radios giran y la luz proyectada sigue al radio.	La luz proyectada debería quedarse en el sitio	-	1
14	Otros	El pelo de la chica cambia de lado	Se tendría que quedar permanente en su sitio	-	1
14	Mecánica	La velocidad de los coches es la misma que la de las bicicletas	Los coches deberían ir más rápido (es una persecución)	-	1
15	Mecánica	El muñeco va colgado casi horizontalmente.		1	-

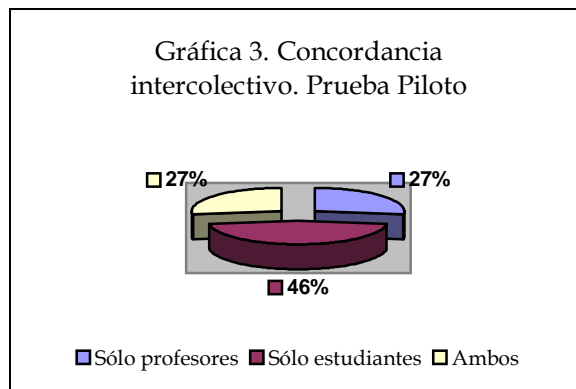
Tabla X. Fenómenos identificados en la Prueba Piloto

<i>TIEMPO (Min)</i>	<i>CAMPO</i>	<i>CONTRADICCIÓN</i>	<i>REALIDAD</i>	<i>P</i>	<i>A</i>
15	Atmósfera	Las nubes viajan muy rápido	No viajan tan rápido	-	1
15	Otros	Con los prismáticos los ven como si estuvieran perpendiculares.	La dirección de la caseta desde la que miran no coincide con la vista que tienen.	-	1
16	Óptica	El pelo de una chica es transparente, dejando ver los ojos.	El pelo es una sustancia opaca.	1	1
17	Otros	Los personajes no se mojan	Si está lloviendo deben mojarse.	-	3
17	Mecánica	Los cuerpos se mantienen inclinados al subir el plano	Se caerían.	-	1
17	Mecánica	Suben rápidamente por el puente.	Deberían perder velocidad y resbalar	1	1
17	Mecánica	En el salto del puente no hay bastante velocidad inicial.	No se conseguiría el alcance deseado.	1	3
18	Gravitación	Se quedan en el aire.	Deberían caer al agua.	-	3
18	Mecánica	Dan un salto enorme con la bicicleta	No se puede dar ese salto visto el plano y la velocidad inicial que podrían adquirir.	-	1
18	Mecánica	Al saltar las ruedas de los malos se quedan paradas.	Deberían girar.	-	1
18	Mecánica	Se quedan a la misma altura y luego se apoyan en los malos.	No podrían apoyarse si están a la misma altura.	-	1
18	Mecánica	En el salto del puente se produce un rebote en el centro y se consigue un impulso exagerado.	Al no estar apoyados los ciclistas en los que rebotan el impulso no sería suficiente para salvar la distancia restante.	2	1
18	Mecánica	Caen del puente sin aceleración.	Caída libre.	1	-
18	Mecánica	Cuando caen del puente levantan demasiada agua.	Cuerpos de esas características no levantarían tanta.	-	1
19	Atmósfera	El Sol no se abre paso entre nimbus (nubes negras y bajas).		1	-
19	Disoluciones	La disolución de la medicina es instantánea.		2	1
19	Otros	El efecto de la medicina es instantáneo.	Se necesita un tiempo para notar el efecto.	1	-
19	Mecánica	No coincide el punto de aplicación de la fuerza con el lado de la cara lastimado.		1	-
19	Mecánica	La trayectoria del personaje que recibe la bofetada no es la que corresponde a la fuerza aplicada.		2	-
19	Gravitación	Como consecuencia de un golpe uno de los protagonistas consigue demasiada altura.		1	-
19	Gravitación	Al recibir una bofetada queda levitando desafiando la gravedad.	Caería inmediatamente al suelo.	2	3

Tabla X. Fenómenos identificados en la Prueba Piloto

TIEMPO (Min)	CAMPO	CONTRADICCIÓN	REALIDAD	P	A
General	Óptica	No se respetan las fuentes de luz y aparecen constantemente brillos y sombras donde no corresponden.		2	1
General	Mecánica	Aparecen gotas de sudor estáticas.	Caerían por la cara de los personajes	2	4

La concordancia intercolectivo, al igual que las intracolectivos, es escasa, como podemos observar en la Gráfica 3, en la que también se puede comprobar que los estudiantes han sido más críticos que los profesores en el análisis del capítulo de dibujos animados.



La Tabla XI muestra la correlación de Spearman entre cada par de analistas en la Prueba Piloto.

Tabla XI. Concordancia entre fenómenos identificados (ρ de Spearman). Prueba Piloto.

(N=55)	P1	P2	P3	P4	P5	A1	A2	A3	A4
P1	1,000	-0,130	-0,218	-0,144	-0,043	-0,155	-0,108	-0,218	-0,218
P2	-0,130	1,000	-0,014	0,092	0,202	-0,023	0,122	0,139	-0,014
P3	-0,218	-0,014	1,000	-0,044	0,004	0,157	-0,087	0,147	-0,066
P4	-0,144	0,092	-0,044	1,000	0,161	-0,073	0,080	0,098	0,380**
P5	-0,043	0,202	0,004	0,161	1,000	-0,191	-0,015	0,004	-0,115
A1	-0,155	-0,023	0,157	-0,073	-0,191	1,000	0,115	0,157	0,068
A2	-0,108	0,122	-0,087	0,080	-0,015	0,115	1,000	0,328*	0,121
A3	-0,218	0,139	0,147	0,098	0,004	0,157	0,328*	1,000	0,254
A4	-0,218	-0,014	-0,066	0,380**	-0,115	0,068	0,121	0,254	1,000

* $\alpha \leq 0,05$; ** $\alpha \leq 0,01$.

IV.2.4. Análisis individual de profesores. Segunda Experiencia. Curso 2000/2001. Capítulo: Los Simpsons (Antena 3, 22 de enero de 2000).

Los análisis individuales de los profesores en la Segunda Experiencia quedan recogidos en la Tabla XII. En las celdas sombreadas se indica el identificador del analista y la fecha en la que se realizó el análisis.

Tabla XII. Análisis individuales de profesores. Segunda Experiencia

TIEMPO	CAMPO	DESCRIPCIÓN	REALIDAD
Analista: 1 (JT)			
Fecha análisis: 19 de diciembre de 2000			
0:04:45	Mecánica	B. Simpson está corriendo sobre el globo terráqueo y sale despedido con una trayectoria perpendicular al sentido del giro de la esfera.	La trayectoria al salir despedido por la esfera debería llevar la misma dirección.
0:08:42	Mecánica	Los papeles se revuelven girando en la lavadora cuando centrífuga.	Los papeles deberían estar pegados a las paredes del tambor por la inercia.
0:12:00	Mecánica	El martillo arrastra a H. Simpson.	No hay punto de apoyo para que el martillo se desplace (ni principio de acción-reacción).
Analista: 2 (JV)			
Fecha análisis: 21 de diciembre de 2000			
0:02:07	Elasticidad	El colchón en el que se apoyan es completamente rígido.	Debería deformarse.
0:03:14	Mecánica	En el espacio la pasta de cerveza cae.	No debe hacerlo.
0:03:23	Mecánica	La nave se mueve hacia atrás.	La aparente disposición de motores lo hacen aparentemente imposible.
General	Óptica	Exceptuando la escena del cine, no hay juego de sombras en los dibujos.	
Analista: 3 (GG)			
Fecha análisis: 4 de enero de 2001			
0:01:13	Mecánica	Choque de dos coches. El coche que llega con velocidad queda frenado casi instantáneamente y sin recorrer espacio.	Los dos coches se desplazarían unos metros, ya que para frenar el centro de masas del sistema de los dos coches debida a las fuerzas disipativas que aparecen, hace falta un intervalo de tiempo mayor que el que aparece en los dibujos.

Tabla XII. Análisis individuales de profesores. Segunda Experiencia

<i>TIEMPO</i>	<i>CAMPO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>REALIDAD</i>
0:03:14	Mecánica	Comida saliendo de un tubo.	Parece que la comida desciende algo mientras que va por el aire. Esto será cierto si la nave tiene una cierta aceleración, si no no.
0:03:23	Mecánica	Nave espacial chocando a la estación espacial.	Son demasiado rápidos los choques. Se ven como si fuesen elásticos. No se ven tampoco los cohetes que impulsan a la nave hacia atrás.
0:04:42	Mecánica	Bart está corriendo encima de una bola del mundo y se cae.	Al caerse, sale despedido en una dirección distinta a la que la bola lo haría debido a su movimiento.
0:08:42	Mecánica	Papeles metidos en la secadora.	Los papeles se quedarían pegados en las paredes del tambor de la secadora, y no saldrían al abrir la puerta.
0:12:00	Mecánica	Homer es arrastrado por el martillo mecánico.	El movimiento que realiza el martillo mecánico no haría que se moviera hacia ningún lado, y menos todavía arrastrando un cuerpo pesado.
0:12:52	Mecánica	Escopeta maquilladora.	Por los dos cañones no pueden salir tantos colores ordenados. Además, la inercia que tienen los polvos maquilladores, harían mucho daño al pegar contra la cara.
Analista: 4 (MG)			
Primer análisis: 7 de marzo de 2000. Segundo análisis: 19 de noviembre de 2000			
0:00:46	Elasticidad	Homer da un frenazo y apoya en el volante la mano con la que sujeta una hamburguesa que permanece intacta, sin romperse ni derramarse nada.	El interior de la hamburguesa debería salirse de la misma.
0:00:48	Mecánica	Las ruedas no dejan huella al dar el frenazo.	Debido al rozamiento entre las ruedas y la calzada cuando se da un frenazo se dejan marcas en el asfalto.
0:01:01	Fluidos	Cuando Homer cruza la carretera un camión pasa muy cerca a gran velocidad y provoca en nuestro personaje un movimiento de rotación sobre uno de sus pies.	En un cuerpo en movimiento la presión en las capas de aire que lo rodean disminuye conforme nos acercamos a la superficie del mismo. El camión debería "atraer" a Homer.
0:01:54	Otros	Hay dos urracas en el cementerio que mantienen una conversación.	

Tabla XII. Análisis individuales de profesores. Segunda Experiencia

TIEMPO	CAMPO	DESCRIPCIÓN	REALIDAD
0:03:14	Mecánica	El movimiento de la pasta de cerveza hace pensar que la nave acelera, pero Homer tiene flexionado el cuello.	Si la aceleración es grande, como realmente se produce en los despegues, no sería fácil flexionar el cuello.
0:03:23	Mecánica	No se conserva el momento lineal. Una nave espacial choca con otra y rebota sin producir variación en el estado de la segunda.	Parte del momento lineal de la primera nave debería pasar a la segunda, produciendo en ésta una variación en su estado de movimiento.
0:04:42	Mecánica	Bart corre sobre la bola del mundo, se despista y cae. Cuando entra en contacto con la bola sale disparado tangencialmente con una velocidad excesiva.	Debería caer al suelo cerca de la bola del mundo.
0:08:03 ⁹	Dato histórico	Con 38 años Edison tenía 203 inventos.	
0:08:44	Mecánica	Homer da golpes con la punta del lápiz sobre un papel y no quedan marcas.	Cada golpe debería dejar una marca en el papel, pues la presión ejercida por la punta del lápiz sobre el mismo hace que parte de la punta se fragmente.
0:09:05	Fluidos	Cuando Homer le da caladas al puro sigue saliendo humo por el extremo.	Cuando se da una calada a un cigarro se succiona el humo que hay en su interior, por lo que deja de salir por el extremo.
0:10:05	Fluidos	Homer da varias caladas al puro y cuando espira no expulsa humo.	Cuando se da una calada a un cigarro al espirar se expulsa el humo.
0:10:25	Epistemología	Frase de Homer: "No puedo trabajar así, separado de la comunidad científica."	
0:10:31	Estereotipo	El científico es un hombre blanco, con bata blanca, gafas de muchos aumentos y excéntrico.	
0:10:40	Historia	La "microcalifragilística" no es una disciplina científica.	
0:11:35	Elasticidad	La onda expansiva producida por la explosión es lo suficientemente energética como para hacer vibrar toda la casa. Sin embargo no se producen desperfectos.	Ante una explosión de estas características los materiales de construcción se fragmentan o agrietan.
0:12:00	Mecánica	Homer es arrastrado por un martillo eléctrico.	La energía que puede proporcionar la batería del martillo no es suficiente para arrastrar a una persona, y menos de las características de Homer.

⁹ Las celdas sombreadas en gris no se corresponden con fenómenos identificados como erróneos, sino con otros objetivos del trabajo.

Tabla XII. Análisis individuales de profesores. Segunda Experiencia

TIEMPO	CAMPO	DESCRIPCIÓN	REALIDAD
0:16:58	Otros	Se produce una aparición de Edison.	Podemos identificarla con una alucinación provocada por el sueño.
General	Óptica	O no hay focos de luz o no se respetan, depende del caso.	

Fenómenos identificados por los profesores. Segunda Experiencia.

Se recogen en la Tabla XIII todos los fenómenos identificados por el colectivo de profesores durante esta experiencia, señalando en las cuatro últimas columnas el profesor o profesores que identifican cada uno de ellos. Las celdas sombreadas no se corresponden con fenómenos identificados como contradictorios, sino con otros objetivos de la investigación.

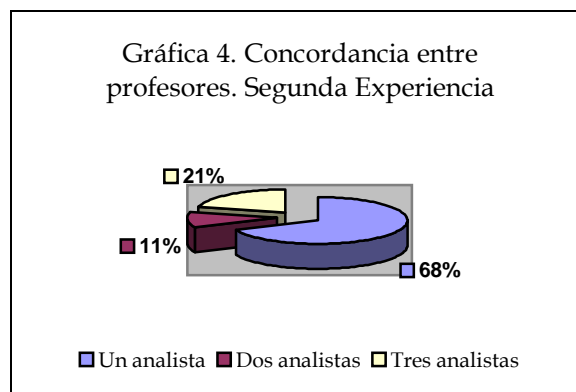
Tabla XIII. Fenómenos identificados por los profesores. Segunda Experiencia.

TIEMPO	DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
0:00:46	Homer da un frenazo y apoya en el volante la mano con la que sujeta una hamburguesa que permanece intacta, sin romperse ni derramarse nada.				X
0:00:48	Las ruedas no dejan huella al dar el frenazo.				X
0:01:01	Cuando Homer cruza la carretera un camión pasa muy cerca a gran velocidad y provoca en nuestro personaje un movimiento de rotación sobre uno de sus pies.				X
0:01:13	Choque de dos coches. El coche que llega con velocidad queda frenado casi instantáneamente y sin recorrer espacio.			X	
0:01:54	Hay dos urracas en el cementerio que mantienen una conversación.				X
0:02:07	El colchón en el que se apoyan es completamente rígido.		X		
0:03:14	La pasta de cerveza que sale del tubo.		X	X	X
0:03:23	Choque de naves.		X	X	X
0:04:42	La caída de Bart cuando corre sobre el globo terráqueo.	X		X	X
0:08:03	Dato histórico: con 38 años Edison tenía 203 inventos.				X
0:08:42	Papeles metidos en la secadora.	X		X	
0:08:44	Homer da golpes con la punta del lápiz sobre un papel y no quedan marcas.				X
0:09:05	Cuando Homer le da caladas al puro sigue saliendo humo por el extremo.				X
0:10:05	Homer da varias caladas al puro y cuando espira no expulsa humo.				X
0:10:25	Frase de Homer: "No puedo trabajar así, separado de la comunidad científica."				X
0:10:31	El científico es un hombre blanco, con bata blanca, gafas de muchos aumentos y excéntrico.				X
0:10:40	La "microcalifragilística" no es una disciplina científica.				X
0:11:35	La onda expansiva producida por la explosión es lo suficientemente energética como para hacer vibrar toda la casa. Sin embargo no se producen desperfectos.				X
0:12:00	Homer es arrastrado por un martillo eléctrico.	X		X	X

Tabla XIII. Fenómenos identificados por los profesores. Segunda Experiencia.

TIEMPO	DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
0:12:52	Escopeta maquilladora.			X	
0:16:58	Se produce una aparición de Edison.				X
General	No hay juego de sombras en los dibujos.		X		X

Aunque el capítulo analizado durante esta experiencia es distinto al de la Prueba Piloto la falta de concordancia entre fenómenos contradictorios con las leyes físicas identificados por los profesores vuelve a aparecer en este análisis.



De los 19 fenómenos identificados como contradictorios con la realidad por el colectivo de profesores en esta experiencia, 13 llaman la atención sólo a uno de los analistas (68%), 2 son comentados por dos profesores (11%) y 4 por tres (21%). De nuevo ninguno de los fenómenos llama la atención del total de profesores (Gráfica 4).

IV.2.5. Análisis individuales de alumnos. Segunda Experiencia. Curso 2000/2001. Capítulo: Los Simpsons (Antena 3, 22 de enero de 2000).

Los análisis individuales de los estudiantes en la Segunda Experiencia quedan recogidos en la Tabla XIV. En las celdas sombreadas indicamos el identificador del analista, la fecha de entrega del material y la fecha en la que fue devuelto, una vez analizado. En la primera columna, "I" significa que el fenómeno fue identificado en el análisis individual del estudiante, y "C" que lo hizo en la sesión de análisis que se realizó en el aula.

Tabla XIV. Análisis individuales de alumnos. Segunda Experiencia.

TIEMPO	DESCRIPCIÓN	REALIDAD
Analista: 1 (CGC)		
Entrega: 2 de noviembre de 2000. Recogida: 6 de noviembre de 2000		
0:00:48 (I,C)	Homer da un gran frenazo con su coche y no deja las huellas de las ruedas en la carretera	Tenían que salir las huellas de las ruedas porque ha dado un gran frenazo.
0:01:02 (C)	Cuando el camión va a atropellar a Homer, éste da una vuelta.	Debería quedarse parado o dar un salto hacia atrás, pero no una vuelta.
0:03:15 (I,C)	Homer está en el espacio y la pasta de cerveza va directamente a su boca.	Tendría que estar la pasta de cerveza por todos los lados porque en el espacio no hay gravedad y la pasta de cerveza no puede ir directamente a tu boca.
0:03:23 (C)	La MIR se deforma cuando la otra nave choca con ella. Por otra parte, del cohete no sale fuego.	No debería deformarse. También debería salir fuego del cohete cuando se mueve.
0:03:25 (I)	Aparecen dos hombres en el espacio, en una nave, apoyados en una superficie.	No pueden estar apoyados en una superficie puesto que no hay gravedad
0:03:58 (C)	El coche fantástico no deja huella al frenar.	Debería dejarla
0:04:42 (I,C)	El hijo de Homer está encima de una bola del mundo dando vueltas, se cae y sale despedido muy lejos, y en una mesa.	Si te caes vas a parar cerca y en el suelo, porque cuando te caes la fuerza de la gravedad te atrae muy rápido y caes al suelo. (En el análisis en clase identifica como incorrecta la dirección del movimiento).
0:07:13 (C)	Cuando lanza el pijama llega muy lejos.	No puede llegar tan lejos.
0:08:43 (C)	Cuando abre la secadora se salen los papeles.	Aunque la secadora se pare y siga dando vueltas los papeles no saldrían de ese modo.
0:11:26 (C)	Cuando se produce la explosión el humo sale de la base de la casa.	Por ahí no puede salir humo.
0:11:59 (C)	Cuando se da con el martillo en la cabeza apenas lo siente.	Un martillazo en la cabeza duele.
0:12:00 (I,C)	El martillo automático inventado por Homer se vuelve loco, empieza a dar martillazos solo, Homer lo coge y el martillo arrastra de él.	Un martillo, aunque sea automático, no puede arrastrar de ti, y menos de Homer que está gordo, porque no tiene la suficiente fuerza para arrastrarte.
0:13:41 (C)	El sillón váter no tiene tuberías y, sin embargo, suena la cisterna.	Debería tener tuberías para que el agua saliera.
0:14:40 (C)	Guarda el equilibrio durante mucho tiempo con la silla.	No se puede guardar tanto el equilibrio de esa manera.
Analista: 2 (EGN)		
Entrega: 2 de noviembre de 2000. Recogida: 6 de noviembre de 2000		
0:03:15 (I,C)	Homer está en el espacio comiendo pasta de cerveza directamente a su boca.	La pasta de cerveza debería irse por toda la nave.
0:03:23 (C)	Las naves no pueden moverse dando marcha atrás y hacia delante.	
0:03:25 (I,C)	Salen dos hombres en el espacio dentro de una estación espacial de pie con gravedad.	Los dos hombres deberían estar flotando. Para que dentro de la nave hubiera gravedad, ésta debería estar dando vueltas.

Tabla XIV. Análisis individuales de alumnos. Segunda Experiencia.

TIEMPO	DESCRIPCIÓN	REALIDAD
0:4:42 (I,C)	Bart sale corriendo encima de una bola del mundo, se cae de la bola del mundo y sale despedido muy lejos.	No se podría andar por la bola y no caería tan lejos.
0:07:13 (C)	Cuando lanza el pijama.	Si lo hace una bola antes de lanzarlo llegará más lejos porque hay menos rozamiento con el aire.
0:11:25 (C)	En el visor de la careta protectora para el soldador no se refleja el fuego del soplete.	Debería reflejarse.
0:12:01 (I,C)	Homer es arrastrado por un martillo automático.	Un martillo no puede mover a un hombre tan grande.
0:18:26 (C)	Hay un fallo de proporciones entre la mesa y los personajes. Por otra parte no se les ven los pies por debajo de la mesa.	Ya que la mesa tiene patas deberían verse por debajo los pies de los personajes.
Analista: 3 (EML)		
Entrega: 2 de noviembre de 2000. Recogida: 6 de noviembre de 2000		
0:00:46 (I,C)	Homer da un frenazo y no se le mueven los pelos, pero sí la cabeza hacia delante.	Al dar un frenazo lo más normal es que el pelo se mueva junto con la cabeza.
0:00:46 (I,C)	Homer está comiendo una hamburguesa, da un frenazo y coge el volante con la mano de la hamburguesa. Ésta queda intacta.	Al estrujar la hamburguesa al menos debería romperse el pan y la lechuga salir por fuera.
0:00:49 (C)	Algunos cristales de las ventanillas del coche dejan ver lo que hay detrás y otros no, estando situados en posiciones similares.	O dejan ver todos o ninguno.
0:01:02 (I,C)	Homer cruza por la carretera, pasa un camión y él da una vuelta. No se le mueve el pelo.	Cuando le va a atropellar un camión no se da una vuelta. Se suele dar un salto hacia atrás y el pelo se mueve.
0:02:06 (I,C)	Marge se sienta en la cama y no se hunde.	Cuando una persona ejerce peso (presión) sobre una superficie blanda se debe hundir.
0:03:15 (C)	La pasta de cerveza va directamente a la boca de Homer.	Debería irse por toda la nave, pues no hay gravedad.
0:03:25 (C)	Aparece una nave con dos hombres dentro.	Aunque donde se encuentre la nave no haya gravedad, dentro de la misma sí la hay.
0:03:30 (I,C)	A Homer le dan golpes en la cara y no le sale sangre.	Cuando a una persona le dan numerosos golpes en la nariz le sale sangre.
0:04:40 (I,C)	Bart está subido en una bola del mundo y corriendo sobre ella.	La bola del mundo no podría soportar su peso y se rompería, pues no es de un material resistente al peso de una persona.
0:04:42 (I,C)	Bart se desconcentra y pierde el control, sale despedido y cae encima de una mesa.	Cuando Bart ha perdido el equilibrio lo lógico sería que cayera hacia atrás o para adelante por la ley de la gravedad. (En el análisis en clase identifica como incorrecta la dirección del movimiento).

Tabla XIV. Análisis individuales de alumnos. Segunda Experiencia.

TIEMPO	DESCRIPCIÓN	REALIDAD
0:05:40 (C)	Aparecen varias cervezas en una de las imágenes, y en la siguiente ha cambiado el contenido de los vasos sin que los personajes hayan bebido.	No debe cambiar el nivel del líquido en los vasos.
0:06:39 (C)	El pelo de Marge no se deforma al tumbarse en la cama.	Debería deformarse al tropezar con la cabecera.
0:07:13 (C)	Cuando lanza el pijama, no puede caer como lo hace.	?
0:07:50 (C)	Homer saca una lata de cerveza del frigorífico y comienza a beber sin abrirla.	Debe abrirla antes de beber.
0:09:05 (I)	Homer le da calada al puro y éste no se consume.	En cada calada el puro debería ir consumiéndose, porque al dar la calada el puro se quema más y entonces se consume.
0:09:05 (C)	Cuando le da la calada el extremo no se pone incandescente.	Debería ponerse incandescente.
0:09:10 (I,C)	Homer está fumándose un puro. Cuando no le da caladas al puro, éste no echa humo.	Aunque no estés fumando del puro debería seguir saliendo humo.
0:11:12 (C)	Al científico no se le ven los ojos a través de los cristales de las gafas.	Deberían verse porque los cristales son transparentes.
0:11:25 (C)	En el visor de la careta protectora para el soldador no se refleja el fuego del soplete.	Debería reflejarse.
0:11:26 (C)	Cuando se produce la explosión el humo sale de la base de la casa.	Por ahí no puede salir el humo.
0:11:59 (C)	Se da un martillazo en la cabeza y no lo siente.	Debería dolerle el martillazo.
0:12:02 (C)	El martillo automático arrastra a Homer al rato de encenderlo.	Debería arrastrarlo justo al conectarlo.
0:12:55 (C)	La escopeta maquilladora haría daño en la cara. De la escopeta sale azul, cuando sólo tiene amarillo y rojo.	Con amarillo y rojo no sale azul.
0:13:41 (C)	El sillón váter no tiene tuberías y, sin embargo, suena la cisterna.	Debería tener tuberías para que el agua saliera.
0:14:33 (C)	Cuando come, Homer no mastica.	Al comer hay que masticar.
0:16:24 (I,C)	Van Homer y Bart en el coche, se mueven los árboles pero las montañas de atrás tienen el mismo tamaño aunque se alejen.	Las montañas deberían hacerse más pequeñas por el alejamiento.
0:16:58 (C)	Frena muy rápido y no derrapa.	Debería derrapar, pues parece que iba rápido.
0:18:26 (C)	Cuando todos salen de la habitación se queda totalmente en silencio.	Debería oírse el murmullo de los que están en la habitación de al lado, por lo menos en principio.
0:18:48 (C)	El martillo automático se para solo.	Habría que apagarlo.
Analista: 4 (FJRM)		
Entrega: 2 de noviembre de 2000. Recogida: 6 de noviembre de 2000		
0:00:46 (I,C)	Homer aplasta la hamburguesa y la mostaza no salpica.	Tendría que salpicar.

Tabla XIV. Análisis individuales de alumnos. Segunda Experiencia.

<i>TIEMPO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>REALIDAD</i>
0:00:49 (C)	El vehículo no parece tener ningún accidente y se observa una deformación en el lateral izquierdo.	Debería producirse el golpe o no estar deformado.
0:01:11 (I,C)	Chocan los coches y no salen despedidos.	Deberían salir despedidos.
0:01:11 (I,C)	Los cristales del coche caen al ratillo del choque.	Tendrían que tardar menos.
0:02:08 (C)	Cuando Marge se sienta en la cama el colchón no se deforma.	Debería deformarse debido a la fuerza aplicada.
0:02:32 (I,C)	El coche da un frenazo y no deja marcas en el asfalto.	Tendría que dejarlas.
0:03:15 (C)	La pasta de cerveza va directamente a la boca de Homer.	Debería irse por toda la nave, pues no hay gravedad.
0:03:23 (C)	La nave no puede dar marcha atrás. Por otra parte, la MIR debería estar girando (sobre sí misma), porque donde se encuentra no hay gravedad.	Aparte de lo anterior, comenta que de los motores de las naves sale fuego sólo cuando despegan y cuando vuelven a la Tierra.
0:03:25 (C)	Dentro de la nave hay gravedad.	En la nave tiene que haber una zona de ingravidez, pero en el resto hay gravedad para que los astronautas puedan trabajar.
0:03:30 (I,C)	El sudor de Homer no cae al suelo.	Debería hacerlo.
0:03:54 (I,C)	El polvo que hace el coche fantástico desaparece muy rápido.	Debería hacerlo lentamente.
0:04:12 (C)	El humo que sale del aparato desaparece muy rápido. (Se observa en varias ocasiones).	Debería tardar más en desaparecer.
0:04:42 (I,C)	Bart debería caer al suelo en cuanto cae de la bola.	No lo hace.
0:05:27 (I,C)	Homer agita la bandera y ésta no se ondula.	Debería hacerlo.
0:08:43 (C)	Cuando abre la secadora los papeles salen de golpe.	Se quedarían dando vueltas debido a la fuerza centrífuga.
0:09:23 (C)	Cuando toma impulso hacia atrás se queda mucho rato en equilibrio.	No podría conseguir el equilibrio si se lanza hacia atrás. Para conseguir el equilibrio habría que hacerlo más despacio.
0:11:06 (C)	Cuando Homer quita las manos los libros tardan mucho en comenzar a caer, y su movimiento inicial es ascendente.	Deberían caer todos a la vez (aunque no tocarían el suelo a la vez porque están uno encima de otro) a plomo.
0:11:12 (C)	Al científico no se le ven los ojos a través de los cristales de las gafas.	Deberían vérselo porque los cristales son transparentes.
0:11:25 (C)	En el visor de la careta protectora para el soldador no se refleja el fuego del soplete.	Debería reflejarse.
0:11:26 (C)	Cuando se produce la explosión el humo sale de la base de la casa.	Por ahí no puede salir humo.
0:12:55 (C)	La escopeta maquilladora haría daño en la cara. De la escopeta sale blanco, cuando sólo tiene amarillo y rojo.	No puede salir blanco del amarillo y el rojo.

Tabla XIV. Análisis individuales de alumnos. Segunda Experiencia.

TIEMPO	DESCRIPCIÓN	REALIDAD
0:13:41 (C)	El sillón váter no tiene tuberías y, sin embargo, suena la cisterna.	Debería tener tuberías para que el agua saliera.
0:14:40 (C)	Guarda el equilibrio durante mucho tiempo con la silla.	No se puede guardar tanto el equilibrio de esa manera.
0:16:58 (C)	El coche frena sin derrapar.	Dependiendo de la velocidad que lleve un coche derrapa o no al frenar.
0:17:06 (C)	El coche atropella al fantasma.	El fantasma no tiene materia y por lo tanto el coche no puede atropellarlo.
Escena final (C)	El sillón váter se reclina.	No podría echarse para atrás porque se romperían las tuberías.

Fenómenos identificados por los estudiantes. Segunda Experiencia.

Se recogen en la Tabla XV todos los fenómenos identificados por el colectivo de estudiantes durante esta experiencia. Las cuatro últimas columnas se corresponden con los cuatro alumnos que han analizado el capítulo. La marcada con una 'X' indica que ese fenómeno ha sido detectado por ese alumno en alguno de los dos análisis realizados.

Tabla XV. Fenómenos identificados por los estudiantes. Segunda Experiencia.

TIEMPO	FENÓMENO	1	2	3	4
0:00:46	Homer da un frenazo y no se le mueven los pelos, pero sí la cabeza hacia delante.			X	
0:00:46	Homer está comiendo una hamburguesa, da un frenazo y coge el volante con la mano de la hamburguesa. Ésta queda intacta.			X	X
0:00:48	Homer da un gran frenazo con su coche y no deja las huellas de las ruedas en la carretera	X			
0:00:49	Algunos cristales de las ventanillas del coche dejan ver lo que hay detrás y otros no, estando situados en posiciones similares.			X	
0:00:49	El vehículo no parece tener ningún accidente y se observa una deformación en el lateral izquierdo.				X
0:01:02	Cuando el camión va a atropellar a Homer, éste da una vuelta.	X		X	
0:01:11	Chocan los coches y no salen despedidos.				X
0:01:13	Los cristales del coche caen al ratillo del choque.				X
0:02:08	Cuando Marge se sienta en la cama el colchón no se deforma.			X	X
0:02:32	El coche da un frenazo y no deja marcas en el asfalto.				X
0:03:15	La pasta de cerveza va directamente a la boca de Homer.	X	X	X	X
0:03:23	La MIR se deforma cuando la otra nave choca con ella. Por otra parte, del cohete no sale fuego.	X			
0:03:23	Las naves no pueden moverse dando marcha atrás y hacia delante.		X		X
0:03:23	La MIR debería estar girando (sobre sí misma), porque donde se encuentra no hay gravedad.				X
0:03:25	Aparecen dos hombres en el espacio, en una nave, apoyados en una superficie.	X	X	X	X
0:03:30	A Homer le dan golpes en la cara y no le sale sangre.			X	
0:03:30	El sudor de Homer no cae al suelo.				X
0:03:54	El polvo que hace el coche fantástico desaparece muy rápido.				X

Tabla XV. Fenómenos identificados por los estudiantes. Segunda Experiencia.

TIEMPO	FENÓMENO	1	2	3	4
0:03:58	El coche fantástico no deja huella al frenar.	X			
0:04:12	El humo que sale del aparato desaparece muy rápido. (Se observa en varias ocasiones).				X
0:04:40	Bart está subido en una bola del mundo y corriendo sobre ella.			X	
0:04:42	Bart debería caer al suelo en cuanto cae de la bola.	X	X	X	X
0:05:27	Homer agita la bandera y ésta no se ondula.				X
0:05:40	Aparecen varias cervezas en una de las imágenes, y en la siguiente ha cambiado el contenido de los vasos sin que los personajes hayan bebido.			X	
0:06:39	El pelo de Marge no se deforma al tumbarse en la cama.			X	
0:07:13	Cuando lanza el pijama llega muy lejos.	X	X		
0:07:13	Cuando lanza el pijama, no puede caer como lo hace.			X	
0:07:50	Homer saca una lata de cerveza del frigorífico y comienza a beber sin abrirla.			X	
0:08:43	Cuando abre la secadora los papeles salen de golpe.	X			X
0:09:05	Homer le da calada al puro y éste no se consume.			X	
0:09:05	Cuando le da la calada el extremo no se pone incandescente.			X	
0:09:10	Homer está fumándose un puro. Cuando no le da caladas al puro, éste no echa humo.			X	
0:09:23	Cuando toma impulso hacia atrás se queda mucho rato en equilibrio.				X
0:11:06	Cuando Homer quita las manos los libros tardan mucho en comenzar a caer, y su movimiento inicial es ascendente.				X
0:11:12	Al científico no se le ven los ojos a través de los cristales de las gafas.			X	X
0:11:25	En el visor de la careta protectora para el soldador no se refleja el fuego del soplete.		X	X	X
0:11:26	Cuando se produce la explosión el humo sale de la base de la casa.	X		X	X
0:11:59	Se da un martillazo en la cabeza y no lo siente.	X		X	
0:12:01	Homer es arrastrado por un martillo automático.	X	X		
0:12:02	El martillo automático arrastra a Homer al rato de encenderlo.			X	
0:12:55	La escopeta maquilladora haría daño en la cara. De la escopeta sale blanco, cuando sólo tiene amarillo y rojo.			X	X
0:13:41	El sillón váter no tiene tuberías y, sin embargo, suena la cisterna.	X		X	X
0:14:33	Cuando come, Homer no mastica.			X	
0:14:40	Guarda el equilibrio durante mucho tiempo con la silla.	X			X
0:16:24	Van Homer y Bart en el coche, se mueven los árboles pero las montañas de atrás tienen el mismo tamaño aunque se alejen.			X	
0:16:58	El coche frena sin derrapar.			X	X
0:17:06	El coche atropella al fantasma.				X
0:18:26	Hay un fallo de proporciones entre la mesa y los personajes. Por otra parte no se les ven los pies por debajo de la mesa.		X		
0:18:26	Cuando todos salen de la habitación se queda totalmente en silencio.			X	
0:18:48	El martillo automático se para solo.			X	
Escena final	El sillón váter se reclina. Se romperían las tuberías				X

En este caso ha cambiado, respecto de la Prueba Piloto del curso anterior, tanto el capítulo objeto de análisis como tres de los cuatro estudiantes encargados de realizarlo. Sin embargo, la coincidencia de varios analistas en el mismo fenómeno sigue siendo escasa.

De los 51 fenómenos identificados por los estudiantes, 33 sólo llaman la atención de un analista, 12 lo hacen de dos, 3 de tres y otros 3 de los cuatro (Gráfica 5).



IV.2.6. Comparación de fenómenos identificados en la Segunda Experiencia por profesores y alumnos. Curso 2000/2001.

En la Tabla XVI recogemos todos los fenómenos identificados como contradictorios con la realidad en el capítulo analizado en la Segunda Experiencia, indicando en las dos últimas columnas si han sido los profesores o los estudiantes (o ambos) los que lo han hecho, así como el número de individuos que lo detectaron.

Tabla XVI. Fenómenos identificados en la Segunda Experiencia.

TIEMPO	CAMPO	DESCRIPCIÓN	A	P
0:00:46	Mecánica	Homer da un frenazo y no se le mueven los pelos, pero sí la cabeza hacia delante.	1	-
	Elasticidad	Homer está comiendo una hamburguesa, da un frenazo y coge el volante con la mano de la hamburguesa. Ésta queda intacta.	2	1
0:00:48	Mecánica	Las ruedas no dejan huella al dar el frenazo.	1	1
0:00:49	Óptica	Algunos cristales de las ventanillas del coche dejan ver lo que hay detrás y otros no, estando situados en posiciones similares.	1	-
	Elasticidad	El vehículo no parece tener ningún accidente y se observa una deformación en el lateral izquierdo.	1	-
0:01:02	Fluidos	Cuando el camión va a atropellar a Homer, éste da una vuelta.	2	1

Tabla XVI. Fenómenos identificados en la Segunda Experiencia.

TIEMPO	CAMPO	DESCRIPCIÓN	A	P
0:01:11	Mecánica	Choque de dos coches. El coche que llega con velocidad queda frenado casi instantáneamente y sin recorrer espacio.	1	1
0:01:13	Gravitación	Los cristales del coche caen al rato del choque.	1	-
0:01:54	Otros	Hay dos urracas en el cementerio que mantienen una conversación.	-	1
0:02:07	Elasticidad	El colchón en el que se apoyan es completamente rígido.	2	1
0:02:32	Mecánica	El coche da un frenazo y no deja marcas en el asfalto.	1	-
0:03:15	Mecánica	La pasta de cerveza va directamente a la boca de Homer.	4	3
0:03:23	Elasticidad	La MIR se deforma cuando la otra nave choca con ella. Por otra parte, del cohete no sale fuego.	1	-
	Mecánica	No se puede producir el choque entre las naves tal y como se ve.	2	3
	Gravitación	La MIR debería estar girando (sobre sí misma), porque donde se encuentra no hay gravedad.	1	-
0:03:25	Gravitación	Aparecen dos hombres en el espacio, en una nave, apoyados en una superficie.	4	-
0:03:30	Otros	A Homer le dan golpes en la cara y no le sale sangre.	1	-
	Gravitación	El sudor de Homer no cae al suelo.	1	-
0:03:54	Disoluciones	El polvo que hace el coche fantástico desaparece muy rápido.	1	-
0:03:58	Mecánica	El coche fantástico no deja huella al frenar.	1	-
0:04:12	Disoluciones	El humo que sale del aparato desaparece muy rápido.	1	-
0:04:40	Otros	Bart está subido en una bola del mundo y corriendo sobre ella.	1	-
0:04:42	Mecánica	La caída de Bart cuando corre sobre el globo terráqueo.	4	3
0:05:27	Mecánica	Homer agita la bandera y ésta no se ondula.	1	-
0:05:40	Otros	Aparecen varias cervezas en una de las imágenes, y en la siguiente ha cambiado el contenido de los vasos sin que los personajes hayan bebido.	1	-
0:06:39	Elasticidad	El pelo de Marge no se deforma al tumbarse en la cama.	1	-
0:07:13	Mecánica	Cuando lanza el pijama llega muy lejos.	2	-
	Otros	Cuando lanza el pijama, no puede caer como lo hace.	1	-
0:07:50	Otros	Homer saca una lata de cerveza del frigorífico y comienza a beber sin abrirla.	1	-
0:08:43	Mecánica	Cuando abre la secadora los papeles salen de golpe.	2	2
0:08:44	Otros	Homer da golpes con la punta del lápiz sobre un papel y no quedan marcas.	-	1
0:09:05	Fluidos	Cuando Homer le da caladas al puro sigue saliendo humo por el extremo.	-	1
	Otros	Homer le da calada al puro y éste no se consume.	1	-
	Otros	Cuando le da la calada el extremo no se pone incandescente.	1	-
0:09:10	Otros	Homer está fumándose un puro. Cuando no le da caladas al puro, éste no echa humo.	1	-
0:09:23	Mecánica	Cuando toma impulso hacia atrás se queda mucho rato en equilibrio.	1	-
0:10:05	Otros	Homer da varias caladas al puro y cuando espira no expulsa humo.	-	1
0:10:40	Otros	La "microcalifragilística" no es una disciplina científica.	-	1

Tabla XVI. Fenómenos identificados en la Segunda Experiencia.

TIEMPO	CAMPO	DESCRIPCIÓN	A	P
0:11:06	Gravitación	Cuando Homer quita las manos los libros tardan mucho en comenzar a caer, y su movimiento inicial es ascendente.	1	-
0:11:12	Óptica	Al científico no se le ven los ojos a través de los cristales de las gafas.	2	-
0:11:25	Óptica	En el visor de la careta protectora para el soldador no se refleja el fuego del soplete.	3	-
0:11:26	Elasticidad	Cuando se produce la explosión el humo sale de la base de la casa.	3	-
0:11:35	Elasticidad	La onda expansiva producida por la explosión es lo suficientemente energética como para hacer vibrar toda la casa. Sin embargo no se producen desperfectos.	-	1
0:11:59	Otros	Se da un martillazo en la cabeza y no lo siente.	2	-
0:12:00	Mecánica	Homer es arrastrado por un martillo eléctrico.	2	3
0:12:02	Otros	El martillo automático arrastra a Homer al rato de encenderlo.	1	-
0:12:52	Mecánica	Escopeta maquilladora. Haría daño en la cara.	2	1
0:12:55	Óptica	De la escopeta maquilladora sale blanco, mientras en ella sólo hay amarillo y rojo.	2	-
0:13:41	Otros	El sillón váter no tiene tuberías y, sin embargo, suena la cisterna.	3	-
0:14:33	Otros	Cuando come, Homer no mastica.	1	-
0:14:40	Mecánica	Guarda el equilibrio durante mucho tiempo con la silla.	2	-
0:16:24	Mecánica	Van Homer y Bart en el coche, se mueven los árboles pero las montañas de atrás tienen el mismo tamaño aunque se alejen.	1	-
0:16:58	Otros	Se produce una aparición de Edison.	-	1
0:16:58	Mecánica	El coche frena sin derrapar.	1	-
0:17:06	Otros	El coche atropella al fantasma.	1	-
0:18:26	Óptica	Hay un fallo de proporciones entre la mesa y los personajes. Por otra parte no se les ven los pies por debajo de la mesa.	1	-
	Otros	Cuando todos salen de la habitación se queda totalmente en silencio.	1	-
0:18:48	Otros	El martillo automático se para solo.	1	-
Escena final	Elasticidad	El sillón váter se reclina. Se romperían las tuberías	1	-
General	Óptica	No hay juego de sombras en los dibujos.	-	2

La concordancia intercolectivo se representa en la Gráfica 6. De nuevo los alumnos son más críticos que los profesores (en esta ocasión aún más) y la concordancia es escasa. La Tabla XVII muestra la correlación de Spearman entre cada par de analistas en la Segunda Experiencia.



Tabla XVII. Concordancia entre fenómenos identificados (ρ de Spearman). Segunda Experiencia.

(N=60)	P1	P2	P3	P4	A1	A2	A3	A4
P1	1,000	-0,071	0,527**	0,184	0,346**	0,288*	-0,134	0,000
P2	-0,071	1,000	0,319*	0,346**	0,022	0,288*	0,000	0,134
P3	0,527**	0,319*	1,000	0,313*	0,313*	0,468**	-0,052	0,260*
P4	0,184	0,346**	0,313*	1,000	0,214	0,270*	-0,202	-0,202
A1	0,346**	0,022	0,313*	0,214	1,000	0,389**	0,040	0,040
A2	0,288*	0,288*	0,468**	0,270*	0,389**	1,000	0,000	0,098
A3	-0,134	0,000	-0,052	-0,202	0,040	0,000	1,000	-0,200
A4	0,000	0,134	0,260*	-0,202	0,040	0,098	-0,200	1,000

* $\alpha \leq 0,05$; ** $\alpha \leq 0,01$.

IV.2.7. Campos de la Física identificados.

Procedemos en este Apartado a analizar los campos de la física a los que pertenecen los fenómenos identificados en las distintas actividades presentadas hasta el momento. Debemos señalar que la categorización se ha llevado a cabo, más que pensando en los campos tradicionales de esta disciplina, orientados por los bloques en los que los libros de texto suelen dividirla.

Prueba Piloto (curso 1999/2000).

En el caso de la experiencia con el capítulo de "POKÉMON" los fenómenos identificados están relacionados con movimientos (cinemática, dinámica o estática), óptica, gravitación, energía, fluidos, elasticidad, atmósfera, termodinámica y disoluciones. Aparte de éstos se han identificado otros fenómenos relacionados más con el sentido común y los fallos de guión que con las leyes físicas, que hemos incluido en un apartado llamado "otros".

La Tabla XVIII muestra el número de fenómenos pertenecientes a cada uno de estos campos¹⁰.

Tabla XVIII. Campos a los que pertenecen los fenómenos identificados. Prueba Piloto

CAMPO	TOTALES	%	PROFESORES (5)	% ¹¹	ALUMNOS (4)	% ¹²
Movimientos	23	40	12	36	17	43
Óptica	10	17	6	18	7	18
Gravitación	6	10	4	12	5	13
Energía	2	4	2	6	-	-
Fluidos	2	4	-	-	2	5
Atmósfera	2	4	1	3	1	3
Elasticidad	1	2	1	3	1	3
Termodinámica	1	2	1	3	-	-
Disoluciones	1	2	1	3	1	3
Otros	10	17	5	15	6	15
TOTAL	58		33		40	

Las consideraciones que a simple vista se deducen de esta Tabla son:

- ♦ En general, como ya hemos observado en Apartados anteriores, el número de fenómenos identificados por los alumnos es mayor que el de los profesores.
- ♦ Principalmente se han identificado fenómenos pertenecientes a movimientos, óptica y gravitación. El 67% de los fenómenos identificados pertenecen a estos campos de la Física. De los identificados por profesores, el 66% están relacionados con ellos y en el caso de los alumnos la cifra asciende al 74%.
- ♦ No ha habido apenas coincidencia entre los fenómenos identificados por ambos colectivos. Observando las Tablas de análisis y Gráficas de los Apartados IV.2.1 y IV.2.2 podemos comprobar que la coincidencia ha sido escasa incluso dentro de un mismo colectivo. Ante un mismo fenómeno los analistas han fijado su atención en distintos aspectos del mismo. Esto queda reflejado en la Tabla XIX, en la que podemos observar que sólo el 26% de todos los fenómenos que se han observado y comentado fueron identificados por profesores y alumnos.

¹⁰ Todos los porcentajes de las conclusiones se han aproximado a números naturales.

¹¹ Los porcentajes están referidos al total de fenómenos identificados por profesores.

¹² Los porcentajes están referidos al total de fenómenos identificados por alumnos.

Tabla XIX. Concordancia intercolectivo. Prueba Piloto.

CAMPO	TOTALES	PROFESORES (5) Y ALUMNOS (4)	% ¹³
Movimientos	23	6	26
Óptica	10	3	30
Gravitación	6	3	50
Energía	2	-	-
Fluidos	2	-	-
Atmósfera	2	-	-
Elasticidad	1	1	100
Termodinámica	1	-	-
Disoluciones	1	1	100
Otros	10	1	10
TOTAL	58	15	26

Segunda Experiencia (curso 2000/2001).

Los fenómenos identificados en el capítulo de “Los Simpsons” están relacionados con movimientos, elasticidad, óptica, gravitación, disoluciones y fluidos. También, como en el caso anterior y por los mismos motivos, se ha definido un campo de “otros”. La Tabla XX muestra estos resultados:

Tabla XX. Campos a los que pertenecen los fenómenos identificados. Segunda Experiencia.

CAMPO	TOTALES	%	PROFESORES (4)	% ¹⁴	ALUMNOS (4)	% ¹⁵
Movimientos	17	28	8	42	17	33
Elasticidad	8	14	3	16	7	14
Óptica	6	10	1	5	5	10
Gravitación	5	9	-	-	5	10
Fluidos	2	3	2	11	1	2
Disoluciones	2	3	-	-	2	4
Otros	20	33	5	26	15	29
TOTAL	60		19		52	

En la Tabla se observa:

- ♦ Los alumnos han sido de nuevo, con diferencia, más observadores y críticos que los profesores (ya señalado anteriormente).
- ♦ En esta experiencia se une otro campo al grupo de tres más identificados de la experiencia anterior: la elasticidad. También

¹³ Los porcentajes están referidos al total de fenómenos identificados.

¹⁴ Los porcentajes están referidos al total de fenómenos identificados por profesores.

¹⁵ Los porcentajes están referidos al total de fenómenos identificados por alumnos.

resulta curioso el hecho de que los fenómenos gravitatorios hayan sido identificados sólo por los alumnos. El 61% de los fenómenos observados pertenecen a estos cuatro campos. En el caso de los profesores es el 63% y en el de los alumnos el 67%.

- ♦ Se acentúa en esta experiencia la falta de concordancia de los fenómenos observados por los dos grupos de analistas. Sólo coinciden en el 18% de los fenómenos, como se puede observar en la Tabla XXI.

Tabla XXI. Concordancia intercolectivo. Segunda Experiencia.

CAMPO	TOTALES	PROFESORES (4) Y ALUMNOS (4)	% ¹⁶
Movimientos	17	8	47
Elasticidad	8	2	25
Óptica	6	-	-
Gravitación	5	-	-
Fluidos	2	1	50
Disoluciones	2	-	-
Otros	20	-	-
TOTAL	60	11	18

Las dos en conjunto.

Si reunimos ambas experiencias encontramos que de los 118 fenómenos observados, 40 están relacionados con movimientos (34%), 16 con óptica (14%), 11 con gravitación (9%) y 9 con elasticidad (8%). En conjunto, estos campos engloban el 65% de los fenómenos que han llamado la atención a los analistas por no ser acordes con las leyes físicas.

No es de extrañar si tenemos en cuenta que son precisamente estos campos los que más se trabajan en los currículos de estos niveles, pero también podríamos hipotetizar que son los fenómenos más perceptibles desde un punto de vista natural. Si tenemos en cuenta que el apartado "otros" contiene 30 fenómenos (25%), sólo el 10% pertenecen al resto de los campos de la Física o de la Química.

Concordancia intracolectivo.

En cuanto a la concordancia entre fenómenos identificados dentro de un mismo colectivo cabe destacar:

¹⁶ Los porcentajes están referidos al total de fenómenos identificados.

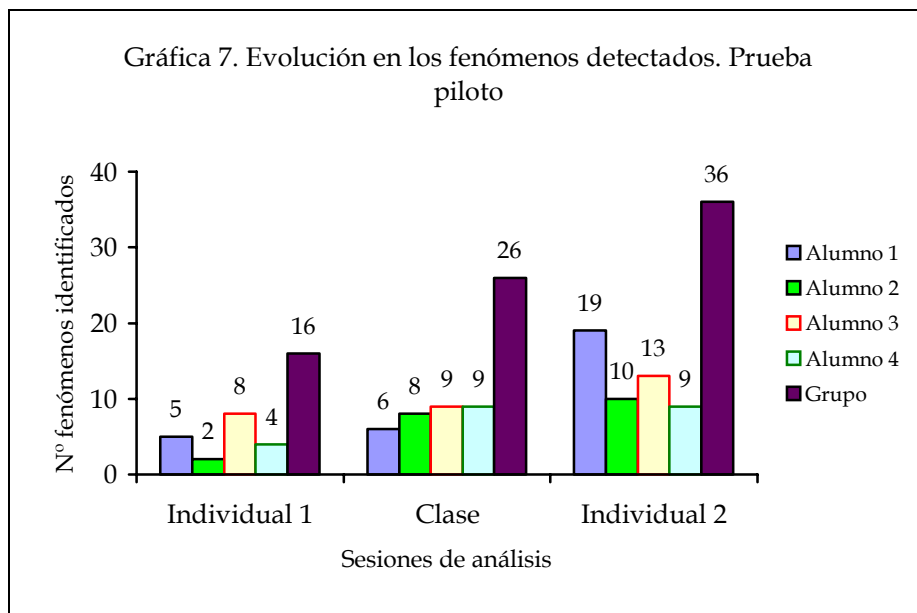
- En la Prueba Piloto, en lo que respecta a los análisis de alumnos, sólo diez fenómenos (25%) son detectados por dos o más alumnos, y sólo dos (5%) son comentados por los cuatro (Apartado IV.2.2).
- En el caso de los expertos, en sólo ocho ocasiones (24%) el fenómeno es identificado por dos o más profesores, y no hay coincidencia de todos ellos en ninguno de los fenómenos analizados (Apartado IV.2.1).
- De los fenómenos comentados en la Segunda Experiencia, diecisiete (33%) son identificados por dos o más alumnos, habiendo coincidencia de los cuatro en tres (6%) de los analizados (Apartado IV.2.5).
- Identificados por dos o más profesores encontramos seis fenómenos (32%) , no habiendo tampoco en este caso coincidencia de los cuatro analistas en ninguno de ellos (Apartado IV.2.4).

Esta falta de concordancia en los fenómenos identificados por los miembros de un mismo colectivo, así como entre colectivos, puede deberse a tantas causas que, salvo mencionarla como dato obtenido en la investigación, su explicación se sale de los objetivos de este trabajo, entrando más en el campo de la Psicología Cognitiva que en el de la Didáctica de las Ciencias. En todo caso, queda claro que la detección de “fallos” desde el punto de vista científico se manifiesta como una variable esencialmente idiosincrática, a la vez que una forma excelente de fomentar los debates en el aula.

IV.2.8. Rentabilidad didáctica del segundo análisis individual por parte de los estudiantes.

Con el fin de constatar si el segundo análisis individual que realizaron los alumnos en la Prueba Piloto (fiabilidad test-retest) es didácticamente rentable, hemos comparado el número de fenómenos identificados por cada analista, y por el grupo completo, en las sucesivas actividades de la experiencia (Gráfica 7).

El número de fenómenos detectados y analizados aumenta en la mayoría de los casos conforme se profundiza en la experiencia, con la particularidad de que hay fenómenos que se identifican en el primer análisis y no en los posteriores (Tabla VIII), como comentaremos más adelante. Aunque se observa poca variabilidad individual entre la sesión de clase y el segundo análisis, llama la atención el aumento en el número de fenómenos identificados por el alumno 1 en este último análisis individual (muchos de estos nuevos fenómenos pertenecen al campo de la óptica). Puede deberse al interés que mostró dicho alumno a la hora de realizarlo, o a que las conversaciones que se mantuvieron durante el análisis en el aula llamaron la atención del mismo hacia este tipo de fenómenos.



Un análisis exhaustivo de los fenómenos identificados por los estudiantes en las distintas actividades de la Prueba Piloto (Tabla VIII) nos permite elaborar la Tabla XXII, en la que indicamos la sesión o sesiones en las que realizaron sus comentarios y observaciones. Dicha Tabla recoge, pues, los fenómenos que realmente ha identificado cada estudiante, independientemente de que los haya comentado en una o varias sesiones de análisis. Profundizamos de este modo en el análisis de los datos recogidos en la Gráfica 7, en la que se contabiliza cada fenómeno tantas veces como sesiones en las que el analista correspondiente lo haya comentado.

Tabla XXII. Número de fenómenos identificados por los estudiantes en las distintas actividades de la Prueba Piloto

	Fenómenos identificados en sesión/es ¹⁷ ...						Total
	Sólo 1	Sólo C	Sólo 2	1 y C	C y 2	1, C y 2	
Alumno 1	2	1	14	-	2	3	22
Alumno 2	-	3	5	-	3	2	13
Alumno 3	-	-	5	1	1	7	14
Alumno 4	-	2	2	-	3	4	11
Total	2	6	26	1	9	16	

Podemos encontrarnos con varias situaciones que consideramos normales (celdas sombreadas en verde):

¹⁷ "1" = primer análisis individual; "C" = análisis de aula; "2" = segundo análisis individual.

- a. Que un fenómeno detectado en el primer análisis individual se comente también en la sesión de aula y en el segundo análisis individual (1, C y 2).
- b. Que un fenómeno se observe por primera vez en la sesión de aula, y vuelva a comentarse en el segundo análisis individual (C y 2).
- c. Que se observe por primera vez en el segundo análisis individual (2).

Las situaciones “a” y “b” son indicadores de la consistencia de las observaciones, mientras que la “c” podemos relacionarla con el estímulo del espíritu crítico ante fenómenos cotidianos y con la alfabetización científica y televisiva, pilares básicos de los objetivos de esta investigación.

Agrupando los fenómenos identificados por los estudiantes bajo estas nuevas categorías presentamos la Tabla XXIII.

Tabla XXIII. Consistencia de las observaciones y nuevas observaciones.

	Consistencia de las observaciones			Nuevas observaciones		
	Total ¹⁸	Consistentes ¹⁹	%	Total	Nuevas	%
Alumno 1	8	5	63	22	14	64
Alumno 2	8	5	63	13	5	38
Alumno 3	9	8	89	14	5	36
Alumno 4	9	7	78	11	2	18
Total	34	25	74	60	26	43

El porcentaje de nuevas observaciones respecto del total, en unos casos mayor que en otros (apreciablemente alto en el caso del alumno 1, como ya se ha comentado), es aceptable. Nos parece un claro indicio de que este tipo de actividades estimula el espíritu crítico de los analistas, a la vez que contribuye a su alfabetización científica.

Respecto a la consistencia de las observaciones, la consideramos satisfactoria, tanto a nivel individual como colectivo. Es importante relacionarla con la perdurabilidad de los conocimientos, lo que hace del análisis de dibujos animados una herramienta de enseñanza-aprendizaje efectiva, al menos para las clases de Física y Química.

¹⁸ No tenemos en cuenta los fenómenos de la columna “Sólo 2” por no influir en la consistencia de las observaciones.

¹⁹ Los de las columnas “1, C y 2” y “C y 2”.

Analizando los fenómenos en los que no se observa la consistencia deseada podemos afirmar:

Columna “Sólo 1”. Es posiblemente la situación más anómala. Que un analista identifique un fenómeno en su primer análisis individual y no lo comente más, teniendo en cuenta que durante la sesión de aula los estudiantes tenían delante su tabla de análisis, sólo puede deberse a la falta de atención del alumno en esos momentos. Este caso se observa en dos ocasiones en el alumno 1 (Introducción y minuto 8, Tabla VII).

Columna “Sólo C”. Si un estudiante identifica un fenómeno en la sesión de aula y no lo refiere en su segundo análisis individual puede deberse, naturalmente, a un despiste en este último análisis. No obstante, observando los casos en los que ocurre (Tabla VII), podemos encontrar otras explicaciones:

A veces identifican fenómenos que justifican según la fórmula del “no puede ocurrir así” (alumno 2, minutos 18 y 19) o con razonamientos poco convincentes e incompletos (alumno 4, minuto 12). En estos casos pueden eliminar el fenómeno ante la imposibilidad de explicarlo.

En otras ocasiones se trata de fenómenos que se relacionan más con el sentido común que con las leyes físicas (alumno 2, minuto 17), por lo que se descartan del segundo análisis individual.

Columna “1 y C”. Encontrarnos en esta situación es normal si se trata de un fenómeno que se identifica en el primer análisis, y al comentarlo en el aula quedamos convencidos de que estábamos equivocados. No obstante, no ocurre esto en nuestro caso (alumno 3, minuto 14), por lo que pensamos que se debe a un descuido del analista.

Para finalizar este Apartado, comentar que aunque el aumento en la cantidad de situaciones analizadas se deba principalmente a las discusiones que se llevan a cabo en la sesión en el aula (que hacen ver a los alumnos detalles en los que antes no se han fijado y que utilizan en análisis posteriores) - lo que nos hace cuestionar la rentabilidad didáctica del segundo análisis individual - es, sin duda, interesante realizarlo, transcurrido cierto tiempo, ya que así podemos comprobar tanto la fiabilidad temporal de la herramienta como el desarrollo del espíritu crítico de los alumnos ante mensajes externos.

IV.3. Actividad de profundización. Segunda Experiencia. Curso 2000/2001.

Se presentan a continuación las tablas que completaron los estudiantes en la actividad de profundización, descrita en el Capítulo III. En la primera columna se indica entre paréntesis si el fenómeno fue detectado durante el análisis individual ("I") o en el realizado en clase ("C"). Las reunimos todas en la Tabla XXIV, sombreando los datos de los analistas y las fechas en las que se entregó y recogió el material.

Tabla XXIV. Actividad de profundización. Segunda Experiencia.

TIEMPO	DESCRIPCIÓN	REALIDAD	LEYES	PGS.
Analista: 1 (CGC)				
Entrega id.: 21 de febrero de 2001. Recogida id.: 27 de marzo de 2001.				
0:00:50 (I,C)	Homer da un gran frenazo con su coche y no deja las huellas de las ruedas en la carretera	Tenían que salir las huellas de las ruedas porque ha dado un gran frenazo.	Fuerza de rozamiento	49
0:01:02 (C)	Cuando el camión va a atropellar a Homer, éste da una vuelta.	Debería quedarse parado o dar un salto hacia atrás, pero no una vuelta.	Sistema nervioso	
0:03:15 (I,C)	Homer está en el espacio y la pasta de cerveza va directamente a su boca.	Tendría que estar la pasta de cerveza por todos los lados porque en el espacio no hay gravedad y la pasta de cerveza no puede ir directamente a tu boca.	Ley de la Gravitación Universal	74
0:03:23 (C)	La MIR se deforma cuando la otra nave choca con ella. Por otra parte, del cohete no sale fuego.	No debería deformarse. También debería salir fuego del cohete cuando se mueve.		
0:03:24 (I)	Aparecen dos hombres en el espacio, en una nave, apoyados en una superficie.	No pueden estar apoyados en una superficie puesto que no hay gravedad	Ley de la Gravitación Universal	74
0:03:58 (C)	El coche fantástico no deja huella al frenar.	Debería dejarla	Fuerza de rozamiento	49
0:04:40 (I,C)	El hijo de Homer está encima de una bola del mundo dando vueltas, se cae y sale despedido muy lejos, y en una mesa.	Si te caes vas a parar cerca y en el suelo, porque cuando te caes la fuerza de la gravedad te atrae muy rápido y caes al suelo. (En el análisis en clase identifica como incorrecta la dirección del movimiento).	Cuando deja de actuar la fuerza centrípeta	62
0:07:13 (C)	Cuando lanza el pijama llega muy lejos.	No puede llegar tan lejos.	Fuerza	8
0:08:43 (C)	Cuando abre la secadora se salen los papeles.	Aunque la secadora se pare y siga dando vueltas los papeles no saldrían de ese modo.	Fuerza centrípeta	62

Tabla XXIV. Actividad de profundización. Segunda Experiencia.

TIEMPO	DESCRIPCIÓN	REALIDAD	LEYES	PGS.
0:11:26 (C)	Cuando se produce la explosión el humo sale de la base de la casa.	Por ahí no puede salir humo.		
0:11:59 (C)	Cuando se da con el martillo en la cabeza apenas lo siente.	Un martillazo en la cabeza duele.	Sistema nervioso	
0:12:00 (I,C)	El martillo automático inventado por Homer se vuelve loco, empieza a dar martillazos solo, Homer lo coge y el martillo arrastra de él.	Un martillo, aunque sea automático, no puede arrastrar de ti, y menos de Homer que está gordo, porque no tiene la suficiente fuerza para arrastrarte.	Concepto de potencia	92
0:13:41 (C)	El sillón váter no tiene tuberías y, sin embargo, suena la cisterna.	Debería tener tuberías para que el agua saliera.		
0:14:40 (C)	Guarda el equilibrio durante mucho tiempo con la silla.	No se puede guardar tanto el equilibrio de esa manera.	Ley de la Gravitación Universal	74
COMENTARIOS (En este espacio escribe todo lo que quieras comentar sobre la actividad o sobre aquellos aspectos del capítulo que no observaste antes).				
<p>En el minuto 3:23 dije que no se tenía que deformar la nave, pero ahora observo que sí se deforma, porque las naves creo que están hechas de un material plástico (Pág. 9). El comentario donde digo que para moverse la nave debe salir fuego, no estoy segura si debe o no salir.</p> <p>Hay comentarios en los que digo que no hay gravedad, pero es mentira, sí hay gravedad, lo que ocurre es que es mucho menor la aceleración de la gravedad en la Luna que en la Tierra.</p>				
Analista: 2 (EGN)				
Entrega id.: 21 de febrero de 2001. Recogida id.: 29 de marzo de 2001.				
0:03:15 (I,C)	Homer está en el espacio comiendo pasta de cerveza directamente a su boca.	La pasta de cerveza debería irse por toda la nave.	Ley de la Gravitación Universal	74
0:03:23 (C)	Las naves no pueden moverse dando marcha atrás y hacia delante.	?	Ley de la Gravitación Universal	74
0:03:24 (I,C)	Salen dos hombres en el espacio dentro de una estación espacial de pie con gravedad.	Los dos hombres deberían estar flotando. Para que dentro de la nave hubiera gravedad, ésta debería estar dando vueltas.	Ley de la Gravitación Universal	74
			Fuerza centrípeta	63
0:4:41 (I,C)	Bart sale corriendo encima de una bola del mundo, se cae de la bola del mundo y sale despedido muy lejos.	No se podría andar por la bola y no caería tan lejos.	Ley de la Gravitación Universal	74
0:07:13 (C)	Cuando lanza el pijama.	Si lo hace una bola antes de lanzarlo llegará más lejos porque hay menos rozamiento con el aire.	Ley de la Gravitación Universal	74
			Fuerza de rozamiento	49

Tabla XXIV. Actividad de profundización. Segunda Experiencia.

TIEMPO	DESCRIPCIÓN	REALIDAD	LEYES	PGS.
0:11:25 (C)	En el visor de la careta protectora para el soldador no se refleja el fuego del soplete.	Debería reflejarse.	Reflexión de ondas	116
0:12:01 (I,C)	Homer es arrastrado por un martillo automático.	Un martillo no puede mover a un hombre tan grande.		
0:18:26 (C)	Hay un fallo de proporciones entre la mesa y los personajes. Por otra parte no se les ven los pies por debajo de la mesa.	Ya que la mesa tiene patas deberían verse por debajo los pies de los personajes.		
COMENTARIOS (En este espacio escribe todo lo que quieras comentar sobre la actividad o sobre aquellos aspectos del capítulo que no observaste antes).				
En el fenómeno del minuto 0:18:26 creo que tiene que ver el fenómeno de las ondas porque creo que las ondas se distorsionan para que nosotros lo veamos más chico.				
Analista: 3 (EML)				
Entrega id.: 21 de febrero de 2001. Recogida id.: 27 de marzo de 2001.				
0:00:46 (I,C)	Homer da un frenazo y no se le mueven los pelos, pero sí la cabeza hacia delante.	Al dar un frenazo lo más normal es que el pelo se mueva junto con la cabeza.	Inercia (1ª ley de la dinámica)	44
0:00:46 (I,C)	Homer está comiendo una hamburguesa, da un frenazo y coge el volante con la mano de la hamburguesa. Ésta queda intacta.	Al estrujar la hamburguesa al menos debería romperse el pan y la lechuga salir por fuera.	Límite de rotura	9
0:00:48 (C)	Algunos cristales de las ventanillas del coche dejan ver lo que hay detrás y otros no, estando situados en posiciones similares.	O dejan ver todos o ninguno.	Materiales transparentes	
0:01:02 (I,C)	Homer cruza por la carretera, pasa un camión y él da una vuelta. No se le mueve el pelo.	Cuando le va a atropellar un camión no se da una vuelta. Se suele dar un salto hacia atrás y el pelo se mueve.	Sistema nervioso y 1ª ley de la dinámica	44
0:02:06 (I,C)	Marge se sienta en la cama y no se hunde.	Cuando una persona ejerce peso (presión) sobre una superficie blanda se debe hundir.	Material elástico Compresión	9
0:03:15 (C)	La pasta de cerveza va directamente a la boca de Homer.	Debería irse por toda la nave, pues no hay gravedad.	Ley de la Gravitación Universal	74
0:03:25 (C)	Aparece una nave con dos hombres dentro.	Aunque donde se encuentre la nave no haya gravedad, dentro de la misma sí la hay.	¿?	

Tabla XXIV. Actividad de profundización. Segunda Experiencia.

TIEMPO	DESCRIPCIÓN	REALIDAD	LEYES	PGS.
0:03:30 (I,C)	A Homer le dan golpes en la cara y no le sale sangre.	Cuando a una persona le dan numerosos golpes en la nariz le sale sangre.	Límite de rotura (Sistema nervioso)	9
0:04:40 (I,C)	Bart está subido en una bola del mundo y corriendo sobre ella.	La bola del mundo no podría soportar su peso y se rompería, pues no es de un material resistente al peso de una persona.	Límite de rotura	9
0:04:43 (I,C)	Bart se desconcentra y pierde el control, sale despedido y cae encima de una mesa.	Cuando Bart ha perdido el equilibrio lo lógico sería que cayera hacia atrás o para adelante por la ley de la gravedad. (En el análisis en clase identifica como incorrecta la dirección del movimiento).	Ley de la Gravitación Universal	74
0:05:40 (C)	Aparecen varias cervezas en una de las imágenes, y en la siguiente ha cambiado el contenido de los vasos sin que los personajes hayan bebido.	No debe cambiar el nivel del líquido en los vasos.	-	
0:06:39 (C)	El pelo de Marge no se deforma al tumbarse en la cama.	Debería deformarse al tropezar con la cabecera.	Compresión	9
0:07:13 (C)	Cuando lanza el pijama, no puede caer como lo hace.	?	¿?	
0:07:50 (C)	Homer saca una lata de cerveza del frigorífico y comienza a beber sin abrirla.	Debe abrirla antes de beber.	-	
0:09:05 (I)	Homer le da calada al puro y éste no se consume.	En cada calada el puro debería ir consumiéndose, porque al dar la calada el puro se quema más y entonces se consume.	Combustión	
0:09:05 (C)	Cuando le da la calada el extremo no se pone incandescente.	Debería ponerse incandescente.	Combustión	
0:09:10 (I,C)	Homer está fumándose un puro. Cuando no le da caladas al puro, éste no echa humo.	Aunque no estés fumando del puro debería seguir saliendo humo.	Combustión	
0:11:12 (C)	Al científico no se le ven los ojos a través de los cristales de las gafas.	Deberían verse porque los cristales son transparentes.	Materiales transparentes	
0:11:25 (C)	En el visor de la careta protectora para el soldador no se refleja el fuego del soplete.	Debería reflejarse.	Reflexión	116

Tabla XXIV. Actividad de profundización. Segunda Experiencia.

TIEMPO	DESCRIPCIÓN	REALIDAD	LEYES	PGS.
0:11:26 (C)	Cuando se produce la explosión el humo sale de la base de la casa.	Por ahí no puede salir el humo.	Gases	
0:11:59 (C)	Se da un martillazo en la cabeza y no lo siente.	Debería dolerle el martillazo.	Sistema nervioso	
0:12:02 (C)	El martillo automático arrastra a Homer al rato de encenderlo.	Debería arrastrarlo justo al conectarlo.	Concepto de potencia	92
0:12:55 (C)	La escopeta maquilladora haría daño en la cara. De la escopeta sale azul, cuando sólo tiene amarillo y rojo.	Con amarillo y rojo no sale azul.	-	
0:13:41 (C)	El sillón váter no tiene tuberías y, sin embargo, suena la cisterna.	Debería tener tuberías para que el agua saliera.	-	
0:14:33 (C)	Cuando come Homer no mastica.	Al comer hay que masticar.	-	
0:16:24 (I,C)	Van Homer y Bart en el coche, se mueven los árboles pero las montañas de atrás tienen el mismo tamaño aunque se alejen.	Las montañas deberían hacerse más pequeñas por el alejamiento.		
0:16:58 (C)	Frena muy rápido y no derrapa.	Debería derrapar, pues parece que iba rápido.	Movimiento rectilíneo uniformemente retardado	
0:18:26 (C)	Cuando todos salen de la habitación se queda totalmente en silencio.	Debería oírse el murmullo de los que están en la habitación de al lado, por lo menos en principio.	Ondas de sonido	118
0:18:48 (C)	El martillo automático se para solo.	Habría que apagarlo.	-	
<p>COMENTARIOS (En este espacio escribe todo lo que quieras comentar sobre la actividad o sobre aquellos aspectos del capítulo que no observaste antes).</p> <p>Hay algunos casos que sé que no deberían ser así, y explico el por qué, pero no conozco ninguna ley que lo explique.</p> <p>También hay algunos en los que no pongo leyes físicas porque creo que son problemas de los dibujos.</p> <p>Al hacer este ejercicio he observado que no he corregido fallos de sombras, y creo que también tienen importancia.</p>				
<p>Analista: 4 (FJRM)</p> <p>Entrega id.: 21 de febrero de 2001. Recogida id.: 29 de marzo de 2001.</p>				
0:00:46 (I,C)	Homer aplasta la hamburguesa y la mostaza no salpica.	Tendría que salpicar.		
0:00:48 (C)	El vehículo no parece tener ningún accidente y se observa una deformación en el lateral izquierdo.	Debería producirse el golpe o no estar deformado.	Acción y reacción	

Tabla XXIV. Actividad de profundización. Segunda Experiencia.

TIEMPO	DESCRIPCIÓN	REALIDAD	LEYES	PGS.
0:01:11 (I,C)	Chocan los coches y no salen despedidos.	Deberían salir despedidos.	Acción y reacción	
0:01:11 (I,C)	Los cristales del coche caen al ratillo del choque.	Tendrían que tardar menos.	Debido a la fuerza de gravedad	Tema 3
0:02:08 (C)	Cuando Marge se sienta en la cama el colchón no se deforma.	Debería deformarse debido a la fuerza aplicada.	Acción y reacción	
0:02:32 (I,C)	El coche da un frenazo y no deja marcas en el asfalto.	Tendría que dejarlas.		
0:03:15 (C)	La pasta de cerveza va directamente a la boca de Homer.	Debería irse por toda la nave, pues no hay gravedad.		
0:03:23 (C)	La nave no puede dar marcha atrás. Por otra parte, la MIR debería estar girando, porque donde se encuentra no hay gravedad.	Aparte de lo anterior, comenta que de los motores de las naves sale fuego sólo cuando despegan y cuando vuelven a la Tierra.		
0:03:25 (C)	Dentro de la nave hay gravedad.	En la nave tiene que haber una zona de ingravidez, pero en el resto hay gravedad para que los astronautas puedan trabajar.		
0:03:30 (I,C)	El sudor de Homer no cae al suelo.	Debería hacerlo.	Fuerza de gravedad	Tema 3
0:03:54 (I,C)	El polvo que hace el coche fantástico desaparece muy rápido.	Debería hacerlo lentamente.		
0:04:12 (C)	El humo que sale del aparato desaparece muy rápido. (Se observa en varias ocasiones).	Debería tardar más en desaparecer.		
0:04:42 (I,C)	Bart debería caer al suelo en cuanto cae de la bola.	No lo hace.	Fuerza de gravedad	Tema 3
0:05:27 (I,C)	Homer agita la bandera y ésta no se ondula.	Debería hacerlo.	Por el rozamiento con el aire	
0:08:43 (C)	Cuando abre la secadora los papeles salen de golpe.	Se quedarían dando vueltas debido a la fuerza centrífuga.	Fuerza centrípeta	62
0:09:23 (C)	Cuando toma impulso hacia atrás se queda mucho rato en equilibrio.	No podría conseguir el equilibrio si se lanza hacia atrás. Para conseguir el equilibrio habría que hacerlo más despacio.		
0:11:06 (C)	Cuando Homer quita las manos los libros tardan mucho en comenzar a caer, y su movimiento inicial es ascendente.	Deberían caer todos a la vez (aunque no tocarían el suelo a la vez porque están uno encima de otro) a plomo.	Ley Gravitación Universal	Tema 3

Tabla XXIV. Actividad de profundización. Segunda Experiencia.

TIEMPO	DESCRIPCIÓN	REALIDAD	LEYES	PGS.
0:11:12 (C)	Al científico no se le ven los ojos a través de los cristales de las gafas.	Deberían vérselo porque los cristales son transparentes.		
0:11:25 (C)	En el visor de la careta protectora para el soldador no se refleja el fuego del soplete.	Debería reflejarse.	Reflexión	116
0:11:26 (C)	Cuando se produce la explosión el humo sale de la base de la casa.	Por ahí no puede salir humo.	Porque es aire caliente y éste sube	
0:11:55 (C)	La escopeta maquilladora haría daño en la cara. De la escopeta sale blanco, cuando sólo tiene amarillo y rojo.	No puede salir blanco del amarillo y el rojo.	Porque el amarillo no es un color primario	127
0:13:41 (C)	El sillón váter no tiene tuberías y, sin embargo, suena la cisterna.	Debería tener tuberías para que el agua saliera.		
0:14:40 (C)	Guarda el equilibrio durante mucho tiempo con la silla.	No se puede guardar tanto el equilibrio de esa manera.		
0:16:58 (C)	El coche frena sin derrapar.	Dependiendo de la velocidad que lleve un coche derrapa o no al frenar.		
0:17:06 (C)	El coche atropella al fantasma.	El fantasma no tiene materia y por lo tanto el coche no puede atropellarlo.		
Escena final (C)	El sillón váter se reclina.	No podría echarse para atrás porque se romperían las tuberías.		
COMENTARIOS (En este espacio escribe todo lo que quieras comentar sobre la actividad o sobre aquellos aspectos del capítulo que no observaste antes).				
La mayoría de los fallos yo creo que no tienen leyes.				

Una de las primeras decisiones que debemos tomar cuando nos enfrentamos a la resolución de un problema en Física es la elección del modelo en el que nos vamos a basar para intentar llevarla a término. Ello implica la elección de una descripción matemática determinada, que explique y prediga fenómenos naturales mediante un conjunto de leyes físicas sobre las que se estructura la Teoría. En relación a esto, el primer objetivo del Currículo de Ciencias de la Naturaleza de Andalucía (Decreto 148/2002) *“viene a subrayar el sentido, fundamentalmente instrumental, que debe otorgarse al conocimiento de los conceptos, leyes y teorías básicas de las Ciencias de la Naturaleza”*

Queda claro, de los datos de la Tabla anterior, que esta elección no es fácil para los alumnos:

- ♦ En pocas ocasiones refieren más de una ley como base de sus argumentos, aunque sea necesario²⁰.
- ♦ A veces utilizan conceptos (fuerza, fuerza centrípeta, potencia, límite de rotura, etc.) en vez de leyes como respuesta, no diferenciando el significado epistemológico de ambos.
- ♦ En algunos casos no existe relación entre la ley que deciden y el fenómeno que deben explicar.

En definitiva, en pocas ocasiones hay acierto en la elección de las leyes adecuadas para resolver la situación problemática que han detectado. Actividades de características similares a la que nos ocupa podrían ayudar al desarrollo de los estudiantes en este tipo de cuestiones, pero en este caso nuestras pretensiones eran distintas. Queríamos, por una parte, evaluar la evolución en los conceptos de los estudiantes, y por otra, comprobar la eficacia de la herramienta propuesta para la consecución de nuestros objetivos.

A este respecto lo primero que llama la atención es lo que escribieron los estudiantes en sus comentarios finales:

- ♦ **Analista 1.** Después de reflexionar sobre la explicación que había dado a dos fenómenos (metaconocimiento), escribe: *“hay comentarios en los que digo que no hay gravedad, pero es mentira, sí hay gravedad, lo que ocurre es que es mucho menor la aceleración de la gravedad en la Luna que en la Tierra”*. No cabe duda de que, en principio, en este caso ha habido un cambio en la forma de pensar.
- ♦ **Analista 2.** Hace referencia a que *“las ondas se distorsionan”* y esto provoca que un objeto se vea más chico, aunque no hace referencia a la causa de esta distorsión.
- ♦ **Analista 3.** Reconoce no encontrar leyes para algunos fenómenos. Seguidamente refiere que cuando no pone leyes es porque considera que es fallo de los dibujos (en ocasiones no es así), y termina diciendo que debería haber corregido los fallos de sombra (de algún modo se ha estimulado el espíritu crítico de este estudiante)
- ♦ **Analista 4.** Lo tiene claro: *“la mayoría de los fallos yo creo que no tienen leyes”*.

²⁰ La descripción del movimiento de un cuerpo que orbita la Tierra debe basarse, al menos, en la Ley de la Gravitación Universal y en la de la inercia.

Una vez estimulada la reflexión, por parte de los alumnos, sobre los fenómenos que se iban a discutir en grupo (los correspondientes a 0:03:15 y 0:03:24, Tabla XXV), procedimos a la sesión de debate en el aula, como segunda parte de esta actividad de profundización. En términos generales transcurrió como sigue²¹ (Anexo 3).

- ♦ **Bloque 1.** El analista 1 comienza explicando al 2 el cambio que se ha producido en su forma de ver los efectos gravitatorios. No se hace ningún comentario al respecto.
- ♦ **Bloque 2.** Comienzan a discutir sobre la conveniencia o no del uso de la Ley de la Gravitación Universal para explicar el primer fenómeno. Durante ésta:
 - Los analistas 2 y 4 se muestran conformes con lo que el analista 1 explicó al comenzar el debate.
 - El analista 2 refiere en varias ocasiones que ha explicado así el fenómeno porque vio algo en una película, el analista 1 recuerda imágenes que vio en un documental, y el analista 3 recuerda algo que vio en un telediario.
 - El analista 3 vuelve a afirmar que en el lugar donde ocurre el fenómeno “*no hay gravedad*”, aunque inmediatamente reconoce que “*hay, pero muy poca*”. Ante esto, el analista 2 se decide de nuevo por la opción de que “*no hay gravedad*”, y el 3 se le une. El analista 1 está convencido de que sí la hay, y así lo hace saber.
 - Sin entrar en las razones por las que se produce el cambio en la forma de pensar, el analista 2 no tarda en decidirse otra vez por el sí. El analista 3 lo acepta, aunque sin mucha convicción.
 - El analista 3 hace referencia a que también puede haber una “*simulación de gravedad, como en la Tierra, ...*”. El analista 1 explica esto basándose en que las naves tienen un “sitio que da vueltas”, que lo ha visto. El analista 2 lo acepta y discute sobre ello.
 - El analista 4 vuelve a centrar la atención del debate sobre la decisión de la Ley Física que apoye sus argumentos.
- ♦ **Bloque 3.** Deciden consultar su libro de texto y comienzan a leer el enunciado de la Ley de la Gravitación Universal y ... finalmente la entienden. Dos masas cualesquiera se atraen debido a la interacción gravitatoria.
- ♦ **Bloque 4.** Aún no convencido de la existencia o no de gravedad en ese lugar y de la conveniencia de utilizar la gravitación para explicar el fenómeno, el analista 2 propone que “*sería también un*

²¹ Presentamos una secuenciación de lo acontecido en la actividad que guarda mayor relación con nuestros objetivos, en la que dividimos las conversaciones en doce bloques diferenciados en el Anexo 3.

poco lo de la ley de ... centrípeta”, porque “[...] si estuviera dando vueltas la nave [...] habría gravedad”. El analista 4 apoya este argumento y decide también que el fenómeno debe ser explicado “con lo de la centrípeta”.

- ♦ **Bloque 5.** La posibilidad de explicarlo con otra “ley” da lugar a otra discusión, de la que destacamos:
 - Para convencer al analista 3, el 1 le pregunta si no ha visto que las naves tienen una parte que da vueltas, donde hay gravedad, y que “ [...] fuera de aquí, de lo que da vueltas, ya no hay grav... O sea, no hay gravedad ... hay menos gravedad”. El analista 3 responde afirmativamente.
 - Los analistas 1, 2 y 4 intentan convencer al analista 3, con cierta dificultad, de que si parte de la nave da vueltas en ella hay gravedad., pero fuera no (el analista 1 sigue defendiendo que “hay menos”). En los argumentos de los analistas 2 y 4 aparece la película “Misión a Marte”.
 - Después de una discusión sobre si Homer está o no dando vueltas, en la que se aprecia cierta confusión entre movimientos circulares y rotaciones, llegan a la conclusión de que no merece la pena pensar en esto, porque “en el tiempo que ponen a Homer no se notaría que está dando vueltas”.

- ♦ **Bloque 6.** A partir de este momento los analistas 1 y 2 comienzan a plantear la posibilidad de utilizar más de una Ley para explicar el fenómeno. Se produce una breve discusión que concluye cuando el analista 3, sin mucho convencimiento, reconoce “que sí, que es la aceleración centrípeta esa. Ya está”. Finalmente, los analistas 1, 2 y 4 admiten que el fenómeno se explica con las dos leyes. El analista 3 no se pronuncia al respecto.

- ♦ **Bloque 7.** En este punto de la discusión el profesor entra en el aula y el analista 1, apoyado por los analistas 2 y 3, es el encargado de comunicarle la conclusión a la que han llegado: “Ese fenómeno es incorrecto”. El analista 4 refiere que todo depende de “si está en el sitio en que la nave está dando vueltas”, porque “ahí sí hay gravedad”. Ante la pregunta de si en las naves hay un sitio donde hay gravedad y un sitio donde no la hay, el analista 1 contesta afirmativamente (mostrando confusión sobre lo que afirmó al comenzar la actividad, e incidiendo en la idea previa 41 del Anexo 12), y el 2 explica que para ello tendría que haber “un trozo de la nave que estuviera dando vueltas, como una lavadora”. El analista 4 dice que ha visto esas naves en películas, y el 1 en el telediario. El analista 3 reflexiona sobre imágenes que ha visto en televisión y duda de la existencia de naves de ese tipo, a lo que el analista 1

añade que no está diciendo *“que todas las naves tengan esa parte”*. Todos los analistas hacen referencia a la fuerza centrípeta para explicar el fenómeno.

- ♦ **Bloque 8.** Para centrar la conversación, el profesor pregunta el significado de la frase “no hay gravedad”. Los analistas 1, 2 y 3 inmediatamente reconocen que “sí hay gravedad, pero menos, que siempre hay gravedad”. Se pide a los analistas que recuerden las imágenes que han visto de los tripulantes de la estación espacial, y que expliquen la razón de que si se suelta un objeto en esas condiciones permanezca en reposo relativo respecto del individuo que lo suelta. El analista 4 da con la clave: *“están los dos en continua caída”*, al igual que la Luna, que *“siempre está cayendo”*. Posteriormente, una breve conversación con el analista 3 hace vislumbrar el carácter centrípeta de la atracción gravitatoria en estas situaciones.
- ♦ **Bloque 9.** Sentadas estas ideas, el profesor requiere que expliquen la frase utilizada en sus argumentos que hace referencia a que la pasta de cerveza *“se tendría que ir por toda la nave”*. El analista 4, apoyado por el 3, comenta que *“no por toda la nave, pero sí toda la pasta junta y no directa a la boca de Homer”*, mostrando que ha cambiado el modo de observar el fenómeno. El profesor sale de nuevo del aula, después de hacer referencia a que posiblemente tengan que admitir la existencia de varias fuerzas para explicar este fenómeno ya que, por una parte, Homer aprieta el tubo en el que está la pasta de cerveza y, por otra, no sabemos dónde está la nave ni su estado de movimiento.
- ♦ **Bloque 10.** Todos los analistas están de acuerdo en que lo que antes argumentaban no era correcto, que la pasta no se va por toda la nave, sino solamente donde apunte. El analista 3 comenta que *“la conclusión es que eso está mal porque no sigue trayectoria rectilínea”*. Los analistas 1 y 2 se unen a esta afirmación. Seguidamente el analista 3 afirma que *“ahí no hay otra fuerza”* (que la que aplica Homer), olvidándose de todas las discusiones anteriores sobre la atracción gravitatoria. El analista 1 se pregunta por la ley que explica el fenómeno, a lo que 2 y 4 responden que *“son las mismas leyes”*. El analista 3 resume la conversación: *“Yo creo que es lo de la fuerza centrípeta y [...] la pasta de cerveza no iría a la boca por movimiento rectilíneo uniforme porque no hay otra fuerza que lo modifique”*. Vuelve a olvidar los efectos gravitatorios, y los analistas 1 y 4 están de acuerdo. No parecen capaces de tener en cuenta los efectos de más de una fuerza actuando sobre un objeto. El profesor vuelve a entrar en el aula en este momento.

- ♦ **Bloque 11.** El analista 3 comienza a explicar la conclusión final de la discusión: “Eso no está bien”, a lo que el analista 1 añade “físicamente hablando”. El analista 1 lo explica: “Porque si Homer aplica una fuerza al bote de pasta de cerveza y no está apuntando directamente a su boca se iría hacia donde está apuntando porque sería un movimiento rectilíneo uniforme”. El profesor introduce una nueva variable a tener en cuenta, referida a si la nave está o no acelerando, y sale del aula.
- ♦ **Bloque 12.** Comienzan a realizar estimaciones de la aceleración, pues sus efectos dependerían de su módulo. Los analistas 1 y 4, en su intento de explicar el fenómeno con esta nueva variable, hacen referencia al dominio de conocimiento cotidiano, recordando sus experiencias en coches acelerando. En mitad del debate el profesor entra en el aula y los estudiantes continúan discutiendo sobre sus vivencias en sistemas de referencia no inerciales (coches acelerando), hasta que se oye el timbre que indica el final de la sesión.

De forma más esquemática, presentamos la Tabla XXV, que recoge lo más relevante de estas conversaciones. Los códigos que utilizamos en ella son:

- ♦ CC. Cambio conceptual.
- ♦ MCM. Medios de comunicación de masas.
- ♦ \bar{F}_c . Se interpreta el fenómeno utilizando la fuerza centrípeta.
- ♦ L. Se utiliza más de una Ley en sus argumentos.
- ♦ DCE. Dominio de conocimiento escolar.
- ♦ DCC. Dominio de conocimiento cotidiano.
- ♦ Φ . Se hace referencia a que las naves tienen una zona que gira, en la que hay gravedad.
- ♦ Los números del 1 al 4 son los identificadores de los estudiantes.

Finalizamos este Apartado comentando esta Tabla.

El hecho de que todos los alumnos mostraran, en algún momento durante las experiencias realizadas, indicios de pensar que en el espacio, cerca de un planeta, no hay gravedad (idea previa 40, Tabla Anexo 12), y que después de esta actividad quedaran convencidos de que esto no es cierto es, indiscutiblemente, favorable para el desarrollo del currículo de esta asignatura. Como se comenta en otras ocasiones durante esta investigación, nunca podremos afirmar que el cambio en la forma de razonar de los estudiantes se haya producido exclusivamente a raíz de los debates en clase, pero tampoco podremos negar que la influencia de éstos ha sido importante y positiva.

Tabla XXV. Desarrollo esquemático de la actividad de profundización

Bloque 1	<ul style="list-style-type: none"> ♦ 1 explica CC
Bloque 2	<ul style="list-style-type: none"> ♦ 2 y 4 aceptan CC de 1 ♦ 1, 2 y 3 utilizan MCM ♦ 3 no acepta CC de 1, y 2 se le une. ♦ De nuevo 2 acepta CC de 1, y 3 lo hace poco convencido ♦ 1 y 2 refieren Φ
Bloque 3	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Consultan su libro de texto y terminan entendiendo la expresión matemática de la Ley de la Gravitación Universal.
Bloque 4	<ul style="list-style-type: none"> ♦ 2 propone \vec{F}_c y 4 lo acepta.
Bloque 5	<ul style="list-style-type: none"> ♦ 1 y 3 han visto Φ ♦ 1, 2 y 4 intentan convencer a 3 de Φ ♦ 2 y 4 usan MCM
Bloque 6	<ul style="list-style-type: none"> ♦ 1 y 2 plantean L ♦ 3 acepta, poco convencida, \vec{F}_c ♦ 1, 2 y 4 aceptan L
Bloque 7	<ul style="list-style-type: none"> ♦ 2 y 4 refieren Φ ♦ 1, 3 y 4 utilizan MCM ♦ 1 niega su propio CC ♦ 1, 2, 3 y 4 aceptan \vec{F}_c
Bloque 8	<ul style="list-style-type: none"> ♦ 1, 2 y 3 aceptan CC de 1 ♦ 4 explica movimiento orbital, acudiendo a DCE. ♦ 3 identifica el carácter centrípeto de la gravitación
Bloque 9	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Cambia la forma de enfocar el fenómeno ♦ El profesor introduce nuevas variables
Bloque 10	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Admiten las nuevas variables, olvidando las anteriores
Bloque 11	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Se introducen nuevas variables
Bloque 12	<ul style="list-style-type: none"> ♦ 1 y 4 acuden al DCC

Podemos comprobar cómo los alumnos acuden a los dominios de conocimiento escolar y cotidiano cuando intentan convencer al resto de sus argumentos científicos. Se están conectando, pues, los tres dominios de conocimiento, y esto nos hace pensar positivamente en la consecución de uno de los objetivos de esta tesis. Del mismo modo, se observa que con frecuencia acuden a situaciones que han visto en algún medio de comunicación (cine y televisión), que han asumido como ciertas sin mostrarse críticos ante ellas, y que utilizan en sus explicaciones de los fenómenos reales. Otra prueba más de la influencia, en este caso negativa, de los medios de comunicación de masas en la visión que del mundo tienen los adolescentes. Esto nos recuerda de nuevo la importancia de educarlos para recibir los mensajes de los medios, estimulando su espíritu crítico.

También se aprecia confusión en algunos alumnos, que afirman y niegan la misma idea sin saber muy bien por qué. Posiblemente estén debatiendo entre las dos posibilidades, sin haberse decidido aún por ninguna de ellas. ¿Se estará produciendo un cambio en su forma de entender el fenómeno? Si fuera así sería para bien, pues hemos partido de una situación negativa. La discusión de los problemas es importante también en las comunidades científica y docente. Basta tener que explicar un fenómeno para darnos cuenta de si realmente lo entendemos, y de la conversación seguramente obtengamos nuevas ideas sobre las que reflexionar. Esto es, precisamente, lo que está ocurriendo en nuestro debate de aula, nos estamos aproximando al modo de trabajar de los científicos.

Inicialmente la mayoría sólo utilizaba una Ley Física para explicar cada fenómeno, y al finalizar la actividad de profundización todos (¡incluso el analista 4!) aceptan utilizar dos (aunque una de ellas sea la “fuerza centrípeta”). Una nueva aproximación al mundo científico.

Por último, llama la atención que los estudiantes olviden las variables que utilizan en sus argumentos cuando se introducen otras nuevas. Lo ideal sería que antes de resolver la situación definieran las variables con las que iban a trabajar, y esto fue lo que se buscó en las actividades de análisis de dibujos animados con resolución de problemas, realizadas en el curso siguiente al de esta actividad de profundización en fenómenos.

IV.4. Análisis de secuencias con resolución de problemas. Tercera Experiencia (Curso 2001/2002).

Procedemos a comentar las sesiones de clase orientadas a la resolución de problemas, basados en el análisis de dibujos animados, realizadas dentro del conjunto de actividades de la Tercera Experiencia (curso 2001/2002), descrita en el Capítulo III. La descripción de las secuencias de dibujos animados seleccionadas a tal efecto se encuentra en el Anexo 6. Las transcripciones de las sesiones de clase en el Anexo 7.

Iremos comentando lo más representativo de lo acontecido en cada una de ellas y las posibilidades que nos ofrece el utilizarlas como recurso metodológico. Hay que tener en cuenta que, al tratarse de la primera vez que se emplean secuencias de dibujos animados con este propósito, las experiencias que a continuación se describen nos servirán para evaluar dichas secuencias, de acuerdo a sus posibilidades didácticas como herramientas de enseñanza y aprendizaje.

Antes de nada queremos dejar claro que, en coherencia con la filosofía con la que se utiliza esta herramienta en el aula, sólo se trabajó con los fenómenos identificados por los estudiantes, aun siendo conscientes en ocasiones de la presencia de otros susceptibles de ser utilizados. Pensamos que un factor de motivación del alumnado, como ya hemos comentado y argumentado, es trabajar sobre situaciones y problemas que ellos mismos detecten y quieran resolver. Del mismo modo, las orientaciones del profesor fueron disminuyendo gradualmente conforme fuimos profundizando en la actividad.

Secuencia 1. “El nido elástico”.

El fenómeno físico por el que se eligió la secuencia fue inmediatamente detectado por todas las alumnas.

Después de establecer la diferencia entre límite de elasticidad y límite de ruptura procedemos al cálculo de la constante elástica del nido. Durante la resolución de este problema se trabajan aspectos relacionados con escala y cambio de escala (para determinar la longitud inicial del nido), unidades y cambio de unidades, la ley de Hooke, el significado físico de las variables que intervienen (la constante elástica), representación algebraica de ideas cotidianas (cuando se trabajan los incrementos), análisis de resultados y cálculo de estimaciones (al hablar de la longitud del canario). Algunos de ellos, como por ejemplo este último, son muy poco frecuentes en los currículos actuales.



Figura 11. Los gatos quieren el nido

En un momento del debate, cuando se está discutiendo sobre la fuerza que pueden ejercer los gatos, la alumna 3 comenta que “si el cuerpo es elástico tampoco vas a hacer mucho más”. Esta alumna piensa que la fuerza que se puede ejercer sobre un cuerpo depende de las propiedades elásticas de éste. Esta idea es cierta si imponemos la condición de que el cuerpo no quede permanentemente deformado ni se rompa, pero el hecho de no hacer ninguna referencia a estas condiciones nos hace pensar en una idea previa errónea objeto de comprobaciones futuras.

Secuencia 2. “Un globo aerostático autorregulador de su peso”.

Sólo una de las alumnas identifica el fenómeno que nos hizo seleccionar la secuencia, y otra está de acuerdo inicialmente. Después de un breve debate se alcanza el consenso.



Figura 12. Intercambio entre globos

En esta secuencia, principalmente enfocada al tratamiento del principio de Arquímedes, se trabajan cuestiones como la relación entre densidades como condición para la flotación, representación vectorial de fuerzas, gradiente de densidad en la atmósfera cuando variamos la altura, cálculo de estimaciones y aspectos cualitativos de la ley fundamental de la dinámica.

En la discusión de este fenómeno no se ha observado la fluidez con la que se desarrolló el de la secuencia anterior, lo que ha obligado a tener que comentar más de una vez los motivos de su identificación, aunque, en nuestra opinión, no quedaron suficientemente claros. En caso de volver a repetirse esta situación en usos futuros de la secuencia ello nos obligaría a su sustitución por otra que ofreciera más posibilidades para el desarrollo de los contenidos perseguidos.

Secuencia 3. “Las propiedades elásticas del pato Donald”.

Se identifican los cuatro fenómenos causantes de su elección. En este caso se discute poco debido a que los acuerdos sobre las cuestiones planteadas se alcanzan con rapidez.

Destacar que en la discusión sobre si el pato puede o no botar sobre la superficie helada no se utiliza en ningún momento el rozamiento como causante de que se puedan producir estos rebotes, idea a desarrollar en trabajos futuros.

Se discuten en este caso fenómenos relacionados con gravitación, elasticidad y propiedades generales de la materia. El problema que se podría resolver con esta secuencia, según las analistas, sería el cálculo de la

constante elástica del pico, que no se llevó a cabo por su similitud con el resuelto en la secuencia 1.



Figura 13. El pico de Donald es elástico

Secuencia 4. "Pato con poderes y aplomado".

En esta secuencia las alumnas critican los poderes de los superhéroes en lo referente a la inmensa fuerza que poseen y a la habilidad de anular la atracción gravitatoria cuando quedan suspendidos en el aire. Aparece de nuevo la relación entre densidades como causa de la flotación, identificando el principio de Arquímedes como el aplicado en sus argumentaciones y, como novedad, se deja ver la idea de "momento de una fuerza". Ocurre cuando la alumna 3 comenta que "además para levantarlo se quedaría más hundido por allí" (señalando el extremo del submarino más alejado del pato).



Figura 14. Superpato con el submarino

En un momento de la conversación podemos apreciar cómo una de las alumnas confunde las ideas de inercia y fuerza (el misil puede "andar" por el agua porque lleva fuerza), aunque rápidamente es corregida por otra, que establece que el término a utilizar es el de inercia. Se comenta de igual modo que el rozamiento con el agua para mantener la velocidad del misil debe anularse mediante la adecuada propulsión.

Respecto al fenómeno en el que se observa al pato dotado de un movimiento armónico simple flotando en el agua, después de discutirlo se llega a la conclusión de que no parece natural, pues el pato flota como si fuera un corcho y no se trata de cuerpos del mismo material, ya que el pato puede variar su forma y el corcho no. Destacar que una de las alumnas piensa que no se puede establecer un movimiento armónico simple si el pato no toca fondo, no reconociendo en este caso el empuje como fuerza recuperadora de ese sistema. Es sobre este fenómeno sobre el que se resuelve el problema en este caso, intentando trabajar sobre la relación entre densidades y volumen emergido en casos de flotación (el problema quedó enunciado en esta sesión de análisis y lo resolvieron en sus casas, comentándolo brevemente en sesiones de clase posteriores).

Secuencia 5. “La habitación hermética”.

Esta secuencia, por problemas temporales, se analizó más que pretendiendo la resolución de problemas con el objetivo de evaluar si las alumnas identificaban los fenómenos contradictorios.

Se admitió que el agua debía salir de la habitación por debajo de la puerta, explicándolo en términos de presión ejercida por la columna de líquido, aunque lo correcto hubiera sido emplear densidades en su explicación. En lo que respecta a la flotación de los distintos objetos del cuarto de baño cabe destacar que aparece en sus argumentos la idea de que la forma que tiene un cuerpo (la superficie de contacto con el agua) influye en cómo flota. También en este caso aparece el peso aparente de un cuerpo sumergido en un fluido en los comentarios utilizados en el debate.



Figura 15. La habitación se inunda

Con la secuencia 5 terminaban las sesiones correspondientes a la unidad de fuerzas y deformaciones, y las alumnas se despidieron de esta actividad con aplausos, indicativo de que trabajar de este modo ha sido de su agrado.

Secuencia 6. “La barca que no curva”.

Una de las alumnas comenta que el pelo de los protagonistas no parece real por estar demasiado rígido, no estando las otras muy de acuerdo. Del fenómeno dinámico por el que elegimos la secuencia no refieren nada, por lo que pasamos a la siguiente.



Figura 16. La barca que no curva

Secuencia 7. “El salto del puente”.

Inicialmente comentan que la velocidad inicial del salto es pequeña para conseguir alcanzar el otro lado del puente, aunque reconocen que para poder afirmar esto con seguridad haría falta saber la distancia que recorren.



Figura 17. Subiendo el puente

Cuando llegamos al momento en el que unos personajes rebotan sobre los otros, una de las alumnas (alumna 3) comenta que aunque se produzca esta interacción todos deberían continuar su movimiento descendente. Después de discutir el fenómeno en términos de la tercera ley de Newton (durante la conversación una de las alumnas afirma que “habría varias reacciones”) llegamos a la conclusión de que los personajes que rebotan sobre los otros recibirían un impulso ascendente, en contra de lo anteriormente argumentado, pero que en este caso se ha exagerado el efecto. Sobre las causas por las que no podría producirse un rebote tan grande

comentan que se debe a los materiales de los que están constituidos los cuerpos que rebotan (la rueda de la bicicleta con la cabeza de una persona) o a la poca superficie de contacto entre ellos en el momento de la colisión, si referir en ningún momento la ausencia de apoyo de los personajes inferiores, que sin duda aumentaría el impulso recibido por los otros.

En esta secuencia se podría calcular la velocidad inicial del movimiento parabólico que aseguraría el objetivo de los protagonistas (conseguir alcanzar el otro lado del puente), y tendríamos que utilizar composición de movimientos en los que intervinieran aceleraciones, contenido que queda fuera de los perseguidos en este curso.

Secuencia 8. “Corriendo sobre el globo terráqueo”.

Reconocen todas que el movimiento de Bart se produce de forma irreal en el sentido de que sobre él no actúa la fuerza de la gravedad, debiendo hacerlo si se tratara de un movimiento de la vida cotidiana. Al tratarse de movimientos parabólicos, al igual que en la secuencia anterior, no se trabaja ningún problema, dándonos por satisfechos con la detección del fenómeno.



Figura 18. Bart y el globo terráqueo

Secuencia 9. “Un coche con buenos frenos”.

Después de comentar que si el coche curva deberíamos observar el movimiento de las estrellas desde su interior, detectan que el coche frena demasiado rápido, y proceden a hacer los cálculos oportunos que demuestran su afirmación.

Identifican la inercia como la causante de que no se pueda producir la frenada con tanta aceleración y deciden que las variables que se deben tener en cuenta para resolver el problema son la velocidad, la masa de coche, el tiempo de frenada y el espacio que recorre. Procedemos a estimar el valor de la masa del coche y de la velocidad a la que iba (en este punto se tratan

temas relacionados con educación vial como tema transversal del currículo de Ciencias de la Naturaleza), se mide varias veces el tiempo que tarda en frenar y se calcula la media (con lo que se está trabajando el uso de los aparatos de medida y el modo correcto de realizarlas), y sobre el espacio que recorre el vehículo antes de detenerse deciden que no hace falta estimarlo porque con los datos que ya tienen se puede calcular.



Figura 19. Aparición de Edison

El siguiente paso es hablar sobre el significado físico de la magnitud que queremos calcular, que en este caso es una aceleración. Posteriormente se expresan todos los datos en unidades del Sistema Internacional y se identifica el tipo de movimiento que estamos estudiando (movimiento rectilíneo uniformemente acelerado), y finalmente se obtiene un gran valor para esta aceleración, que se relaciona con valores conocidos en la vida cotidiana.

Una vez calculada la aceleración con la que se produce el movimiento, deciden calcular la fuerza que aplican los frenos (para eso habían decidido que la masa era una variable importante en este problema). Utilizando la Ley Fundamental de la Dinámica calculan dicha fuerza, que también califican de exagerada comparándola con fuerzas aplicadas en la vida cotidiana.

Una vez que nos disponíamos a pasar de secuencia una de las alumnas advirtió que “aunque no tuviera que ver con ningún principio, cuando se duerme la velocidad del coche disminuye porque levanta el pie del pedal”. Buena observación, indicativa del nivel de detalle y atención prestado por los estudiantes en este tipo de experiencias.

Secuencia 10. “El rozamiento del hielo”.

El primero de los fenómenos, cuando los patines caen al hielo quedando en reposo y en equilibrio, se detecta con facilidad. Intervienen en sus argumentos la poca superficie de contacto entre los patines y el hielo como causa de que deban tumbarse (cuestiones de equilibrio) y la inercia (de

nuevo hay quien habla de fuerza) como causante de que debieran resbalar y no quedar en reposo (primera ley de Newton).

Cuando se aborda la caída del pato Donald, una de las alumnas advierte que recorre muy poco espacio resbalando sobre el hielo. En este momento suena el timbre que indica el final de la clase y les propongo que para la siguiente sección piensen un problema a resolver (con el fin de ir dándoles cada vez más autonomía). La siguiente sesión (dos días después) comienza con el tratamiento de este fenómeno.



Figura 20. Donald va a patinar

Al comienzo de la sesión una de las alumnas comenta que ha pensado en el cálculo de la aceleración de frenado y otra lo ha hecho con la fuerza de rozamiento. Para calcular ésta en primer lugar identifican el movimiento como rectilíneo uniformemente retardado, y para calcularla necesitan conocer el tiempo que tarda en pararse, que lo miden a partir de la secuencia, la distancia que recorre antes de detenerse, la velocidad inicial que llevaría el pato y la fuerza de rozamiento. Ésta queda, pues, englobada dentro de un problema más general. En este momento una alumna dice que ya he pensado en los datos. Al coeficiente de rozamiento le da el valor 0,1 y a la masa del pato 30 Kg. Se decide, no obstante, ir pensándolos entre todos.

En primer lugar se mide con un cronómetro el tiempo durante el que se produce el movimiento (trabajando de nuevo el uso de instrumentos de medida) y se intenta medir con una regla el espacio recorrido, para posteriormente aplicar la escala correspondiente y hallar el espacio real, pero las características de la secuencia hacen esto imposible. A una de las alumnas se le ocurre comparar la distancia recorrida con el tamaño del pato, y de este modo procedemos.

Para saber con qué velocidad se desplaza el pato en el momento de la caída acudimos al cálculo de estimaciones, y con los tres datos disponibles calculamos la aceleración del movimiento. Pensando en este momento que en la asignatura de Matemáticas estaban estudiando la resolución de sistemas de dos ecuaciones con dos incógnitas, y con la idea de dar cierto carácter

multidisciplinar a la actividad, les planteo la posibilidad de no tener en cuenta la velocidad inicial estimada anteriormente y resolver el sistema que se obtiene de las dos ecuaciones del movimiento rectilíneo uniformemente retardado, conociendo la velocidad final (el pato queda en reposo), el tiempo que tarda en detenerse (medido anteriormente) y el espacio que recorre (estimado momentos antes). Una vez resuelto el sistema de ecuaciones obtenemos los valores correspondientes a la aceleración y a la velocidad inicial del movimiento.

Cuando procedemos al cálculo de la fuerza de rozamiento, analizando las fuerzas que actúan sobre el cuerpo, volvemos a apreciar la confusión que a veces existe entre fuerza e inercia, esta vez abiertamente (una de las alumnas comenta que una de las fuerzas que actúan es la inercia). Después de manifestar que sobre el pato no actúa ninguna fuerza, comentan finalmente que actúan el peso, la normal, el rozamiento, la gravedad y la velocidad. Aclarando que la gravedad y el peso son la misma, y que inercia y velocidad no son fuerzas, procedemos a representarlas en la pizarra (y ellas en su cuaderno) y a identificar, con ciertos problemas, que la fuerza neta que actúa sobre el pato en ese movimiento es la fuerza de rozamiento. Aplicando la segunda ley de Newton calculamos su valor, pero antes tenemos que utilizar de nuevo el cálculo de estimaciones para determinar la masa del pato.

Con este valor de la fuerza de rozamiento y el del módulo de la normal, que identificamos con el peso (que en ocasiones se confunde con la masa) por tratarse de una superficie horizontal, calculamos el coeficiente de rozamiento entre el pato y el hielo, obteniendo un valor mayor que la unidad. Discutimos este resultado y se llega a la conclusión de que es físicamente incorrecto, pues debería estar comprendido entre cero y uno. La imagen por la que paramos la secuencia es, pues, físicamente incorrecta.

Queremos comentar que durante todo el trabajo con la secuencia se prestó especial atención a expresar correctamente las medidas en el Sistema Internacional. También en la conversación final pudimos observar cómo este tipo de experiencias aumentan la motivación del alumnado hacia la asignatura (una de las alumnas comenta que “¡Esta hora se me ha pasado muy rápido!”) y estimulan el espíritu crítico de los estudiantes en su vida cotidiana (dos de las alumnas afirman que cuando ven televisión se fijan en si lo que ven es correcto o no científicamente hablando).

Secuencia 11. “¿Gravedad según sentido?”

En primer lugar identifican como error el que la velocidad sea constante en la ascensión, pues se trata de un movimiento en el que las fuerzas que actúan sobre el cuerpo son el peso y el rozamiento con el aire, y

por lo tanto debería disminuir la velocidad conforme transcurre el tiempo. La única posibilidad de que se produjera una ascensión con velocidad constante sería que no hubiera gravedad (pero en el espacio siempre hay algo) o que fuéramos empujando al cuerpo en su movimiento, y esto no ocurre en este caso.

Una vez que se alcanza el punto más alto del recorrido, el personaje permanece en reposo durante un tiempo (como otras tantas veces en los dibujos animados), y también comentan que esto no puede ser. La caída la identifican también como no acorde con la realidad por producirse con una aceleración exagerada. También comentan que no entienden cómo puede pararse el cuerpo en la ascensión si se estaba produciendo sin aceleración de frenado (¿cómo, pues, se frena al final?).



Figura 21. La ascensión de Ace

A la hora de hacer cálculos con la secuencia, se piensa en la velocidad constante del ascenso. El modo de calcularla plantea ciertas dificultades, que finalmente no hacen posible la resolución del problema por parte de las alumnas, por lo que, después de intentarlo varias veces, pasamos a la siguiente secuencia.

Secuencia 12. "Ascenso-reposo-descenso".

Después de comentar que si no hay escaleras el protagonista no podría llegar tan alto al intentar subir a la nave, y que al darse cuenta de ello permanece en reposo en el punto más alto durante mucho tiempo, se insiste en que, aunque en este caso nos encontremos en otro planeta, la ley de la Gravitación de Newton tiene carácter "Universal", por lo que es aplicable en cualquier lugar del Universo. Por otra parte, el conejo se para demasiado rápido y esto viola la ley de Newton que hace referencia a la inercia del movimiento. También aprecian que, una vez que el personaje cae, lo hace por partes y el cuerpo manifiesta propiedades muy elásticas.

Se considera interesante calcular la intensidad del campo gravitatorio de ese planeta. Se estima la altura desde la que cae, comparándola con lo que mide Bugs Bunny, y se determina el tiempo de caída. Con estos datos, una

vez concluida la sesión de clase, las alumnas se comprometen a calcular la aceleración de la gravedad en sus casas.



Figura 22. Bugs Bunny saltando

En la siguiente sesión sólo una de ellas lo trae resuelto, obteniendo un valor de $1,38 \text{ m/s}^2$. Se discute el resultado, y se compara con aceleraciones de la gravedad en la Tierra y en la Luna, comparando el movimiento del personaje en la secuencia con el de los astronautas en la Luna tal y como se observa en los reportajes televisivos. Algunos de los comentarios se refieren a si se pueden escapar del planeta si saltan mucho, lo que da pie a comentar aspectos relacionados con la velocidad de escape de los cuerpos celestes.

Secuencia 13. "Gravedad artificial".

Identifican en principio que los personajes, una vez entran en la nave, se desplazan muy rápido de un lugar a otro de la misma, y esto no puede producirse con valores de la gravedad como los del planeta Tierra.

Respecto a la gravedad artificial, una de las alumnas piensa que es posible desactivarla, pero no lo sería activarla después. Comienzan a discutir si es posible o no activar la gravedad artificial, porque en el espacio siempre hay algo de gravedad. La que en ese momento aún no había hablado apoya a ésta última.



Figura 23. Flotando en la nave

La que defiende inicialmente que sí se puede desactivar la gravedad en la nave, pero no activarla posteriormente, argumenta que se trata de "un

aparato de esos científicos”, lo que hace pensar en la ciencia como algo raro, capaz de inventar artefactos asombrosos. Después de discutir el fenómeno y acudir a las imágenes documentales de individuos en estaciones espaciales, concluimos que lo que asombra no es que se pueda o no activar la “ingravidez”, sino que sea necesario hacer algo que por naturaleza ocurre: la intensidad del campo gravitatorio disminuye con la distancia al cuerpo que la produce.

Después de comentar fenómenos relacionados con el movimiento de los personajes en situaciones de baja gravedad, concluimos la discusión de la secuencia, y con ella las experiencias con dibujos animados de este curso.

Sólo señalar, para concluir este Apartado, que el uso de dibujos animados en el aula desde la perspectiva de resolución de problemas enunciados a partir de fenómenos identificados como contradictorios con la realidad es, al igual que en ocasiones anteriores en las que se han utilizado de otros modos, un potenciador de la argumentación en clase y, prestando la atención adecuada, del uso correcto del vocabulario científico. Se trata de actividades que conectan los conocimientos científico, cotidiano y escolar, a la vez que contribuyen al desarrollo de la metacognición del alumnado y a su alfabetización científica y televisiva.

IV.5. Estudio cuasiexperimental. Actividad Trevenque. Tercera Experiencia (curso 2001/2002)

Para probar la herramienta en grupos de estudiantes más numerosos, como ya se ha explicado anteriormente, tuvimos que recurrir a ayuda externa. Durante el curso académico 2001/2002 se realizó una actividad con dos grupos de alumnos de 1º de Bachillerato del I.E.S. Trevenque de La Zubia (Granada), planteada siguiendo la estrategia pretest-postest, realizando con el grupo experimental una sesión intermedia de análisis de dibujos animados, en la que se discutieron fenómenos identificados por los estudiantes como contradictorios con la realidad, sustituyéndola en el grupo de control por sesiones comunes de resolución de problemas.

IV.5.1. El cuestionario.

El pretest y el postest, iguales en contenido, consistieron en un cuestionario de diecinueve preguntas. Para asegurar que las cuestiones eran reconocidas como ideas alternativas comunes del alumnado de Secundaria, se eligieron todas las correspondientes a Cinemática y Dinámica del apartado

de Actividades Alternativas de la Guía Praxis de Ciencias de la Naturaleza (Sanmartí y Pujol, 2000), que mostramos a continuación en la Figura 24.

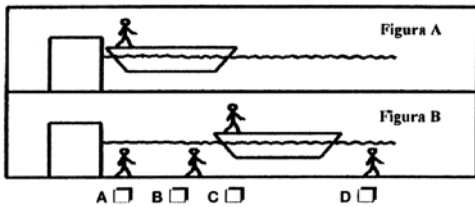
Figura 24. Cuestionario utilizado en la actividad Trevenque.

NOMBRE _____ SEXO M F

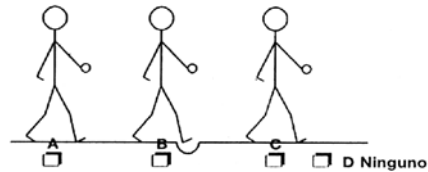
CURSO _____ EDAD _____ REPETIDOR SÍ NO

En caso afirmativo, ¿te quedó pendiente esta asignatura? SÍ NO

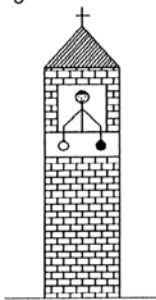
1 Un barco situado en el puerto comienza un movimiento uniformemente acelerado (figura A), sobre el barco se encuentra un hombre y se supone que no existe rozamiento entre el hombre y el barco. Señala en qué posición estará el hombre después de un tiempo suficiente (figura B).



2 Tres amigos caminan hacia la derecha a la misma velocidad y compiten para introducir la pelota que llevan de la mano, en el agujero situado en el suelo. Si sueltan los tres la pelota en el instante representado en la figura ¿cuál tiene posibilidades de ganar la competición?

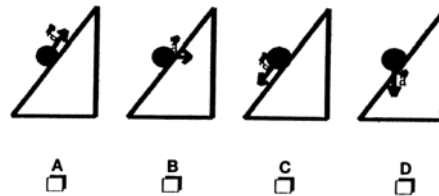


3 Un hombre situado en el campanario de una iglesia sostiene dos bolas iguales de diferente material y por tanto de distinta masa. Si en un determinado momento el hombre suelta las dos bolas al tiempo y suponiendo que no existe rozamiento con el aire, ¿cuál de ellas llegará antes al suelo?

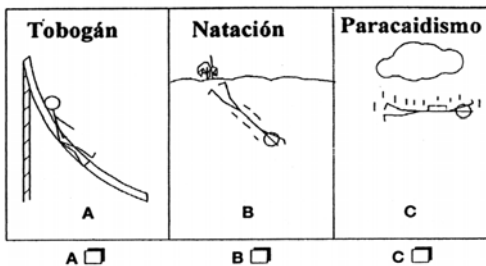


A La de más masa.
B La de menos masa.
C Las dos llegarán al suelo al mismo tiempo.
D Depende de la altura del campanario.

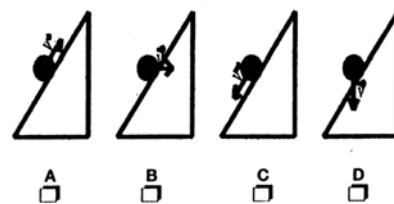
4 Señala cuál de los dibujos siguientes representa adecuadamente la aceleración de una bola a la que se le ha proporcionado un impulso instantáneo que ha provocado su subida por el plano inclinado de la figura.



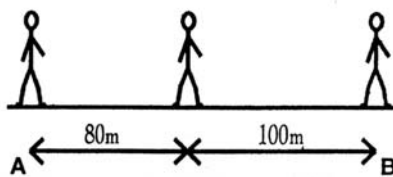
5 Señala en qué caso o casos existe rozamiento.



6 Señala cuál de los dibujos siguientes representa adecuadamente la velocidad de una bola que sube por un plano inclinado con velocidad uniforme.

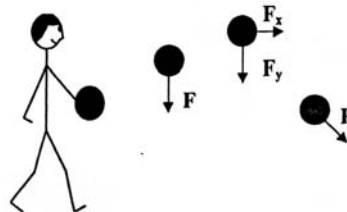


7 Señala cuál o cuáles de los siguientes pares de valores expresan correctamente la posición de los individuos A y B en el dibujo.



A) A = 80 m B) A = - 80 m C) A = 80 m D) A = - 80 m
B = 100 m B = 100 m B = - 100 m B = - 100 m

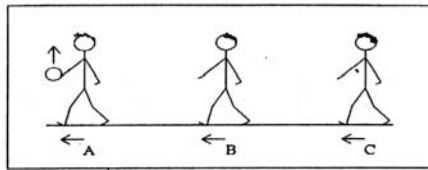
8 Un chico lanza una pelota con un ángulo aproximado de 45° hacia delante. ¿En cuál de las siguientes posiciones estarían bien dibujadas las fuerzas que actúan sobre la pelota?



A B C

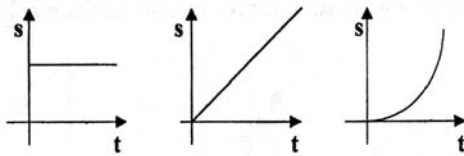
Figura 24. Cuestionario utilizado en la actividad Trevenque.

9 Suponiendo que los tres chicos de la figura se desplazan con movimiento uniforme hacia la izquierda ¿cuál recogerá la pelota cuando A la lance verticalmente hacia arriba?



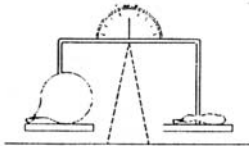
- A B C D. Ninguno de ellos.

11 Señala la gráfica que corresponde a un movimiento uniforme:



- A B C

13 Dados dos globos iguales, hinchamos uno de ellos con aire y los colocamos sobre una balanza, ¿qué ocurrirá?



- A El globo con aire pesa más y se inclinará hacia ese lado.
 B El globo con aire pesa menos y se inclinará hacia el otro lado.
 C Los dos globos pesan igual y la balanza se queda igual.
 D Depende de la presión de hinchado del globo.

15 Indica en cuál de los siguientes casos está bien dibujada la resultante de las fuerzas suponiendo que la bola sube por el plano inclinado como resultado de haber recibido un impulso en la base del plano.

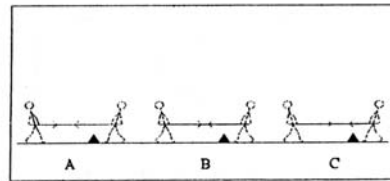


- A B C D

17 La resultante de dos fuerzas aplicadas en un cuerpo:

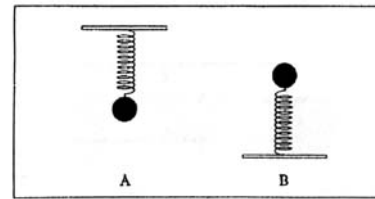
- A. Nunca puede ser menor que las componentes.
 B. Nunca puede ser mayor que las componentes.
 C. Nunca puede ser cero.
 D. Son falsas las tres.

10 Dos amigos realizan una competición de tiro de cuerda y el de la izquierda gana. Un instante antes de finalizar la competición, ¿cuál es el dibujo que representa mejor las fuerzas que ejercen sobre la cuerda?



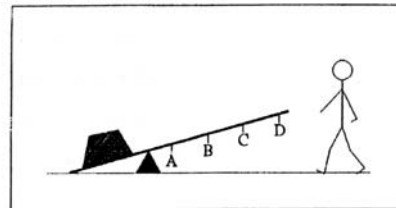
- A B C D. No hay fuerza en la cuerda.

12 Disponemos del un muelle unido a una bola, ¿en cuál de estas posiciones se deformará más?



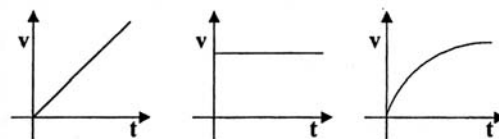
- A B C. La deformación es igual en los dos casos.

14 Un hombre pretende levantar una piedra mediante una palanca. ¿En qué punto de los indicados deberá ejercer la fuerza para levantarla con el menor esfuerzo?



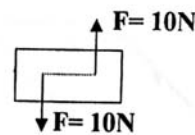
- A B C D

16 Señala la gráfica que corresponde a un movimiento uniformemente acelerado.



- A B C

18 Según la siguiente figura:



- A. El cuerpo está en equilibrio.
 B. El momento de las fuerzas es igual a cero.
 C. La resultante de las fuerzas es igual a cero.
 D. La resultante de las fuerzas es igual a 20 N.

Figura 24. Cuestionario utilizado en la actividad Trevenque.

19 Señala la opción correcta. Se flota mejor:

- A. Sacando los brazos fuera del agua.
- B. En el río que en el mar.
- C. Llenando de aire los pulmones.
- D. En una piscina en la luna.

IV.5.2. Resultados del pretest.

El cuestionario se pasó a dos grupos de 1º de Bachillerato el día 5 de junio de 2002, una vez terminados los contenidos correspondientes a Cinemática y Dinámica de ese curso. El grupo experimental (grupo A) estaba compuesto por 30 estudiantes, que representaremos por 1A, 2A .. 30A y el de control (grupo B) por 14, representados por 1B, 2B .. 14B.

Presentamos en las Tablas XXVI y XXVII los items que los estudiantes de ambos grupos eligieron como respuestas en el pretest. Las dos primeras filas de cada Tabla señalan el número de cuestión y la opción u opciones correctas de las mismas. Sus dos últimas filas representan el número de estudiantes que han contestado correctamente a cada cuestión y las respuestas no correctas más comunes, cuando ha sido significativo, respectivamente. En la primera columna se muestra el identificador de cada alumno, y en la última las respuestas correctas de cada uno. En el resto de filas aparecen las respuestas de los estudiantes de la muestra a cada cuestión.

Tabla XXVI. Resultados del pretest. Grupo experimental.

Cuestión nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Opciones correctas	A	A	C	C	ABC	A	BC	A	A	B	B	C	A	D	C	A	D	C	C	
NOMBRE																				Correctas
1A	C	A	A	C	ABC	A	AB	B	B	A	AB	C	AD	D	BD	C	D	AC	BD	7
2A	A	A	A	B	ABC	A	B	B	-	B	A	C	-	D	A	AC	A	D	CD	7
3A	A	A	C	A	B	B	B	B	D	A	A	C	B	D	C	A	B	B	CD	7
4A	A	A	C	A	ABC	A	B	B	A	B	B	C	A	D	A	A	D	A	CD	13
5A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6A	C	B	C	A	ABC	A	B	A	A	A	B	A	A	D	-	A	C	A	C	10
7A	A	A	C	C	ABC	A	B	A	A	B	B	C	A	D	C	A	D	C	AC	17
8A	C	D	C	A	ABC	B	ABCD	B	A	A	A	C	B	D	D	A	D	B	C	8

Tabla XXVI. Resultados del pretest. Grupo experimental.

Cuestión nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Opciones correctas	A	A	C	C	ABC	A	BC	A	A	B	B	C	A	D	C	A	D	C	C	
NOMBRE																			Correctas	
9A	B	A	C	A	ABC	A	BC	B	A	A	B	A	B	D	C	A	D	AC	CD	11
10A	A	A	C	B	ABC	B	B	B	A	C	B	C	D	D	BD	B	D	B	CD	9
11A	A	A	C	C	ABC	A	B	B	A	A	B	C	D	D	B	A	D	AD	C	13
12A	C	A	C	C	ABC	A	B	B	D	A	B	C	A	D	C	A	D	C	D	13
13A	D	D	C	A	ABC	A	B	B	B	A	A	C	A	D	A	AC	D	AC	D	7
14A	B	B	A	A	ABC	A	B	B	A	C	A	C	D	D	A	A	D	A	C	8
15A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16A	A	A	A	A	ABC	A	B	B	A	B	B	-	D	D	A	A	A	AC	CD	9
17A	A	A	C	C	ABC	A	B	A	A	A	B	C	A	D	C	C	D	AC	D	14
18A	B	A	A	A	ABC	A	A	AB	B	A	A	A	B	D	D	A	C	A	C	6
19A	A	B	A	C	ABC	C	B	C	B	B	A	A	A	D	A	A	D	A	C	9
20A	C	A	C	A	AC	A	B	B	C	B	B	C	A	D	A	A	D	A	C	11
21A	C	A	C	C	ABC	A	B	BC	A	C	B	A	A	D	A	A	D	D	C	12
22A	A	A	C	B	ABC	A	B	B	B	A	B	A	D	A	A	A	D	D	C	9
23A	A	A	A	A	ABC	A	A	B	B	A	B	C	A	D	D	C	B	A	C	9
24A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25A	C	A	A	B	BC	A	B	AB	B	C	A	A	B	D	A	B	C	D	A	3
26A	AB	B	C	D	ABC	A	B	B	-	C	B	B	D	A	A	A	D	AC	AC	6
27A	B	D	C	A	A	B	B	B	CD	C	A	A	B	A	C	A	D	B	A	4
28A	A	B	C	A	AC	C	B	B	A	A	A	A	A	D	A	A	D	AC	AB	7
29A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30A	A	A	C	A	ABC	B	B	B	A	B	A	A	A	D	B	A	D	AC	CD	10
Respuestas correctas	13	18	18	7	21	19	1	3	13	7	14	14	12	23	6	19	19	2	10	
Erróneas comunes	B-21 B-19 AC-8 CD-7																			

Tabla XXVII. Resultados del pretest. Grupo de control.

Cuestión nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Opciones correctas	A	A	C	C	ABC	A	BC	A	A	B	B	C	A	D	C	A	D	C	C	
NOMBRE																			Correctas	
1B	B	A	C	A	ABC	A	B	B	B	C	B	C	A	D	B	A	AB	C	C	11
2B	A	B	A	A	ABC	A	B	B	D	A	B	C	A	D	B	C	D	AC	D	8
3B	A	D	C	B	ABC	A	BC	B	BC	D	B	A	A	D	C	C	D	AC	D	10
4B	A	A	C	A	ABC	A	-	C	B	A	AB	C	A	A	A	A	D	C	D	10
5B	C	B	AD	A	ABC	A	BC	A	-	-	AB	C	-	A	C	C	-	-	-	6
6B	A	A	C	C	ABC	A	B	A	A	A	A	C	D	D	D	A	B	AC	C	12
7B	C	A	C	A	ABC	A	B	B	A	C	B	A	A	B	A	A	D	B	C	10

Tabla XXVII. Resultados del pretest. Grupo de control.

Cuestión nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Opciones correctas	A	A	C	C	ABC	A	BC	A	A	B	B	C	A	D	C	A	D	C	C	
NOMBRE																			Correctas	
8B	A	A	C	A	ABC	A	B	B	B	A	A	C	A	D	A	A	A	C	D	10
9B	A	A	B	A	AB	A	B	C	B	-	A	C	A	A	B	C	D	C	D	7
10B	C	B	C	A	ABC	A	B	B	B	C	B	A	D	D	A	A	A	C	BD	7
11B	A	D	A	C	ABC	A	B	B	A	A	B	A	A	D	A	C	D	C	C	11
12B	A	B	C	A	ABC	A	B	B	B	A	AB	C	A	D	D	C	D	C	AD	9
13B	C	A	C	A	ABC	A	B	B	A	A	A	C	B	D	A	A	D	D	C	10
14B	C	A	C	A	ABC	A	B	B	A	A	A	C	A	D	D	A	B	C	D	10
Respuestas correctas	8	8	10	2	13	14	2	2	5	0	6	10	10	10	2	8	8	8	5	
Erróneas comunes	A-11 B-11 B-10 B-6 A-8 A-4 A-6 C-6 AC-3 D-6																			

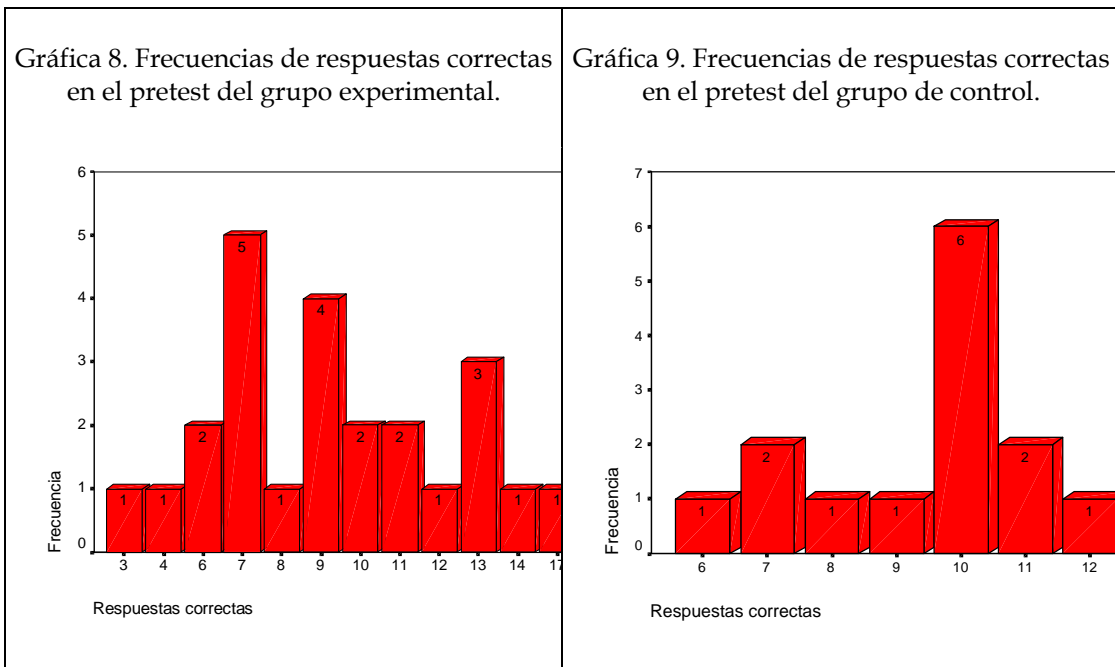
Las frecuencias de respuesta de estas experiencias quedan recogidas en las Tablas XXVIII y XXIX, y la representación gráfica de estos datos en las Gráficas 8 y 9.

Tabla XXVIII. Frecuencias de respuestas correctas en el pretest del grupo experimental.

Respuestas correctas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
3	1	4,2	4,2	4,2
4	1	4,2	4,2	8,3
6	2	8,3	8,3	16,7
7	5	20,8	20,8	37,5
8	1	4,2	4,2	41,7
9	4	16,7	16,7	58,3
10	2	8,3	8,3	66,7
11	2	8,3	8,3	75,0
12	1	4,2	4,2	79,2
13	3	12,5	12,5	91,7
14	1	4,2	4,2	95,8
17	1	4,2	4,2	100,0
Total	24	100,0	100,0	

Tabla XXIX. Frecuencias de respuestas correctas en el pretest del grupo de control.

Respuestas correctas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
6	1	7,1	7,1	7,1
7	2	14,3	14,3	21,4
8	1	7,1	7,1	28,6
9	1	7,1	7,1	35,7
10	6	42,9	42,9	78,6
11	2	14,3	14,3	92,9
12	1	7,1	7,1	100,0
Total	14	100,0	100,0	



IV.5.3. Resultados del postest.

Como ya hemos comentado en Apartados anteriores, con el grupo de control se siguió la metodología tradicional del profesor colaborador, mientras que en el grupo experimental se llevó a cabo una sesión de análisis y discusión de secuencias de dibujos animados.

Posteriormente, el día 11 de junio de 2002, se pasó a los estudiantes de ambos grupos el mismo cuestionario utilizado para el pretest, con el fin de comprobar los cambios en las respuestas de los alumnos después de las experiencias de afianzamiento de contenidos.

Los resultados del postest se encuentran en las Tablas XXX y XXXI, siendo la distribución de sus filas y columnas la misma que en las Tablas XXVI y XXVII.

Tabla XXX. Resultados del postest. Grupo experimental.

Cuestión nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Opciones correctas	A	A	C	C	ABC	A	BC	A	A	B	B	C	A	D	C	A	D	C	C	
NOMBRE																			Correctas	
1A	A	A	C	A	ABC	A	AB	B	B	A	AB	C	A	D	C	C	D	A	CD	10
2A	C	A	C	A	ABC	B	B	B	-	A	A	C	D	C	A	AC	A	-	C	5
3A	A	A	C	C	ABC	A	B	A	A	B	A	C	A	D	C	A	D	AD	CD	15
4A	A	A	C	A	ABC	A	B	BC	A	B	B	C	A	D	A	A	D	A	CD	13
5A	B	D	C	A	A	B	B	C	D	C	A	A	C	A	A	A	D	C	C	5
6A	C	B	C	C	ABC	C	B	B	A	A	B	A	A	D	C	A	D	A	C	11
7A	A	A	C	C	ABC	A	B	A	A	B	B	C	A	D	C	A	D	D	CD	16
8A	A	B	C	A	ABC	B	ABCD	B	A	A	A	C	B	D	A	A	D	A	C	9
9A	AB	A	C	A	ABC	A	BC	B	D	A	B	A	B	D	A	A	D	AC	C	10
10A	A	A	C	AB	ABC	A	B	B	A	BC	B	AC	D	D	C	A	D	C	CD	12
11A	A	A	C	C	ABC	A	B	B	A	B	B	C	A	D	C	A	D	D	C	16
12A	A	A	C	C	ABC	A	B	B	A	B	B	C	A	D	C	A	D	A	C	16
13A	C	D	A	A	ABC	A	B	B	A	A	A	C	A	D	A	AC	D	AC	C	8
14A	B	B	C	A	ABC	A	B	B	A	C	A	C	A	D	A	A	A	A	C	9
15A	A	A	A	A	ABC	-	C	-	A	C	B	A	A	D	A	C	D	AC	D	8
16A	A	A	C	A	ABC	A	B	B	A	B	B	C	D	D	A	A	A	C	C	13
17A	A	A	C	C	ABC	A	B	A	A	A	B	C	A	D	C	C	D	A	C	15
18A	B	A	B	A	ABC	A	BC	AB	B	C	A	A	B	D	D	A	B	B	C	7
19A	A	B	C	A	ABC	A	A	B	B	C	A	A	A	D	B	A	A	B	C	8
20A	A	A	C	A	AC	A	B	B	B	B	B	C	A	D	A	A	D	A	A	11
21A	C	A	C	B	ABC	A	B	BC	A	C	B	A	A	D	A	A	D	D	C	11
22A	A	A	A	D	ABC	B	B	B	B	A	B	A	AD	A	A	A	D	D	C	7
23A	A	A	B	B	ABC	B	A	B	B	D	B	C	A	D	B	C	A	B	C	8
24A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25A	A	A	C	B	BC	A	B	AB	B	C	A	A	B	D	B	B	D	C	A	7
26A	AB	B	AC	AD	ABC	A	BC	B	B	C	B	B	AD	AB	A	A	D	AC	AC	6
27A	B	D	C	CD	AB	D	B	A	BC	B	A	A	B	A	A	A	D	D	C	6
28A	A	B	C	A	AC	A	B	C	A	A	A	A	A	D	B	A	D	C	AC	9
29A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30A	A	A	C	C	ABC	A	B	A	A	B	C	C	A	D	C	A	D	AD	CD	15
Respuestas correctas	18	19	22	7	23	20	3	5	16	9	15	15	17	23	9	21	22	5	17	
Erróneas comunes	B-20 B-16 AC-4 CD-6 AC-2																			

Tabla XXXI. Resultados del postest. Grupo de control.

Cuestión nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Opciones correctas	A	A	C	C	ABC	A	BC	A	A	B	B	C	A	D	C	A	D	C	C	
NOMBRE																				Correctas
1B	B	A	C	A	ABC	A	B	B	B	C	B	C	A	D	B	A	AB	C	C	11
2B	A	B	C	B	ABC	B	B	C	D	A	B	C	A	D	B	C	A	C	D	8
3B	A	AD	C	A	ABC	D	BC	B	BC	-	C	A	A	D	B	C	D	AC	D	7
4B	A	A	C	A	ABC	D	B	C	B	B	AB	C	A	D	A	A	D	A	D	10
5B	C	B	A	B	ABC	A	BC	B	-	-	B	C	A	A	C	A	-	-	C	9
6B	A	A	C	C	ABC	A	B	A	A	A	A	C	D	D	D	A	AB	C	C	13
7B	C	A	A	A	ABC	A	BC	B	A	C	B	-	A	B	A	A	D	AC	C	10
8B	A	A	C	C	ABC	A	B	B	B	A	A	C	A	D	A	A	A	C	D	11
9B	A	A	C	A	AB	A	B	C	B	-	A	C	A	A	A	A	D	C	C	10
10B	A	B	C	C	ABC	C	A	AB	B	C	A	A	D	D	AC	A	B	B	D	6
11B	A	D	C	A	ABC	A	B	B	A	B	B	C	A	D	A	C	D	A	C	12
12B	A	B	C	A	ABC	B	B	-	B	B	AB	C	A	D	B	C	D	B	AD	8
13B	C	A	C	A	ABC	A	B	B	A	B	A	C	C	D	A	A	A	D	C	10
14B	C	A	C	A	ABC	A	B	B	A	C	B	C	A	D	D	A	A	C	D	11
Respuestas correctas	9	8	12	3	13	9	3	1	5	4	6	11	11	11	1	10	6	6	7	
Erróneas comunes	A-9 B-10 B-8																			

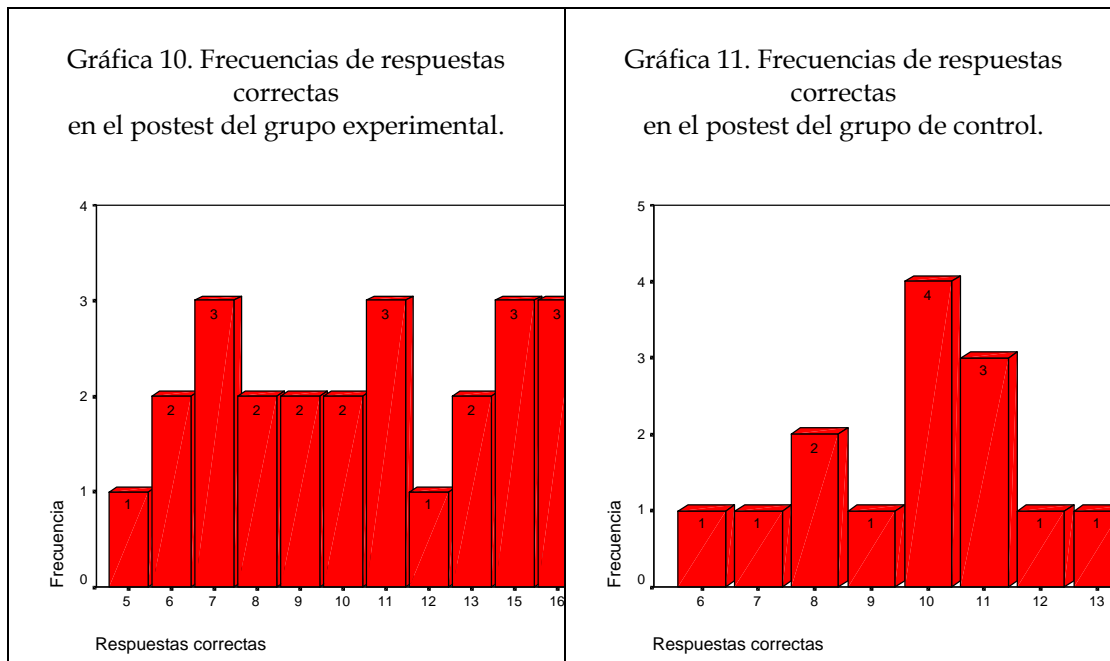
Las tablas de frecuencias de estas experiencias quedan recogidas en las Tablas XXXII y XXXIII, y la representación gráfica de estos datos en las Gráficas 10 y 11.

Tabla XXXII. Frecuencias de respuestas correctas en el postest del grupo experimental.

Respuestas correctas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
5	1	4,2	4,2	4,2
6	2	8,3	8,3	12,5
7	3	12,5	12,5	25,0
8	2	8,3	8,3	33,3
9	2	8,3	8,3	41,7
10	2	8,3	8,3	50,0
11	3	12,5	12,5	62,5
12	1	4,2	4,2	66,7
13	2	8,3	8,3	75,0
15	3	12,5	12,5	87,5
16	3	12,5	12,5	100,0
Total	24	100,0	100,0	

Tabla XXXIII. Frecuencias de respuestas correctas en el postest del grupo de control.

Respuestas correctas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
6	1	7,1	7,1	7,1
7	1	7,1	7,1	14,3
8	2	14,3	14,3	28,6
9	1	7,1	7,1	35,7
10	4	28,6	28,6	64,3
11	3	21,4	21,4	85,7
12	1	7,1	7,1	92,9
13	1	7,1	7,1	100,0
Total	14	100,0	100,0	



IV.5.4. Eficacia de la herramienta.

Para comprobar si la sesión de análisis de dibujos animados en el caso del grupo experimental ha contribuido en la mejora de las respuestas de los estudiantes a las cuestiones planteadas hemos procedido a calcular la diferencia entre las respuestas correctas de cada alumno en el postest y las que eligió en el pretest.

Las Tablas XXXIV y XXXV muestran estos resultados. En la columna “¿R?” se indica si el alumno es o no repetidor (entre paréntesis se señala, en caso afirmativo, si la asignatura le quedó pendiente el curso anterior). La columna “DA” indica si el alumno realizó la actividad de análisis y discusión de secuencias de dibujos animados (sólo en el caso del grupo experimental). Las columnas “pretest” y “postest” recogen el número de respuestas correctas de cada estudiante en cada caso. En la columna “post-pre” aparece la diferencia entre las respuestas correctas en el postest y en el pretest. Y, por último, en la columna “post-pre (N)” lo que hacemos es normalizar la columna anterior para que el menor número sea cero, con objeto de facilitar los cálculos estadísticos posteriores (para lo que tendremos que sumar 2 a la columna anterior).

Los alumnos sombreados son aquellos que tendremos que eliminar a la hora de analizar los resultados por no haber realizado alguno de los cuestionarios o no haber estado presentes en la sesión de análisis de dibujos animados.

Tabla XXXIV. Postest-Pretest. Grupo experimental.

ALUMNO	SEXO	EDAD	¿R?	PRETEST	DA	POSTEST	POST-PRE	POST-PRE (N) (+2)
1A	F	17	N	7	Sí	10	3	5
2A	M	17	N	7	Sí	5	-2	0
3A	M	17	N	7	Sí	15	8	10
4A	M	17	N	13	Sí	13	0	2
5A	F			-	Sí	5	-	
6A	M	17	N	10	Sí	11	1	3
7A	M	16	N	17	Sí	16	-1	1
8A	M	16	N	8	Sí	9	1	3
9A	F	16	N	11	Sí	10	-1	1
10A	F	16	N	9	Sí	12	3	5
11A	M	16	N	13	Sí	16	3	5
12A	F	16	N	13	Sí	16	3	5
13A	F	17	N	7	Sí	8	1	3
14A	F	16	N	8	No	9	1	3
15A	M	17	N	-	Sí	8	-	
16A	F	17	N	9	Sí	13	4	6
17A	M	17	N	14	Sí	15	1	3
18A	F	16	N	6	Sí	7	1	3
19A	F	16	N	9	No	8	-1	1
20A	F	17	N	11	Sí	11	0	2
21A	F	16	N	12	Sí	11	-1	1
22A	M	17	N	9	Sí	7	-2	0
23A	F	17	N	9	Sí	8	-1	1
24A	M			-	Sí	-	-	
25A	M	16	N	3	Sí	7	4	6
26A	F	16	N	6	Sí	6	0	2
27A	F	16	N	4	Sí	6	2	4
28A	M	17	N	7	Sí	9	2	4

Tabla XXXIV. Postest-Pretest. Grupo experimental.

ALUMNO	SEXO	EDAD	¿R?	PRETEST	DA	POSTEST	POST-PRE	POST-PRE (N) (+2)
29A	M			-	Sí	-	-	
30A	M	16	N	10	Sí	15	5	7

Tabla XXXV. Postest-Pretest. Grupo de control.

ALUMNO	SEXO	EDAD	¿R?	PRETEST	POSTEST	POST-PRE	POST-PRE (N) (+3)
1B	F	16	N	11	11	0	3
2B	M	18	S (S)	8	8	0	3
3B	M	17	S (N)	10	7	-3	0
4B	M	17	N	10	10	0	3
5B	F	17	N	6	9	3	6
6B	M	17	N	12	13	1	4
7B	F	16	N	10	10	0	3
8B	M	17	N	10	11	1	4
9B	F	18	S (S)	7	10	3	6
10B	F	16	N	7	6	-1	2
11B	M	17	S (N)	11	12	1	4
12B	M	18	N	9	8	-1	2
13B	M	18	N	10	10	0	3
14B	F	17	N	10	11	1	4

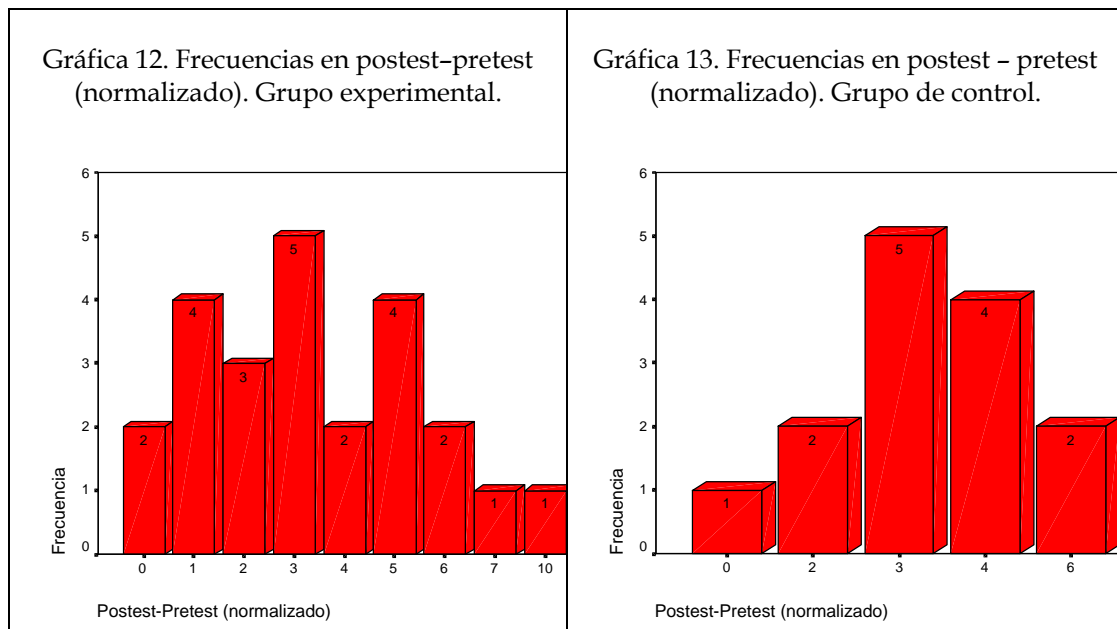
Las Tablas XXXVI y XXXVII recogen las frecuencias de estos resultados, basadas en la columna "post-pre (N)", y las Gráficas 12 y 13 la representación gráfica de los mismos.

Tabla XXXVI. Frecuencias en postest-pretest (normalizado).
Grupo experimental.

Post-Pre (N) (+2)	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
0	2	8,3	8,3	8,3
1	4	16,7	16,7	25,0
2	3	12,5	12,5	37,5
3	5	20,8	20,8	58,3
4	2	8,3	8,3	66,7
5	4	16,7	16,7	83,3
6	2	8,3	8,3	91,7
7	1	4,2	4,2	95,8
10	1	4,2	4,2	100,0
Total	24	100,0	100,0	

Tabla XXXVII. Frecuencias en postest-pretest (normalizado).
Grupo de control.

Post-Pre (N) (+3)	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
0	1	7,1	7,1	7,1
2	2	14,3	14,3	21,4
3	5	35,7	35,7	57,1
4	4	28,6	28,6	85,7
6	2	14,3	14,3	100,0
Total	14	100,0	100,0	

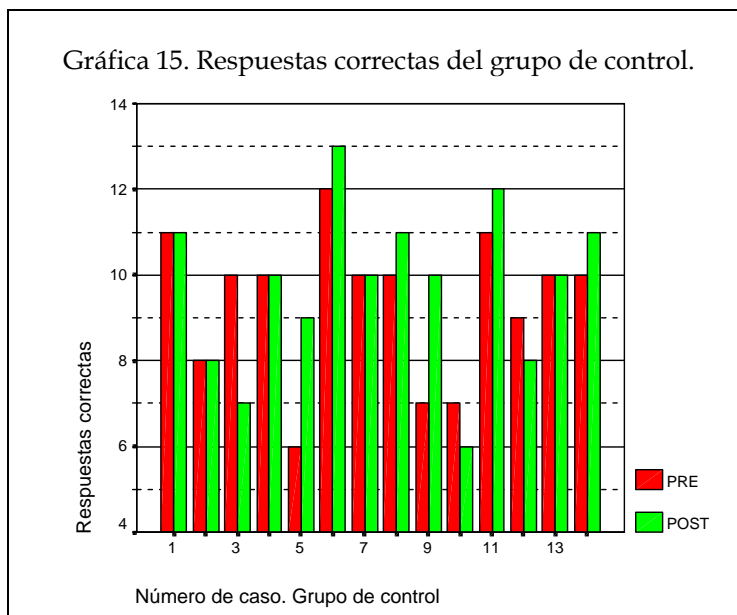
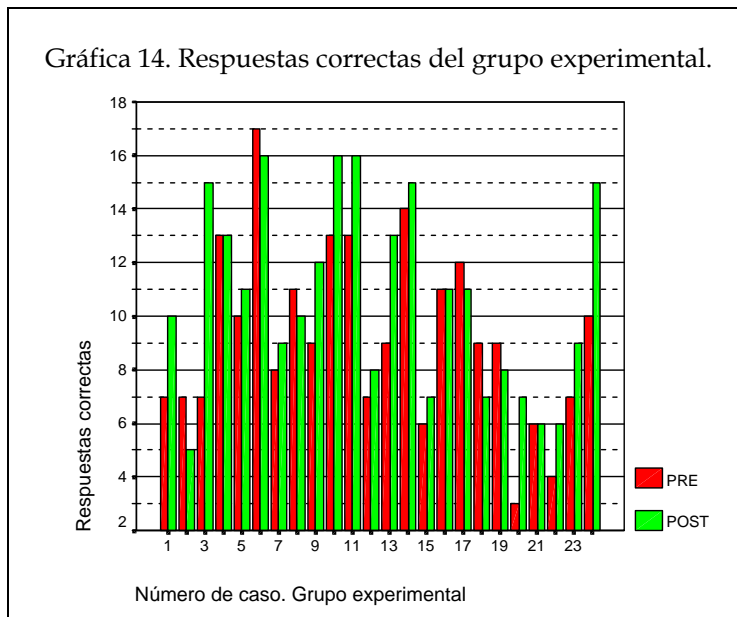


En las Tablas y Figuras anteriores podemos observar que de los 24 alumnos a los que queda reducido el grupo experimental por las razones antes expuestas, en 15 casos el número de respuestas correctas en el postest es mayor que en el pretest (62,5%). En el caso del grupo de control el porcentaje de alumnos que se encuentran en esta situación desciende al 42,9% (6 de 14).

También es interesante destacar que en el caso del grupo experimental encontramos alumnos que han mejorado su puntuación en una cuestión (5), dos cuestiones (2), tres cuestiones (4), cuatro cuestiones (2), cinco cuestiones (1) y ocho cuestiones (1). En el grupo de control las mejoras se producen en una cuestión (4) o tres cuestiones (2).

Podemos afirmar, en principio, que el haber analizado y discutido secuencias de dibujos animados en sesiones de clase ha contribuido a realizar de forma más correcta el postest, tanto en lo referente al número de alumnos que obtienen mejor puntuación, como en el número de respuestas que, habiendo contestado de forma errónea en el pretest, aparecen correctamente en el postest.

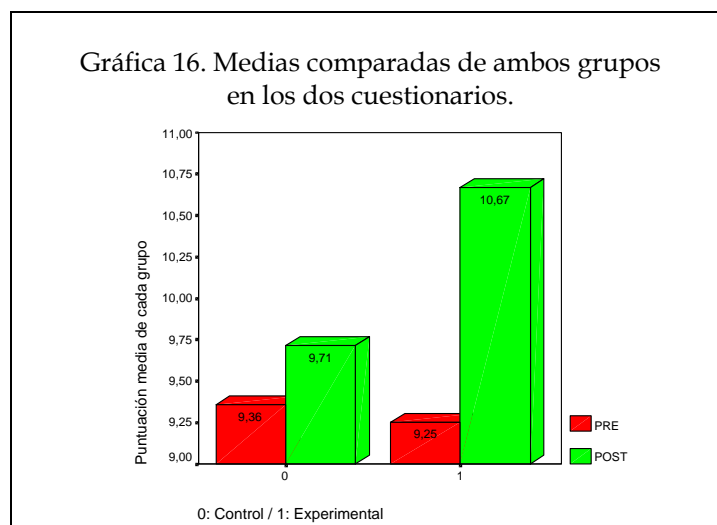
Todos los datos anteriores quedan recogidos en las Gráficas 14 y 15, en las que representamos las respuestas correctas de cada estudiante en cada uno de los test realizados.



Comparando los resultados medios obtenidos por cada grupo (Tabla XXXVIII) se observa que, aunque la puntuación media es parecida en el pretest realizado por ambos (la diferencia es de 0,11 y favorable al grupo de control), en el caso del grupo experimental se produce un aumento de 1,42 en la obtenida en el postest, mientras que en el grupo de control es de 0,36. En este último caso la puntuación media es mayor en el grupo experimental, superando al grupo de control en 0,96, lo que supone un avance de 1,07 en la puntuación total del grupo experimental respecto al de control. Estos valores quedan representados en la Gráfica 16.

Tabla XXXVIII. Puntuaciones medias. Prueba T para muestras dependientes

GRUPO EXPERIMENTAL (N=24)									
Estadísticos				Correlaciones					
	Media	Desv. típ.	Error típ.	PRE y POST	Correlación	Sig.	T	gl	Sig.
PRE	9,25	3,33	0,68						
POST	10,67	3,56	0,73						
Prueba T									
	Diferencias relacionadas					T	gl	Sig.	
	Media	Desv. típ.	Error típ.	Intervalo de confianza					
				Inferior	Superior				
PRE-POST	-1,42	2,41	0,49	-2,44	-0,40	-2,877	23	0,009	
GRUPO DE CONTROL (N=14)									
Estadísticos				Correlaciones					
	Media	Desv. típ.	Error típ.	PRE y POST	Correlación	Sig.	T	gl	Sig.
PRE	9,36	1,74	0,46						
POST	9,71	1,94	0,52						
Prueba T									
	Diferencias relacionadas					T	gl	Sig.	
	Media	Desv. típ.	Error típ.	Intervalo de confianza					
				Inferior	Superior				
PRE-POST	-0,36	1,55	0,41	-1,25	0,54	-0,862	13	0,404	



Si centramos nuestra atención en el número de alumnos que contestan correctamente cada cuestión podemos elaborar la Tabla XXXIX. Observamos en ella que, en el caso del grupo experimental, hay dos cuestiones que son contestadas de forma correcta por el mismo número de alumnos en el pretest y en el postest, presentando las demás mejores resultados en este último. En el grupo de control encontramos cuatro cuestiones que contestan correctamente el mismo número de alumnos en el pretest y en el postest, en cinco cuestiones disminuye el número de alumnos que las contestan correctamente en el postest, y en el resto se obtienen resultados positivos, aunque en menor grado que en el grupo experimental.

Tabla XXXIX. Alumnos que responden correctamente a las cuestiones.

Grupo Experimental		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Cuestión																					
Correctas en ...																					
... pretest		13	18	18	7	21	19	1	3	13	7	14	14	12	23	6	19	19	2	10	
... postest		18	19	22	7	23	20	3	5	16	9	15	15	17	23	9	21	22	5	17	
Postest-Pretest		5	1	4	0	2	1	2	2	3	2	1	1	5	0	3	2	3	3	7	
Grupo De control		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Cuestión																					
Correctas en ...																					
... pretest		8	8	10	2	13	14	2	2	5	0	6	10	10	10	2	8	8	8	5	
... postest		9	8	12	3	13	9	3	1	5	4	6	11	11	11	1	10	6	6	7	
Postest-Pretest		1	0	2	1	0	-5	1	-1	0	4	0	1	1	1	-1	2	-2	-2	2	

Estos resultados, junto con todos los anteriores, nos permiten calificar de positivo el uso de la herramienta de enseñanza-aprendizaje presentada en esta tesis. Por las razones ya expuestas en esta investigación, la discusión de fenómenos en clase desde un punto de vista físico permite a los alumnos contrastar los conocimientos científicos que poseen tanto con los de otros alumnos como con los reconocidos por la comunidad científica, reconociendo si sus ideas sobre estos temas son o no acertadas, y aplicando estrategias argumentativas en las discusiones, que desembocan en un afianzamiento o un cambio en su forma de pensar, según el caso. Este tipo de actividades hace que se obtengan mejores resultados y formas más adecuadas de pensar y de plantearse soluciones a situaciones problemáticas en experiencias futuras del estudiante, tanto dentro como fuera del aula.

IV.6. Evaluación con dibujos animados. Tercera Experiencia. Curso 2001/2002.

Uno de los objetivos de esta tesis es, como se refleja en el Capítulo II, comprobar si el análisis de secuencias de dibujos animados es efectivo para evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Para ello diseñamos, en el curso académico 2001/2002 (Tercera Experiencia), una prueba de evaluación basada en nuestra herramienta.

Se presentó a las alumnas participantes una secuencia de dibujos animados nueva para ellas, que contenía dos de los fenómenos identificados por todos los estudiantes durante las actividades del curso anterior (Tabla XV), asegurando en cierta medida que iban a ser identificados también por las analistas en ese momento. Se les suministraron instrucciones orales sobre lo que debían hacer: identificar fenómenos contradictorios con la realidad, explicando las razones de su elección (enfaticando una correcta argumentación y utilizando correctamente el vocabulario científico), y finalmente enunciar qué problema resolverían para demostrar su razonamiento. En el Anexo 8 presentamos, literalmente, las explicaciones de las alumnas a los fenómenos que detectaron en dicha secuencia.

Tabla XL. Comparación entre fenómenos identificados en la Segunda Experiencia y en la actividad de evaluación

Loc.	Fenómeno	Segunda Experiencia				Actividad evaluación		
		Analista	Analista	Analista	Analista	Analista	Analista	
0:03:15	La pasta de cerveza va directamente a la boca de Homer.	X	X	X	X	X	X	
0:03:23	La MIR se deforma cuando la otra nave choca con ella ...	X			X	X		
	... por otra parte, del cohete no sale fuego.	X					X	
	Las naves no pueden moverse dando marcha atrás y hacia delante.		X		X	X	X	
	La MIR debería estar girando (sobre sí misma), porque donde se encuentra no hay gravedad.				X			
	La nave en la que está Homer debería seguir, a la distancia estratégica, un MCU.					X	X	
0:03:25	Aparecen dos hombres en el espacio, en una nave, apoyados en una superficie.	X	X	X	X			
0:03:30	A Homer le dan golpes en la cara y no le sale sangre.			X	X*	X*		
	El sudor de Homer no cae al suelo.				X			
0:03:54	El polvo que hace el coche fantástico desaparece muy rápido.				X			
0:03:58	El coche fantástico no deja huella al frenar.	X						
0:04:12	El humo que sale del aparato desaparece muy rápido.				X			

* Aunque en este caso no se haga referencia al hecho de que Homer no sangre, se critican los efectos de la fuerza aplicada.

Comparando los fenómenos identificados en esta ocasión con los que se discutieron en experiencias anteriores²² (Tabla XL) podemos constatar que, al menos en los fenómenos relacionados con cuestiones gravitatorias, la secuencia ofrece posibilidades para que los alumnos reflexionen y argumenten. Para discutir un fenómeno en el aula es imprescindible que algún analista repare en él, y los fenómenos gravitatorios se han identificado por algún estudiante tanto en los análisis de la Segunda Experiencia como en los de esta actividad de evaluación (aunque en esta última no se debatieron, al tratarse de una prueba individual). Esto nos hace confiar en la utilidad de la secuencia para fomentar debates sobre estos temas, sobre todo si tenemos en cuenta que en esta investigación hemos contado con grupos de estudiantes poco numerosos, y admitimos (como en principio parece lógico) que un aumento en el número de analistas supone un aumento en la posibilidad de que un fenómeno determinado sea identificado.

Centrándonos en si existe indicio de que alguna de las ideas previas identificadas en las conversaciones mantenidas en el aula, durante las actividades de análisis con resolución de problemas (Tabla Anexo 12), haya dejado de ser errónea, encontramos los casos que exponemos a continuación. Aunque nunca podremos afirmar que el cambio conceptual se haya producido debido a las conversaciones que mantuvieron durante el curso, es difícil negar que hayan influido en ello.

- ♦ Cuando, en este mismo curso, se discutió en el aula la Secuencia “Gravedad según sentido”, la número 11 del análisis de secuencias con resolución de problemas (Apartado IV.4), la alumna 1 afirma que “*en el exterior, en el espacio, no hay gravedad*”. En la actividad de evaluación hace referencia a que “*en la nave el estado se acerca a la ingravidez*”. La conversación que se mantuvo en el análisis de la Secuencia 11 pudo hacerle reflexionar sobre la forma correcta de expresar esta idea.
- ♦ La alumna 3 comenta, en la Secuencia 13, que en las estaciones espaciales “no hay gravedad”. En esta ocasión comienza diciendo que “cuando está en el espacio, donde no hay gravedad **apenas**, ...”, indicativo de que algo ha cambiado. Sin embargo, en sus explicaciones siguientes hace referencia a que “... *es imposible que la pasta caiga del mismo modo que si hubiera gravedad*”, dando a entender que no la hay. Posiblemente se esté produciendo el cambio conceptual en esta alumna.

También observamos cómo las alumnas argumentan sus explicaciones utilizando un vocabulario correcto en la mayoría de las ocasiones. Podemos apreciar una mejora significativa en el modo en que las alumnas explican los

²² Sin entrar en la explicación que de ellos dan los alumnos.

fenómenos si comparamos lo que escribieron en la prueba de evaluación con los argumentos que utilizaban al comenzar la experiencia (Anexo 7). El debate en clase sobre fenómenos científicos estimula sin duda la capacidad de argumentación de los alumnos.

Del mismo modo, en la mayoría de los casos hacen propuestas de problemas, en las que destaca la mala elección de las variables relevantes para su resolución. Para una verdadera aproximación al trabajo del científico se les debe enfrentar más a menudo a la resolución de problemas que ellos elijan, enuncien y resuelvan, previa elección de las variables importantes para su resolución. Es el único modo de combatir la enseñanza mediante la resolución de problemas puzzle de papel y lápiz, tan frecuentes en nuestras aulas y principales culpables de que los estudiantes de Secundaria recuerden la física como un conjunto de fórmulas de entre las que se elige la adecuada para resolver cada problema tipo.

La prueba de evaluación mediante el análisis de esta secuencia de dibujos animados también nos ha servido para identificar ideas erróneas que han persistido en las alumnas o que no se habían identificado hasta el momento. La alumna 1 sigue pensando que la gravedad puede actuar sobre los hombres que están en la MIR, aunque sobre ésta no actúe apenas (idea previa 41 -Anexo 12- que ya mostró durante la discusión de la Secuencia 13 - Apartado IV.4-). En la alumna 3 persisten las ideas erróneas 25, 26, 27 y 41 (Anexo 12), ya identificadas en sesiones de análisis anteriores (Tabla Anexo 12), y aparece una nueva, cuando comenta que la nave *“no llevaría fuerza para impactar de ese modo si no lleva velocidad”*, confundiendo los conceptos de fuerza y energía (similar a la idea previa 51 del Anexo 12). Serían conceptos que se deberían trabajar en el futuro con estas alumnas. En nuestro caso no se hizo así porque se perdió el contacto con ellas poco después de realizar la prueba de evaluación, al no impartir Bachillerato en el Centro donde se llevó a cabo esta investigación.

En resumen, mediante una actividad puntual de evaluación utilizando la herramienta propuesta en esta tesis hemos podido apreciar:

- ♦ La eficacia de la secuencia de dibujos animados para fomentar debates en el aula, relacionados con fenómenos gravitatorios.
- ♦ Posibles cambios conceptuales en dos de las tres alumnas.
- ♦ Ideas previas erróneas que persisten en ellas al terminar el curso.
- ♦ Nuevas ideas previas.
- ♦ La corrección y el uso del vocabulario científico en sus argumentaciones.
- ♦ La falta de destreza de las alumnas en el enunciado de problemas, eligiendo las variables relevantes para su resolución.

La realización periódica de actividades de estas características nos proporcionaría sin duda información muy importante sobre la evolución de los alumnos durante el proceso de enseñanza aprendizaje, orientándonos en la consecución de los objetivos de la asignatura.

IV.7. Extrapolación de los análisis. Segunda Experiencia (Curso 2000/2001).

Tal y como referimos en el Capítulo III, para comprobar si las actividades realizadas en el instituto salían del aula, y a la vez cerciorarnos de la consecución de algunos de nuestros objetivos, se diseñó un cuestionario (oral) para los alumnos participantes en la Segunda Experiencia, y se concertó una entrevista con los padres. Comentamos a continuación los resultados obtenidos.

IV.7.1. Cuestionario a los alumnos.

La evaluación de la metodología propuesta para la enseñanza de la Física y Química, basada en el análisis de dibujos animados y objeto de análisis de esta tesis, no podría completarse sin conocer la opinión de los primeros interesados: los estudiantes.

Para ello diseñamos el cuestionario presentado en el Capítulo III (Figura 7). Resumimos a continuación las respuestas de los estudiantes a las preguntas del cuestionario (Anexo 4).

Pregunta 1²³. “Lo primero que me gustaría saber es si os ha gustado o no os ha gustado, a nivel personal. Decidme si os ha gustado o no la experiencia, si os gusta analizar dibujos animados y si os lo habéis pasado bien haciéndolo”.

En primer lugar contesta 4²⁴, diciendo que le gusta mucho, más que ponerse con el libro, aunque la haya hecho durante dos años seguidos, y que además “... te da la oportunidad ... que te das cuenta de que la Física está en la vida real”.

Le sigue 1 quien, después de referir que prefiere ver los dibujos animados sin tener que analizarlos y que le gusta en parte más trabajar con el libro “porque te lo explica mejor, ... te explica las cosas”. La experiencia le gusta

²³ Las preguntas se han extraído literalmente de la transcripción del Anexo 4.

²⁴ Nos referiremos a los estudiantes por “1”, “2”, “3” y “4”, al igual que en el Anexo 4.

porque “son dibujos y es entretenida. Te entretienes y aprendes porque ... es verdad”, pero no le gusta más que, por ejemplo, ver un vídeo.

La respuesta de 3 queda resumida con dos de sus frases. “Hombre, es lo que dice 1, que gusta más ... pues verlo y ya está, pero lo bueno es que así te fijas más también en las cosas. Que no te engañen ... como siempre hemos hecho, que te pones a ver la tele y ya está. En cambio, con la experiencia ésta nos hemos puesto a analizar, y a mirar el libro también. A mí sí me ha gustado”, a lo que posteriormente, en referencia al comentario de 4 sobre la conexión de lo que se estudia en clase con la vida cotidiana, añade que “eso sí es verdad, porque con el libro a lo mejor dices ¡pues bueno!, te ponen dibujitos, y eso es así porque es así, pero en los dibujos por ejemplo lo ves y dices ¡es verdad!, lo practicas tú y ya te quedas con la intriga y dices ¡pues voy a mirar a ver si es verdad esto!”.

Para 2 la experiencia es entretenida, le ha gustado bastante, y la practica en la calle. Cuando ve una película le gusta juzgarla porque “es entretenido buscar fallos”.

Finalmente, manifiestan que les gustaría que esta forma de enseñar física se utilizara en las clases. En general, la experiencia ha gustado a los estudiantes, motivándolos hacia la asignatura.

Pero a algunos no sólo les ha gustado realizar la experiencia en el instituto, también lo hacen en sus casas o en la calle, e incluso ha servido en ocasiones para descubrir que pueden relacionar lo que se aprende en clase con fenómenos de su vida cotidiana, comprobando su veracidad desde una perspectiva científica. No podíamos pretender mayor logro en este sentido.

Pregunta 2. “Dentro de todas estas sesiones de análisis que hemos hecho, hemos conversado mucho, tanto vosotros solos como en mi presencia. Estas conversaciones, ¿os han servido para daros cuenta de que algunos conocimientos de los que teníais no eran ciertos? (se quedan callados) Me explico. Vosotros habéis discutido sobre algún fenómeno determinado, y puede que esa discusión os haya hecho ver que estabais equivocados, y las cosas no eran como pensabais”.

Inicialmente contestan afirmativamente refiriéndose a un fenómeno analizado en la actividad de profundización, pero no era éste el enfoque de la pregunta. Después de explicarles que la pregunta se refiere a situaciones en las que no haya participado el profesor comentan dos fenómenos (relacionados con efectos gravitatorios) cuya discusión ha provocado cambios en su forma de pensar.

Que algunos estudiantes hayan reconocido su equivocación y dirijan su pensamiento hacia la interpretación correcta de un fenómeno observado siempre es, sin duda, positivo. Pero si esto se consigue mediante debates se ven forzados a estructurar sus argumentos para que sean convincentes y a

analizar sus conocimientos para hacerlos efectivos. Potenciamos de este modo la argumentación y el metacognoscimiento, aspectos de la Didáctica de las Ciencias poco trabajados actualmente en los institutos.

Pregunta 3. “Estas situaciones que explicabais de forma incorrecta, ¿pensabais que ocurrían así porque lo habíais visto u oído en algún sitio?”

En sus respuestas identifican las películas y los telediarios como los causantes de errores conceptuales que, una vez reconocidos y discutidos en clase, han sido subsanados.

Comprobamos que, lamentablemente, los medios de comunicación son en ocasiones fuente de errores conceptuales dificultando el aprendizaje de los adolescentes. Pero afortunadamente podemos diseñar actividades, como la propuesta en este trabajo, para que el alumnado sea consciente de ello y ponga remedio, y de este modo paliar en parte los efectos negativos del bombardeo de información que inunda nuestras vidas.

Pregunta 4. “Desde que habéis analizado los dibujos animados en clase, ¿esta actividad la hacéis a veces fuera de clase?”

Es difícil resumir los argumentos, razonados y estructurados correctamente, que utilizaron los estudiantes para responder a esta pregunta. Remitimos al lector a la transcripción del Anexo 4, en la que podrá comprobar que los contenidos científicos han salido del aula y forman parte del conocimiento cotidiano de estas personas. En resumen, los dominios de conocimiento cotidiano, escolar y científico, relacionados bajo la misma metodología.

Pregunta 5. ¿Cómo os imagináis a un científico?

Las respuestas de los estudiantes requieren que recomendemos de nuevo su lectura (Anexo 4). Podremos apreciar que la imagen que presentan de los científicos coincide con el estereotipo que aparece con frecuencia en los medios de comunicación, a los que responsabilizan de ello.

Pregunta 6. ¿Creéis que se aprende física analizando dibujos animados?

La experiencia realizada, aparte de divertida, les ha servido para aprender, como manifiestan en sus comentarios a esta pregunta (y como hemos podido comprobar del análisis de las distintas actividades). 1 y 3 vuelven a exponer que también les gusta el libro como herramienta para aprender física, a lo que 4 responde que no han dejado de utilizarlo en todo el curso, aunque fuera mientras analizaban dibujos animados. Además, refiere que la experiencia motiva también para estudiar en casa. Por último, 2 propone como mejora para la herramienta que sería mejor trabajar sobre

fenómenos identificados (4 no está de acuerdo, piensa que es mejor lo que hemos hecho), como si intuyera nuestros planes para las actividades del próximo curso.

IV.7.2. Entrevista con los padres.

Aunque ya sabemos que el conocimiento científico adquirido en el aula trasciende a la vida cotidiana, es interesante comprobar si en el entorno de los estudiantes se han notado los efectos de haber participado en esta investigación. Con este propósito concertamos una pequeña entrevista con los padres de los alumnos (Figura 8), con la que también intentábamos comprobar si se había conseguido estimular el espíritu crítico de estos.

Las respuestas fueron escuetas (Anexo 5), pero en general satisfactorias para la investigación. En pocas palabras, a los estudiantes les gusta la asignatura (en ocasiones la que más), critican los mensajes de los medios y explican correctamente fenómenos cotidianos con los conocimientos científicos adquiridos en clase. Todo un éxito.

IV.8. Análisis de contenido de capítulos de dibujos animados.

Con el propósito de valorar la imagen de la ciencia y del científico y su trabajo que presentan a la sociedad los dibujos animados se han analizado cien capítulos de este género televisivo. En esta ocasión no hemos buscado los fenómenos físicamente imposibles, sino los relacionados con las cuestiones anteriores.

Una vez identificados, en primer lugar se comprueba si los dibujos animados proporcionan o no una imagen deformada de la ciencia y del científico y su trabajo, en términos similares a los de la investigación realizada por Gallego (Gallego, 2002) en su tesis sobre la contribución del cómic a la imagen de la ciencia. Finalmente procedemos a comparar las imágenes que presentan ambos medios de comunicación de masas.

IV.8.1. Contenido científico de los dibujos animados.

El análisis exhaustivo de los capítulos de dibujos animados antes referidos se recoge en la Tabla Anexo 10, presentando los resultados en la Tabla XLI, cuyas columnas presentan la siguiente información:

Nº.- Número asignado a cada capítulo.

CAPÍTULO.- Título.

S.- Referencias sonoras.

V.- Referencias visuales.

SV.- Referencias simultáneamente sonoras y visuales.

Los capítulos sombreados en verde son aquellos que hacen alusión a algún tema científico de un modo monográfico, en los que es difícil extraer todas las referencias. Los sombreados en turquesa contienen, aparte de las referencias en las que se centra nuestro análisis, otras que, si bien no pueden considerarse alusiones a la ciencia o a los científicos, guardan alguna relación con la investigación (éstas se indican entre paréntesis y serán comentadas en el Capítulo de Resultados).

Tabla XLI. Referencias científicas en los capítulos analizados.

Nº	CAPÍTULO	S	V	sv
1	Pokémon.- "La Banda de la bici del puente".	-	-	-
2	Los Simpsons.- "El mago de Evergreen Terrace".	4 (1)	4	2
3	Dennis and Gnasher.- "El juicio".	-	-	-
4	Aceventura.- "Cyberace"	-	1	-
5	Los Simpsons.- "explorador de incógnito".	-	1	-
6	Daniel el travieso.- "El precio del estrellazgo"	-	-	-
7	Daniel el travieso.- "Travesuras espaciales"	6 (2)	2	5
8	Sylva.- "Donde empieza el abismo"	2 (2)	-	2
9	Viaje al Centro de la Tierra.			
10	Villabroncas.- "Cinco vikingos y un bebé".	-	-	-
11	Piolín y Silvestre.- "Entre lindos gatitos".	-	-	-
12	Mickey, Donald y Goofy.- "Los fabricantes de sándwiches".	-	-	-
13	Un corto de Pluto.- "El error de la flecha de Pluto".	-	-	-
14	Piolín y Silvestre.	-	-	-
15	Un corto de Daisy Duck. "Daisy visita a Minnie"	-	-	-
16	Daniel el travieso.- "Viajando en globo".	-	-	-
17	Popeye el marino.- "Dead-eye Popeye".	-	-	-
18	Bugs Bunny.- "Un conejo chiflado en Marte".	-	2	-
19	Un corto de Donald.- "Donald Sobre hielo".	-	-	-
20	Los Simpsons.- "Misionero imposible".	-	-	-
21	Bugs Bunny.- "Bonanza Bunny".	-	-	-
22	Los Simpsons.- "Coronel Homer".	-	-	-
23	Stupor Pato.	-	-	-
24	Un corto de Donald.- "Donald y la gran bellota".	-	-	-
25	"Boston Quackie".	-	-	-
26	Un corto de Mickey Mouse.- "La ciudad patas arriba".	-	-	-
27	Los Simpsons.- "Hogar dulce hogar tralará tralará"	-	-	-
28	Alix.- "El camino a La Galia".	(1)	-	-

Tabla XLI. Referencias científicas en los capítulos analizados.

Nº	CAPÍTULO	S	V	sv
29	Casper.- "Periodismo fantasma". "Una escena con Susty y Poli". "Sustock"	1	-	-
30	Narigota.- "Frigote, el señor de las nieves".	11 (1)	-	2
31	La momia.- "La esfera de Aton"	-	-	-
32	El laboratorio de Dexter.- "El blues de la canguro".	1	2	-
33	Los amigos de la justicia.- "La habitación de Valhallen".	-	-	-
34	El laboratorio de Dexter.- "La máquina de los sueños".	1 (1)	6	-
35	Bugs Bunny.- "El filón de Bugs"	-	-	-
36	Las Supernenas.- "Machacando a Twiggy".	-	2 (1)	-
37	Las Supernenas.- "Un poli malo".	-	(1)	-
38	Los Simpsons.- "Jefe Wiggum. Investigador privado".	-	-	-
39	Los Simpsons.- "El abuelo AmorMatic".	-	-	-
40	Los Simpsons.- "La familia Simpson".	-	-	-
41	Los Simpsons.- "La guerra secreta de Lisa Simpson".	1	1	-
42	Kumba Park.- "La cara oscura del espacio".	(7)	-	1
43	Beyblade.- "¡Tócala otra vez, Dizzi!".	(1)	-	-
44	¡YU-GI-OH!.- "Ataque desde las profundidades".	3	-	-
45	El detective Conan.- "Asesinato en la cafetería".	-	-	-
46	Campeones hacia el mundial.- "¡Levántate, Julian Ross!".	-	-	-
47	Spiderman.- "El regreso de Kraven".	2	1	1
48	Dragon Ball Z.- "El nuevo campeón".	(1)	-	-
49	Sabrina.- "La mujer fatal".	-	2 (1)	-
50	Sabrina.- "La pequeña Sabrina".	-	-	-
51	House Mouse.	-	-	-
52	Timón y Pumba.- "Cómo hacerse rico en Costa Rica".	-	-	-
53	Tarzán.	-	-	-
54	La banda del patio.- "Ser como Gretchell".	5	-	-
55	La banda del patio.- "Príncipe Randall".	-	-	-
56	S. Holmes (S. XXII).- "La aventura del tablero de Berilo".	(1)	-	-
57	Ojos de gato	-	-	-
58	The silver brumby.- "Ponerse a salvo".	-	-	-
59	Wickie el vikingo.- "La batalla de los hombres de Halvar".	-	-	-
60	Bandolero.- "El buque fantasma".	-	-	-
61	Spies.- "¡Menudas vacaciones!"	-	1	-
62	Spies.- "Atrapadas en la Edad Media".	-	2	-
63	"The magic riddle" ("la adivinanza mágica")	-	-	-
64	Doraimon.- "La máquina del intercambio familiar"	-	-	-
65	Doraimon.- "La máquina de los buenos momentos".	-	-	-
66	Ferdy.- "El barco misterioso".	-	-	-
67	El autobús mágico.- "Con energía".	4 (1)	-	1
68	Cliff Hanger.- "Como un reloj".	-	-	-
69	Alix.- "La conspiración de Arbaces".	-	-	-
70	Casper.- "El gran susto de Poli".	-	-	-

Tabla XLI. Referencias científicas en los capítulos analizados.

Nº	CAPÍTULO	S	V	sv
71	Casper.- "El yo que yo soy"	-	-	-
72	Narigota.- "Cuando el río suena".	-	-	-
73	La momia.	-	-	-
74	Los Picapiedra.	-	-	-
75	Bugs Bunny.- "Un diablo de conejo".	-	-	-
76	El Zorro.- "En Busca del Zorro".	-	-	-
77	Sabrina.- "La música de mi corazón".	-	-	-
78	Sabrina.- "Cuento de Navidad para brujas".	-	-	-
79	Sabrina.- "Como pez en el agua".	-	-	-
80	House of Mouse.	-	-	-
81	Un corto de Mickey Mouse.- "El error de Mickey"	-	-	-
82	Un corto de Daisy. "El viaje de Daisy"	-	-	-
83	Los amigos del Rey León.- "Suizo a contra reloj"	-	-	-
84	Tarzán.	-	-	-
85	La Banda del Patio.- "Yo no saber".	1	-	-
86	La Banda del patio.- "El bueno de T.J."	1	-	-
87	Kumba Park.- "El Virus universal".	1	-	-
88	Bey Blade.- "Acero de combate".	-	-	-
89	YU-GI-OH.- "Todo es relativo".	(1)	-	-
90	Campeones hacia el mundial. Oliver y Benji.	-	-	-
91	Spiderman.- "Socios".	-	-	-
92	Blinky Bill.	-	(1)	-
93	Doraimon.- "El boomerang de papiroflexia".	-	-	-
94	Doraimon.- "El gorro de Tigre"	-	-	-
95	Ferdy.- "Ferdy en el hormiguero".	-	-	-
96	El autobús mágico.- "Fuera de este mundo".	20 (1)	1	2
97	Los Simpsons.- "La ciudad de N. Y. contra H. Simpson".	-	-	-
98	Los Simpsons.- "El director y el pillo".	-	1	-
99	The silver brumby.- "¡Tramperos, marchaos!"	-	-	-
100	Bandolero.- "El Antídoto de San Lorenzo"	(1)	-	-
TOTAL		64 (22)	29 (4)	16
		109 (26)		

De las referencias sonoras a la ciencia y los científicos el 58% se localizan sólo en tres capítulos (7, 30 y 96), el 34% de las visuales en dos (2 y 34) y el 31% de los simultáneos sólo en uno (7). Esta observación, junto con el hecho de que sólo en veintisiete capítulos se hace referencia a las cuestiones objeto de análisis, es claro indicativo de que éstas no son muy tenidas en cuenta a la hora de decidir los contenidos de este género televisivo.

IV.8.2. Imagen de la ciencia y del científico en los dibujos animados.

Aunque la ciencia y su entorno sean poco frecuentes en estos programas, si la imagen que dan de estas cuestiones coincide con la realidad al menos se están inculcando ideas correctas en los telespectadores.

Para comprobar si ocurre esto o, por el contrario, se difunde una imagen deformada de la ciencia y de su contexto, procedemos a aplicar los identificadores utilizados por Gallego (Gallego, 2002) en su tesis sobre la contribución del cómic a la imagen de la ciencia (Figura 25), con el objetivo de analizar los contenidos científicos que, mediante señal visual o sonora en nuestro caso, podemos recibir mientras estamos viendo dibujos animados. Posteriormente compararemos las imágenes presentadas en estos dos medios de comunicación de masas, los cómics y los dibujos animados.

Figura 25. Imágenes deformadas de la ciencia y del trabajo de los científicos (Gallego, 2002).

1.- Empirista y ateórica. Cuando se representan laboratorios en donde sólo aparecen instrumentos o se asocia el comienzo de una investigación a simples observaciones casuales.

2.- Rígida. Se presenta el “método científico” como un conjunto de etapas a seguir mecánicamente.

3. Aproblemática y ahistórica. Se transmiten conocimientos ya elaborados, sin mostrar cuáles fueron los problemas que generaron su construcción, cuál ha sido su evolución, las dificultades, etc., ni mucho menos aún las limitaciones del conocimiento científico actual o las perspectivas abiertas.

4. Exclusivamente analítica. Se resalta la necesaria parcelación inicial de los estudios, su carácter acotado, simplificadorio, pero se olvidan los esfuerzos posteriores de unificación y de construcción de cuerpos coherentes de conocimientos cada vez más amplios, de tratamiento de problemas “puente” entre distintos cuerpos de conocimiento que pueden llegar a unirse, etc.

5. Acumulativa, lineal. Los conocimientos aparecen como fruto de un crecimiento lineal, ignorando las crisis, los estancamientos, las remodelaciones profundas.

6. Individualista. Se muestra la ciencia como fruto de un solo individuo.

7. “Velada” y elitista. Se presenta el trabajo científico como un dominio inaccesible, reservado a minorías especialmente dotadas, con claras discriminaciones, en particular de naturaleza sexual.

8. Descontextualizada, socialmente neutra. Se olvidan las relaciones CTS y se presenta una imagen de los científicos como “seres al margen de la vida”.

El análisis de contenido consistirá en aplicar los identificadores a cada una de las secuencias directamente relacionadas con la ciencia o con el trabajo de los científicos identificadas en el Apartado anterior (Anexo 11). Siguiendo las directrices de la tesis doctoral de la que hemos extraído los indicadores utilizados, una secuencia de dibujos animados que haga alusión a la ciencia o al trabajo científico puede incidir en alguna de las imágenes deformadas de forma explícita ("E") o por omisión ("O"), o puede combatirla ("C").

En la Tabla XLII se resume el resultado obtenido, agrupando las referencias según su tipo (sonora, visual o sonoro-visual) para identificar cómo participan los distintos códigos de comunicación en la imagen de la ciencia presentada en los dibujos animados.

Tabla XLII. Incidencia de los capítulos analizados en la imagen de la ciencia y su entorno presentada por los dibujos animados²⁵.

		Imágenes deformadas							
Tipo	Acción ²⁶	1	2	3	4	5	6	7	8
Sonora (S)	O	39 61%	44 69%	5 8%	42 65%	63 98%	18 28%	18 28%	18 28%
	E	25 39%	0	58 90%	1 2%	1 2%	14 22%	12 19%	5 8%
	C	0	20 31%	1 2%	21 33%	0	32 50%	34 53%	41 64%
Visual (V)	O	11 38%	27 93%	17 58%	26 90%	25 87%	4 14%	3 10%	7 24%
	E	16 55%	0	8 28%	2 7%	3 10%	14 48%	19 66%	12 42%
	C	2 7%	2 7%	4 14%	1 3%	1 3%	11 38%	7 24%	10 34%
Sonora y Visual (SV)	O	7 44%	12 75%	0	13 81%	14 87%	5 31%	4 25%	5 31%
	E	8 50%	0	10 62%	0	0	5 31%	7 44%	2 13%
	C	1 6%	4 25%	6 38%	3 19%	2 13%	6 38%	5 31%	9 56%
Total	O	57 52%	83 76%	22 20%	81 74%	102 93%	27 25%	25 23%	30 28%
	E	49 45%	0	76 70%	3 3%	4 4%	33 30%	38 35%	19 17%
	C	3 3%	26 24%	11 10%	25 23%	3 3%	49 45%	46 42%	60 55%

²⁵ Los porcentajes se calculan sobre secuencias del mismo tipo.

²⁶ O: se incide por omisión; E: se incide explícitamente; C: se combate.

A groso modo se aprecia que en estos programas no se combate la mayoría de las imágenes deformadas objeto de este análisis, incidiendo frecuentemente en ellas, de forma explícita o por omisión. Un examen más detallado de estos datos nos permite reflexionar sobre las distintas imágenes deformadas de la ciencia, relacionándolas con el tipo de referencia en el que se hace la alusión a esas cuestiones (S, V o SV), resaltando las siguientes observaciones de cada una.

Imagen empirista y atórica.

En algunas referencias visuales y sonoro-visuales se combate esta imagen deformada de la ciencia, pero son tan pocas que podemos afirmar, sin mucho error, que en los dibujos animados se presenta la ciencia como empirista y atórica (Gráfica 17). En ocasiones se hace explícitamente (45% de las referencias) y en otras por omisión (52%).

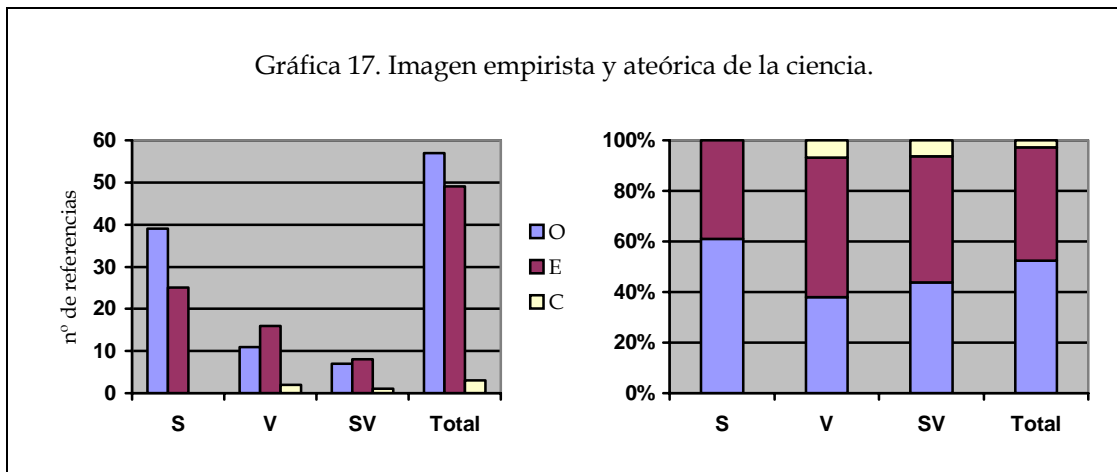


Imagen rígida (algorítmica, exacta).

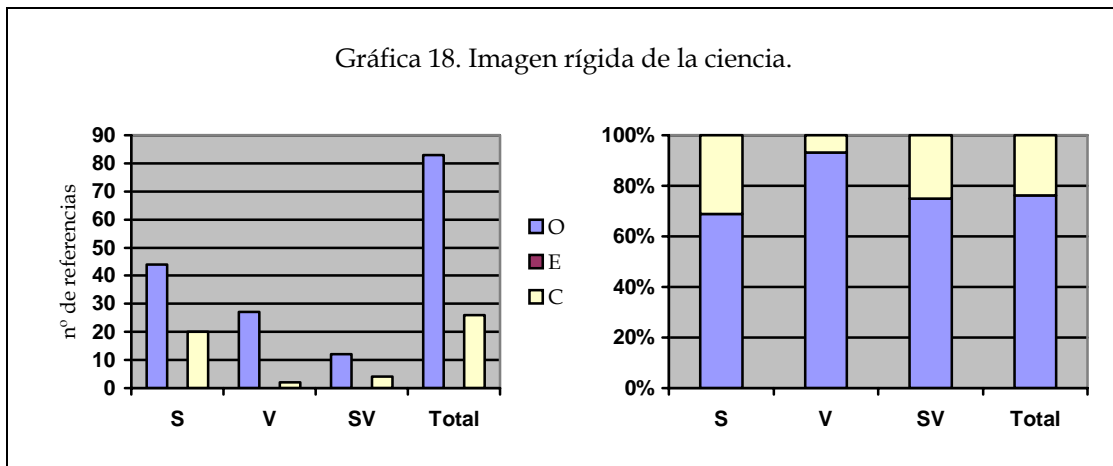
Ninguna de las referencias incide explícitamente en esta imagen deformada de la ciencia aunque, en general, se hace por omisión. Es en las referencias sonoras y en las sonoro-visuales en las que, en cierta medida, más se combate (31% y 25% respectivamente). Centrándonos en el total, se incide en ella por omisión en el 76% de los casos y se combate en el 24% (Gráfica 18).

Imagen problemática y ahistórica.

Son las referencias de tipo sonoro-visual las que más combaten esta imagen deformada de la ciencia (38% de los casos), seguidas de las visuales

(14%). Destacar que en el resto de referencias del primer tipo se incide en ella de forma explícita. Del total de referencias, el 90% presentan una imagen apromblemática y ahistórica de la ciencia y su entorno (el 70% de forma explícita) y el 10% la combaten. Podemos afirmar que en este género televisivo se incide, en términos generales, en la imagen ahistórica de la ciencia (Gráfica 19).

Gráfica 18. Imagen rígida de la ciencia.



Gráfica 19. Imagen apromblemática y ahistórica de la ciencia.

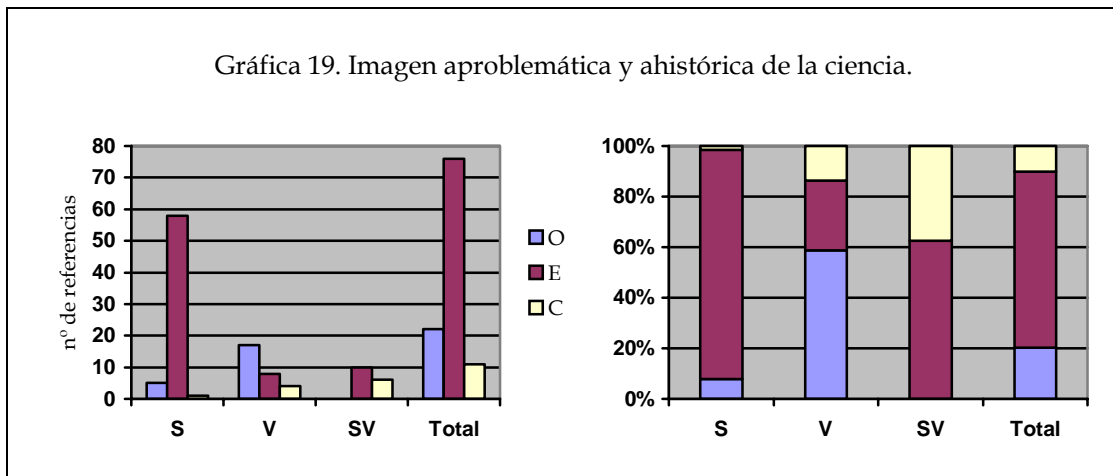


Imagen exclusivamente analítica.

Se combate en algunas referencias sonoras (33%) y en algunas sonoro-visuales (19%), siendo escasa la incidencia explícita, que encontramos principalmente en las referencias de tipo visual (7%). Globalmente (74% del total de referencias) los dibujos animados inciden en ella por omisión (Gráfica 20).

Imagen acumulativa, lineal.

De nuevo predomina la incidencia por omisión (93% del total de referencias). Se combate en muy pocas ocasiones en referencias visuales (3%) y en las sonoras-visuales (13%), y también es escasa la incidencia explícita (2% de sonoras y 10% de visuales). Podemos afirmar, por tanto, que los dibujos animados televisivos inciden (por omisión) en esta imagen deformada de la ciencia (Gráfica 21).

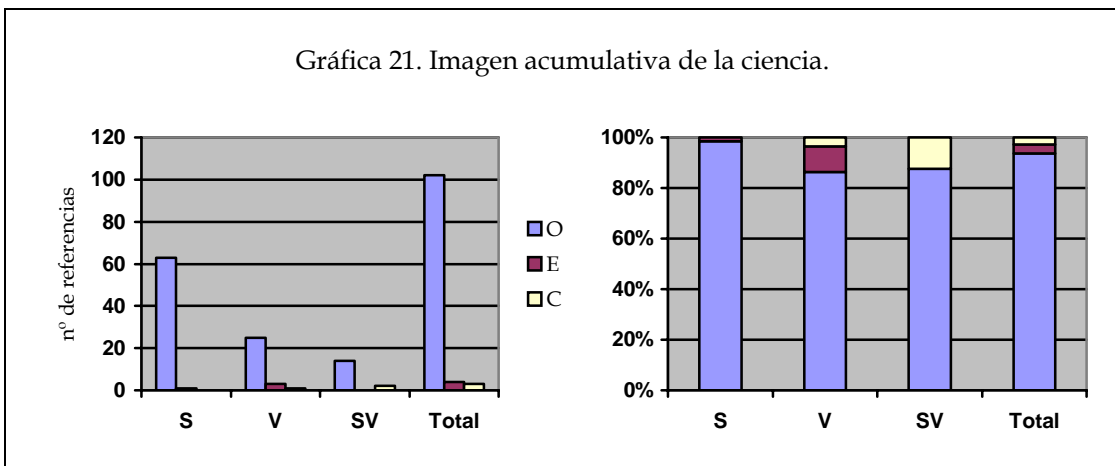
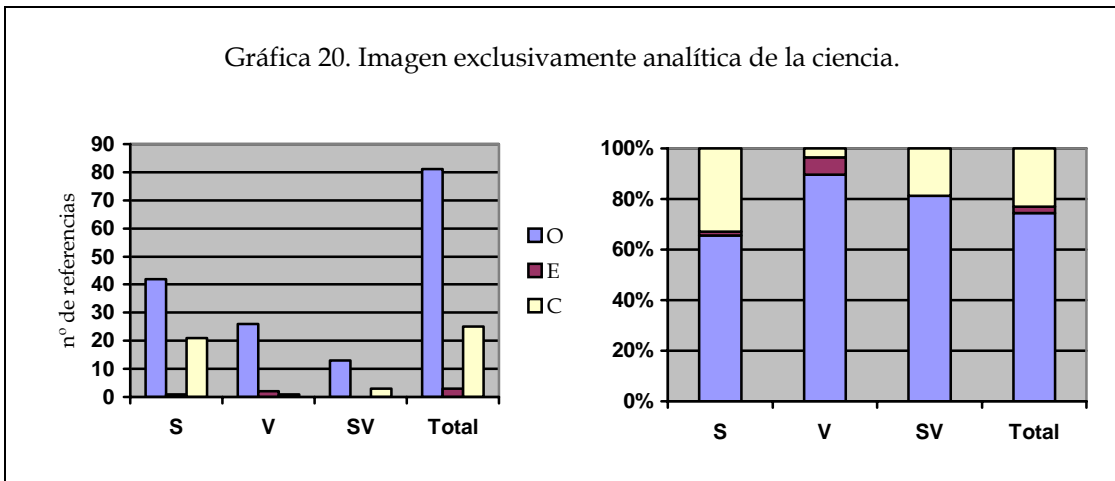


Imagen individualista.

Se incide en ella aproximadamente en la misma medida en que se combate (Gráfica 22). Señalar que, excepto en las referencias de tipo visual, en las que predomina la incidencia explícita, no se aprecia una diferencia significativa entre ambas formas de incidencia. Se trata, pues, de la imagen más combatida por el momento (45% de las referencias totales).

Imagen velada y elitista.

Aproximadamente la mitad de las referencias sonoras la combaten (53%), predominando en éstas la incidencia por omisión a la explícita (Gráfica 23). No ocurre esto con los otros tipos de referencia, en las que se combate en menor medida (24% de visuales y 31% de sonoro-visuales) y predomina la incidencia explícita. En términos generales, esta imagen deformada de la ciencia y su entorno se combate en el 42% de las referencias, inciendiéndose en ella en el resto (23% por omisión y 35% explícitamente).

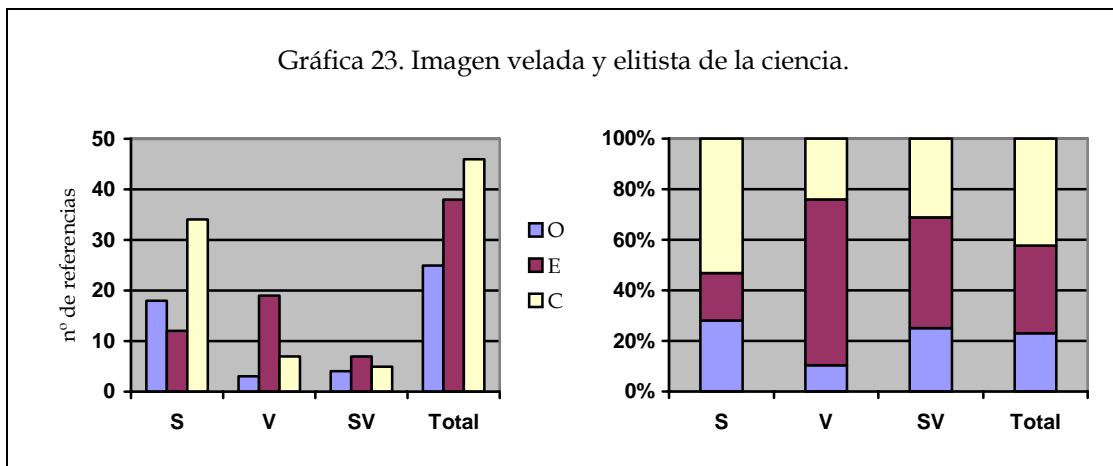
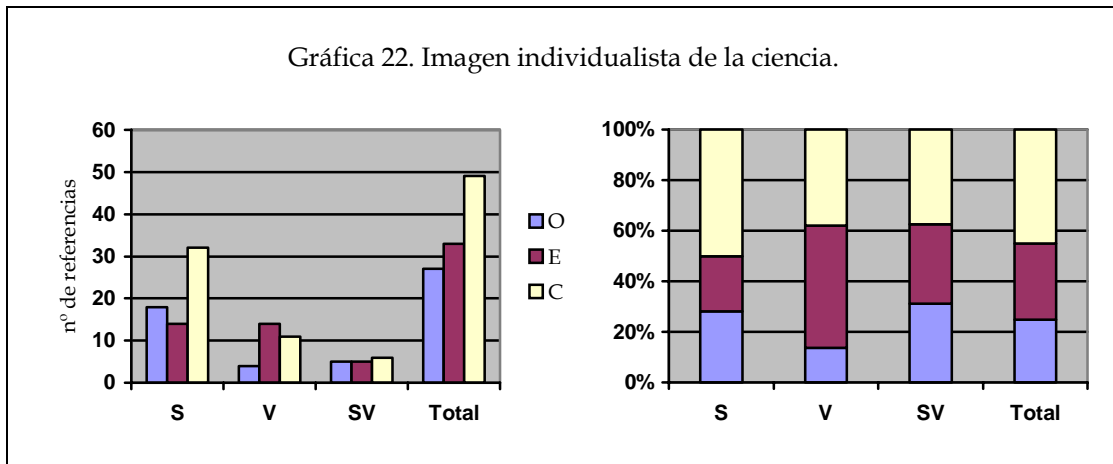
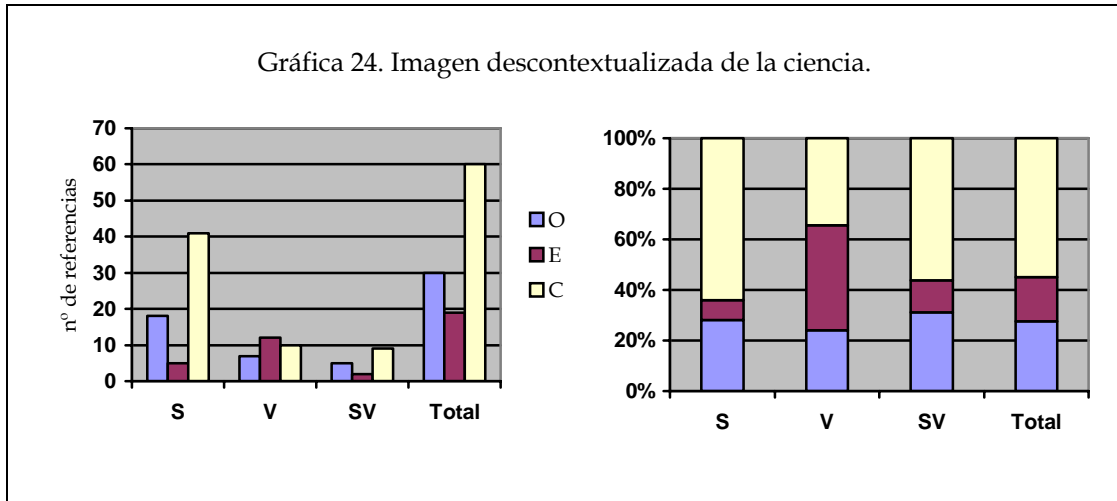


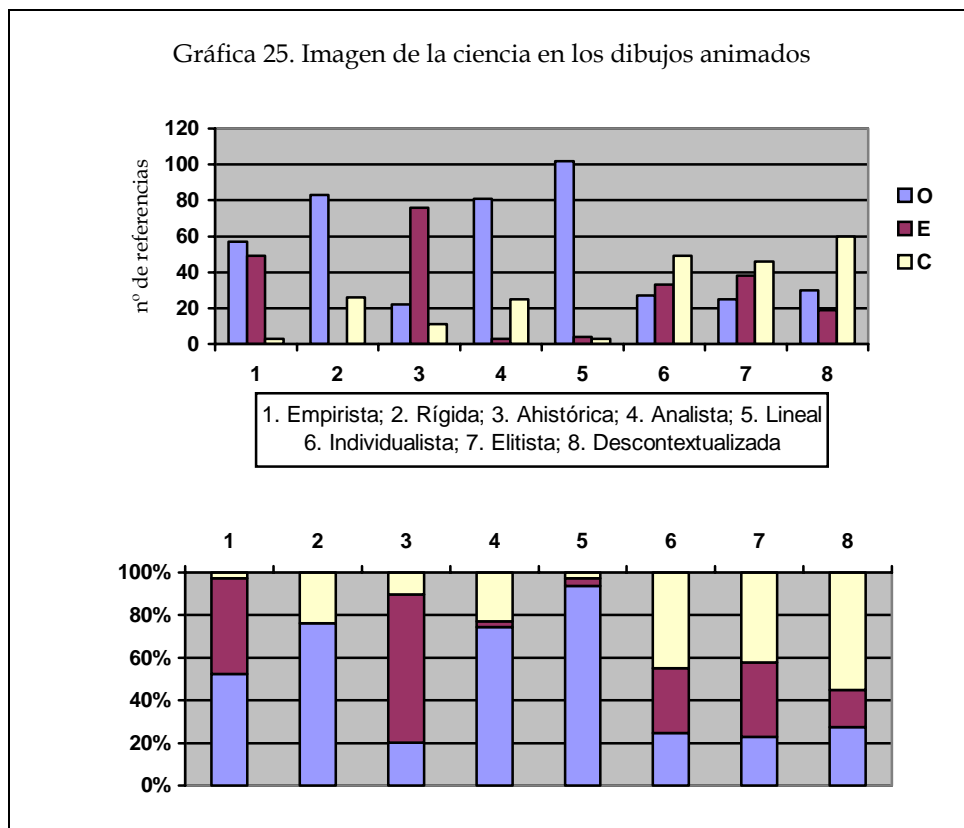
Imagen descontextualizada, socialmente neutra.

Es la imagen más combatida por los dibujos animados. Exceptuando las referencias visuales, en las que predominan las incidencias explícitas (42%), en el resto se combate en más ocasiones que en las que se incide (Gráfica 24). En términos generales, esta imagen deformada de la ciencia y

del trabajo de los científicos se combate en el 55% de las referencias, inciendiéndose en ella en el resto (28% por omisión y 17% de forma explícita)



Para obtener una idea general de la imagen de la ciencia presentada por los dibujos animados televisivos, independiente de las características de la secuencia en la que se localiza la alusión a estas cuestiones (S, V o SV), presentamos en la Gráfica 25 los resultados obtenidos, centrándonos en el total de referencias localizadas.



Si nos propusiéramos presentar una radiografía de la imagen de la ciencia y su entorno que presentan los dibujos animados diríamos que es empirista, rígida, ahistórica, exclusivamente analítica y lineal, combatiendo en cierta medida las imágenes individualista, elitista y descontextualizada, aunque se incide también en ellas con, aproximadamente, la misma frecuencia con la que se combaten.

Por lo tanto, si tuviésemos que resumir en pocas palabras cómo se presenta el entorno científico (y la propia ciencia) en las emisiones de este género televisivo diríamos, sin miedo a equivocarnos, que se distorsiona la realidad, infundiendo en los telespectadores una imagen alejada de ésta, que además coincide con algunos estereotipos analizados en esta investigación (Apartado I.1.7).

IV.8.3. Comparación entre la imagen de la ciencia presentada en dibujos animados y cómics.

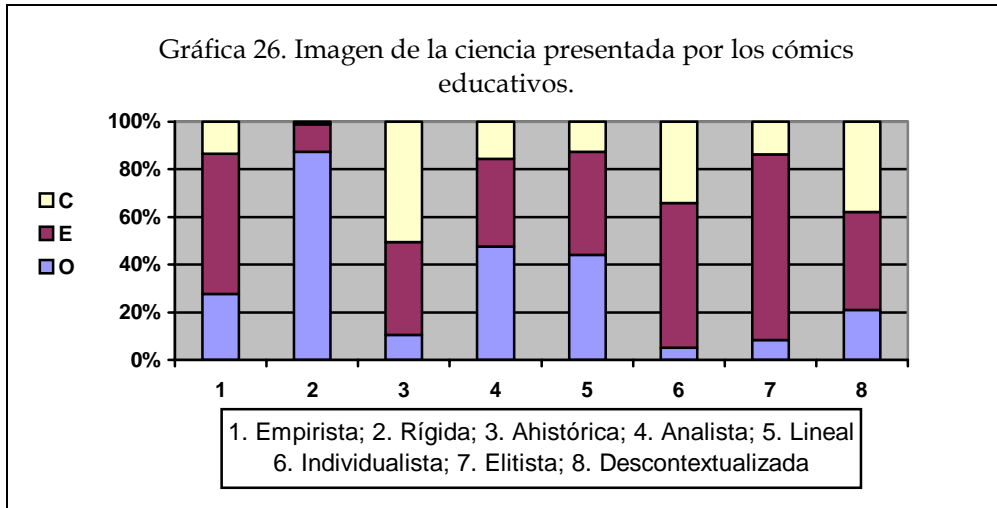
Lo primero que debemos de tener en cuenta para comparar los análisis de contenido científico basados en cómics y en dibujos animados reside en el hecho de que ambos medios de comunicación de masas nos son presentados bajo diferentes códigos de comunicación. Mientras que en el cómic podemos encontrar referencias escritas y visuales, en los dibujos animados podemos encontrar los tres tipos de referencias tenidos en cuenta en nuestra investigación (sonoras, visuales o simultáneamente sonoras y visuales).

Tabla XLIII. Imagen de la ciencia presentada por los cómics educativos (Gallego, 2002).

Imágenes deformadas	O (%)	E (%)	C (%)
1. Empirista y ateórica.	27,6	58,9	13,5
2. Rígida.	87,3	11,6	1,1
3. Aproblemática y ahistórica.	10,5	39,0	50,5
4. Exclusivamente analítica.	47,5	36,8	15,7
5. Acumulativa, lineal.	44,2	43,1	12,7
6. Individualista.	5,2	62,1	34,7
7. Velada, elitista y/o sexista.	8,4	77,9	13,7
8. Descontextualizada.	21,0	41,0	38,0

En el trabajo de Gallego (Gallego, 2002) no se diferencia entre los distintos códigos de comunicación, aunque sí se hace entre cómics recreativos y educativos, utilizando para estos últimos los ítem (imágenes deformadas de la ciencia) y códigos de acción (O, E y C) en los que se ha basado nuestro análisis (por tratarse del conjunto de ítems más completo de

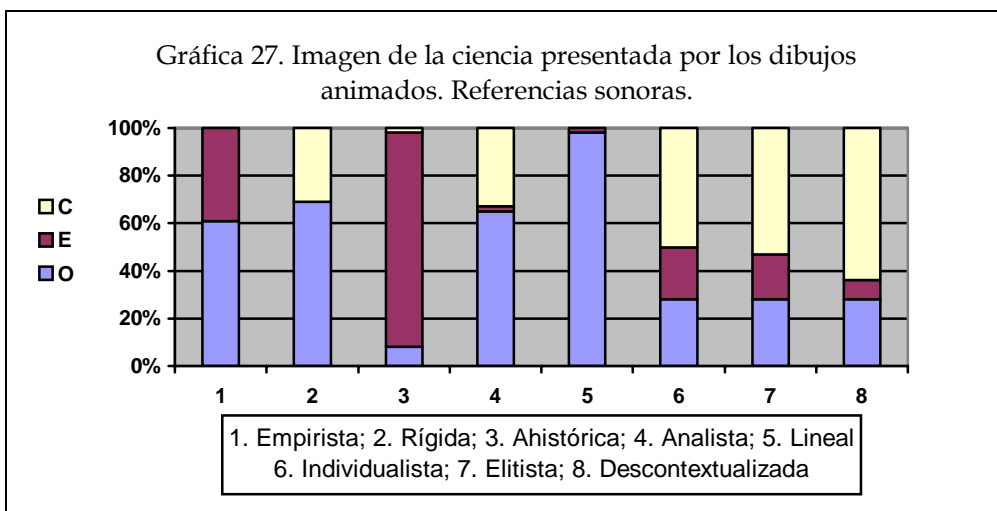
su estudio). En este estudio se obtuvieron los resultados presentados en la Tabla XLIII, que representamos en la Gráfica 26. Con éstos compararemos los obtenidos en nuestro análisis de contenido.



El análisis realizado en esta tesis arroja, según tipo de referencia que alude a las cuestiones examinadas, los siguientes resultados.

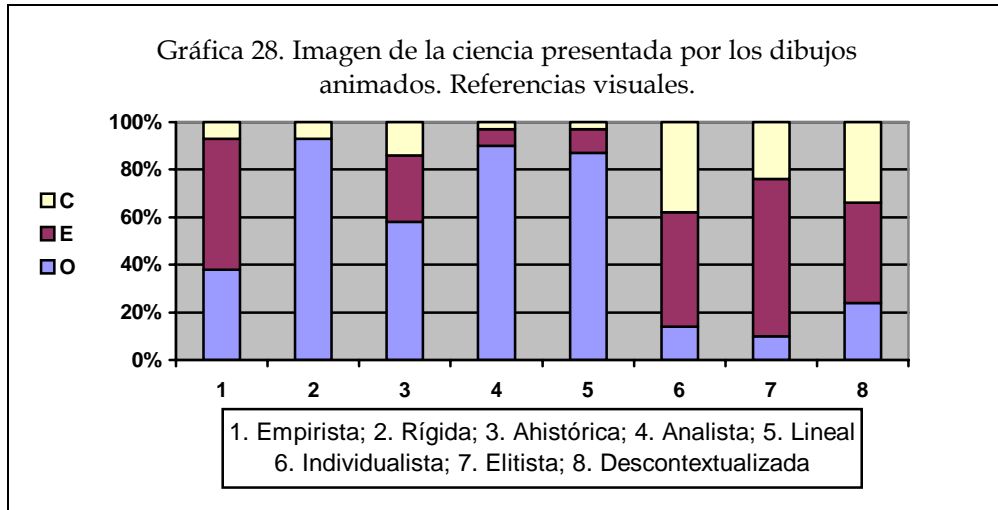
Referencias sonoras.

Si representamos gráficamente los datos obtenidos en el análisis de contenido, centrándonos exclusivamente en las referencias sonoras (Tabla XLII), obtenemos la Gráfica 27.



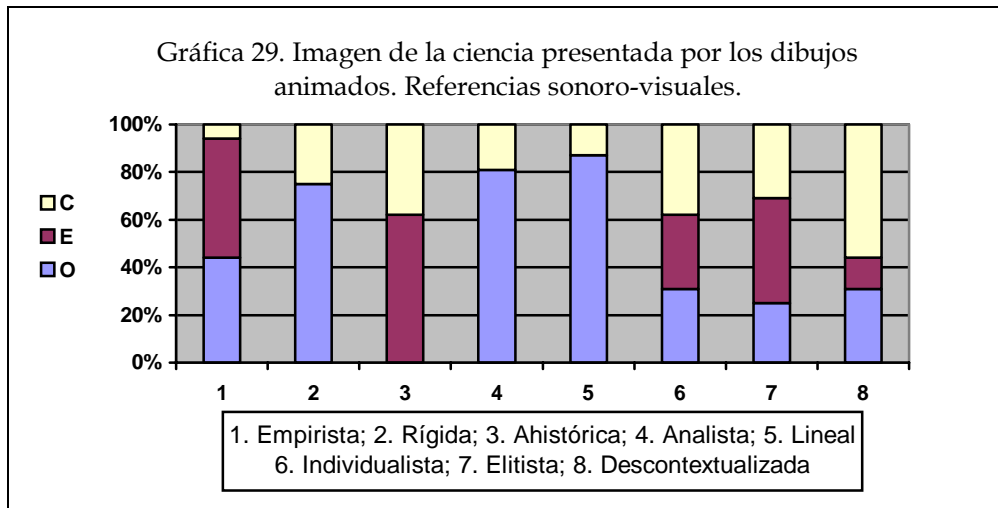
Referencias visuales.

Centrándonos en las referencias visuales (Tabla XLII) obtenemos la Gráfica 28.



Referencias sonoro-visuales.

Por último, centrando nuestra atención en las referencias simultáneamente sonoras y visuales (Tabla XLII), presentamos la Gráfica 29.



Comparamos a continuación, ítem a ítem, la imagen de la ciencia y su entorno presentada en los distintos códigos de comunicación inherentes a los dibujos animados con la presentada en cómics (Tablas XLII y XLIII).

En general, no hay mucha concordancia entre el modo en que ambos medios de comunicación presentan las imágenes deformadas de la ciencia utilizadas en el análisis de contenido, por lo que, en principio, podríamos afirmar que no hay relación entre ellos a la hora de tratar estos temas.

La imagen empirista y ateórica se combate en mayor medida (aunque no mucho) en los cómics, aunque por otra parte éstos también inciden en ella explícitamente en mayor número de ocasiones (Gráfica 30, 1).

Los cómics no combaten en ninguna ocasión la imagen rígida de la ciencia, incidiendo en ella explícitamente en algunos casos, mientras que los dibujos animados la combaten en mayor medida, no observándose incidencia explícita (Gráfica 30, 2).

Respecto a la imagen apblemática y ahistórica, la más combatida por los cómics, tampoco observamos coincidencia en los análisis de contenido realizados con cómics y dibujos animados (Gráfica 30, 3). Lo mismo ocurre con las imágenes analítica (Gráfica 30, 4), acumulativa (Gráfica 30, 5), individualista (Gráfica 30, 6), elitista (Gráfica 30, 7) y descontextualizada (Gráfica 30, 8).

No obstante, la situación cambia si reunimos bajo el mismo código de acción el hecho de incidir en alguna de ellas de forma explícita o por omisión (en resumidas cuentas, se incide). De este modo sí aparecen similitudes en algunas de las imágenes examinadas.

Bajo este supuesto, la imagen empirista de la ciencia se enfoca de forma parecida en los cómics y en las referencias visuales y sonoro-visuales de los dibujos animados²⁷. Lo mismo ocurre con la imagen individualista.

Del mismo modo los cómics presentan las imágenes ahistórica, exclusivamente analítica y acumulativa de la ciencia de forma similar a las referencias sonoro-visuales. La imagen descontextualizada se presenta de forma muy similar en los cómics y en las referencias visuales identificadas en los dibujos animados analizados.

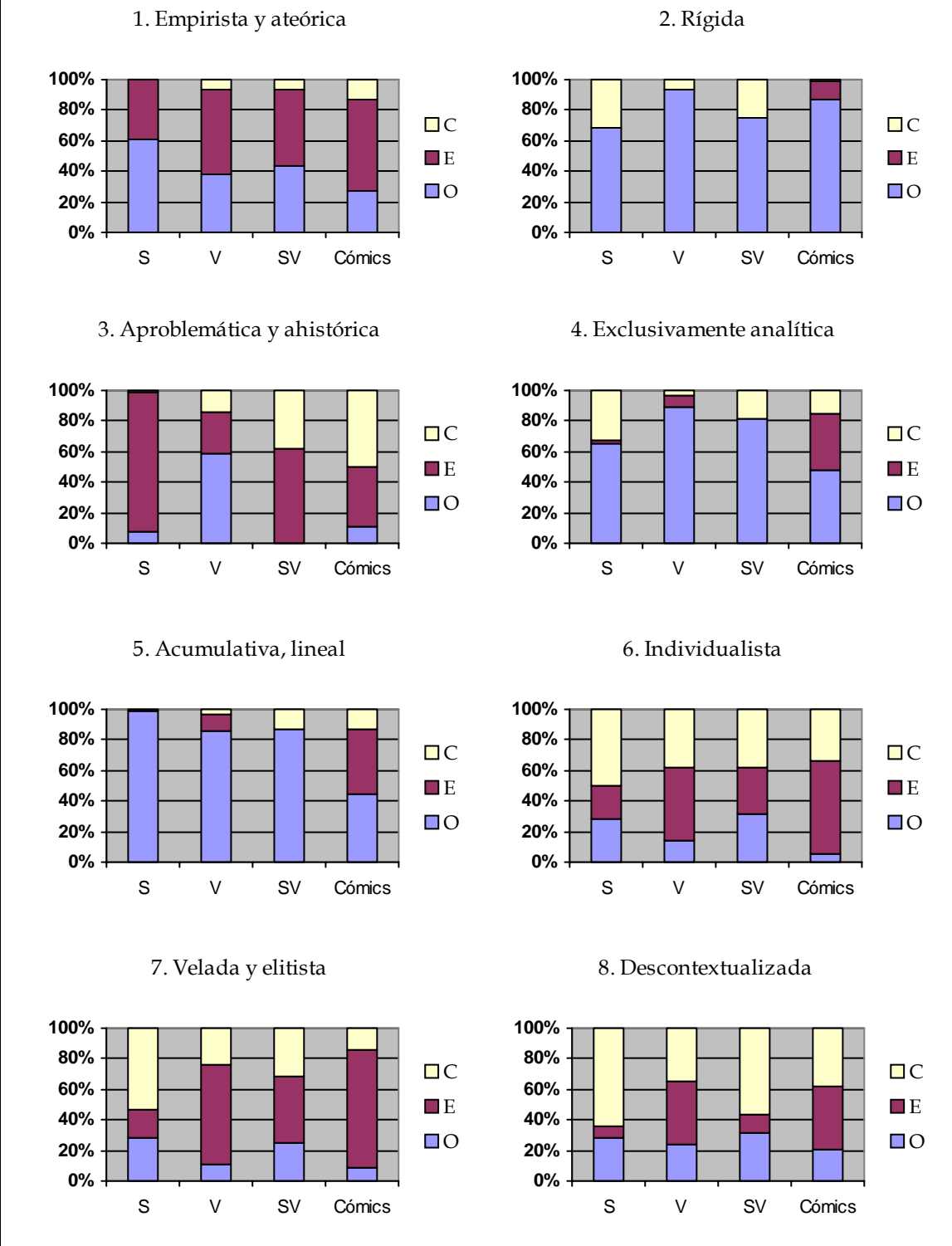
Respecto a las imágenes rígida y elitista, comentar que se combaten en más ocasiones en el caso de los dibujos animados, no observando similitud entre las formas en que ambos medios de comunicación las presentan a la sociedad.

Resumiendo, se observa cierta similitud en el enfoque que los dos medios de comunicación dan a la mayoría de las imágenes deformadas de la ciencia y los científicos si la comparación se efectúa con los códigos visuales o sonoro-visuales de los dibujos animados, con la condición de no reparar en si

²⁷ Se combate en mayor medida en los cómics.

la incidencia en aquéllas se realiza de forma explícita o por omisión. Se trata, a fin de cuentas, de códigos de comunicación parecidos si sustituimos el lenguaje oral por el escrito.

Gráfica 30. Comparación entre las imágenes de la ciencia presentada en los dibujos animados y en los cómics.



Sin embargo, las referencias exclusivamente sonoras, inexistentes en el cómic y abundantes en los dibujos animados, presentan las cuestiones analizadas de distinto modo, reforzando en algunos casos la incidencia o no en alguna de ellas. Las contribuciones del cómic y los dibujos animados a la imagen de la ciencia son, en definitiva, diferentes, aunque coinciden en algo de suma importancia: ambos distorsionan la realidad.

Para objetivar este análisis comparativo, y así finalizar este Apartado, con el que concluye también el Capítulo IV, presentamos en la Tabla XLIV los resultados de la “comparación de dos proporciones correspondientes a muestras independientes” (prueba “z”). Realizamos cuatro comparaciones, pues enfrentamos los porcentajes arrojados en el estudio con cómics (Tabla XLIII) con los obtenidos en nuestro estudio para cada tipo de referencia (Tabla XLII). En la primera columna se especifican los códigos de acción utilizados en este análisis y las numeradas del “1” al “8” hacen referencia a las imágenes deformadas de la ciencia descritas anteriormente (Figura 25).

Tabla XLIV. Comparación entre imágenes de la ciencia presentada en cómics y dibujos animados. Prueba “z”.

Referencias sonoras (n=64) vs cómics (n=100)								
	1	2	3	4	5	6	7	8
O	4,418(**)	2,743(*)	0,547	2,250*	10,217(**)	3,778(**)	3,131(*)	1,009
E	2,540**	3,622(**)	8,289(**)	6,783(**)	7,825(**)	5,651(**)	9,169(**)	5,524(**)
C	3,951(**)	5,090(**)	9,156(**)	2,503**	3,814(**)	1,947	5,517(**)	3,369(**)
Referencias visuales (n=29) vs cómics (n=100)								
	1	2	3	4	5	6	7	8
O	1,034	0,984	4,915(**)	5,681(**)	5,364(**)	1,291	0,257	0,336
E	0,373	3,622(**)	1,139	4,408(**)	4,441(**)	1,347	1,224	0,096
C	1,113	1,216	4,475(**)	2,633(*)	2,111*	0,324	1,144	0,398
Referencias sonoro-visuales (n=16) vs cómics (n=100)								
	1	2	3	4	5	6	7	8
O	1,243	1,086	3,425(**)	3,044(*)	4,383(**)	2,191*	1,485	0,816
E	0,663	3,622(**)	1,759	7,631(**)	8,703(**)	2,480**	2,591**	2,875(*)
C	1,095	2,198*	0,952	0,315	0,033	0,253	1,434	1,351
Dibujos animados (n=109) vs cómics (n=100)								
	1	2	3	4	5	6	7	8
O	3,726(**)	2,142*	1,936	4,061(**)	8,817(**)	4,209(**)	2,984(**)	1,182
E	2,029*	3,622(**)	4,724(**)	6,638(**)	7,383(**)	4,907(**)	6,951(**)	3,938(**)
C	2,772	5,424(**)	7,023(**)	1,344	2,615(*)	1,529	4,841(**)	2,499**

* $\alpha \leq 0,05$; ** $\alpha \leq 0,02$; (*) $\alpha \leq 0,01$; (**) $\alpha \leq 0,001$

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES.

Como punto final de esta investigación procedemos a presentar las conclusiones que se pueden extraer del análisis de los datos recogidos durante el transcurso de la misma. Para ello, en primer lugar comprobaremos la verificación de los supuestos de los que partimos al comienzo de la tesis. Seguidamente analizaremos el grado de consecución de los objetivos planteados. Finalmente plantearemos las líneas futuras de investigación.

V.1. Verificación de los supuestos de partida.

Los supuestos de los que partió la investigación son:

- ♦ *El uso de dibujos animados en el aula es un elemento motivador.*

De la conversación que se tuvo con los alumnos al concluir la experiencia del curso 2000/2001 (Anexo 4) y de la entrevista que se hizo a los padres cuando finalizó el curso (Anexo 5), podemos deducir que este supuesto se ve confirmado. Si bien algunos alumnos señalaban que les gustaba más ver dibujos animados sin estar pendientes de si eran o no acordes con las leyes de la naturaleza, la opinión general es que la experiencia ha sido del agrado de todos ellos, mejorando su predisposición hacia la asignatura.

Nuestra experiencia personal durante el desarrollo de las distintas actividades con estudiantes, durante los tres cursos académicos (aunque sólo en el segundo de ellos se hiciera un cuestionario al alumnado participante), nos permite asimismo reforzar la confirmación de este supuesto. En ocasiones han quedado registrados, en las grabaciones de las sesiones de aula, los aplausos de los alumnos al terminar la clase o algún comentario sobre lo corta que se le ha hecho esa clase, clara señal de que las actividades de análisis de dibujos animados han sido de su agrado. También era frecuente que por los pasillos del instituto los estudiantes me preguntaran si íbamos a seguir trabajando con dibujos animados cuando estuvieran en 4º de E.S.O., síntoma de que, en principio, cuando llegase el momento afrontarían la asignatura con, al menos, cierta ilusión y menos prejuicios de carácter negativo.

- ♦ *El visionado de dibujos animados en la infancia puede provocar la existencia de ideas alternativas que dificulten el aprendizaje posterior del individuo.*

Las experiencias se han realizado con alumnos de 4º de E.S.O. y de 1º de Bachillerato, por lo que directamente no podemos comprobar la viabilidad de este supuesto. Lo que sí nos ha quedado claro es que los mensajes de los medios de comunicación influyen en la imagen que los adolescentes tienen del mundo que les rodea, estereotipando situaciones y personajes de la vida cotidiana. Por extrapolación, y teniendo en cuenta que los programas preferidos en la infancia son los dibujos animados, podemos pensar que la influencia de este género televisivo es importante en esta etapa del desarrollo del ciudadano, influyendo directamente en las concepciones alternativas con las que nos enfrentamos cuando aquellos cursan sus estudios.

Si tenemos en cuenta que, como hemos podido comprobar (celdas sombreadas en azul turquesa en el análisis del contenido científico, Anexo 10), los dibujos animados distorsionan la imagen de la ciencia y su entorno, presentándola en multitud de ocasiones como algo lejano y ajeno a la vida cotidiana, escondiendo sus objetivos básicos (explicar el mundo que nos rodea) bajo enunciados sin sentido haciendo uso de términos “raros” (a veces erróneos) o expresiones matemáticas mastodónticas y vacías de significado aun para los entendidos en la materia (con lo que se potencia la imagen elitista de la ciencia), y llegando en ocasiones a presentar directamente alguna de las ideas previas que la bibliografía recoge como características de los adolescentes, podemos afirmar, sin miedo a equivocarnos, que este supuesto queda verificado.

- ♦ *Los dibujos animados se pueden utilizar para la reconstrucción de fenómenos físicos por parte de los alumnos.*

Resulta indudable. Basta comprobar la cantidad de fenómenos físicos que se han discutido durante los tres cursos académicos en los que se han realizado actividades con estudiantes, todos ellos extraídos del visionado de capítulos de dibujos animados, y las posibilidades que ha generado su tratamiento en el aula. En cuanto al fomento del debate en el aula producido por el visionado de los dibujos animados, coincidimos con las apreciaciones de Solomon (1992), tanto en lo que respecta a la construcción de conocimientos por parte de los estudiantes como a su perdurabilidad.

Comenzamos con la simple discusión de fenómenos identificados, estimulando el debate en clase. Continuamos con la profundización en algunos de estos fenómenos, potenciando de este modo la argumentación como motor que permite avanzar en el conocimiento de la disciplina, al desarrollar en el alumnado la capacidad de reflexión sobre su

metaconocimiento. Finalmente procedemos a que sean los propios alumnos los que enuncian los problemas que van a resolver, lo que requiere un conocimiento de los términos y estructuras básicas de la materia. Estamos fomentando la modelización y, en definitiva, la capacidad de abstracción del alumnado mediante la reconstrucción de fenómenos físicos.

Cabe destacar que de este modo se trabajan simultáneamente los contenidos conceptuales (es necesario conocer bien un concepto para utilizarlo correctamente en sus argumentaciones), procedimentales (se nos presentan ocasiones en las que, en mayor o menor grado, la actividad se asemeja al trabajo de los científicos) y actitudinales (mejoramos la actitud de los alumnos hacia la asignatura y, consecuentemente, hacia la ciencia y su entorno).

- ♦ *Los dibujos animados pueden ser utilizados en el aula para identificar ideas previas de los alumnos, así como para realizar evaluaciones de contenido.*

Las dos partes que constituyen este supuesto quedan verificadas. El análisis, desde un punto de vista científico, de dibujos animados en el aula ha permitido tanto la identificación de ideas previas como la evaluación del contenido científico de los argumentos de los estudiantes (no sólo en la prueba de evaluación sino en todas las actividades que implicaran debates entre alumnos).

Si bien hemos comentado anteriormente que cualquier herramienta de enseñanza-aprendizaje basada en el debate de fenómenos naturales muestra la misma utilidad en este sentido, podemos apostar a favor de la que presentamos en esta tesis, ya que añade un elemento motivador a las discusiones, pues utilizamos como estímulo una de las preferencias principales de los adolescentes: el visionado de dibujos animados. Mientras discuten los fenómenos, por otra parte, los alumnos no se sienten evaluados, y este hecho también ayuda a la consecución de nuestros propósitos, pues realmente dicen lo que piensan, y no lo que “deben decir” para obtener calificación positiva en la asignatura.

Si a esto unimos la cantidad de leyes físicas que se violan en este género televisivo, por lo que ofrece un sinfín de posibilidades para el estímulo de la discusión en el aula, podemos afirmar que, según nuestra opinión, la metodología que presentamos en este trabajo reúne todo lo que se necesita en el aula para motivar, enseñar, discutir y aprender.

- ♦ *Los dibujos animados ocasionan dificultades a ciertas edades cuando se tiene que discernir entre situaciones reales y ficticias.*

Si no directamente de las experiencias realizadas en el aula durante estos cursos académicos²⁸, en la literatura revisada hemos encontrado casos en los que se verifica este supuesto (Capítulo I, p.40).

- ♦ *El análisis de dibujos animados en clase permite conseguir un visionado crítico de la televisión.*

Estas experiencias han estimulado el espíritu crítico de los alumnos ante los mensajes de los medios en general, y en particular de la televisión.

De la entrevista con los padres y el cuestionario con los alumnos, así como de las conversaciones (formales o informales²⁹) mantenidas con los participantes en las distintas experiencias, podemos deducir que, aparte de analizar los mensajes que reciben de los medios, criticándolos y desmintiéndolos ante sus familiares, utilizando lo aprendido en las clases de Física y Química, también utilizan estos conocimientos en las actividades propias de su vida cotidiana para explicar fenómenos que observan o analizar la veracidad de conversaciones que mantienen. En otras palabras, la asignatura sale del aula.

- ♦ *El uso de dibujos animados en las clases de Física y Química posibilita una adecuada conexión entre los conocimientos científico, cotidiano y escolar, y de este modo interviene en el incentivo de la alfabetización científica.*

Es factible pensar, por todo lo expuesto en esta investigación, en la conexión de los tres dominios de conocimiento.

Estamos trabajando los contenidos de la asignatura de Física y Química (seleccionados mediante una correcta transposición didáctica del conocimiento científico) en un marco puramente escolar, utilizando una herramienta de enseñanza-aprendizaje que fomenta que los estudiantes utilicen los conocimientos adquiridos en el aula para explicar fenómenos de su vida cotidiana. Reunimos, por tanto, los tres dominios de conocimiento bajo la misma actividad.

Por otra parte se desarrolla el espíritu crítico del alumnado, que adquiere, en mayor o menor medida, la práctica de cuestionar la verosimilitud de los mensajes que reciben de los medios de comunicación de masas (alfabetización mediática), desde una perspectiva científica cuando la

²⁸ Aunque en ocasiones ha aflorado la falta de seguridad en este sentido, explicando algún fenómeno que viola las leyes naturales haciendo referencia a que tan sólo se trata de una exageración del mismo en los dibujos animados.

²⁹ En el sentido de grabarlas y transcribirlas o no, respectivamente.

situación lo requiere (alfabetización científica), de un modo satisfactorio, como hemos podido comprobar en varias ocasiones durante esta tesis.

V.2. Consecución de los objetivos planteados.

♦ *Verificar si los dibujos animados son un elemento motivador en las clases de Física y Química.*

Hemos podido comprobar que el uso de los dibujos animados en las clases de Física y Química amortigua la tradicional imagen de dura y difícil que tiene esta asignatura. Esto provoca un cambio en el ánimo y la disposición con la que el alumnado la afronta. Podemos afirmar que, en efecto, es un elemento motivador.

♦ *Comprobar si los dibujos animados emitidos en las cadenas de televisión pueden utilizarse como fuente de identificación de ideas previas de los estudiantes, y si son fuente de errores conceptuales de los adolescentes.*

El análisis de dibujos animados y su posterior debate en clase puede ser una buena fuente de identificación de ideas previas del alumnado. Además, eligiendo el capítulo adecuado y dependiendo del enfoque que se dé al análisis puede ser útil para todas las asignaturas.

Respecto a si los dibujos animados pueden ser fuente de errores conceptuales de los alumnos, debemos pensar que en la infancia este género es el preferido, y puede influir en las concepciones alternativas del individuo igual que lo harán todos los medios de comunicación a lo largo de su desarrollo, con la salvedad de que parece ser más fácil la influencia de los mensajes cuanto menor sea la edad del que los recibe.

Por otra parte, la mayoría de las concepciones alternativas que se han identificado durante las experiencias son tratadas en la bibliografía revisada, aunque recogidas mediante otras herramientas de investigación. El hecho de extraerlas de imágenes de capítulos de dibujos animados televisivos hace pensar en éstos como causa de las mismas, pues si durante la infancia vemos estas imágenes y nadie nos explica que eso ocurre de otro modo en la Naturaleza puede quedar en nosotros esa idea alternativa, que habrá que modificar cuando llegue el momento de estudiar estos fenómenos desde un punto de vista científico.

- ♦ *Utilizar comparaciones entre situaciones presentadas en programas de dibujos animados y situaciones reales para provocar el cambio conceptual de los alumnos.*

En algunas ocasiones, y con el propósito de cambiar ideas erróneas de algún alumno al explicar cierto fenómeno, hemos recurrido bien a imágenes de vídeo que mostraban situaciones de la vida real (comportamiento de los cuerpos cuando orbitan la Tierra), bien a fenómenos de la vida cotidiana (sistemas de referencia no inerciales, como el autobús o el tiovivo).

Aunque esto se suele hacer normalmente en este tipo de asignaturas, con idea de conectarlas con la realidad, la ventaja que presenta esta metodología radica en el hecho de disponer de imágenes en las que determinadas situaciones no ocurren según las leyes naturales y, en ocasiones, tal y como el alumno piensa (erróneamente) que deben ocurrir. Comparar las imágenes de dibujos animados con las que representan la situación tal y como ocurre en la realidad facilita sin duda el cambio conceptual al visualizar simultáneamente las dos formas de explicar el fenómeno.

- ♦ *Estimular el análisis crítico de los alumnos a la hora de diferenciar realidad de ficción, tanto dentro como fuera del aula.*

El simple hecho de comentar fuera del aula situaciones observadas, fundamentando su explicación en las leyes de la Naturaleza, hace pensar que se ha despertado en los alumnos la curiosidad por el conocimiento de la realidad y, en consecuencia, el espíritu crítico ante el mundo que les rodea. Como anécdota, comentar que este hecho lo hemos vivido personalmente estando en un bar con los alumnos. De una batea con cierta inclinación cayó un vaso resbalando y los alumnos comentaron a los presentes que allí “había fallado la fuerza de rozamiento”. Por otra parte, el cuestionario a los alumnos, la entrevista con los padres y las conversaciones informales³⁰ mantenidas con los estudiantes participantes en las distintas experiencias nos hacen pensar en la consecución de este objetivo.

Parece interesante comentar en este punto una frase de un alumno en la experiencia con POKÉMON. Ante una aceleración muy grande de los personajes dice que “hay un poco de exageración, pero tampoco es que se salga de la Física”. Está claro que gran parte de la ficción que se nos presenta en los medios de comunicación se basa precisamente en esto, en la exageración (basta pensar en los superhéroes que, entre otros poderes, pueden resistir sin dolor golpes intensos o desplazarse a velocidades enormes). Esta frase puede ser un indicio de la confusión entre ficción y

³⁰ “Informales” en el sentido de no haberlas grabado y analizado.

realidad que puede permanecer en las ideas de los ciudadanos al estar tan acostumbrados a ver situaciones no reales en los medios.

♦ *Analizar la imagen de la ciencia y de los científicos en los dibujos animados, comparándola con la que presentan otros medios de comunicación.*

La imagen de la ciencia y de los científicos que se presenta en los capítulos de dibujos animados analizados desvirtúa la realidad, al igual que ocurre en otros medios de comunicación. Coincide, en mayor o menor grado, con los estereotipos presentados en el desarrollo de este trabajo e, indudablemente, las imágenes deformadas que reciben los ciudadanos mediante estas vías de comunicación influyen en la que finalmente se forman sobre estas cuestiones.

♦ *Comprobar si se pueden utilizar los dibujos animados en el aula como recurso evaluador.*

Como ya comentamos en el Capítulo anterior, mediante una actividad puntual de evaluación utilizando el análisis de dibujos animados como herramienta de enseñanza-aprendizaje hemos podido constatar: posibles cambios conceptuales en los estudiantes, ideas previas que han sido sustituidas por las correctas y otras que no, ideas previas no identificadas hasta ese momento, la corrección y el uso del vocabulario científico en sus argumentos y la destreza (o la falta de la misma) de nuestros alumnos a la hora de afrontar un problema de Física. También nos ha servido para evaluar la secuencia de dibujos animados utilizada para ello.

No se puede pedir más a un recurso evaluador. Nos proporciona información sobre la evolución de los alumnos durante el proceso de aprendizaje, orientándonos en la consecución de los objetivos de la asignatura, y es asimismo útil para evaluar el proceso de enseñanza. Nos encontramos ante un adecuado instrumento de evaluación continua.

♦ *Conectar los dominios de conocimiento científico, cotidiano y escolar mediante la realización de experiencias en el aula.*

Los dominios de conocimiento científico y escolar, bajo las directrices de la transposición didáctica, suelen estar conectados –aunque no delimitados claramente– en las asignaturas de ciencias. El problema principal es que los estudiantes de Secundaria no trasladan ese conocimiento a sus vidas cotidianas, ya que su objetivo en la escuela suele ser aprobar las distintas asignaturas del currículo, sin pensar en los beneficios que obtendrían si lo aplicasen en sus vidas. El gran reto es, pues, hacer que el dominio de conocimiento cotidiano se integre con los anteriores.

Hemos podido comprobar durante el transcurso de las experiencias que cuando se analizan en clase situaciones que los alumnos viven fuera del instituto (es donde suelen ver dibujos animados) se potencia que también allí las analicen, y se traslada también a mensajes recibidos de otras fuentes³¹. Se conectan de este modo los tres dominios de conocimiento.

♦ *Contribuir a ese gran reto al que se enfrenta la educación actual en lo referente a la interpretación de los mensajes emitidos por el medio de comunicación más extendido en nuestra sociedad: la alfabetización televisiva. En particular nos centraremos en los mensajes científicos, potenciando simultáneamente, y no en menor grado, la alfabetización científica.*

Analizar los mensajes emitidos por los medios de comunicación, interesándonos por su veracidad y entendiendo de algún modo la manipulación a la que han sido sometidos, es un primer paso en la consecución de la alfabetización televisiva, entendida como la capacidad de “leer” y entender sus mensajes. Las experiencias realizadas han desarrollado en los alumnos un hábito de análisis, si no de todos los mensajes que reciben, al menos de algunos, principalmente de carácter científico dado el carácter del análisis que han realizado. Si a esta aportación desde la Física y Química se uniera la aportación de otras asignaturas, el análisis que se realizaría tendría otras características. Se puede por tanto fomentar, utilizando este recurso metodológico desde todas las disciplinas, el espíritu crítico ante los medios, consiguiendo de este modo un análisis de los mensajes que englobara los conocimientos de todas las asignaturas, un análisis completo. De este modo se contribuye a su alfabetización mediática (televisiva en particular).

Respecto a la alfabetización científica, inicialmente en las explicaciones de los alumnos apenas había argumentos basados en leyes físicas. Ante un fenómeno descrito de la forma “ocurre ...” la explicación consistía en “no puede ocurrir ...”. Poco a poco han ido utilizando argumentos más científicos, lo que nos hace pensar en la utilidad de este recurso para potenciarla, alcanzando la consecución de varios de los objetivos del Área de Ciencias de la Naturaleza (Anexo 13).

V.3. Relación con trabajos previos.

Para arrojar más luz a nuestras conclusiones, que podrían ser calificadas en algunos casos de “impresiones personales”, presentamos en la

³¹ Cuando, por ejemplo, un estudiante cuestiona una frase que oye de un adulto (como en el caso de la alumna a la que le dijeron que en la cima de una montaña la presión era mayor que en su base), en ese momento confluyen la ciencia escolar, la cotidiana y la de los científicos.

Tabla XLV los resultados obtenidos en los trabajos a los que se ha hecho referencia en algún punto de esta tesis y que, al igual que en nuestro caso, se han basado en la enseñanza de las ciencias mediante metodologías no habituales de transmisión de conocimiento. En la primera columna indicamos el recurso metodológico que se ha utilizado en cada uno de ellos, en la segunda la referencia bibliográfica, y en la tercera sus resultados más relevantes.

Tabla XLV. Relación con trabajos previos

Recurso	Referencia	Resultados
Secuencias de programas científicos	Solomon (1992)	Buena herramienta de construcción de conocimientos, que perduran en el tiempo.
Caricaturas y viñetas cómicas o exhortativas	Matthew (1991)	Elemento motivador Buena herramienta de enseñanza-aprendizaje
	Worner y Romero (1998)	Elemento motivador
Viñetas conceptuales	Keogh y Naylor (1998)	Elemento motivador Buen identificador de ideas previas Estimula la discusión y argumentación Puede provocar el cambio conceptual
	Keogh, Naylor y Wilson (1998)	Elemento motivador Buena herramienta de enseñanza Contribuye al entendimiento de la ciencia
	Stephenson y Warwick (2002)	Elemento motivador Buen identificador de ideas previas Estimula la discusión y argumentación Buena herramienta de evaluación Contribuye al entendimiento de conceptos
Ciencia ficción	Moreno y Pont (1999)	Es un libro de la asignatura "Física y Ciencia Ficción", de la UAB. Con esta estrategia aumenta la motivación sin descuidar el rigor.
	Allday (2003)	Elemento motivador
Posters	Griffiths (1995)	Elemento motivador Conector de dominios científico y cotidiano

La concordancia entre los resultados obtenidos, utilizando distintas herramientas de enseñanza-aprendizaje, nos parece un claro indicativo de que la presencia de estas metodologías en la enseñanza de las ciencias contribuye claramente a la consecución de los principales objetivos del

docente según el marco normativo actual: la transmisión de una ciencia útil (que conecte los dominios de conocimiento científico, escolar y cotidiano), para todos (democratización de la ciencia) y que contribuya a la formación de ciudadanos capaces de opinar en la sociedad en la que se desarrollan, altamente científica y técnica (alfabetización científica). Volvemos a mostrar nuestro optimismo, en este sentido, hacia la metodología presentada en esta tesis.

V.4. Futuras líneas de investigación.

Dentro de las limitaciones de este trabajo de tesis está el número restringido de alumnos participantes, por las razones apuntadas en la Introducción. Aunque una de las experiencias fue realizada de modo tentativo con grupos de alumnos más numerosos, están por desarrollar y contrastar estrategias de trabajo continuado en el aula con tales grupos.

En nuestro caso, el método se ha utilizado principalmente en el cuarto curso de la Educación Secundaria Obligatoria³², y por lo tanto las experiencias se han ajustado al nivel de contenidos trabajados en este curso. Sin embargo, es fácil adaptarlas a niveles superiores o inferiores, sin más que profundizar lo que se desee en los fenómenos comentados³³.

Como ejemplo podemos citar una interesante situación recogida del libro de Manuel Moreno y Jordi José Pont referida al clásico “Los viajes de Gulliver”. Comentan que cuando Gulliver visita el país de los enanos, estos eran doce veces más pequeños que nosotros, y en el de los gigantes eran doce veces más grandes. Las cuerdas vocales estarían también en esta proporción, pues sólo se diferenciaban de nosotros en el tamaño, y no en constitución. Pues bien, teniendo en cuenta que la frecuencia del sonido emitido por una cuerda es inversamente proporcional al cuadrado de su longitud, resulta que no podríamos oír a ninguno de ellos, pues la frecuencia de la voz de los enanos se sitúa en los ultrasonidos y la de los gigantes en infrasonidos (Moreno y Pont, 1999). Esto es sólo un ejemplo de hasta dónde podemos profundizar en el análisis de un fenómeno, que muestra que la herramienta es útil para distintos niveles de aprendizaje.

Otro claro ejemplo de profundización lo podemos encontrar en el análisis que nos brinda Robert Mochkovitch de un cómic de Tintín, en el que Hergé predice la llegada del hombre a la Luna veinte años antes de que ocurriera, prestando mucha atención a la veracidad y la precisión de los datos que aparecen, como siempre hacía al escribir sus historias, según el autor del artículo. Se analizan en el cómic los errores y aciertos del autor

³² Salvo la experiencia puntual con 1º de Bachillerato.

³³ A este respecto hemos recibido un correo electrónico de un profesor de Alaska que pretende utilizar la metodología con alumnos de menor edad.

tanto referentes a imágenes como a diálogo de los personajes, resultando ser un trabajo muy interesante a la hora de abordar fenómenos astronómicos (Mochkovitch, 1992).

Por otra parte, la elección del capítulo analizado y el enfoque que se dé al análisis hace posible el uso de este tipo de experiencias en cualquier asignatura, fomentando en todos los casos el espíritu crítico de los adolescentes ante los mensajes de los medios de comunicación, y sin dejar de trabajar en ningún momento los contenidos propios de la misma. Sería interesante enfocar el trabajo desde un punto de vista interdisciplinar.

El planteamiento futuro de esta investigación está encaminado al uso de este recurso en el aula, no con capítulos completos sino con secuencias determinadas y ajustadas a lo que se esté trabajando en cada momento. Como mejora, pensamos superponer sobre la pantalla los códigos gráficos propios de la Física (p. ej. vector fuerza, puntos materiales, etc.) de forma que se favorezca en el alumno el proceso de modelización. También, como mejora de la prueba evaluadora, podríamos pedir a los alumnos que cuantificaran y resolvieran los problemas.

Trabajando en el aula el análisis de dibujos animados, y ampliando los recursos con imágenes de cómic, películas, documentales, viñetas gráficas, etc., pretendemos elaborar un material que nos permita enfocar la asignatura de manera que, sin descuidar el rigor, a los alumnos les parezca más divertida, a la vez que se fomenta el hábito de analizar toda la información que reciban en su vida cotidiana antes de juzgarla como verídica.

Este primer intento mediante los dibujos animados deja abiertas las puertas a ello, dados los resultados obtenidos, que en general calificamos de positivos. Una metodología para la enseñanza de la Física que cubre de forma simultánea un conjunto elevado de objetivos educativos (Anexo 13) será bienvenida, sin lugar a dudas, en el joven campo de la Didáctica de las Ciencias Experimentales. Se cumplen de algún modo las ilusiones y expectativas con las que comenzamos, ya hace algún tiempo, nuestro camino en este territorio, aún inexplorado, del análisis de dibujos animados en el aula como potenciador de las alfabetizaciones científica y audiovisual, y conector de dominios de conocimiento.

CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA

- (2000). CONSUMER (<http://www.consumer-revista.com>), 25.
- AGUADED, J.I. (1999). *Convivir con la televisión. Familia, educación y recepción televisiva*. Papeles de comunicación. Barcelona: Paidós.
- ALBERO, M. (1996). Televisión y contextos sociales en la infancia: hábitos televisivos y juego infantil. *Comunicar*, 6, pp. 129-139.
- ALLDAY, J. (2003). Science in science fiction. *Physics Education*, 38 (1), pp. 27-30.
- ÁREA, M. y ORTIZ, M. (2000). Medios de Comunicación, interculturalismo y educación. *Comunicar*, 15, pp. 114-122.
- BARQUÍN, J. (2000). Tecnologías de la información y la comunicación en la escuela. *Kikiriki. Cooperación educativa*, 58, pp. 35-37.
- BERNAL, C. (2000). A vueltas con el medio televisivo en los contextos escolares. *Kikiriki. Cooperación educativa*, 58, pp. 48-51.
- BORREGO, C. (2000). Perspectivas sobre la alfabetización audiovisual, *Investigación en la escuela*, 41, pp. 5-20.
- BROWNLOW, S. y DURHAM, S. (1996). Sex differences in the Use of Science and Technology in Children's Cartoons. Comunicación a los XLII Encuentros de la Asociación de Psicólogos del Sureste. Norfolk.
- BROWNLOW, S. y DURHAM, S. (1997). Sex differences in the Use of Science and Technology in Children's Cartoons. *Journal of Science Education and Technology*, 6 (2), pp. 103-110.
- CABERO, J. (1997). Investigaciones sobre el consumo de la televisión. En: J.I. Aguaded (dir.), *La otra mirada a la tele*, pp. 69-77. Sevilla: Junta Andalucía. Consejería de Trabajo e Industria.
- CAJAS, F. (2001). Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2), pp. 243-254.
- CAMPANARIO, J.M. (1999). La ciencia que no enseñamos. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), pp. 397-410.
- CAMPANARIO, J.M. (2000). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las Ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (3), pp. 369-380.
- 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. 45-56.
- CASADO, J.M. (1997). La responsabilidad educativa de la televisión. En: J.I. Aguaded (dir.), *La otra mirada a la tele*, pp. 97-103. Sevilla: Junta Andalucía. Consejería de Trabajo e Industria.
- CEBRIÁN, M. (1997). ¿Qué y cómo aprenden los niños y las niñas desde la televisión? En: J.I. Aguaded (dir.), *La otra mirada a la tele*, pp. 87-95. Sevilla: Junta Andalucía. Consejería de Trabajo e Industria.
- CEMBRANOS, F. (2004). Televisión, interacciones sociales y poder, *Ecologista*, 39, pp. 20-23.
- CHALMERS, A. (1997). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*. Madrid: Siglo XXI.

- COCA, C. (2004). 730000 niños de hasta 12 años ven la televisión a diario después de las diez de la noche. *IDEAL*.
- CONTRERAS, M. (1998). Familia, televisión y escuela: una propuesta de acción participativa. *Comunicar*, 10, pp. 69-75.
- Decreto 148/2002, de 14 de mayo, por el que se modifica el Decreto 106/1992, de 9 de junio, por el que se establecen las enseñanzas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía. *B.O.J.A. nº 75 de 27 de junio de 2002*.
- DENG, Z. (2001). The Distinction between Key Ideas in Teaching School Physics and Key Ideas in the Discipline of Physics. *Science Education*, 85 (3), pp. 263-278.
- DHINGRA, K. (2003). Thinking about television science: how students understand the nature of science from different program genres. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (2), pp. 234-256.
- DIERKING, L. D., FALK, J. H., RENNIE, L., ANDERSON, D. y ELLENBOGEN, K. (2003). Policy Statement of the "Informal Science Education" Ad Hoc Committee. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (2), pp. 108-111.
- DOIG, B. y ADAMS, R. (1993). Tapping students' science beliefs: a resource for teaching and learning. *Base de datos ERIC (ED363518)*.
- DOMÍNGUEZ CASTIÑEIRAS, X.M., GARCÍA-RODEJA FERNÁNDEZ, E. y PRO BUENO de, A. (2003). El uso de modelos en la enseñanza-aprendizaje de la Física. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 35, pp.53-59.
- DRIVER, R., GUESNE, E. y TIBERGHIE, A. (1992). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Educación infantil y primaria*. Madrid: Ediciones Morata, S.A.
- ERICKSON, F. (1998). Qualitative research methods for science education. En: FRASER, B.J. y TOBIN, K.G. (eds.). *International Handbook of Science Education*. Holanda: Kluwer Acad., pp. 1155-1174.
- FANDOS, M. (1997). Que te(le) aproveche. En: J.I. Aguaded (dir.), *La otra mirada a la tele*, pp. 35-46. Sevilla: Junta Andalucía. Consejería de Trabajo e Industria.
- FECYT (Federación Española de Ciencia y Tecnología). (Informe 2003). *Percepción social de la Ciencia y la Tecnología en España*.
- FELDMANN, E. (1972). *Teoría de los medios masivos de comunicación. Estudios e investigaciones*. Buenos Aires: Kapelusz.
- FERNÁNDEZ, I., GIL, D., CARRASCOSA, J., CAPACHUZ, A. y PRAIA, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), pp. 477-488.
- FERRÉS, J. (1998). Televisión, familia e imitación. *Comunicar*, 10, pp. 33-39.
- FERRÉS, J. (1994). *Televisión y educación*. Papeles de Pedagogía. Barcelona: Paidós.
- FISCH S.M. YOTIVE, W. McCANN, S.K. SCOTT, M. y CHEN, L. (1997). Science in Saturday Morning: children's perceptions of science in

- educational and non-educational cartoons. *Journal of educational Media*, 23 (2), pp. 157-167.
- FORGES, (2000). *Diario EL PAÍS*.
- FRANCÉS, E. (1997). Educar para el consumo desde la televisión. En: J.I. Aguaded (dir.), *La otra mirada a la tele*, pp. 113-117. Sevilla: Junta Andalucía. Consejería de Trabajo e Industria.
- FRASER, B.J. y TOBIN, K.G. (eds.). (1998). *International Handbook of Science Education*. Holanda: Kluwer Acad.
- GALLEGO TORRES, A.P. (2002). Contribución del cómic a la imagen de la ciencia, Tesis Doctoral dirigida por Carrascosa Alí, J. y Valls Montés, R. Universidad de Valencia. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia.
- GALLEGO, A.P. GIL, D. CARRASCOSA, J. y VALLS, R. (2001). Imagen Popular de la Ciencia. Comunicación al I Congreso Nacional de Didácticas Específicas. Universidad de Granada.
- GÁLVEZ DÍAZ, V. y WALDEGG, G. (2004). Ciencia y científicidad en la televisión educativa. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (1), pp. 147-158.
- GARCÍA CRUZ, C.M. (1998). De los Obstáculos Epistemológicos a los Conceptos Estructurantes: una aproximación a la Enseñanza-Aprendizaje de la Geología. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), pp. 323-330.
- GARCÍA GALINDO, J.A. (1997). Espectadores y audiencias ante el consumo de televisión. En: J.I. Aguaded (dir.), *La otra mirada a la tele*, pp. 79-85. Sevilla: Junta Andalucía. Consejería de Trabajo e Industria.
- GARCÍA RAMÍREZ, N. (1999). Educación ambiental en los medios de comunicación: un estudio del medio televisivo. Trabajo de Tercer Ciclo. Universidad de Granada.
- GERBER, B. L. CAVALLO, A. M. L. y MAREK, E. A. (2001). Relationships among informal learning environments, teaching procedures and scientific reasoning ability. *International Journal of Science Education*, 23 (5), pp. 535-549.
- GIBSON H.M. & FRANCIS L.J. (1993). The Relationship between Television Viewing Preferences and Interest in Science among 11-15 Year-olds. *Research in Science & Technological Education*, 11 (2), pp. 185-190.
- GIL PÉREZ, D. (1994). Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico. *Investigación en la escuela*, 23, pp. 17-32.
- GIL, D y VILCHES, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación en la Escuela*, 43, pp.27-37.
- GÓMEZ, L. (1999). Un estudio muestra el impacto de la televisión en la anorexia y la bulimia. *Diario EL PAÍS*, p. 34.
- GONZÁLEZ, J. (1987). La televisión: el continuo "bombardeo" de un falso mundo. *Revista de Medios Audiovisuales*, 155, pp. 4-5.
- GRIFFITHS, P. D. (1995). The physics message: cartoons style. *Australian Science Teachers Journal*, 41 (4), pp. 57-58.
- GROEBEL, J. (1998). ¡Cuidado! Los niños están viendo. *Fuentes de la UNESCO*, 102, pp. 4-5.

- HIERREZUELO, J. y MONTERO, A. (1991). *La ciencia de los alumnos. Su utilización en didáctica de la Física y Química*. Vélez Málaga: ELZEVIR.
- HOCES, R. y SAMPEDRO, C. (1998). Las Ciencias fuera del aula: consideraciones generales. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 18, pp. 53-61,
- IZQUIERDO, M. ESPINET, M. GARCÍA, M. J. PUJOL, R. M. y SANMARTÍ, N. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, N° Extra, pp. 79-91.
- KEOGH, B. y NAYLOR, S. (1998). Teaching and learning in science using concept cartoons. *Primary Science Review*, 51 (6), pp. 14-16.
- KEOGH, B. NAYLOR, S. y WILSON, C. (1998). Concept Cartoons: A New Perspective on Physics Education. *Physics Education*, 33 (4), pp. 219-224.
- KHOURI-DAGHER, N. y VEDIA, M. de, (1999). La educación entra en la prensa. *Fuentes de la UNESCO*, 113, p. 23.
- KINNEAR, J. (1994). What Science Education Really Says about Communication of Science Concepts. Comunicación a los XLIV Encuentros de la Asociación Internacional de Comunicación. Sydney.
- KUBEY, R. y CSIKSZENTMIHALYI, M. (2002). Psicología de la adicción a la televisión. *Investigación y Ciencia*, abril, pp.68-74.
- LEYVA, E. y GONZÁLEZ YUSTE, J.L. (2000). Análisis de "El Rey León". La "disneylandización" social. *Comunicar*, 14, pp. 147-152.
- L'HOME, C. (1998). Educar a los niños a interpretar la imagen. *Fuentes de la UNESCO*, 102, pp. 7-9.
- LÓPEZ HERRERÍAS, J.A. (1998). *Cómo librarse de la tele y sus semejantes*. Madrid: CCS.
- LÓPEZ RUPÉREZ, F. (1990). Epistemología y didáctica de las ciencias. Un análisis de segundo orden. *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (1), pp. 65-74.
- LUCAS, A.M. (1991). Info-tainment' and informal sources for learning science. *Science Education*, 3 (5), pp. 495-504.
- MANASSERO MAS, M. A. y VÁZQUEZ ALONSO, A. (2001). Actitudes de estudiantes y profesorado sobre las características de los científicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2), pp. 255-268.
- MARTIN, A. (1998). "Televigilancia": amplio debate. *Fuentes de la UNESCO*, 102, pp. 5-7.
- MARTÍNEZ-SALANOVA, E. y MARTÍNEZ PERALTA, P. (2000). Breve historia de la comunicación (de un lugar a otro...). *Comunicar*, 14, pp. 137-140.
- MARTÍNEZ-SALANOVA, E. y PERALTA, I. (1997). El consumo crítico de la tele: desafío educativo para la familia y la sociedad. En: J.I. Aguaded (dir.), *La otra mirada a la tele*, pp. 141-155. Sevilla: Junta Andalucía. Consejería de Trabajo e Industria.
- MATTHEW, J. A. D. (1991). Cartoons in science. *Physics Education*, 26, pp. 110-114.

- McSHARRY, G. y JONES, S. (2002). Television programming and advertisements: help or hindrance to effective science education?. *International Journal of Science Education*, 24 (5), pp. 487-497.
- MIDDLETON, Y. y VANTERPOOL, S.M. (1999). TV Cartoons: Do Children Think They are Real?. *Base de datos ERIC (ED437207)*.
- MITCHELL, T.L. (1995). "Kids' Stuff": Television Cartoons as Mirrors of the American Mind. *Base de datos ERIC (ED386771)*.
- MOCHKOVITCH, R. (1992). Tintín en el país de las estrellas. *La Vanguardia*.
- MORAL, M.E. del, (1999). La publicidad indirecta de los dibujos animados y el consumo infantil de juguetes. *Comunicar*, 13, pp. 220-224.
- MORENO, M. y PONT, J.J. (1999). *De King Kong a Einstein. La física en la ciencia ficción*. Barcelona: UPC.
- NIELSEN, H. y THOMSEN, P. V. (1990). History and philosophy of science in physics education. *International Journal of Science Education*, 12 (3), pp. 308-316.
- ORIVE, P. (1972). Por primera vez tenemos un Plan Nacional de Investigación Educativa. *Revista de Medios Audiovisuales*, 4, p. 11.
- PERALES, F.J. (1993). Algunos aspectos sociales en las concepciones sobre óptica geométrica. Comunicación a los XIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Cáceres.
- PERALES PALACIOS, F.J. (1998). La formación del profesorado universitario en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Desde el inmovilismo a la búsqueda de alternativas. *Revista de educación de la Universidad de Granada*, 11, pp. 345-354.
- PERALES PALACIOS, F.J. (2000a). *Resolución de problemas (Didáctica de las Ciencias Experimentales)*. Madrid: Editorial Síntesis.
- PERALES PALACIOS, F.J. (2000b). Proyecto Docente e Investigador (documento inédito). Universidad de Granada, pp. 109-110.
- PERALES PALACIOS, F. J. y VÍLCHEZ GONZÁLEZ, J. M. (2002). Teaching physics by means of cartoons: a qualitative study in secondary education. *Physics Education*, 37 (5), pp. 400-406.
- PERALES, F.J. SIERRA, J.L. y VÍLCHEZ, J.M. (2002). ¿Innovar, investigar? ¿Qué hacemos en didáctica de las ciencias?. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 34, pp. 71-81.
- PÉREZ TORNERO, J.M. (1997). Educación en televisión. En: J.I. Aguaded (dir.), *La otra mirada a la tele*, pp. 23-28. Sevilla: Junta Andalucía. Consejería de Trabajo e Industria.
- PÉREZ, R.L. (2001). La televisión es el chivo expiatorio de una sociedad organizada para deseducar. *IDEAL*.
- PERRATON, H. (2000). Choosing Technologies for Education. *Journal of Educational Media*, 25 (1), pp. 31-38.
- PINDADO, J. (1996). Adolescentes y televisión: la pantalla "amiga". *Comunicar*, 6, pp. 22-28.
- PINDADO, J. (1997). Los cazadores de textos mediáticos. En: J.I. Aguaded (dir.), *La otra mirada a la tele*, pp. 57-67. Sevilla: Junta Andalucía. Consejería de Trabajo e Industria.

- POZO, J.I. (1999). Sobre las relaciones entre el conocimiento cotidiano de los alumnos y el conocimiento científico: del cambio conceptual a la integración jerárquica. *Enseñanza de las Ciencias*, N° Extra, pp. 15-29.
- Proyecto de Decreto por el que se establece la ordenación general y las enseñanzas correspondientes a la educación secundaria obligatoria en Andalucía. *Próxima publicación en B.O.J.A.*
- Real Decreto 3473/2000, de 29 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1007/1991, de 14 de junio, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la educación secundaria obligatoria. *B.O.E. n° 14 de 16 de enero de 2001.*
- Real Decreto 831/2003, de 27 de junio, por el que se establece la ordenación general y las enseñanzas comunes de la Educación Secundaria Obligatoria. *B.O.E. N° 158 de 3 de julio de 2003.*
- REIF, F y LARKIN, J.H. (1991). Cognition in Scientific and Everyday Domains: Comparison and Learning Implications. *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (9), pp. 733-760.
- RENNIE, L. R., FEHER, E., DIERKING, L. D. y FALK, J. H. (2003). Toward an Agenda for Advancing Research on Science Learning in Out-of-School Settings. *Journal in Research in Science Teaching*, 40 (2), pp. 112-120.
- RODRIGO, M.J. (1994). El Hombre de la calle, el científico y el alumno: ¿un solo constructivismo o tres?. *Investigación en la escuela*, 23, pp. 7-16.
- ROTH, W. M. (2002). Aprender ciencias en y para la comunidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (2), pp. 195-208.
- SÁNCHEZ-APELLÁNIZ, M.J. (1997). Ha llegado la hora de tomar el mando. En: J.I. Aguaded (dir.), *La otra mirada a la tele*, pp. 105-111. Sevilla: Junta Andalucía. Consejería de Trabajo e Industria.
- SANMARTÍ, N. (1997). Enseñar y aprender ciencias: algunas reflexiones. En SANMARTÍ, N. and PUJOL, R.M. (eds.). (2000). *Guía Praxis de Ciencias de la Naturaleza*, pp. 9-42.
- SANMARTÍ, N. and PUJOL, R.M. (eds.). (2000). *Guía Praxis de Ciencias de la Naturaleza*. Barcelona: Ed. Praxis.
- SARDÀ-JORGE, A. y SANMARTÍ-PUIG, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (3), pp. 405-422.
- SCHIBECI, R.A. (1986). Images of Science and Scientists and Science Education. *Science Education*, 70 (2), pp. 139-149.
- SHU-LING LAI. (2000). Influence of Audio-Visual Presentations on Learning Abstract Concepts. *International Journal of Instructional Media*, 27 (2), pp. 199-206.
- SIERRA FERNÁNDEZ, J.L. (2003). Estudio de la influencia de un entorno de simulación por ordenador en el aprendizaje por investigación de la Física en Bachillerato. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- SOLOMON, J. (1992) The classroom discussion of science-based social issues presented on television: knowledge, attitudes and values. *International Journal of Science Education*, 14, 431-444.

- SORIANO, R. (1998). La LOGSE, una ley sin respuestas para la educación audiovisual. *Comunicar*, 11, pp. 173-178.
- STEPHENSON, P. y WARWICK, P. (2002). Using concept cartoons to support progression in student's understanding of light. *Physics Education*, 37 (2), pp.135-141.
- SWAN, K. (1995). Saturday Morning Cartoons and Children's Perceptions of Social Reality. Comunicación a los Encuentros de la Asociación de Profesores e Investigadores Americanos. San Francisco.
- THOMPSON, T.L. y ZERBINOS, E. (1994). Television Cartoons: Do Children Notice It's a Boy's World?. Comunicación a los LXXVII Encuentros de la Asociación para la Educación en Periodismo y Comunicación de Masas. Atlanta.
- THUILLIER, P. (1990). *De Arquímedes a Einstein. Las caras ocultas de la invención científica*. Sección: ciencia y técnica. Madrid: Alianza editorial.
- TRURAN ROTHWELL, J. (1996). Politics and Media. Teaching with cartoons. *Social Education*, 60, pp. 326-328.
- URRA, J. CLEMENTE, M. y VIDAL, M.A. (2000). *Televisión: impacto en la infancia*. Madrid: Siglo XXI Editores.
- VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M.A. (1998). Dibuja un científico: imagen de los científicos en estudiantes de Secundaria. *Infancia y aprendizaje*, 81, pp. 3-26.
- WELLINGTON, J. (1991). Newspaper science, school science: friends or enemies? *International Journal of Science Education*, 13 (4), pp. 363-372.
- WHITTLE, C. (1997). Teaching Science by Television: The Audience, Education, History, and the Future. *Base de datos ERIC (ED417079)*.
- WORNER, C.H. Y ROMERO, A. (1998). Una manera diferente de enseñar física: física y humor. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (1), pp. 187-192.

ANEXOS

ANEXO 1. TRANSCRIPCIÓN DE LA SESIÓN EN CLASE. PRUEBA PILOTO

El capítulo de POKÉMON que discutieron los alumnos (emitido por TELE 5 el 22 de enero de 2000) les fue entregado el día 24 de mayo de 2000. Ellos devolvieron la ficha el 29 de mayo de 2000, día en el que se analizó en clase.

Lo analizaron cuatro alumnos que llamaremos alumno 1, 2, 3 y 4. Las intervenciones del profesor se señalarán con P. La señal [...] indicará que el visionado continúa, la señal [número] el minuto en el que se realiza la parada y la señal [¿?] que ha sido imposible realizar la transcripción. Los comentarios del profesor se incluyen entre paréntesis.

[Comienza el episodio...] [4]

Alumno 2.- Aquí.

P.- Alumno 2 para en el minuto 4. ¿qué pasa aquí, alumno 2?

Alumno 2.- Que no se puede quedar el muñeco así tanto tiempo. Haría así, ¡pum! (bajando la mano hacia la mesa), y caería.

P.- Pero a qué te refieres, ¿a este de aquí?

Alumno 1.- Es que está en el suelo ya.

Alumno 2.- No hombre. No puede estar así.

(Rebobino hasta parar en la imagen comentada)

P.- ¿A qué te refieres?

Alumno 2.- Pues que está demasiado ... no sé. Caería (risa).

Alumno 1.- ¡Alumno 2, que te están grabando!

P.- Pero te refieres a éste (señalando).

Alumno 2.- Sí. Al que se ha caído.

P.- Sí, que se queda en el aire en esa postura.

Alumno 2.- Es un poco fantástico.

Alumno 4.- Eso es la fantasía del dibujo, yo creo.

Alumno 2.- Hubiera caído.

P.- Yo es que veo que ha caído.

Alumno 1.- Claro.

P.- Está en el suelo.

Alumno 1.- Ya está en el suelo.

Alumno 4.- Lo que pasa es que la fantasía del dibujo hace que no caiga del todo.

P.- Está en el sofá y lo que hacen es tirarlo del sofá. Tampoco se ve el suelo ... tampoco se sabe si está en él. ¿Lo tienes apuntado?

Alumno 2.- Sí.

P. Seguimos.

[...] [5]

Alumno 4.- Ahí. El pelo de la mujer ésa se debería caer.

P.- ¿Debería llevarlo caído, dices?

Alumno 4.- Con lo largo que es no se le puede quedar así (risas).

Alumnos 1, 3.- Hay gomina, alumno 4.

P.- ¿Lo tienes apuntado?

Alumno 4.- Sí.

P.- Si veis algo que no tengáis apuntado lo apuntáis ahora.

Alumno 3.- Yo no estoy de acuerdo.

P.- ¿Qué dice el resto sobre esto? ¿Qué pasa con lo que dice alumno 4?

Alumno 3.- Yo creo que no. No sé.

Alumno 1.- Con mucho fijador yo creo que sí se puede hacer.

Alumno 4.- ¡Ni con eso, tío! Es demasiado largo. Se puede meter alambres.

Alumno 1.- Pero son dibujos.

Alumno 3.- Ahí no veo nada físico.

P.- ¿Y si no existieran esos fijadores de los que hablamos?

Alumno 3.- Entonces sí.

Alumno 4.- Es chungo un pelo tan largo dejarlo así.

P.- Bueno, seguimos.

[...] [6]

Alumno 3.- Para y rebobina.

(Rebobino)

Alumno 3.- Ahí. La rueda esa, ¿has visto que está inmóvil?

P.- Sí.

Alumno 3.- Pues esa rueda debería estar moviéndose por el aire.

Alumno 4.- Yo ayer también lo paré ahí y lo estuve viendo también, pero era por los pedales, que creía que no se estaban moviendo.

Alumno 1.- ¿Qué minuto?

P.- No, vosotros no apuntéis. Que sólo lo apunte quien lo haya visto.

Alumno 3.- Eso no lo tengo apuntado.

P.- Pues apúntalo ahora. Minuto 6:51. ¿Vemos todos lo que dice alumno 3?

Alumno 2.- Sí.

P.- Se ve un caballito de la bicicleta...

Alumno 4.- Y la rueda no se mueve.

[...] [7]

Alumno 1.- Ahí, para. La gota debería caer.

P.- La gota de sudor.

Alumno 1.- Sí. Yo lo he apuntado más adelante.

P.- Sí. Aparece en distintos momentos.

Alumno 1.- Aparece y siempre se queda ahí.

P.- ¿Estamos todos de acuerdo con eso?

Alumnos 2, 4.- Sí.

[...] [7]

Alumno 3.- Ahí, un poco más atrás.

(Rebobino)

Alumno 3.- La velocidad con la que se mueven los...

Alumno 1.- ¡Pero eso es fantasía!

Alumno 3.- No, pero no pueden moverse a esa velocidad, ¿no?

P.- ¿Y qué dice el resto? Lo que dices es que escapan a mucha velocidad, ¿no?

Alumno 1.- Claro, la aceleración al principio es muy grande.

Alumno 3.- Hombre, de estar a posición cero ... velocidad cero a pasar ... (alumno 4 interrumpe).

Alumno 4.- Es que aquí tienes siempre este problema. Es un dibujo y tiene fantasía.

P.- Se trata precisamente de eso, de detectar las irrealidades que haya en los dibujos.

Alumno 1.- Hay un poco de exageración, pero tampoco es que se salga de la física.

[...] [7]

Alumno 1.- Para. No puede cambiar el volumen.

Alumno 4.- Un pelín más adelante.

P.- ¿Para atrás dices?

Alumno 4.- No. Más para adelante.

P.- Pero, ¿quién ha dicho que pare?

Alumno 1.- Yo.

P.- Y, ¿dónde?

Alumno 1.- Aquí. O sea, la bola ... su volumen no puede cambiar, y tampoco el volumen que hay dentro, tampoco podría cambiar así. Y aparte, si el animal que hay dentro metido tiene una masa "tanto", yo no creo que lo pueda levantar con tanta facilidad.

Alumno 4.- Yo también tengo eso.

P.- ¿También?

Alumno 4.- Te iba a decir que pararas ahora cuando cambiara... ...de volumen.

Alumno 3.- Eso también lo tengo yo.

Alumno 1.- Y tampoco puede cambiar la masa del cuerpo.

Alumno 4.- Ni el volumen tan repentinamente.

Alumno 3.- (A la vez que el alumno 4) Ni el volumen del cuerpo puede cambiar ... hacerse tan chico.

Alumno 4.- Ni tan grande.

Alumno 1.- Y además que el bicho pesa, y el tío no puede ir dándole [¿?].

P.- [¿?]

[...] (Se repite la misma situación anterior)

Alumno 4.- Ahí he puesto también yo lo mismo.

P.- Ocurre siempre que aparece un POKÉMON.

Alumno 4.- Puse esto repetido y dije: "no lo voy a repetir todas las veces".

P.- Se repite en distintas ocasiones.

[...] [8]

Alumno 2.- Ahí no debería volar, ¿no? ¿Lo aplastaría la bola?

P.- ¿A qué te refieres, alumno 2?

Alumno 4.- Un poco más atrás.

(Rebobino)

Todos.- ¡Para, te has pasado!

Alumno 2.- Ahí, cuando la bola lo pillá ... sale volando. Y lo aplastaría, ¿no?

Alumno 4.- Yo lo que creo es que sería al revés, también. Sería la bola la que saldría ...

Alumno 2.- Ahí.

Alumno 1.- Claro, y ... (alumno 4 interrumpe).

Alumno 4.- Yo creo que sería la bola la que haría el bache.

Alumno 1.- Claro, y la bola cambiaría su ... su dirección.

Alumno 4.- Y sentido, a lo mejor.

P.- ¿Seguimos?

[...] [8]

Alumnos 2, 3, 4.- Ahí.

Alumno 4.- El muñeco no puede ... no se puede quedar en el aire. Debería caer debido a la fuerza de la gravedad, por muchas vueltas que dé.

Alumno 1.- Y las llamas no deberían describir una circunferencia en torno al bicho. Deberían seguir rectas.

Alumno 4.- Pero yo ahí no estoy de acuerdo.

Alumno 3.- Eso es fantasía, ¿no?

Alumno 2.- No, pero las llamas ... (alumno 4 interrumpe)

Alumno 4.- No. No estoy de acuerdo porque la llama la tiene en la cola, entonces al dar vueltas (¿alumno 3?.- Claro) el muñeco lo que va haciendo es echarlas en circunferencia.

Alumno 1.- Pero luego mira, más adelante ...

Alumno 4.- Ahí. Hombre, lo que no haría ... (alumno 1 interrumpe)

Alumno 1.- Saldría así (radial) pero haría así (describe con la mano arcos de circunferencia), y no iría quedándose así (hélice).

Alumno 4.- Eso es lo que hace.

Alumno 2.- No, pero verás ... (alumno 4 interrumpe)

Alumno 4.- No se queda así, son nuevas. Yo creo que es lo que hace. Hace como un 'click' y sale y hace como un 'click' y sale.

Alumno 1.- Es como una caracola. Yo creo que haría esto (pinta en la mesa una espiral).

P.- ¿Quieres dejar de pintar en la mesa?

Alumno 2.- Mira más adelante.

Alumno 4.- Yo creo que lo que hace es eso.

[...]

Alumno 2.- Mira. Aquí ... no, más adelante.

[...]

Alumno 2.- Eso no puede ser. Eso es imposible. Eso no puede ser (señala el fuego que envuelve al POKÉMON). (Alumno 4 interrumpe)

Alumno 4.- Y yo creo que antes también, cuando le da el fuego a la piedra esa, al cabezón ese, se expandiría también por los lados. No iría justo ahí. Y se quedaría como una bola ahí delante de él, dándole simplemente. Yo creo que habría sitios por los que no le dé y el fuego pase.

[...] [11]

Todos.- Para.

Alumno 4.- El salto yo creo que es fantástico, pero eso de quedarse un rato en el aire no se puede.

Alumno 3.- Ni tampoco puede saltar tanto.

Alumno 4.- Pero eso es fantástico.

Alumno 1.- Y además no se impulsa para saltar, o sea, que ha sido pincharse y ha salido para arriba ... y eso no creo que sea posible.

[...] [12]

Alumno 4.- Ahí. ¿Cómo anda? ¿Cómo anda el ...?

P.- ¿A qué te refieres?

Alumno 4.- El que está atrás, que se ha acercado al POKÉMON amarillo y sólo se ha visto como ...

[...] [13]

Alumno 3.- ¡Mira, espérate! Los ... ¿no ves tú que van rectos? (Risas)

P.- ¿A qué te refieres?

Alumno 3.- Cuando ponen ... (alumno 4.- Los pivotes) ... los pivotes en el suelo (alumno 4.- Ahí, mira.) al principio ... (alumno 4 interrumpe) ... [¿?].

Alumno 4.- Ahí se quedan sin dar pedales y se quedan encima de eso, y eso es chungo. Sin tocar ... sin dar pedales ... (alumno 3 interrumpe) ... [¿?].

Alumno 3.- [¿?] ... pero allí no es recto.

[...] [13]

Alumno 4.- Y el pelo ni siquiera se le mueve. Por mucho fijador que tenga, al dar la vuelta se le movería.

[...] [13]

(Alumno 1 empieza a hablar [¿?] y alumno 4 interrumpe)

Alumno 4.- ¡Y el pelo es transparente! Y se le ven los ojos detrás del pelo. [...] Y a esta también. Y a esta.

[...] [14]

Alumno 3.- Y ahí, por ejemplo. A la velocidad que van las bicicletas. Bueno, eso es una ... más que ... Lo ves, los coches detrás de las bicicletas ... son unos toros los que las llevan, ¿no?

Alumno 4.- Eso es fantástico también.

[...] [15]

Alumno 4.- Ahí hay un momento ... pero es que no sé ... me parece que no se le veía la patilla ... no sé. A la moto.

P.- ¿La qué?

Alumno 4.- La patilla. No caerse y que se aguante sola.

P.- ¡Ah! Sí.

Alumno 4.- Por eso ... no sé. No sé si es que no la tenía o que no se le veía.

[...] [15]

Alumno 2.- Las nubes no pueden ir tan rápido.

Alumno 1.- ¿Eh? Sí (afirmándolo con seguridad)

Alumno 3.- Sí. Las nubes sí.

Alumno 2.- Pues no sé.

Alumno 1.- Yo he visto ir las nubes tres veces más rápido que esa.

[...] [17]

Alumno 2.- No se mojan.

Alumno 1.- ¡Es verdad! No se mojan. No se les moja el pelo ni nada.

Alumno 4.- Eso es. Ahí se le caería el pelo, ¿ves? Ahí se le caería para abajo. Por mucho fijador que lleve.

[...] [18]

Alumnos 3, 4.- ¡Para!

Alumno 4.- Eso es imposible.

Alumno 3.- ¿Cómo puede subir tan inclinado?

Alumno 4.- Con un monociclo no se puede quedar inclinado. El cuerpo caería hacia delante. Bueno, con un monociclo ... (alumno 1 interrumpe)

Alumno 1.- Pero van anulando la inercia, tío.

Alumno 4.- No, la inercia no. Por la inercia sería al revés.

Alumno 1.- No (extrañado).

Alumno 4.- ¡Ah, no!

Alumno 3.- Tú cuando vas a subir una cuesta que vas, ¿echado para adelante o para atrás?

Alumno 4.- La inercia que te da la cuesta es para atrás.

Alumno 3.- Eso es cuando vas bajando.

Alumno 1.- [¿?].

Alumno 3.- Tú cuando subes una cuesta vas echado para adelante, ¿no?

Alumno 4.- Pero vas echado porque ... la inercia te va echando hacia atrás ... si la cuesta es empinada.

Alumno 3.- Bueno [¿?], me lo creo (por no seguir discutiendo).

Alumno 4.- Luego ... lo que pasa es que para abajo también te está dando el aire, y vas atrás ... Es que también depende de cómo subas la cuesta, si vas andando, si vas en moto, si vas en bici. Depende.

P.- Entonces, ¿qué conclusión sacáis de esto?

Alumno 4.- Yo creo que se caerían para adelante.

P.- Que se caerían hacia adelante.

Alumno 4.- Sí.

P.- Y el resto, ¿qué opina?

Alumno 3.- ¡Ah! ¡Hacia adelante! ¡Yo creía que decía que se caerían hacia atrás!

Alumno 4.- No. Hacia adelante.

Alumno 3.- Entonces está bien.

[...] [18]

Alumnos 3, 4.- Ahí.

Alumno 4.- Eso es exagerado.

Alumno 4.- Yo creo que eso es fantástico, porque el salto te da ... (alumno 3 interrumpe).

Alumno 3.- El salto lo da, pero no pilla velocidad al subir el plano ese como para dar el salto.

Alumno 1.- La velocidad que lleva sí.

Alumno 3.- No. Mira como está el plano. El plano está así (señala con el brazo una gran inclinación)

Alumno 4.- El salto te da para saltar un poco hacia delante, pero no tanto. Y si te das cuenta, ¿cómo que se quedan esos tres parados al mismo tiempo, y el que ha saltado primero de la bicicleta se queda parado, y luego los otros llegan y también se quedan parados?

[...] [18]

(Alumno 1 pide pausa con un gesto)

Alumno 1.- Si estaban puestos a la misma altura ... ¿cómo que después está a mayor altura él, rebota y salta? Si el otro ya va cayendo no puede rebotar y saltar de nuevo.

P.- ¿Algo más?

[...] [18]

Alumno 4.- Ahí. No se han visto llegar los otros.

P.- ¿Qué pasa?

Alumno 1.- Sí, sí han llegado.

(Rebobino)

Alumno 4.- Pero no se han visto. Venían justo pegados, ¿no ves? Vienen pegados en el aire. Sin embargo ese llega y el otro ¿dónde está? (alumno 1.- Ahí va) Ahora llega (alumno 3.- Pero eso no ...)

[...] [19]

Alumno 4.- Esto también es algo raro, ¿no?

P.- ¿A qué te refieres?

Alumno 4.- Que se cura. Es echarle la medicina y de repente se queda el muñeco ...

Alumno 2.- Y la medicina desaparece así ... al echarla desaparece.

Alumno 3.- ¡Claro! ¡Se disuelve, hombre!

Alumno 4.- Pero es demasiado rápido.

Alumno 1.- Claro.

Alumno 4.- Y luego aparte que el muñeco se cure tan ... Eso es fantástico.

Alumno 3.- ¿No ves que lo está chupando, que está con ...? (bromeando porque el POKÉMON tiene la lengua fuera).

Alumno 1.- El POKÉMON este siempre tiene la lengua fuera.

Alumno 3.- No. Este es el muñeco que ha luchado con el pato. Es el mismo.

Alumno 1.- No. Es la evolución el que luchó con el pato, que yo lo veo y es la evolución.

Alumno 3.- ¡Ah! La evolución.

Alumno 1.- Ten cuidado. Ten cuidado con lo que dices (bromeando).

[...] [19]

Todos.- Ahí.

Alumno 4.- ¡No veas!

Alumno 3.- Se queda volando el tío (risas).

(Están todos de acuerdo y terminan bromeando sobre el capítulo).

[... fin del episodio]

ANEXO 2. TRANSCRIPCIÓN DE LAS CONVERSACIONES EN EL AULA. SEGUNDA EXPERIENCIA

El capítulo de “Los Simpsons” que discutieron los alumnos (emitido por Antena 3 el 22 de enero de 2000) les fue entregado el día 2 de noviembre de 2000. Ellos devolvieron la ficha de su análisis individual el 6 de noviembre de 2000, y se analizó en clase en dos sesiones los días 15 y 18 de diciembre de 2000.

Lo analizaron cuatro alumnos que llamaremos alumno 1, 2, 3 y 4. Las intervenciones del profesor se señalarán con P. La señal [...] indicará que el visionado continúa, la señal [tiempo] el momento en el que se realiza la parada según el contador que se incluye para ello, y la señal [¿?] que ha sido imposible realizar la transcripción. Los comentarios del profesor se incluyen entre paréntesis.

Día 15 de diciembre de 2000.

P.- Esta sesión la vamos a grabar para poder analizarla después.

3.- ¿Va a estar grabando durante toda la clase?

P.- Sí. Va a grabar durante toda la clase.

3.- Ah, vale.

[Comienza el capítulo]

P.- ¿Lo veis todos bien? ¿Se oye? (Asienten con la cabeza).

[...][0:00:47]

3 y 4.- Ahí.

3.- Yo veo un fallo, pero ... sí se aplasta la hamburguesa, si os dais cuenta. (Esta afirmación hace pensar que los alumnos ya habían hablado de los fenómenos observados).

4.- No, pero se aplasta pero tendría que ... cuando se aplasta el queso se queda ... medio fuera, o la mostaza, lo que sea, se queda fuera pero no salpica (1 interrumpe.- Y además cuando ... cuando). Hace así (gesto con la mano describiendo el comportamiento) pero luego vuelve.

1.- Cuando frena (4 interrumpe.- No deja marcas en el suelo) ... deja marcas. Las ruedas dejan su marca. Casi siempre.

3.- Y más cuando es un frenazo de esos.

1.- Que va a una velocidad...

P.- El resto que piensa. Cuando alguien diga algo el resto que opine.

3.- Yo sí estoy de acuerdo con 1. Pero lo de la hamburguesa no entiendo lo que dice 4.

P.- ¿Qué es lo que dices, 4?

4.- Tú aplastas la hamburguesa, y si se ve un pelín más para atrás.

3.- Sale el queso.

4.- Sí pero fíjate.

(Rebobino buscando la secuencia)

4.- Ahí. ¿Ves? Sale el queso o la mostaza, lo que sea, pero se queda ahí, así como (interrumpen varios.- [¿?]) ... como en el aire. No salpica.

P.- ¿Qué propiedades físicas crees tú que pueden entrar en juego?

3.- Ahí tendría que estar la fuerza de la gravedad.

2.- La fuerza con la que le ha dado ... con la que le ha dado Homer.

4.- Es una fuerza que ha proporcionado Homer y una deformación sobre la hamburguesa.

P.- Sí, pero esto que tú dices, que no sabemos si es queso o es mostaza ... (3 interrumpe.- Ahí tendría que haber actuado la fuerza de la gravedad, ¿no? Que se cae).

1.- La fuerza peso.

4.- No pero ... piensa que tiene una fuerza que no ... (2 interrumpe.- Eso es, no sabes la fuerza que tiene). Porque tiene una fuerza que le aplican, entonces cuando tú tiras ... como lo del globo que dijimos (3 interrumpe.- No. No es eso lo que quiero decir).

3.- Que en vez de quedarse ahí o que salpicara también alguna parte del queso, que tendrá que caer. No se quedaría de esa forma, ¿no?

4.- También, o sea, que no se quedaría ...

3.- No se quedaría así para fuera.

4.- Ni de esa forma. Saldrían a lo mejor gotas, trozos por un lado. (3 interrumpe.- Además el pan se rompería seguro). No estaría toda la materia junta.

P.- No estaría toda la materia junta, se rompe. Entonces, ¿qué propiedad o qué parte de la física es la que vosotros pensáis que...?

2 y 3.- Las fuerzas y las deformaciones.

4.- Sí.

P.- Entonces diríamos que este material es más qué.

3.- Que se deforma.

2.- Elástico.

P.- Que es más elástico o menos elástico.

3.- Que el pan, porque el pan sí se rompería.

P.- El pan se rompería y el queso qué.

4.- Se deformaría.

P.- Se deformaría y según estamos diciendo, que se saldría, qué es lo que estamos alcanzando.

4.- El límite de ruptura.

P.- El límite de ruptura. O sea que estamos diciendo que esta sustancia, queso o mostaza, en los dibujos animados es más elástica que en la realidad, donde se alcanzaría el límite de ruptura y la gota esta saldría despedida.

3.- Y también los pelos de Homer.

1.- Cuando da un frenazo se moverían. Pero tiene dos pelos.

3.- Pero de todas formas se tendrían que mover.

1.- ¿Y si los tiene engominados?

- 2.- Eso es, ¿y si los tiene engominados?
 4.- Eso ya es más fantasía de ...
 P.- Sí. En los dibujos animados hay mucha fantasía.
 1.- Mira el color de piel.
 3.- Y los cuatro dedos en las manos.

[...][0:00:48]

- 4.- Un pelín más para atrás. Es que me acabo de dar cuenta. El coche no hace como si choca en la valla. El coche no se ha escuchado ni un ¡pum! ni se ve como si hubiera chocado. Y ahora, en la imagen siguiente, se ve como el coche tiene una deformación en el lateral izquierdo.
 3.- Pues yo no me he fijado en eso.
 2.- Ni yo tampoco.
 P.- Si está se ve.
 3.- Es verdad.
 4.- Eso tampoco lo tengo yo puesto en el ...
 3.- ¿Y los cristales? Que por ejemplo se tendrá que ver el fondo en el cristal. ¿Eso también sería ...?
 P.- ¿Qué fondo? ¿A qué te refieres?
 4.- Que las ventanillas ... (1 interrumpe)
 1.- Que no son transparentes, sino que son ... (4.- son opacos) ... opacos o translúcidos.
 3.- Opacos. Bueno sí, o translúcidos.
 3.- La de enfrente sí se ve, que se ve el cielo azul, pero el otro no.
 P.- ¿En qué condiciones vosotros habéis visto alguna vez un cristal que no os deja ver lo que hay detrás? ¿Os ha pasado alguna vez?
 4.- Que está empañado.
 1.- En una ducha.
 4.- La mampara.
 P.- Bueno, pero eso es un cristal esmerilado.
 1 y 4.- Cuando se empaña.
 P.- Cuando se empaña no nos deja ver. ¿Y en algunas otras ocasiones?
 2.- En los coches estos con cristales de sol, que por un lado se ve el cristal oscuro y por el otro ... (pausa)
 P.- Los cristales de espejo, también en las gafas.
 2.- Sí.
 P.- ¿Y no habéis visto otras veces que nos cuesta trabajo ver lo que hay detrás y tenemos que buscar una postura determinada?
 4.- Sí.
 3 y 4.- Porque está dando mucho la luz.
 P.- Porque da mucho la luz. ¿Y no puede ser alguno de estos casos?
 2.- Que estén empañados.
 P.- ¿Qué estén empañados?
 1.- Empañados no creo, ¿no?

P.- Si estuvieran empañados piensa que ... (3 interrumpe.- que tendrían que estar todos).

4.- Sí, pero ... pero ... vamos a ver. Yo creo que si fuera el de delante, si la luz le da al de delante, estaría empañado este (señala el de la puerta abierta) y la luna de delante, y si le da al de atrás, vale, estaría empañado la luna de atrás, el que está abierto (P interrumpe.- ¿es que un cristal se empaña cuando le da la luz?) O sea, empañado no, que ... (3 interrumpe.- que no se vería) ... no podrías ver, ... no podrías ver a través de él.

1.- No sabes dónde está la luz.

4.- Pues, pensando que estuviera detrás...

1.- Y si estuviera dando delante estaría también el cristal de delante ... no se vería.

4.- Eso es lo que yo he dicho.

1.- Porque están los dos en la misma posición ... prácticamente.

4.- Y si estuviera dando detrás estaría la de atrás, la que está abierta y no aquella de aquel lado.

3.- Y la que está justamente ... ¡ah, no! Esa no. La que está delante de Homer.

4.- La que está delante de Homer por aquel lado no tendría por qué estar empañada, y está.

3.- Claro. Ahí hay un fallo.

P.- Por eso hemos parado. Venga, seguimos.

[...][0:01:02]

1 y 3.- Ahí.

3.- Porque da la vuelta al pasar el camión.

1.- Y ahí no das tú ... cuando pasa un camión tú no haces así (da vueltas con el dedo). O te queda parado o das un salto (terminan la frase 1 y 3) para atrás (el terminar la frase las dos a la vez hace pensar de nuevo que habían comentado el fenómeno con anterioridad).

2.- Pero eso es ... sus reflejos.

3.- Pero tú no das un reflejo das una vuelta, porque te pillaría.

2.- Yo no, ¿pero él?

1.- No.

3.- Yo creo que se quedaría o así (quieto) o da un salto para atrás.

4.- Yo es que eso no lo veo como un fallo físico de los dibujos animados. Yo lo veo más como fantasía del dibujo animado.

1.- Y además, sólo con el sonido de que viene un camión te paras.

2.- Se acaba de enterar de que le queda media vida y que tiene media vida desperdiciada.

3.- Yo ahí veo un fallo.

2.- Yo creo que no.

1 y 3.- Yo creo que sí.

P.- ¿Y tú qué dices, 4? 2 dice que no y 1 y 3 dicen que sí.

4.- Yo creo que no.

P.- 1 y 3 decís que sí por qué.

- 3.- Porque tus propios reflejos te impulsan a dar un salto para atrás.
1.- O a quedarte así (estático mientras andas).
4.- Pero eso son tus reflejos.
P.- ¿Por qué pensáis que ocurre esto?
1 y 3.- Por el viento.
P.- ¿Por el viento?
3.- Por la velocidad que lleva el camión.
P.- Qué pasa con la velocidad del camión.
3.- Yo creo que lo han hecho así porque al haber velocidad, al tener velocidad el camión se supone que hay aire ...
1.- Pero ahora que estoy recordando cuando pasa un camión, al ratillo es cuando te viene el aire. Entonces ahí es cuando se supone que tendría que dar la vuelta, cuando ya ha pasado el camión.
2.- Le habrá dado un toque en el pie y habrá dado la vuelta.
P.- Vosotros pensáis que no (mirando a 2 y 4).
4.- Yo creo que no, porque a lo mejor sí, tus propios reflejos te impulsan hacia atrás, pero eso son los nuestros, a lo mejor los de él no ...
1.- Pero pasa un camión y al ratillo, cuando pasa, es cuando llega el aire.
2.- Le habrá dado en el pie.
3.- ¡Y va a estar así!
P.- Venga. Seguimos.

[...][0:01:12]

- 4.- Ahí. Los cristales del coche, si te das cuenta, se quedan un rato arriba parados.
3.- ¿Dónde?
4.- Los cristales del coche cuando da ...
(Localizamos el fenómeno).
1 y 3.- Es verdad.
4.- Y además que cuando el coche rojo le choca al de Homer tendría que impulsarlo para adelante ... y no quedarse los dos pegados, incrustados uno dentro del otro.
2.- Pero eso también tiene que ver según cómo choquen.
4.- Yo creo que sería ...
3.- Pero si te hacen eso también podría ser fantasía del dibujo.
P.- Pensad que lo que estamos analizando es fantasía.
3.- Por eso, que como antes lo de la vuelta ha dicho 4 que eso ... pues eso también puede ser fantasía del dibujo.
2.- No, pero eso es verdad, cuando se meten los coches debajo no se ... se queda ahí metido debajo, se quedan pegados.
1.- Cuando te da un coche ... te empotra pero te desplaza. No se quedan empotrados.
2.- Pero hay muchos casos que se queda empotrado.
[¿?]
3.- O que se quede debajo el coche.

P.- Lo que dice 1 es que ... (busco la secuencia).

4.- Sí, que aunque se quedan empotrados ...

P.- ... que se pueden quedar juntos, pero no está de acuerdo con el desplazamiento.

1.- Sí.

2.- Pero para eso también tiene que contar la ... velocidad que tiene el coche rojo.

1.- La velocidad, porque también si lleva mucha velocidad volcaría el coche.

2.- La aceleración de frenada. Cómo hubiera frenado.

1.- Porque podría haber volcado también el coche.

P.- ¿Algo más?

Todos.- No.

[...][0:02:08]

3 y 4. -Ahí habría otro fallo.

3.- Se sienta a hablar y no se hunde la cama.

1.- Pero eso no pasa nada, porque en mi cama también te sientas y no se hunde.

3.- Pero quieras que no tiene que hundirse un poco.

4.- Una cosa. El reloj. No cambia de hora.

3.- ¿Qué reloj?

4.- El de la derecha de Homer.

1.- Allí, en la mesita.

4.- No cambia de hora.

2.- Porque está en pausa (risas).

P.- Entonces, ¿qué pasa con eso de la cama? Físicamente hablando, ¿qué diríamos?

3.- Que cuando se aplica una fuerza ... sobre otra, se deforma. Hay una deformación.

P.- Entonces en este caso que no la hay, cómo sería ese cuerpo.

1 y 3.- Rígido.

P.- Sería rígido, ¿no? ¿Y un colchón no puede ser rígido?

Todos.- No.

4.- No puede ser rígido.

1.- Debe ser ... estar durmiendo encima de una madera.

3.- Claro. Pero un colchón quieras que no siempre tiene algo de ...

1.- Muy poquito pero siempre algo se hunde.

P.- Siempre es un poquito qué.

3 y 4.- Elástico. [Al mismo tiempo] 1.- Plast... Elástico.

P.- (Hablando a 1) ¿Por qué ibas a decir plástico y has dicho elástico?

1.- No, no, no.

P.- ¿Hay colchones plásticos?

1.- Los de agua. (Al mismo tiempo) 4.- Puede ser.

3.- No.

2.- No. Plásticos no.

1.- Los de agua se deforman y no vuelven así ... [¿?]

4.- ¿Cómo que no?

P.- ¿Y los que están muy viejos? (Risas)

3.- Esos sí. Esos son plásticos.

[...] Aparece de nuevo el reloj que refirió 4, que marca la misma hora de antes.

[0:02:33]

4.- Ahí hay otro fallo.

P.- ¿Cuál?

4.- El coche frena y no deja marcas.

[...][0:03:15]

2.- Ahí hay otro fallo.

1.- Sí.

2.- Están en un ... en una nave espacial y la pasta de cerveza va directamente a su boca, cuando en realidad tendría que irse por toda la nave (la frase la terminan 1 y 2 simultáneamente)

4.- En realidad cuando no ...

1.- Tendrían que chupar así (hace gesto de introducir la salida de la pasta en la boca) de la salida de la pasta de cerveza.

2.- Eso es. Si no se iría para ...

1.- Por todos los sitios, que no va directamente a su boca.

3 y 4.- En eso yo estoy de acuerdo (simultáneamente).

[...][0:03:23]

2.- Yo creo que eso es (3 interrumpe.- Ahí sería otro fallo).

1.- No puedes ...

2.- Para que una nave dé marcha atrás y hacia delante (1.- No puede), yo creo que no se puede.

P.- (Mirando a 4) Y tú qué decías, ¿lo mismo?

4.- Yo creo que la nave no puede dar marcha atrás, así como la da. Y aparte, el satélite ese o lo que sea (P.- Eso es la MIR), la MIR estaría girando, ¿no?

P.- ¿Estaría girando?

4.- ¿No estaría dando vueltas?

P.- ¿Sobre ella misma dices?

4.- Sí.

P.- ¿Por qué?

4.- Porque está en el espacio y ... no hay gravedad y ... está así quieta.

3.- Entonces también le costaría a la máquina lo que dice 1, a la máquina también le cuesta ir para adelante y para atrás por la fuerza de ... (2.- Por eso) porque no hay fuerza de gravedad, ¿no?

1.- Y además la MIR yo creo que está muy ... es muy dura, no creo que la ...

4.- Sí, pero eso ...

P.- ¿Qué se deforme?

1.- Sí. Y además del cohete tendría que salir fuego, ¿no?

4.- No. Sólo cuando despega. Luego en el espacio, a no ser que quiera volver otra vez a la Tierra no sale otra vez.

P.- ¿Por qué no sale otra vez?

3.- Yo como nunca he visto ...

1.- Por eso. Yo siempre lo he visto con fuego y humo.

4.- Yo creo que no porque esa energía la utiliza nada más que para aumentar la velocidad para traspasar las capas, para llegar hasta la Tierra o salir de ella.

1.- Pero una vez que están ahí no sé si [¿?]. Como nunca lo he visto.

3.- Y las nubes de la Tierra se moverían, ¿no?

4.- Yo estoy de acuerdo con 3.

[...][0:03:25]

2.- Eso es otro fallo. Se ve a dos hombres como si hubiera gravedad, pero si hubiera gravedad tendría que estar dando vueltas, ¿no?

3.- Pero es que dentro de la nave se supone que hay gravedad, ¿no?

2.- Es que dentro de la nave, para que hubiera gravedad, debería estar dando vueltas la nave o ... para ... pero se ve parado y se ve a la gente como está de pie como si no hubiera gravedad.

3.- Pero ¿dentro de la nave tampoco hay gravedad?

P.- ¿Tú qué crees?

1.- No.

4.- Claro que ... Dentro de la nave tiene que haber gravedad. Hombre, tiene una zona de ingravidez, me parece. Pero tiene que tener gravedad, si no sería imposible trabajar

3.- Yo creo que sí tienen que tener gravedad (mezclada con 4).

[...][0:03:30]

3.- Ahí. Que cuando le golpean, con la fuerza de ese puñetazo le tendría que salir sangre, y además que cuando te [¿?] no te quedas ...

1.- Lo primero que te caes.

4.- Y aparte el sudor o la saliva que le sale, sale expandida pero llega un momento que desaparece, no la ves caer. No desaparece por el fondo de la pantalla como si cayera al suelo.

[...][0:03:58]

4.- Yo creo que ahí el coche fantástico, el polvo que echa, desaparece demasiado rápido.

1.- Además no deja huella cuando frena, porque es un desierto, ¿no?

3.- Pero de todas formas dejaría la huella.

(Buscamos la imagen)

4.- Justo cuando frena ya no hay polvo y eso no es. Debería ser cuando frena cuando más polvo hay, cuando viene todo el polvo que ha venido levantando.

3.- P, es que no estoy segura, pero antes creo que aparecían unos globos que ya no aparecen.

O es que está la imagen para otro lado, no estoy segura.

(Rebobino para verlo)

[...][0:04:12]

4.- Ahí pasa lo mismo con el humo del aparato. Que desaparece.

1 y 3.- Aparece y luego desaparece muy rápido.

1.- Los globos sí están.

[...] 3.- Pero ahí no. Ahí no aparecen.

P.- A veces están y a veces no.

3.- Sí.

[...][0:04:40]

2.- Ahí creo que habría otro fallo.

3.- No. Yo creo que no.

2.- El niño está andando encima de la bola del mundo sin caerse y sin ...

3.- Pero mira los payasos, mira los circos (4.- ¿Y en los circos?), andan así en la pelota.

4.- Andan sobre una pelota. Eso es más cuestión de equilibrio. Yo creo que el fallo viene ahora.

[...][0:04:42]

Todos.- Ahí.

1.- Ahí hay un fallo, ¿no?.

3.- Enorme.

(Se quedan todos callados).

P.- Hablad.

4.- Lo primero es que yo creo que si ... que cuando cae ni siquiera va a hacer así (gesto) y va a salir despedido un poco para atrás ... (3 interrumpe.- Que debería dar un poquito la vuelta con la pelota) cae justo encima de la bola ...

(Hablan todos a la vez)

P.- Uno a uno.

1.- Cae justo al lado de la bola del mundo.

2.- Yo creo que caería enfrente. Yo creo que caería en el otro lado.

3.- Yo no. Yo creo que cuando tú te caes ... imagínate, tropiezas y entonces caes encima de la bola y que como mucho que caigas para el otro lado, haga así (gesto vertical descendente) y haga ¡pum!

4.- Yo creo que caería con la barriga encima de la bola y caería hacia adelante.

3.- Igual que yo.

1.- No, hacia atrás, porque si va andando va así y entonces te impulsaría para acá (atrás).

2.- Por eso, si va así (gesto) te impulsa para allá (delante). Si te caes encima te impulsa para adelante.

4.- No, no, no, no. Lo que dice 1 está bien. Si vas andando la bola iría para atrás, te impulsaría para atrás pero al caer encima de ella ... (1.- Te caerías para atrás)

3.- Y además se cae para el lado.

4.- Pero de la manera que cae, así justo encima, caes para adelante, caes de cabeza.

1.- Depende.

4.- Yo creo que caes para adelante. Porque la bola no ... por mucha velocidad que lleve (3.- No te echa para atrás) una bola del mundo no te va a echar para atrás.

1.- Además, ni cae para adelante ni cae para atrás, cae para el lado, lo ... lo manda para el lado, encima de una mesa.

3.- Es verdad.

1.- Caería para los niños en todo caso.

3 y 4.- Sí.

4.- También. Debería caer para...en caso de que eso fuera verdad caería para atrás (1.- Y además encima de una mesa y todo). No en diagonal hacia la mesa.

[...][0:05:28]

4.- Ahí hay un fallo. Homer está agitando la bandera y no se mueve.

1.- Pero es que tú no sabes de qué material está hecha la bandera.

2.- Eso es.

4.- Sí porque al principio cuando la saca se dobla.

3.- ¿A ver?

(Rebobino)

1.- Es verdad.

4.- Se dobla allí. Justo al sacarla la saca un pelín doblada y luego se queda recta. (1.- Sale doblada y luego se ...) Debería moverse (3.- Claro, debería estar haciendo ondas) cuando la está agitando.

[...][0:05:40]

3 y 4. -Ahí hay un fallo.

3.- Que antes las cervezas estaban llenas y ahora están vacías.

4.- Y no han bebido. Pero no es fallo.

2.- Es verdad.

4.- No es fallo.

(Repetimos la secuencia)

- 3.- Es fallo del pintor.
4.- No, no. Ya verás.
3.- Mira, ahí están llenas.
1 y 3.- Dos.
3.- Una vacía.
4.- Y ahí están ...
3.- Y además que sólo se ve una. Se tendrían que ver ...
4.- Y ahora están vacías las tres. Deberían estar llenas, porque no han bebido.

[...][0:06:39]

- 3.- Y el fallo de los pelos de Marge, ¿no? Si está tumbada, quieras que no el pelo tendría que estar con una curva así dando en la cabecera.
1.- Pero te puedes echar gomina.
3.- Porque está así, ¿no?, tumbada. Entonces los pelos llegan a la cabecera. Tendrán que estar arrugados aunque sea, y en cambio no, están perfectos.
4.- Están todo tiesos.
3.- Y [¿?] ha hecho así en la cama y no se ha deformado tampoco.
1.- Pero eso ... [¿?]

[...][0:06:59]

- 1.- Ahí sí se dobla.
3.- Sí.

(Vuelve a aparecer el reloj de la mesita de noche y discuten sobre la hora que marca)

[...][0:07:13]

- 3.- El pijama no podría caer así, ¿no? ¿De esa forma?
4.- Hombre, como poder ... puede caer.
1.- Lo que no puedes es lanzarlo y llegar tan lejos.
3.- Claro porque el pijama haría ...
2.- Si lo haces una bola al pijama.
1 y 3.- Pero no caería así, se quedaría arrugado.
P.- ¿Y por qué si lo haces una bola llega más lejos y si no lo haces llega más cerca?
2.- Porque si no lo haces una bola hay más rozamiento con el aire.
3.- Claro.
P.- ¿Cómo dices, 2?
2.- Que si no es una bola hay más rozamiento.
1.- Con el aire.
3.- Como las plumas.

[...][0:07:20]

- 4.- Ahí hay un fallo.
- 3.- Las marcas.
- 1.- Que frena de golpe.

[...][0:07:50]

- 3.- Otra cosa, que no abre la lata.
- P.- ¿Cómo que no abre la lata?
- 1.- A lo mejor estaba ya abierta.
- 3.- La saca del frigorífico y no se ve ... o no se escucha ¡psss!, y va ya bebiendo.
- 4.- Sí es verdad, y ya va bebiendo.

[...][0:08:43]

- 4.- Yo creo que los papeles ... ahí hay un fallo. No saldrían así de golpe en cuanto abren la puerta.
- 1.- Sí.
- 4.- Se quedarían dando vueltas igual, por la fuerza que llevan.
- 1.- Además la secadora casi siempre se para cuando la abres.
- 3.- Pero sigue dando vueltas. Aunque tú la abras sigue dando vueltas.
- 1.- Sí, pero no salen los papeles así para fuera.
- 4.- Seguiría con la fuerza centrífuga (3.- ¡Eso yo lo voy a probar en mi casa!) dando vueltas.
- 2.- Claro.

[...][0:09:05]

- 3.- Ahí. Que hace así (hace como dar caladas a un cigarro) ...
- P.- "Así" qué es.
- 3.- Que va fumando, va aspirando el humo (4.- Da caladas al puro) pero ni se consume el puro ni sale lo rojo de quemarse.

[...][0:09:08]

- 3.- Y ahí, que no sale humo. Cuando hace así, aunque tú le estés dándole caladas al puro sigue saliendo humo del puro.
- P.- Explicáte.
- 3.- Yo tengo el puro y yo (otra vez hace como dar caladas a un cigarro) (P.- Le das caladas al puro), y ahí sigue saliendo humo.
- P.- Que mientras le das la calada al puro (3.- Sale humo) tiene que estar saliendo humo de la punta.

3.- Claro. Y luego haces así (se retira el hipotético cigarro de la boca), siempre sigue saliendo humo, aunque tú no estés aspirando. Y en cambio ahí hace así (igual que la anterior) y deja de salir humo.

1.- Y cuando tose.

3.- Y ahí, ¿ves?

1.- Y desaparece el humo muy rápido.

3.- Y además que (4 interrumpe.- Y ahí no hay ceniza).

3.- Eso es.

4.- Ya no tiene ni ceniza.

3.- Y que el puro sigue siendo el mismo ... estando en el mismo sitio de la misma ... del mismo tamaño.

4.- Pero eso ... es que el puro tarda en consumirse.

(Esto se repite algunas veces durante los siguientes segundos)

[...][0:09:23]

4.- Yo creo que ahí ha habido otro fallo.

1.- Sí.

4.- No se puede quedar ... delante ... tanto tiempo en ese equilibrio.

1.- Y más con su peso.

2.- Pero si tiene equilibrio, si ha cogido equilibrio.

1.- Pero es que pesa mucho y [¿?]

4.- Ya, pero una cosa es coger así (imita con su silla el fenómeno que están discutiendo) (2 interrumpe.- Pero ¿y si ha cogido el equilibrio?) y hacer así (intenta conseguir el equilibrio sujetándose a la mesa) y otra cosa es hacer así (hace como impulsarse hacia atrás apoyando sólo las patas traseras de la silla) (1.- Eso sí) y tirarte para atrás y cogerlo.

3.- Yo creo que ahí hace el tío (se tambalea con la silla mientras emite sonido tipo sirena).

4.- Yo creo que no. Yo creo que ... que no puede coger el equilibrio tan rápido. Hombre, si él quiere hacerlo y lo coge y empieza así (se apoya en las patas traseras de la silla e intenta mantenerse en equilibrio con ayuda de su mesa) y lo coge, sí, pero si se tira para atrás de golpe, yo creo que es imposible coger el equilibrio si te tiras.

P.- Y por qué en unos casos sí y en otros no, 4. Por qué en ese caso que tú lo buscas lo coges y en el otro no.

1.- La velocidad, que [¿?].

4.- Por la diferencia de velocidad. La velocidad que llevas es distinta. Y la fuerza. Tú vas lentamente buscando el equilibrio y lo puedes encontrar. Ahora, si te tiras a una velocidad mayor, con más fuerza, pues ... te tiras y yo creo que te pasas. Sobrepasas el equilibrio y caes para el otro lado (idea de inercia).

P.- ¿Queréis añadir algo a esto?

(Niegan con la cabeza).

(Aparece otra vez el puro y 3 lo refiere).

[...][0:10:04]

3.- Ahí. Ahí sale el ...

4.- Ahí sale lo rojo ... [¿?]

3.- Y el puro sigue con la misma forma. No se ha consumido.

(Suena el timbre que señala el final de clase y paramos la grabación)

Día 18 de diciembre de 2000.

4.- Lunes día 18, segunda sesión de "los Simpsons".

P.- Seguimos. Habíamos comentado, en el minuto 10:04 (buscamos la secuencia en la que nos quedamos el día anterior), que el puro no se consumía.

[...][0:11:06]

4.- Ahí no sé, lo de los libros, yo es que no ... no estoy seguro si se quedan un rato en el aire o...

P.- ¿A qué te refieres con un rato en el aire o no?

4.- Cuando los suelta (rebobino y volvemos a reproducir) ...

4.- Yo creo que ahí hay un fallo también porque si te das cuenta los libros salen para arriba, y Homer no hace así con las manos (movimiento de lanzar algo hacia arriba con las dos manos juntas), no los impulsa para arriba, simplemente los aparta hacia los lados.

3.- Claro.

(Volvemos a repetir la imagen).

4.- ¿Ves? Los libros salen un poco hacia arriba y Homer lo único que hace es apartar las manos, deberían caer todos a plomo.

P.- ¿Por qué?

1.- Por el peso.

3.- Claro, es como si haces así (deja caer una carpeta sobre la mesa).

P.- [¿?]

1.- Es como si haces así (deja caer un bolígrafo al suelo) o haces así (lanza suavemente el bolígrafo hacia arriba y lo vuelve a recoger con la mano). Es distinto.

4.- Debido a la fuerza de gravedad deberían caer todos y ... hombre, al mismo tiempo no, porque hay uno encima de otro.

P.- ¿Y cómo se llama ese movimiento?

4.- Movimiento rectilíneo uniforme (1 y 3.- [¿?]).

P.- Es un movimiento rectilíneo pero, ¿uniforme es ese movimiento?

4.- Uniformemente acelerado.

P.- Uniformemente acelerado. Y cómo se llama el movimiento cuando dejas caer algo (dejo caer el bolígrafo en la mesa).

3.- Caída libre.

4.- Caída libre.

P.- En un movimiento de caída libre no se desparramarían los libros.

[...][0:11:12]

3.- ¿P, y las gafas del hombre?

P.- Sí.

3.- Eso también estaría mal, ¿no?, porque no se le ven los ojos.

(buscamos la imagen)

P.- ¿Y qué pasa? No se le ven los ojos y qué.

3.- Que en todas las gafas se ... (entre 1 y 3 terminan de decir que las gafas son transparentes)

4.- (Al principio se mezcla su respuesta con la de 1 y 3) Que las gafas son transparentes, no opacas.

P.- ¿Nunca habéis tenido la oportunidad de mirar a alguien con gafas y no verle los ojos, y tener que buscar la postura?

3.- Pero es que a ese es siempre.

4.- Eso es la luz.

1.- O sea ... yo no le veo los ojos a alguien con las gafas porque lleve unas gafas de sol muy oscuras, pero ahí se ve el cristal oscuro o negro, y ahí se ve blanco.

P.- ¿Y tú qué decías, 4, de la luz?

4.- Que sí, que ... si le da mucha luz pues no ves lo que hay fuera, pero es que .. es siempre, se ...

2.- No, pero hay gafas que ... que no ves por fuera, o sea, que te reflejas tú.

4.- Pero sería cristal de espejo, pero por ejemplo ahí tampoco se ... si fuera de espejo se reflejaría el frigorífico ese ... o lo que tiene delante, y tampoco se refleja.

3.- Yo veo otro fallo. Los dientes. Tiene dos dientes aquí y luego sigue los otros dientes ...

1.- Pero eso es como el color de la piel.

P.- Eso es el dibujo que exagera las características normales. Hay algunos personajes de DA que sólo tienen un ojo. Son las mutaciones que vamos a conseguir si seguimos así con la capa de ozono.

[...][0:11:25]

3.- Ahí. Ahí hay un fallo. No se refleja el fuego en ... en el casco ese raro.

2 y 4.- Sí.

(Rebobino).

1.- [¿?].

3.- Que ahí no se refleja, ¿no?

4.- Hombre, yo no sé si es que la ... (3.- Sale el color) la lente esa es ... es naranja o es ... pero no lo sé.

P.- Eso normalmente no es naranja.

1.- No, pero ...

4.- Hombre, normalmente no, pero desde el principio que se lo baja se ve naranja.

(Rebobino)

4.- ¿Ves? Entonces es que será naranja y no se refleja.

3.- O que lo hayan puesto así directamente, diciendo que ...

P.- [¿?].

[...][0:11:26]

4.- Ahí hay otro fallo. Cuando revienta el "deste" sale humo por debajo de la casa, y el humo tiende a subir ... si es aire caliente. Si es humo de aire frío pues ... no ...

3.- Pero de todas formas no saldría por debajo de la casa.

4.- Hombre, tampoco. La casa no [¿?]

1.- Y sale así (gestos con las manos imitando burbujeo).

4.- Y ese que hay ahí arriba, el humo que sale por la chimenea también desaparece (3.- Muy rápido) enseguida.

1.- Debería quedarse un ratillo.

4.- Sí.

[...][0:11:33]

1.- Ahí otra cosa igual.

3.- Pero ya el humo sí se queda un poco más rato.

1.- Sí pero mira como mueve la casa. Sale por todos lados.

2.- Y no hay orificios por donde ... que no se ve ... la casa sigue igual, unida al suelo. O sea, que está ... que no se ve por dónde va a salir el humo.

[...][0:11:59]

3.- Ahí también. (Al mismo tiempo 2.- Ahí hay un fallo)

P.- [¿?]

2.- Yo un poco más adelante.

(Buscamos imagen).

1.- Es que ahí se da en la cabeza y no le hace ...

3.- No le hace nada, se queda normal.

1.- Quieras que no ...

3.- Un martillazo de esos tiene que doler.

[...][0:12:02]

3.- Y eso. El martillo no lo puede llevar.

4.- También, el martillo ...

3.- (Interrumpe a 4) Porque si no desde el primer momento que le hubiera dado ya lo hubiera llevado.

- 2.- Es que el martillo no tiene tanta fuerza, yo pienso, para...
1.- Y además que está gordo.
3.- Y desde el primer momento que le hubiera dado al botón para encender el martillo se lo hubiera llevado, y no después.
1.- Pero no porque se ha .. la velocidad ha aumentado.

[...][0:12:55]

- 3.- Yo creo que ahí también hay un fallo (4.- Yo también veo un fallo) porque en la pistola sólo aparece pintura amarilla y roja, y luego ella tiene azul en los ojos.
4.- Y blanco (pausa). Y aparte el humo que sale de la pistola igual, desaparece demasiado rápido.
3.- Y yo creo que un disparo en la cara no te vas a quedar tan normal.
4.- Tampoco.
3.- Te dolería [¿?].
(Rebobino).
P.- En la pistola dices que sólo hay amarillo y rojo, ¿no? (Lo comprobamos en los DA).
3 y 4.- Sí.
(Volvemos a ver la secuencia, evidenciando el fenómeno identificado).
4.- Y yo creo que la pistola no puede maquillar así como (3.- No) ... como maquilla esa. Te deja los dos ojos, la forma de la boca, de la nariz ...
P.- ¿Cómo se podría a lo mejor buscar esa forma?
3.- Poniéndole un disparo en los ...
P.- ¿Poniéndole qué?
3.- Donde están los ... (Se acaba la cara de la cinta y tenemos que parar para darle la vuelta. Mientras seguimos comentando la imagen en la que nos quedamos).

- P.- Venga, pues 1 había dicho que para maquillarse de esta forma había que poner qué.
1.- Una plantilla (risas).
P.- Una plantilla en la escopeta, ¿no?

[...][0:13:07]

- 4.- (Cuando sale el sillón váter) Yo quiero uno de esos.
P.- ¿Un sillón váter?
3.- ¡Qué asco! ¡Ahí viendo la tele y ...!

[...][0:13:27]

3.- Yo creo que también estaría mal el ... el "dese", porque no hay ningún sitio que tenga tubería para (2.- Eso, no hay ningún sistema de tuberías para ... para poder tirar ...) tirar de la cisterna.

1.- Pero eso no tiene nada que ver.

4.- Pero eso puede tener un cajón abajo que eche (1.- Claro) eso un pestazo para arriba (... risas ...) enorme.

P.- ¿Y por qué el pestazo lo echa para arriba?

1.- Porque ... (risas)

4.- Porque es caliente. Sale caliente y entonces ...

P.- ¿Y por qué sale caliente?

4.- Nuestro cuerpo está a una temperatura más o menos ... (1.- Treinta y ...).

2.- ¿Y cómo sabes que sale caliente? Yo no lo noto caliente (risas).

P.- Bueno, vamos.

[...][0:13:41]

3.- No, pero es lo que tú dices. Ahí suena la cadena.

4.- Ahí suena la cadena.

1.- Ahí sí. Ahí tiene que haber una tubería y ...

4.- Y el sillón lo cambia de sitio (A la vez 1.- ¿Cómo se llama ...?), porque luego al final aparece comiendo con el sillón ... Aparece viendo la tele ahí con su sillón ...

P.- Espérate a que lleguemos.

2.- Espérate, espérate.

P.- (Mirando a 3) Cómo se llama qué.

1.- Lo de ... donde va el agua.

P.- ¿La cisterna? ¿Tuberías?

1.- ¿Una cisterna?

P.- La cisterna. El depósito de agua que hay en los váter, que cuando acabas tiras de la cisterna?

1.- Vale, vale.

[...][0:14:33]

3.- Cuando come es que ... no, pero eso no sé si es. Que cuando come hace "ham, ham", que no hace ... (risas)

2.- No mastica nada.

P.- [¿?]

3.- Pero que no mastica ni nada.

P.- ¡Ah! Que no mastica la comida, que come engullendo, ya.

[...][0:14:40]

4.- Ahí, yo creo que no tardaría tanto en caerse.

1.- Es imposible estar todo el rato (lo imita con su silla).

4.- Yo creo que es imposible, ¿o no?

1.- Es posible, pero ... no.

[...][0:16:13]

4.- El humo ahí desaparece también demasiado ... pronto. Pero eso es continuamente.

P.- Eso sería un aspecto a añadir como general.

[...][0:16:16]

3.- Otra cosa. Cuando le está haciendo así (gesto de la mano como limpiando una superficie) al ... cartero ese raro sale ... (risas) ... sale espuma del jabón, y luego deja y tendría que tener espuma.

1.- Pero hay veces que haces así (el mismo movimiento que 3) y se va la espuma rápido.

4.- Yo de eso no entiendo.

1.- Yo sí, que tengo un lavadero (risas).

P.- ¿De buzones?

1.- No, de coches (risas)

[...][0:16:24]

3.- Ahí. Siempre es el mismo paisaje el que pasa.

1.- Hombre, no. Qué se va a ver.

4.- En eso no me he fijado.

P.- Puede ser. Hay paisajes que tienen mucha extensión, también. Fijaos en el Amazonas.

[...][0:16:40]

3.- Son los mismos.

4.- ¡Ah! Un árbol, dos pinos; un árbol, dos pinos; un árbol, dos pinos.

P.- Ya.

4.- Y las estrellas fíjate, las estrellas no se mueven (A la vez habla 3.- Y del mismo color. Y las estrellas no se mueven).

3.- Son como puntos.

4.- Son como puntos en el cristal del coche.

[...][0:16:58]

3.- Ahí que ha frenado muy en seco, ¿podría ser? Tendría que haber hecho "fuu" (simula con la mano un movimiento de derrape), ¿no?

1.- No se ve frenar tan en seco.

3.- Tan rápido.

P.- ¿Por qué?

1.- Porque ... (4 interrumpe)

4.- Hombre, dependiendo de la velocidad que lleve (Simultáneamente 2.-
Depende de la velocidad que lleve).

3.- Ya, ya. Por eso no es tan ... lo he dicho.

4.- Porque si va a cien kilómetros no, pero si va a veinte.

1.- Pero se veía ... (P interrumpe).

P.- ¿A cien kilómetros de velocidad?

4.- Hora, cien kilómetros hora.

P.- ¡Ah!

4.- Si va a veinte kilómetros hora pues ...

1.- (Interrumpe a 4) Pero no, se veían pasar los árboles tan rápido, pues parece que iba ...

4.- Puede ser una contradicción, sí.

[...][0:17:06]

4.- Ahí (3.- Ahí) hay un fallo. Si es fantasma no lo puede (3.- No lo puede
atropellar) ... no tiene materia, no puede atropellarlo.

3.- Pues se ha ido el coche a por él.

P.- Por lo que estáis aceptando la existencia de estos entes, ¿no? (risas) Pero bueno eso es otro ...

3.- (Interrumpe a P) Eso es otro tema.

P.- Se trata de hablar de la física de los dibujos animados.

[...][0:18:26]

3.- ¿Ahí sería otro fallo? Es que no lo sé.

P.- No sé. Tu di lo que pienses.

3.- No, es que no estoy segura, porque parece como si estuviera toda la gente en la habitación y luego sale el hombre y se calla todo el mundo, se quedan solos.

P.- ¿Un fallo sonoro? Que se seguiría oyendo follón.

3.- Claro, o se vería la gente salir de ...

2.- (Interrumpe a 3) Yo creo que ahí hay un fallo pero por las proporciones, porque o están ... (1.- Por la escala) ... o están de rodillas o ... son ... pero es que ... no sé. Y aparte que por debajo del [¿?] que se le verían (1.- Claro) los pies, o las sombras.

1.- Porque tiene las patas.

4.- Sí

[...][0:18:48]

3.- Y ahí que se ha parado el martillo solo.

1.- A lo mejor le ha dado al botón.

[...][Escena final]

4.- Una cosa, ahí hay un fallo.

P.- ¿Dónde?

4.- En el último. Cuando echa el sillón para atrás.

P.- Sí.

4.- Echa el sillón para atrás y ... si ese es el sillón que él hizo como ... como váter, al echarlo para atrás, las tuberías, si es que tiene, se romperían.

3.- Pero no, es que lo que echa no es todo el sillón.

P.- Lo que echa hacia atrás no es el sillón entero. Míralo bien.

(Rebobino)

3.- Es las patas y lo que ... el respaldo.

4.- Sí, sí.

2.- No es todo. Es las braceras lo único que no se mueve. Todo lo demás se mueve.

[Fin del capítulo]

P.- Bueno, pues hemos acabado. Fijaos que habéis hecho 48 interrupciones viendo un capítulo de dibujos animados de veinte minutos. Ya las comentaremos.

**ANEXO 3. TRANSCRIPCIÓN DE LA SESIÓN EN EL AULA
EXPERIENCIA DE PROFUNDIZACIÓN. SEGUNDA EXPERIENCIA.**

Presentamos en este Anexo la transcripción de las discusiones que se produjeron durante la sesión de aula en la actividad de profundización (curso 2000/2001). Se indica entre paréntesis el comienzo de los doce bloques en los que se divide la transcripción a efectos de su interpretación (Apartado IV.3).

Primera sesión: 3 de mayo de 2001.

P.- Os voy a dejar unos minutos solos para que discutáis el fenómeno que ocurrió en el minuto 3:15 del capítulo de "Los Simpsons", en el que se veía a Homer Simpson bebiendo en el espacio pasta de cerveza, que vosotros decís que va directamente a la boca y que eso no puede ser, fundamentáis vuestras explicaciones en la Ley de la Gravitación Universal, que se encuentra en la página 74 de vuestro libro, y lo que quiero es que discutáis este fenómeno otra vez, y dentro de diez minutos yo volveré a entrar y me dais la conclusión de vuestras discusiones, y según la conclusión que me deis vosotros lo discutiremos todos, ¿vale?

Si de la explicación que vosotros disteis hicisteis algún comentario en la última Tabla que os di, ahora es el momento de discutirlo con vuestros compañeros y de sacar conclusiones.

¿Qué hora es?

4.- Y ocho.

P.- A las y veinte entro. Nos va a dar tiempo sólo a un fenómeno. Otro día si acaso comentamos el otro. Lo que sí os pediría es que lo hicierais en serio, que no sea hablar por hablar. En diez minutillos tendréis que llegar a una conclusión, ¿vale? Yo a las y veinte vengo, me contáis lo que habéis hablado vosotros y ya seguimos hablando todos, ¿vale? Aquí os quedáis.

(salgo del aula)

(Bloque 1)

1.- Pues yo puse que tendría que estar la pasta de cerveza por todos lados porque en el espacio no hay gravedad, y luego en los comentarios puse que eso es mentira.

2.- ¿Por qué?

1.- Porque sí hay gravedad, en todos los lados hay gravedad. O sea, en todos los lados, entiéndeme. En la Luna hay gravedad, lo que pasa es que hay menos. Por eso yo ahí me rectifiqué y dije que no, que no es que no haya gravedad, es que hay menos gravedad.

(Bloque 2)

4.- ¿Y por qué vosotros relacionáis el fenómeno con la Ley de la Gravitación Universal?

3.- Eso está mal. Aquí dice que todos los cuerpos del Universo se atraen con una fuerza que es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa. Eso no tiene nada que ver. Yo no sé para qué has dicho ...

1.- Aquí, por esto, por lo de la gravedad.

3.- Sí.

1.- En la página 75. El peso de los cuerpos. Tiene que ver con la Ley de la Gravitación Universal.

2.- Pues yo creo, porque yo lo vi en una película, que debería irse.

1.- ¿El qué? (simultáneamente 3.- ¿dónde?)

2.- La pasta de cerveza.

3.- ¿Dónde?

1.- ¿Por la nave?

4.- Por la nave.

2.- Por la nave.

1.- Sí.

2.- Pero no irse ...

1.- Es que no puede ir directamente a tu boca. Puede ir directamente a tu boca si tú sigues la pasta.

2.- Exactamente. Al apretar pues sería como si flotara. Como parece como flota sería como igual, como si se ...

3.- Sí, eso sí, en eso estamos todos de acuerdo, pero ¿por qué? ¿con qué ley lo asocias tú?

2.- Con esa, con la Ley de la Gravitación Universal.

4.- Pero por qué, yo no lo he asociado con ninguna, pero ...

2.- Porque ahí te habla de la gravedad, ¿no? Pues ahí hay poca gravedad y por eso pasa eso.

1.- Claro, es que la Ley de la Gravitación Universal te habla de la gravedad, de que en algunos lados la gravedad ... (2 interrumpe).

2.- Y está relacionado con eso porque ahí hay tan poca gravedad que ocurre ese fenómeno.

4.- Gravedad hay, pero ... yo no lo veo relacionado con eso.

1.- Porque se puede tomar la pasta de cerveza, pero si va detrás de ella. No sé.

(todos hablan a la vez)

3.- Yo creo que si hace así (¿?).

4.- Tampoco.

2.- Pero según. Pero es que si está así yo creo que se iría (¿?). ¿No?

1.- ¿Cómo? ¿Si le achuchas?

2.- Si le achuchas así un poquito.

1.- ¿Al bote? ¿Y absorbes así para ...?

3.- Hombre, así sí.

1.- Que no, que ...

3.- Claro que sí.

4.- La única manera que va a tu boca es que te lo metes y aprietas ...

2.- Esa es la única manera que iría a la boca.

- 2.- Creo yo.
1.- O siguiéndolo.
4.- Pero siguiéndolo no va a tu boca.
2.- Sigiéndolo no.
4.- Sigiéndolo no porque saldrían pompas (murmullo incomprensible). Es líquido.
1.- No. Es pasta. Es como la pasta de dientes.
(Silencio)
3.- Yo me ... yo me ... No sé.
1.- Yo creo que también la pasta iría para abajo.
3.- ¿Para abajo? ¿Por qué para abajo?
1.- Cada vez iría más para abajo. Fijaros en lo que hicieron cuando llegaron a la Luna, tiraron una pluma e iba para abajo.
2.- Pero entonces por qué los tíos no se van para abajo.
1.- Están pegados en el suelo.
2.- Porque están ... llevan cinturones, pero por ejemplo en la misma película, cuando están así que se le escapan las patatas están flotando ahí con las patatas también.
3.- Y en lo que salió en el telediario ...
1.- Pero eso es mentira también.
3.- No porque en lo que salió en el telediario que hacen lo de la ausencia de la gravedad, que tiran el avión así, dos segundos o por ahí, pues ahí también flota. Se quedan así flotando y empiezan ahí a darse guantazos y todo.
1.- Ya, Pero llega un momento en que te caes.
3.- No.
1.- Al suelo.
2.- No.
3.- Que va.
4.- No porque la nave ... (3 interrumpe).
3.- Ahí flotas ¿No ves que no hay gravedad? Bueno, hay pero muy poca, no tira de ti. La gravedad es tan poca que no tira de ti.
4.- Yo creo que en la nave se crea la situación de ingravidez.
2.- Es que (¿?) Yo creo que no hay gravedad, pienso yo.
3.- Yo creo que no hay gravedad, es lo que dice 4.
4.- Porque es que flotas.
1.- Sí hay gravedad.
4.- En la Luna hay gravedad ... (murmullo).
2.- ¿Tú te acuerdas de lo que dijo de la Luna, que va (¿?) vueltas?
3.- Pero eso es la ... eso es lo de la ...
2.- La nave es más o menos igual. Como está moviéndose la nave ...
4.- Está dando vueltas ... se crea la situación de ingravidez, pero hay un poco de gravedad.
2.- Tiene que haber gravedad.
1.- Gravedad siempre hay.
3.- Pero de todas formas, aunque haya gravedad flotas. Eso sí lo tengo yo claro.

- 1.- Cómo que flotas. Esto qué es (suena un objeto caer a la mesa).
- 3.- Que flotas. Que cuando tú estás en la nave flotas.
- 4.- No. No flotas.
- 3.- Si tú no estás agarrado por ejemplo al asiento o a algo, tú flotas, te pones a flotar.
- 1.- Eso dónde, ¿en la nave?
- 3.- En la nave.
- 4.- (Irónicamente) No, aquí en la Tierra.
- 3.- A no ser que haya una simulación de gravedad, como en la Tierra, y te pongas pegado a la nave, al suelo de la nave.
- 4.- ¿Eh?
- 3.- Que puede ser lo que pasó en ...
- 1.- Es que en la nave hay un sitio que da vueltas una cosa ... ¿Tú no has visto en las naves que tiene como dos alas y eso da vueltas? Ahí hay gravedad.
- (pausa)
- 1.- Ahí hay gravedad.
- 2.- Pero eso ... si ahí hay gravedad es que está dando vueltas.
- 1.- Claro.
- 2.- Pero ahí no está dando vueltas, entonces no hay gravedad.
- 4.- Sí hay.
- 1.- Hay menos.
- 2.- Hay menos, pero no hay gravedad.
- 1.- Sí.
- 4.- Es casi la situación de ingravidez, pero sí hay.
- 2.- Tiene que haber.
- 3.- Yo creo que hay gravedad, pero tan poca que flotas. Y lo de la pasta de cerveza pues lo mismo, lo mismo que flota Homer flota la pasta de cerveza, pero a la boca no llega. Se expandiría por toda la nave, a no ser que la fuera absorbiendo, que hiciera así.
- 4.- Y quién me explica a mí por qué vosotros la relacionáis con esa ley. Yo no ... es que no ...
- 3.- Porque es la única que ... (2 interrumpe).
- 2.- Porque si estamos hablando de gravedad ...
- 3.- Pero si te pones a pensarlo bien no tiene mucho que ver. Creo yo, vaya.
- 1.- ¿Qué más tiene que ver? Con la gravitación.
- 3.- Ya, eso sí, pero ...

(Bloque 3)

(Pausa. Se oyen páginas del libro)

- 3.- Se atraen mutuamente.
- 1.- Todos los cuerpos del Universo se atraen mutuamente con una fuerza.
- 3.- Que es directamente proporcional ... (4 interrumpe)
- 4.- ¿Ves? O sea, siempre hay gravedad, pero ...
- 1.- Se atraen mutuamente con una fuerza: la gravedad.
- 3.- Que es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente ... (1 interrumpe)

1.- Al producto de sus masas ...

3.- Las dos masas.

1.- Por ejemplo, la pasta de dientes ... (4 interrumpe).

4.- Eso es la fórmula. La constante por la masa del cuerpo por la masa del sitio donde estés ...

1.- Por ejemplo, en la Luna ... no.

4.- Sí, la masa de la Luna por la masa del cuerpo por... ¡la masa mía por la masa tuya por la distancia que nos separa ... entre la distancia que nos separa!

3.- Sí, pero ...

4.- Por la constante de la gravedad.

(Bloque 4)

2.- Ahí no hay gravedad.

1.- Que sí hay.

2.- Pero muy poca.

(Murmullo)

3.- Sí, eso sí está claro, que hay tan poca gravedad que flotan los cuerpos, que la cerveza sale disparada y se pone por toda la nave, pero, ¿en qué fenómeno lo asocias? En el de la Ley de la Gravitación Universal. Pero es que yo ... es la que más parece, porque hay gravedad, pero no sé ...

2.- Sería también un poco lo de la ley de... centrípeta, porque si estuviera dando vueltas la nave la pasta se caería, pero al no estar dando vueltas la nave ...

3.- ¿Qué la pasta se caería? ¿Por qué?

2.- Porque habría gravedad.

(Pausa)

3.- ¿Qué dices?

2.- Si la nave estuviera dando vueltas ... (4 interrumpe).

4.- Si la pasta está en la sección que tiene la nave que va dando vueltas es donde hay gravedad, y la pasta caería al suelo.

2.- Claro.

1.- ¿Como en la Tierra?

4.- Claro. Si la nave fuera dando vueltas habría gravedad, entonces la pasta caería al suelo como en la Tierra.

3.- No, no tiene por que.

4.- Yo lo veo más con lo de la centrípeta.

3.- No tiene por que.

2.- Yo lo veo más con lo de la centrípeta también.

(Bloque 5)

3.- Es que no tiene por que.

2.- ¿Qué no tiene por que el qué?

3.- Lo de ... ¿Por qué cuando da vueltas la nave le da la gravedad ... tiene gravedad?

2.- Porque lo dijo P. No porque sí, porque al dar vueltas ... ¿vosotros habéis visto lo de la ...? Cuando vimos lo de la centrípeta (murmullo).

3.- ¿Vueltas en sí misma o a la Tierra?

2.- Como una lavadora, como una lavadora.

1.- Mira, tú no has visto que las naves tienen como unas alas así, aquí.

3.- Sí.

1.- Pues esto da vueltas así.

2.- Como una lavadora.

1.- Sí, sí.

2.- Como el tambor de una lavadora.

1.- Como una lavadora. Entonces en esta zona (4.- Ahí es donde hay gravedad) ahí es donde hay gravedad. Ahora, fuera de aquí, de lo que da vueltas, ya no hay grav... O sea, no hay gravedad (pensativa), hay menos gravedad.

3.- ¡Ah!

1.- Por eso.

3.- Pero entonces ¿por qué se hace con la centrípeta?

(Murmullo)

4.- Porque está dando vueltas.

2.- Como no está dando vueltas pues no debería hacer eso.

1.- Tú, la lavadora, empieza a dar vueltas, pues es como si hubiera gravedad.

3.- No, eso sí, eso sí, pero (murmullo).

2.- ... como no está dando vueltas la nave.

3.- ¿Cómo sabes que no está dando vueltas?

2.- Porque se ve que va recto, 3.

3.- No se ve. Está dentro. Homer está dentro. No sabes si está dando vueltas o no.

2.- Se vería Homer parado y tendría que estar dando vueltas.

4.- No, daría vueltas lo que hay a su alrededor.

3.- Claro.

4.- Y él también. Si está dando vueltas sí, él también. Pero yo creo que está confundido esto. Me parece que es cuando no da vueltas es cuando hay gravedad y cuando da vueltas es cuando no.

1.- No, no, no.

2.- Cuando no da vueltas es cuando (¿?)

1.- Cuando no da vueltas (3.- No hay gravedad) es cuando no hay ... hay menos gravedad. Porque ... yo es que siempre pongo el ejemplo de la nave, lo que tienen las naves esas así, que da vueltas.

(Pausa)

3.- No sé yo.

1.- Porque si esto parado ...

3.- Pero muy bien, pero ... vale ... eso sí. Dices: bueno, Homer no está ... no está dando vueltas la nave, por lo tanto no hay gravedad, o poca gravedad. Pero muy bien, por qué está el "deste" ... ¿por qué se metería en la boca?

2.- Pues por eso está el fallo.

4.- Que al no estar dando vueltas la nave la pasta no se metería en la boca.

- 2.- Eso es.
- 4.- Se metería ... se iría por ahí, como en la película esta de Marte, Misión a Marte, que la sangre se va por ahí a darse un rule.
- 2.- ¿Y tú te acuerdas que había un sitio dando vueltas?
- 4.- Que había un agujero.
- 2.- En la nave había un sitio dando vueltas y andaban normal como si hubiera gravedad.
- 1.- ¿Pero Homer está ... pero sabéis si está dando vueltas?
- 2.- Es que no se ve.
- (Murmullo)
- 3.- No está dando vueltas.
2. Es que, cuando él se ve se ve así (¿?) pero si estuviera dando vueltas se vería así (¿?), y se lo comería.
- 1.- No porque tú no te ves dando vueltas.
- 4.- Se vería dando vueltas alrededor, las cosas.
- 2.- Eso es. ¿Me entiendes? Tú estarías dentro pero iría así (¿?), si el tío está pegado en el asiento pues tendría que ir dando vueltas.
- 3.- Claro.
- 2.- Tendría que ir dando vueltas, ¿entiendes?
- 1.- Pero no se vería en la Tierra. No sé. Eso no se ve. (Murmullo) Nosotros estamos dando vueltas, y nosotros no lo vemos.
- 2.- No lo vería él, pero nosotros sí.
- 3.- Pero ¿por qué nosotros sí?
- 2.- Porque al estar ahí sentado nosotros tendríamos que ver cómo daría él las vueltas, ¿no?
- 1.- No porque si una nave se va fuera de la ... (Murmullo) En la Luna ... (4.- Pero es que nosotros) ... en la Luna no se ve a la Tierra dando vueltas así (¿?) Se ve, pero ...
- 3.- Y no ves a la gente.
- 1.- Claro. ¿Tú sabes cómo va la Tierra?
- 2.- Pero ... yo no me refiero a eso.
- 3.- Nosotros claro que estamos girando.
- 4.- Pero desde la Luna sí se ve que la Tierra va dando vueltas.
- 1.- Pero no tan rápido.
- 4.- Pero es que tú no tienes que ver lo rápido. No tiene que ir ...
- (Murmullo)
- 2.- Yo no he dicho que Homer vaya rápido
- 1.- Pero se tendría que ver... no se notaría. En el tiempo que ponen a Homer no se notaría que está dando vueltas ... porque es muy poco la imagen que sale. (Pausa) Yo eso no estoy muy de acuerdo.
- 3.- Ni yo.
- 2.- Multiplícame por cero (frase típica de Bart Simpson).
- 1.- Yo en eso no estoy de acuerdo.
- 2.- Yo creo que sí.

(Bloque 6)

- 4.- Pues yo lo relaciono más con la centrípeta que con la gravitatoria.
- 1.- Sí, eso yo también.
- 2.- Yo las dos.
- 1.- Yo las dos. Yo uniendo las dos me sale.
- 2.- Bueno. Aunque no esté dando vueltas. Esas dos leyes son las que están ...
- 1.- Más cerca.
- 2.- Más cerca.
- 1.- Pues ya está.
- 2.- Aunque si está dando vueltas también estaría la centrípeta.
- 1.- Claro.
- 2.- Entonces el fenómeno no estaría mal. Bueno, sí estaría mal. El fenómeno estaría mal si estuviera dando vueltas. De todas formas si estuviera dando vueltas (3 interrumpe).
- 3.- Si estuviera dando vueltas Homer la cerveza no haría así, la cerveza (2 interrumpe).
- 2.- Haría así, nada más salir caería.
- 3.- Claro. Además que no sería pasta, ya sería líquido.
- 4.- No. La pasta de cerveza es pasta de cerveza. Lo que es que si no estuviera dando vueltas ...
- 2.- Si estuviera dando vueltas ... (4 interrumpe).
- 4.- Si estuviera dando vueltas Homer flotaría.
- 2.- Nada más darle saldría ... (4 interrumpe).
- 4.- ¿Homer está flotando o no está flotando?
- 1.- Sí estaba flotando.
- 2.- No. Estaba en un asiento.
- 3.- Yo creo que estaba flotando.
- 2.- Pues si estaba flotando no daba vueltas la nave.
- 4.- Si estaba flotando Homer la pasta tiene que ... (3 interrumpe).
- 3.- Es que si estuviera dando vueltas la nave la pasta no flotaría. Por eso Homer ... (2 interrumpe).
- 2.- Por eso, es lo que estaba yo diciendo todo el rato, eso.
- 3.- Pero 2 ha dicho: Entonces Homer ... Da igual. Que sí, que es la aceleración centrípeta esa. Ya está.
- 1.- Y la Ley de la Gravitación.
- 4.- ¿Y qué?
- 1.- Y la ley de la Gravitación. Entre las dos.
- 2.- Y una (¿?)
- 4.- Si, pero es más la centrípeta.
- 2.- Yo creo que están las dos.
- 4.- Es que son las dos.
- 2.- Son las dos.
- 4.- En parte son las dos.

(Entro en el aula)

(Bloque 7)

P.- ¿Se puede?

4.- Sí.

P.- ¿Habéis acabado ya?

Todos.- Sí

P.- Pues venga. ¿Quién nos va a contar como ... (3 interrumpe).

3.- ¿Paramos esto? (señalando la grabadora).

P.- No, déjalo.

2.- El alumno 1.

P.- Alumno 1.

1.- ¿Yo?

P.- No sé. Quien sea. A mí me da igual.

1.- Pero qué le cuento, ¿lo que hemos ... (P interrumpe).

P.- Lo que habéis discutido. Lleváis aquí diez o doce minutillos hablando sobre este fenómeno nada más, ¿no?

Todos.- Sí.

P.- Con el fenómeno de la pasta de cerveza, y entonces supongo que habréis llegado a alguna conclusión. ¿No has apuntado nada? ¿No habéis ido apuntando cosillas que habéis hablado?

1.- No.

P.- Entonces la conclusión a la que habéis llegado. ¿Ese fenómeno es correcto o incorrecto?

1.- Ese fenómeno ... (2 y 3.- es incorrecto) ... es incorrecto.

P.- Es incorrecto. O sea, no está bien representado en los dibujos animados.

Todos.- No.

P.- Entonces, ¿cómo ocurriría realmente eso?

3.- La pasta de cerveza se iría por toda la nave.

P.- Se iría por toda la nave. ¿A qué te refieres con eso, que se iría por toda la nave?

3.- Que no va directamente a la boca de Homer.

4.- Pero es lo que hemos estado discutiendo. Depende en el sitio en el que esté Homer, porque si está en el sitio en el que la nave esté dando vueltas, ahí hay gravedad (2 y 3 intentan hablar), entonces la pasta ...

P.- Hacedme un favor, que me ha costado mucho trabajo transcribir la otra experiencia porque os mezcláis.

3.- No, ya. Pero una pregunta, Homer estaba sentado, ¿no?, o estaba flotando. Es que no nos acordamos de eso.

1.- Estaba sentado.

P.- Homer estaba sentado.

3.- Ah. Pues ya está.

P.- ¿Qué decías, 4?

4.- Si Homer está en la parte donde en la nave hay gravedad la pasta al hacerle así (gesto de apretar el tubo) sí va a la boca ... si apuntas, vamos. Donde hay gravedad sí.

3.- ¡No iría a la boca, 4!

1.- Si te pones así sí (como echando algo a la boca desde arriba) porque ponte con una pasta de dientes, por ejemplo.

P.- Pero ¿es que en las naves hay un sitio donde hay gravedad y un sitio donde no hay gravedad?

1.- Sí.

2.- No. Lo que quiere decir es que si hubiera un trozo de la nave que estuviera dando vueltas, como una lavadora, habría gravedad.

P.- En la lavadora, en la zona esa ...

2.- Sí.

1.- Sí. Las naves tienen un sitio donde tienen como unas alas ...

P.- ¿Tú en cuantas naves has estado?

1.- Pero las he visto.

P.- ¿Cuántas naves has visto tú que tengan eso que da vueltas?

1.- Muchas.

P.- ¿Muchas? ¿Dónde?

4.- Misión a Marte.

P.- ¡Que no sean películas!

1.- No. En la ... ¡vamos, en la tele! En el telediario.

P.- ¿En el telediario has visto tú naves que tengan zonas que dan vueltas?

1.- Si. tienen unas cosas que les hace así (gesto de giro con las manos).

P.- Bueno. Es posible pero ... (1 y 3 interrumpen simultáneamente)

P.- No os interrumpáis los unos a los otros.

3.- Es que ahora me estoy acordando de que eso era lo del METEOSAT lo que da vueltas, ¿no? Las naves espaciales no tienen ningunas alas. Son como una especie de cohete.

P.- Pero ... el METEOSAT ... eso es un satélite artificial enfocado a fenómenos climatológicos.

3.- Ya, ya, pero ...

P.- Eso no está habitado, o sea, no hay gente allí.

3.- No, ya, pero eso es lo que da vueltas. Que las naves espaciales ... donde se ha ido el hombre este de viaje ...

P.- La estación alfa.

3.- En la nave que se ha ido es como una especie de cohete, no tiene ningunas alas ni nada de eso.

P.- Nada que dé vueltas.

1.- Pero es que no estoy diciendo que todas las tengan.

P.- (Intentando enfocar la conversación) Sí, sí, ahí tenéis razón, pero ¿por qué es necesario que en una nave haya una zona que dé vueltas para que en esa zona haya gravedad, y en el resto no hay gravedad? (Esta frase está mal expresada, pero consideré la forma de no despistarlos en sus razonamientos)

Todos.- Por la fuerza centrípeta.

P.- ¿Por la fuerza centrípeta?

2.- Atrae todo hacia el centro ... la nave está dando vueltas y atrae todo hacia el centro, o sea (1 y 3.- actúa como gravedad) ... es como ... sí, eso es, como si fuera ... el centro de ... de lo que esté dando vueltas, te atraiga.

3.- Es como pasa con la Tierra y la Luna.

P.- Hombre, no es exactamente igual, ¿no?

3.- No, porque ... la Luna ...

P.- El centro de la Tierra lo tienes hacia los pies.

3.- ¿Cómo?

P.- El centro de la Tierra lo tienes debajo de tus pies, y sin embargo en la parte esa de la nave de la que estáis hablando que da vueltas el centro estaría

...

3.- Arriba.

P.- ... encima de tu cabeza. No es exactamente igual.

3.- No.

(Bloque 8)

P.- Y qué pasa entonces con la pasta de cerveza. Me asombra el hecho de que "no hay gravedad". ¿No hay gravedad qué significa?

(Murmullo)

1.- Hay menos.

3.- Sí hay gravedad.

2.- Hay gravedad. Siempre hay gravedad. Es menos gravedad al estar más lejos, pero siempre habrá gravedad.

P.- Vale. Entonces ¿por qué, lo habréis visto en imágenes de televisión, si yo estuviera en una nave espacial que estuviera orbitando la Tierra – esto sólo ocurre en las que están orbitando la Tierra – si yo suelto el bolígrafo se queda ahí y no cae al suelo de la nave?

1.- Porque el ¿? está también dando vueltas (3 interrumpe)

P.- Vamos a no interrumpirnos, por favor, que si no luego no puedo de verdad ... ¿Qué decías, 1? Luego hablas tú, 3.

1.- Porque también estás tú dando vueltas ... a la vez que da el boli ... ¿era el boli?

P.- Sí, lo que sea, un objeto.

1.- Bueno, un objeto. (Continúa la frase anterior) ... vueltas, tú también estás dando con él, entonces parece como si no se moviera.

P.- Entonces qué pasa con la pasta de cerveza. Lo que no entiendo yo ...

4.- Yo creo que es que están los dos en continua caída.

P.- Eso qué significa, que están en continua caída.

4.- Que los dos están cayendo a la vez.

P.- Cayendo hacia dónde.

4.- Es como la Luna y la Tierra.

P.- Sí.

4.- La Luna está dando alrededor de la Tierra pero siempre está cayendo.

P.- ¿Está cayendo?

4.- Lo que pasa es que como la Tierra atrae a la Luna (alguien interrumpe y dice.- hacia la Tierra) y la Luna atrae a la Tierra.

P.- Hacia la Tierra ... Tenéis razón, estáis dando unas respuestas muy sensatas. (Dirigiéndome a 3) ¿Qué ibas a decir tú de esto que he dicho del bolígrafo que lo sueltas y que no ...?

3.- Que no cae porque tampoco actúa ninguna fuerza sobre él.

P.- No actúa ninguna fuerza. Si no actuara ninguna fuerza qué tipo de movimiento tendría.

3.- ¡Ah! Rectilíneo ... (P.- ¿y?) ... uniforme.

P.- Y qué movimiento tiene.

3.- Parab ... Bueno, no. Va contigo.

P.- Va contigo y tú vas cómo. La nave está ...

3.- Girando.

P.- Girando, y qué movimiento tiene esa nave.

3.- Circular.

P.- Entonces ¿hay alguna fuerza?

3.- Claro.

P.- ¿Cuál?

3.- Centrípeta.

P.- Pero cuál. Tiene carácter centrípeta porque es un movimiento circular, pero cuál es la fuerza que origina ese movimiento circular.

3.- La gravedad.

P.- La fuerza gravitatoria de la Tierra. O sea, sí hay fuerzas actuando sobre esos cuerpos, pero sobre todos la misma. Entonces todos describen el mismo movimiento, si yo tengo dos cuerpos y los suelto los dos, describen el mismo movimiento. Uno respecto del otro estaría en reposo.

3.- Es como nosotros. Ahora mismo nosotros no estamos en reposo ... no estamos parados. Estamos girando.

P.- Estamos girando porque la Tierra tiene su movimiento de rotación y aparte tiene el de traslación. O sea, que estamos girando y nos estamos desplazando, y sin embargo yo respecto de ti parece que no estamos moviéndonos, ni uno ni el otro. Cualquiera que nos viera desde fuera nos vería en reposo el uno respecto del otro. Pero bueno, eso son objetos que ... es normal que si un hombre está sentado en un asiento de la nave y delante de una pantalla, la pantalla y el hombre vayan juntos, eso no nos asombra. Lo que más nos llama la atención es cuando sueltas algo, porque estamos acostumbrados a que cuando sueltas algo automáticamente se produce una caída libre de ese objeto. Ahí también se está produciendo una caída, es lo que está diciendo 4, lo que pasa es que en esa caída esos objetos nunca llegan a tocar el suelo porque conforme van cayendo el suelo se va curvando, ya que la Tierra es redonda.

4.- Bueno, ovalada.

3.- Achatada.

(Bloque 9)

P.- Sí, pero no es plana. Eso lo sabemos. Mientras va cayendo el objeto hacia la Tierra, su curvatura hace que haya siempre la misma distancia entre la superficie y el objeto, pero el objeto está cayendo realmente. Entonces es lo que os digo, a mí lo que me asombra un poco dentro de esa respuesta que estáis dando es el hecho de que me digáis que "se tendría que ir por toda la nave".

3.- Entonces se quedaría parado. Bueno, parado respecto ... como lo viéramos nosotros.

4.- No por toda la nave pero sí toda la pasta junta y no directa a la boca de Homer.

3.- Que se quedarían así, estaría por ejemplo, yo cuando aprietas el "dese" se quedaría la "desta" pero (risas de los compañeros)

1.- ¡Con la "desta" y el "deste"!

P.- Ahora porque te estoy viendo y sé lo que estás diciendo, pero luego cuando te oiga.

3.- Cuando aprieto el tubo la pasta de cerveza en vez de ir a la boca, pasaría igual que con el lápiz o con el boli. Se quedaría aquí (enfrente de la cara).

P.- Pero tú imagínate que yo cojo el boli y lo suelto. El boli se queda aquí. Y ahora imagínate que yo aplico una fuerza y hago así (aplico una fuerza horizontal)

3.- A la boca.

P.- O así (vertical)

3.- Para arriba.

P.- Se mueve hasta que haya otra fuerza que modifique el movimiento. Entonces la pasta de cerveza, si en un momento dado le pego un apretón al tubo ...

3.- Sí va para la boca, ¿no?

1.- Sí.

3.- Claro, porque hago ... ejerzo una fuerza.

P.- No estoy intentando convencerlos de que sí, yo pienso que tampoco, ojo. Lo que quiero es que penséis que aparte de la fuerza de la gravedad de la Tierra (4.- la fuerza que le estás aplicando al tubo) que hace que todos los objetos caigan sin llegar a tocar el suelo y eso provoca un movimiento circular uniforme, que es a lo que hemos llegado: que tiene que existir una fuerza porque si no sería un movimiento rectilíneo uniforme, aparte de esa fuerza que está provocando el movimiento circular, hay más fuerzas ahí. Entonces tendríamos que discutir las todas y no sólo fijarnos en una. Que Homer lo que hace no es coger ese objeto, da igual el que sea, y soltarlo (3.- ya). Lo que hace es como si lo lanzara (Dibujo el fenómeno en la pizarra)

3.- Eso no podría ser.

1.- Tendría que ser recto y directo a la boca.

3.- Claro.

P.- Pero ya estamos discutiendo otra cosa. Ya no estamos diciendo que la pasta de cerveza tendría que irse por toda la nave, porque yo no sabía si me decíais que tenía que llenarse la cabina de pasta de cerveza. ¿Por qué tendría que irse por toda la nave? Lo que tenemos que plantearnos es lo siguiente: tenemos un cuerpo en una nave, y no sabemos dónde está esa nave, si ya ha despegado, si está despegando, si ya ha llegado a su destino. Tendremos que interpretar ese fenómeno atendiendo a las distintas posibilidades que nos podamos encontrar. Quiero que me contéis vuestra conclusión y luego la discutiremos. ¿Cuál es la conclusión a la que habéis llegado? ¿Cuál sería la explicación correcta o cómo ocurriría ese fenómeno realmente? Quizás me haya colado a la hora de hablar porque os he cambiado la forma de pensar.

3.- Claro.

1.- ¡Ya ves!

P.- Venga, os dejo solos otros cinco minutos. Habladlo.

(Salgo del aula)

(Bloque 10)

3.- Yo creo que está mal, pero ... que sí iría a la boca. Hombre, está mal porque no hace un movimiento rectilíneo.

1.- No, no iría a la boca.

4.- Iría recto. Tal y como va así mas o menos apuntaría a la nariz.

1.- Sí, ahí (en el esquema de la pizarra, supongo) ahora mismo iría a la nariz.

3.- No, eso sí, eso sí está mal pero digo que si estuviera recto que sí iría a la boca.

1.- Si estuviera recto, pero ...

4.- Pero en el dibujo no sale recto, la pasta sale haciendo curva.

3.- Pero que digo que (2 interrumpe, pero no lo entiendo) lo que decíamos que se iba por toda la nave, eso no.

1.- No, no, no.

3.- Eso no.

2.- Ahora irá ... no está tan mal ... irá solamente donde apunte.

3.- Claro, que en vez de ir a la boca iría a la nariz.

2.- Iría donde apuntara con el ...

1.- Claro, porque le aplicas una fuerza al bote.

3.- Claro, es como lo que hacíamos con el "deste", si le haces así el boli seguiría recto ... hasta que no le ejerzas otra fuerza.

1.- Entonces la conclusión cuál es.

3.- La conclusión que eso está mal porque no sigue la trayectoria rectilínea.

1.- Pues entonces, conclusión: los dibujos están mal. Esa imagen esta mal.

4.- Yo voy a seguir viéndolos.

1.- Pero ... porque apuntaría ... porque no va a la boca, porque está apuntando a otro sitio y ...

2.- Sí, eso es. La pasta iría hacia donde apuntara ...

1.- Tendría un movimiento rectilíneo uniforme.

2.- ... si no hay otra fuerza que lo modifique ... la dirección.

3.- Pero ahí no hay otra fuerza.

2.- Ya, pero se iría exactamente donde ...

1.- Esa es la conclusión, entonces ¿la ley cuál es?

2.- Eso ya ... una.

1.- Ley de ... ¡ah! de ... esto ... rectilíneo uniforme, de ...

4.- ¿Eso es una ley?

1.- No, no es una ley, pero ...

2.- ¿?

1.- Y yo.

4.- Sería un movimiento rectilíneo uniforme, pero ... yo creo que son las mismas leyes.

2.- Yo creo que son las mismas.

3.- Yo creo que es lo de la fuerza centrípeta y luego en eso ... que el “deste “ ... el tubo de ... la pasta de cerveza no iría a la boca por movimiento rectilíneo uniforme porque no hay otra fuerza que lo modifique.

1.- Pues ya está.

4.- Pues ya está.

(hablan de otras cosas mientras llevo)

(Entro en el aula)

(Bloque 11)

P.- Hola de nuevo. Ya nos quedan sólo cinco minutos. Bueno, fenómeno observado: Homer echa directamente la pasta de cerveza en su boca; fenómeno detectado: la pasta de cerveza no puede ir directamente a la boca de Homer; explicación: la pasta de cerveza se iría por toda la nave porque no hay gravedad; fundamentos: Ley de la Gravitación Universal. Ese es el material que tengo.

3.- Eso no está bien.

P.- Pues empezad a contarme.

2.- Venga, 1.

P.- Pero, por favor, no os interrumpáis que luego pueda yo transcribirlo bien. Habla 1, ¿no?

1.- Sí. Hemos tenido una conclusión. Que los dibujos están mal.

P.- ¿Qué los dibujos están mal? No hombre, los dibujos tienen fantasía.

1.- Esa imagen.

P.- Sí, pero están mal tampoco digas. Que no cumplen las leyes físicas, pero no es que esté mal. Lo que nunca tendremos que hacer, ni lo pretendemos, es quitar la fantasía de los dibujos animados, que se cae el coyote desde cincuenta metros de altura y no se mata.

1.- No, hablando físicamente.

P.- Eso es.

P.- Que esa imagen del dibujo no es acorde con las leyes de la Física. ¿Por qué?

1.- Porque si Homer aplica una fuerza al bote de pasta de cerveza y no está apuntando directamente a su boca se iría hacia donde está apuntado porque sería un movimiento rectilíneo uniforme.

P.- Sería un movimiento rectilíneo uniforme y entonces la pasta de cerveza, en vez de ir directamente a su boca, le daría en la nariz.

1.- Claro.

P.- Pues os voy a plantear otra cosa.

2.- Ya estamos.

P.- ¿Vosotros habéis ido alguna vez en un coche potente?

Todos.- Sí.

P.- ¿Habéis notado cuando el coche acelera que ...?

4.- Te vas para atrás.

P.- ¿Y si esa nave estuviera acelerando?

2.- La pasta se iría ... nada más salir ...

3.- ¿Acelerando?

P.- Claro, la nave tiene que acelerar. Está en la superficie de la Tierra en reposo ...

4.- Nada más salir daría en el bote otra vez.

2.- Eso es. Nada más salir volvería para atrás.

P.- Depende hacia dónde vaya la aceleración.

4.- Hombre, también.

P.- (En la pizarra) Si esta es la nave y está despegando de la Tierra la aceleración va para acá (normal a la superficie en el punto de despegue y sentido contrario a la aceleración de la gravedad).

3.- Ahí sí.

P.- Me voy, ahora vengo.

(Vuelvo a salir del aula)

(Bloque 12)

3.- Ahí sí, pero Homer también se echaría para atrás.

4.- Pero depende también de la aceleración que sea, porque si es una aceleración muy grande nada más salir hace "pum" y se cae para abajo, y le da en el pecho. Ahora si es una aceleración lenta puede dar la casualidad de que la pasta sí caiga en la boca, pero eso es mucha casualidad ya.

1.- Yo creo que seguiría igual.

2.- No, yo creo igual que 4, que si hubiera una aceleración ¿? iría a la boca.

3.- Igual que yo. Iría a la boca, sí.

(Murmullo incomprensible)

1.- Yo creo igual que vosotros.

4.- O la misma moto, cuando vas tú y aceleras y hace (onomatopeya).

1.- Si tú tienes .. en un coche ... tú vas bebiendo coca-cola, o fanta, lo que sea ... vas bebiendo así y si aceleras tú haces así y sigues bebiendo.

2.- Ya, pero ...

4.- Pero 1, pero eso es coca-cola que tienes en la boca. Ponte con un pipo de agua fresquita a beber en el coche y que te haga el tío una ¿?

1.- ¡Es que no se mueve, sigue igual!

3.- Es lo que decía P cuando estaba (2 interrumpe haciendo incomprensible lo que dice 3)

2.- Por eso. Sí se mueve.

1.- Lo que te mueves eres tú, no la pasta de cerveza.

3.- Escúchame un momento. Imagínate que le aprietas al bote, ¿no? ... (entro en el aula y 3 se calla)

(Entro en el aula)

3.- Eso no sería así.

P.- Habla, 3.

3.- Es lo que nos contó en el coche. Por ejemplo, yo voy con mi padre y tengo una moneda en mi mano y digo: papá acelera, y justamente cuando acelera

tiro la moneda. Yo hago así para atrás pero la moneda cae en el mismo sitio. O sea, que no se viene conmigo.

2.- Pero si en el momento que lo tiras acelera caería en otro sitio.

3.- Claro.

4.- No te cae en la boca.

2.- Pero en el momento que acelera ... en el momento que lo tiras acelera ...

3.- Aceleras y tú te irías para atrás.

P.- Pero y si tú lo tiras mientras está acelerando.

3.- Cómo mientras estás acelerando.

P.- Sí, que tú lo que dices es que tiras la moneda y justo cuando la tiras el coche acelera.

3.- Sí.

P.- ¿Y si el coche acelera y es cuando acelera cuando la tiras?

1.- Pues no pasa nada.

4.- ¡Cómo que no!

1.- ¡No pasa nada!

P.- Es la hora del recreo.

4.- Se va contigo.

P.- Es la hora del recreo. Vamos a dedicarle otra hora a esto. Lo estoy viendo interesante en el sentido de que estáis sacando conclusiones y respuestas sensatas, como decía antes, a los fenómenos estos. Id pensando sobre los dos fenómenos que vamos a discutir. Este está a medias, y me gustaría que sacarais una conclusión final de todo lo que se ha hablado, bien pensada y razonada, y que la argumentarais físicamente, que me hablarais bien de las leyes, por qué elegís unas leyes y no otras.

Segunda sesión: 9 de mayo de 2001.

La segunda sesión no se ha podido transcribir debido a un problema técnico en la grabación, resultando fallidos todos los intentos de recuperar la información³⁴. La decisión de no repetir la actividad fue inmediata, pues el nuevo debate se vería claramente influenciado por los anteriores.

Básicamente estuvo enfocada a aclarar la idea de modelización en Física. Se terminó de discutir el fenómeno del día anterior, el de la pasta de cerveza, planteando las distintas posibilidades a tener en cuenta para su completa interpretación, y también se habló de lo observado en el minuto 3:25, en el que aparecen dos hombres en una nave espacial, de pie en el suelo de la misma.

La discusión de éste último sirvió principalmente para dejar claro que, mientras estemos cerca de una masa, nos encontramos en su campo de gravedad, aunque su intensidad es menor que en la superficie de la misma

³⁴ Contratiempos como éste nos enseñan a revisar los medios técnicos que se van a utilizar en una actividad antes de comenzarla.

(que la fuerza gravitatoria disminuye con la distancia), y que los hombres no podrían estar de pie sobre el suelo de la nave si ésta no disponía de un sistema de gravedad artificial conseguido mediante rotación de alguna de sus partes. Deberían estar “como flotando” en la cabina, al igual que todos los objetos de la misma, debido a que todos poseen un movimiento continuo de caída libre hacia el planeta.

Aprovechando lo que se habló en la sesión anterior sobre el coche acelerando, y las imágenes de Homer con la pasta de cerveza, se llegó a la conclusión de que el cuerpo que acelera y el objeto que contiene se sustituyen en Física por el sistema de referencia y el punto material localizado en ese sistema, respectivamente, independientemente de los objetos que sean. Se profundizó en la idea de punto material como idealización y se trataron otros ejemplos con sistemas de referencia en rotación (tiempo) y objetos que se lanzan desde un punto del mismo (fuerza de Coriolis). En todos los casos se redujo el problema a un sistema de referencia (inercial o no inercial) y un objeto que se mueve en éste.

Finalmente, como otro ejemplo de modelización en Física, se habló de la sustitución de todas las fuerzas que se oponen a un movimiento cualquiera por una sola fuerza de rozamiento dinámico.

ANEXO 4. CUESTIONARIO A LOS ALUMNOS

Una vez concluida la Segunda Experiencia, y con el fin de comprobar si eran ciertas las hipótesis de partida y si se habían cubierto los objetivos de la investigación, decidimos pasar un cuestionario a los alumnos. Siguiendo la tónica del trabajo, éste consistió en una conversación llevada a cabo durante parte de una sesión de clase, el día 20 de junio de 2001, que quedó registrada en cinta magnetofónica y posteriormente transcrita. La elección de las preguntas se realizó en concordancia con los objetivos del trabajo, y directamente relacionadas con ellos.

A continuación se presenta el resultado de esta sesión, señalando en negrita y subrayado las preguntas del cuestionario. A los alumnos los llamaremos "1", "2", "3" y "4", y las intervenciones del profesor se señalan con "P".

P.- Voy a haceros unas preguntas sobre las experiencias que hemos realizado este año y os pido, como siempre, que os respetéis unos a otros al hablar.

Todos.- Sí.

P.- **Lo primero que me gustaría saber es si os ha gustado o no os ha gustado, a nivel personal. Decidme si os ha gustado o no la experiencia, si os gusta analizar dibujos animados y si os lo habéis pasado bien haciéndolo.** Qué pensáis de esto.

4.- Yo ya ves. A mí sí me ha gustado mucho, y yo lo he hecho ya dos años.

P.- Tú es el segundo año que lo haces, sí.

4.- A mí me gusta eso más que ponerme con el libro.

P.- Más que ponerte con el libro.

4.- ¡Digo!

P.- Y el resto qué. Me interesa la opinión de todos.

1.- A mí por parte sí y por parte no, porque cuando ves los dibujos te gusta verlos sin darte cuenta de los fallos, me gusta verlos ... bien. Y por parte me gusta el libro porque te lo explica mejor ... te explica las cosas.

P.- Hombre, yo tampoco pretendo trabajar sólo con dibujos animados. Es un aspecto más. Lo que pretendo es que sea una herramienta más. Igual que se utilizan proyectores de diapositivas, o reproductores de vídeo, o libros, pues que aparte se utilicen fragmentos de dibujos animados. Vosotros habéis analizado capítulos enteros, pero la idea es que se utilicen fragmentos. De todos los fragmentos que vosotros habéis analizado, algunos de ellos compararlos, por ejemplo, con una situación real o con una película en la que aparezca el mismo fenómeno.

3.- Como lo de la pasta de Homer Simpson.

P.- Por ejemplo, aunque hay imágenes, como esa, que puede costar trabajo encontrarlas en la vida real. Entonces, dices que no te gusta esta experiencia porque te gusta ver los dibujos animados sin darte cuenta de los fallos.

1.- ¡No, hombre! Si me gusta esta experiencia porque, quieras que no, son dibujos y es entretenida. Te entretienes y aprendes porque ... es verdad.

P.- Luego hablaremos sobre lo que habéis aprendido. En definitiva, los ratos que hemos estado con los dibujos animados te lo has pasado bien y no venías pensando en el latazo de otra vez los dibujos animados.

1.- No. Yo no.

P.- Entonces, ¿qué es lo que no te ha gustado?

1.- No, que no me ha gustado mucho mucho, de decir ¡oh! Me ha gustado ...

P.- ¿Igual que cuando vemos un vídeo?

1.- Sí.

P.- Lo mismo, otra experiencia más. No te gusta más una cosa que otra.

1.- No.

P.- ¿Y tú, 3?

3.- A mí sí me ha gustado la experiencia de los Simpsons. Y más por eso porque te das cuenta y decías que eso no podía ser así y dabas los motivos, y discutíamos.

P.- Piensas que es una buena forma de fomentar los debates.

3.- Claro porque te pones en duda. ¿Será así o no? A mí sí me ha gustado.

P.- Y te ha gustado también igual que ver un vídeo.

3.- Hombre, es lo que dice 1, que gusta más pues verlo y ya está, pero lo bueno es que así te fijas más también en las cosas. Que no te engañen ... como siempre hemos hecho, que te pones a ver la tele y ya está. En cambio, con la experiencia ésta nos hemos puesto a analizar, y a mirar el libro también. A mí sí me ha gustado.

4.- Y aparte yo creo que te da ... no sé cómo decirlo .. te inicia o ... no sé como decirlo ... que te da la oportunidad ... que te das cuenta de que la Física está en la vida real, cuando ves los dibujos o las películas y te das cuenta de ...

P.- Que conecta un poco la asignatura aquí dentro del aula con ... (4 interrumpe).

4.- Con la calle. Lo ves en los dibujos, lo estás viviendo todos los días y ... (3 interrumpe).

3.- Eso sí es verdad, porque con el libro a lo mejor dices ¡pues bueno!, te ponen dibujitos, y eso es así porque es así, pero en los dibujos por ejemplo lo ves y dices ¡es verdad!, lo practicas tú y ya te quedas con la intriga y dices ¡pues voy a mirar a ver si es verdad esto!".

P.- 2, qué opinas tú.

2.- A mí me ha gustado bastante. Lo veo entretenido, y después de enseñárnoslo así me gusta cuando veo una película también juzgarla y ver cómo ...

P.- Que aplicas este tipo de crítica que hemos hecho con los dibujos animados fuera del aula.

2.- Sí, me entretiene.

P.- ¿Te entretiene hacerlo?

2.- Sí, es entretenido buscar fallos.

P.- Contestad con una palabra. Si nos dieran la oportunidad de repetirlo como una experiencia más de clase os gustaría que se hiciera?

3.- Sí.

4.- Claro.

2.- Sí

1.- Sí.

P.- Otra cosa. **Dentro de todas estas sesiones de análisis que hemos hecho, hemos conversado mucho, tanto vosotros solos como en mi presencia. Estas conversaciones, ¿os han servido para daros cuenta de que algunos conocimientos de los que teníais no eran ciertos? (se quedan callados) Me explico. Vosotros habéis discutido sobre algún fenómeno determinado, y puede que esa discusión os haya hecho ver que estabais equivocados, y las cosas no eran como pensabais.**

4.- Sí.

3.- Sí.

1.- Ha habido ocasiones en las que sí.

P.- Alguna ocasión en la que digas “pues yo estaba equivocado, y me he dado cuenta ahora que he estado hablando de ello”.

3.- En lo de la pasta de Homer Simpson, yo pensaba que saldría por toda la nave, y no es así.

P.- Pero en ese caso no estoy muy seguro de si te diste cuenta cuando hablasteis vosotros o fue ya cuando yo intervine. Me gustaría que pensarais un poco en las discusiones que habéis tenido entre vosotros, no conmigo, porque yo es normal que pueda cambiaros un poco la forma de pensar si estáis equivocados, pero entre vosotros mismos ¿os acordáis de algo?

4.- Sí. Cuando la nave echaba marcha atrás y chocaba con la otra.

P.- ¿Qué pasó ahí?

4.- Ahí que unos decían que no podía echar para atrás, que la nave tendría que ir para adelante con el impulso que llevaba de salir de la Tierra.

3.- Hombre, echar para atrás si llevara ...

4.- Para echar para atrás llevaría propulsores ... apuntando hacia delante.

P.- Y ahí fuisteis vosotros mismos los que os disteis cuenta explicándolo unos a otros.

1.- Claro, nos fuimos explicando uno a otro “que no, que esto no es así, porque ...”

3.- Y cuando lo de la gravedad, que salían los dos hombres ... que decíamos que había una parte que (realiza un movimiento circular con la mano).

P.- La parte que gira.

3.- Yo eso por ejemplo yo no sabía que en las naves había una parte que giraba.

P.- Bueno, de todas formas esas naves con la parte que gira creo que no existen todavía.

1.- Sí hombre.

P.- Tú dices que si, que las has visto, pero las has visto en películas.

2.- Yo en películas.

4.- Las has visto en misión a Marte.

P.- El otro día vi una película, “Planeta Rojo”, ¿la habéis visto?

Todos.- No.

P.- Pues esa película está bien enfocada científicamente, y aparecen esas zonas de gravedad artificial. Y además, surge un problema en la nave y tienen que desconectarla y se ve como cambian de gravedad artificial a la situación de lo que a veces se llama, mal llamado, gravedad cero. Espero que cuando oigáis hablar de gravedad cero os acordaréis de mí.

P.- Bueno, y **estas situaciones que explicabais de forma incorrecta, ¿pensabais que ocurrían así porque lo habíais visto u oído en algún sitio?**

1.- Por las películas. Lo de la nave es por las películas. Yo la verdad es que nunca he visto una nave ...

P.- En un telediario o en un documental.

1.- Sí, claro, pero digo ... con eso que da vueltas.

P.- Sí, con eso.

1.- Yo sólo lo he visto en películas, y yo pensaba que había, porque yo lo veo en las películas y digo "existe de verdad".

P.- Y el resto.

(pausa)

P.- La pregunta va enfocada principalmente para ver si los medios de comunicación pueden haceros pensar erróneamente.

3.- Yo lo que pensaba es que podía haber un momento en el que hubiera gravedad cero.

P.- En el que no hubiera gravedad. Pero eso por qué lo pensabas, porque lo has visto u oído en ...

3.- Claro, porque lo he oído en los telediarios, "la ausencia de gravedad".

P.- Sí, se dice mucho. ¿Y vosotros?

4.- Sí, los medios de comunicación te dan ... te emiten conceptos erróneos.

P.- Pero, ¿te acuerdas de algo en particular en lo que estuvieras equivocado porque lo hubieras visto u oído en algún medio de comunicación.

2.- Las naves, que yo pensaba que hacían ruido en ... cuando ...

3.- Yo también.

P.- En el vacío.

2.- Sí, por las películas y por todo eso.

3.- Y el fuego, cuando lo echaban hacía "pffffff".

4.- Yo también creía que la nave en el espacio sigue con los propulsores encendidos.

3.- Yo también, ¡es verdad!

P.- Hombre, los encienden cuando tienen que hacer un cambio de dirección. Si no hay ninguna fuerza la nave sigue recta, y si queremos curvarla tendremos que aplicar una fuerza. Si queremos que cambie de movimiento rectilíneo tendremos que aplicar una fuerza.

P.- La siguiente pregunta es para ver si esto sale del aula. **Desde que habéis analizado los dibujos animados en clase, ¿esta actividad la hacéis a veces fuera de clase?**

1.- Sí.

P.- ¿Lo hacéis en vuestra casa cuando veis la tele o cuando vais al cine u oís la radio? A ver, 1, qué decías, y si te acuerdas de algún ejemplo me lo comentas.

1.- Ahora mismo no caigo, pero sé que sí he hecho. En la calle cuando veo cosas digo, "cuchi", y me acuerdo de cosas. O viendo la tele también, alguna película o dibujos animados.

P.- No te acuerdas de nada en particular.

1.- No me acuerdo.

P.- Piensa mientras contesta el resto. Tú, 3, aplicas esto fuera?

3.- Yo sí.

P.- ¿Y te acuerdas de algo en particular?

3.- De ... (1 interrumpe)

1.- ¡Ya me acuerdo de una cosa! El otro ... bueno, hace ya, estuvimos en Granada y fuimos en el autobús, e hice ... me puse de pie y cuando aceleraba te impulsa hacia atrás y cuando iba andando estabas quieta y parecía que no se movía. Eso lo hice en Granada, eso sí lo hice.

P.- Y eso, ¿a qué se debería?

3.- La inercia.

P.- A la inercia.

3.- Yo de eso también he hablado muchas veces. Un día estaba con mi hermano y dije ¿y por qué hacemos así para atrás cuando vamos en el coche y acelera? Y los Simpsons cuando los veo también me fijo más.

P.- Te fijas un poco cuando ves ...

3.- Sí.

P.- Pero, ¿sólo en los Simpsons? Una película o ... (3 interrumpe).

3.- ¡No, ya! Pero con los Simpsons, como ya sé que tienen fallos y ...

2.- Yo en lo que me fijo mucho en los dibujos últimamente es en lo que es el tema de ondas. Por ejemplo, le está dando el sol a la gente ... a los dibujos, pero ellos no están ... no hacen ... no dan sombra.

P.- No proyectan sombra. Eso ocurre en muchos dibujos.

2.- Me fijo en eso.

P.- ¿Pero es sólo en dibujos o también en otro género?

2.- Es que en películas no ... es que no veo mucho de eso.

P.- Ah, que no ves muchas películas.

3.- Y otra cosa de los fallos es cuando está la habitación a oscuras y están durmiendo, cuando abren los ojos, que se ven los ojos blancos, que sale el ojo blanco. En eso también me he fijado a veces, en los Simpsons y en más dibujos.

4.- Yo de fallos así, mi hermano cuando ve POKÉMON, en el típico de que saltan y se quedan media hora en el aire.

3.- O cuando lloran, que se quedan media hora con la lágrima en el mismo sitio.

1.- Incluso yo hay cosas que le he corregido a mi hermano. Hay cosas que le he dicho "no, porque esto es así".

P.- Y, ¿te acuerdas de alguna?

1.- Sí, hablando de las ruedas. El otro día bajamos para abajo y dijo mi hermano "con el calor, porque hace mucho calor el asfalto está muy caliente y las ruedas se ponen como chicle" y digo "al revés, porque las partículas van más rápido y se ponen más duras".

P.- No, no. Ahí tiene razón tu hermano. (4 Simultáneamente a P).- ¡No!

4.- Ahí tiene razón tu hermano.

1.- ¿Si?

4.- Nada más que lo pruebes tú con la moto.

1.- Nosotras le dijimos eso.

P.- Piensa que la rueda lo que está es pasando de sólido a líquido. Las partículas se mueven más rápido y ...

1.- Pero no digo la goma.

3.- Sino que se desinfla.

1.- Sí.

P.- ¡Ah, ya! Es que tu hermano se refería a las gomas. Cuando dice "se ponen como chicle" se refiere a las gomas.

1.- Yo entendí que se desinflaba la rueda.

P.- Ya te entiendo. Y cómo se llama esa teoría, ¿te acuerdas?

3.- Moleculo ... cinético molecular.

P.- Teoría cinético molecular. Cuando aumenta la temperatura de un gas aumenta la velocidad de las partículas y ejerce más presión.

4.- Las ruedas ... sí se ponen más duras pero se quedan más ... lo que es la goma se queda como chicle y agarra más en ese periodo del día.

P.- Exactamente, está más fluida que antes.

4.- Vamos, en ese periodo ... cuando vas andando las ruedas se (P.- También).

Por eso en las carreras las motos tienen un cuarto de hora de entrenamiento, o cuarenta y cinco minutos, para que las ruedas se calienten. Para que luego agarren en la carrera

P.- Y la rueda que está, ¿más caliente entonces luego?

1.- No, a mayor temperatura.

4.- A mayor temperatura.

3.- Yo también cuando el médico, lo de la presión de los oídos.

P.- Cuenta qué pasó.

3.- Que fui al médico con otitis, y bajé a Granada y me dijo que aquí en la Sierra, como había más presión que dolían más los oídos. Y es mentira. Sería al revés, en Granada hay más presión que aquí.

P.- ¿Y por qué?

3.- Porque hay más capa ... en la Sierra ... o sea, en Granada hay más capa de aire encima y tienes que aguantar más peso ... más presión.

P.- Sí, puedes hablar de peso y cuando lo hagas por unidad de superficie ya estás hablando de presión.

3.- Sí, sí.

P.- ¿Os acordáis de más fenómenos que hayáis visto en la calle y os hayáis dado cuenta de que no son acordes con las leyes físicas?

3.- El otro día a mi madre le dije "mamá, ¿por qué se ve el cielo azul?. Y se lo expliqué.

P.- La dispersión de las ondas.

3.- Sí.

P.- Recordáis algo más. Bueno, si os acordáis mientras estamos hablando, que ya queda poco (3 interrumpe) ...

3.- Yo, pero eso fue del año pasado, de lo de lo ...

P.- Bueno, sigue.

3.- Pero es más Naturales, lo de los impulsos nerviosos. Cuando vas y pierdes el equilibrio ... de eso también he hablado mucho.

P.- ¿Qué pasa con eso?

3.- Nada, que, por ejemplo, cuando te quemas, mi madre ha dicho "¿por qué haces así?" (retira la mano de la mesa como si se hubiera quemado o pinchado) [¿?]

P.- Sí, los reflejos.

3.- Sí.

4.- Yo eso es algo que no comprendo por qué, pero sin embargo [¿?] reflejos lo hago.

P.- Pero no comprendes qué.

4.- Es que sin verlo ... se cierra el ojo, o lo que sea ... a mi no me llega la señal de verlo y sin embargo el ojo se cierra. Yo voy en la moto y a lo mejor voy así (simula posición de conducción en motocicleta) y el ojo hace así (cierra el ojo derecho) y me da un mosquitazo, ¡pam!, en todo el ojo, y yo no lo he visto. Yo no tengo la sensación de haberlo visto.

1 y 3.- Sí, eso me ha pasado.

4.- Sin embargo el ojo se ha cerrado.

P.- Son rápidos los reflejos. Son muy rápidos.

1.- Sobre todo así, en cosas de pestañear Te das cuenta de que viene.

P.- O al apartarte.

4.- Sí, con un balón también. Te viene y nada más ver la sombra haces así (se cubre la cabeza con las manos) y te vas.

3.- Y echas las manos a la cabeza.

1.- Para cubrirte.

P.- No sólo la vista es la que influye ahí.

4.- Sí, pero a mí la que más me llama la atención es la vista.

P.- En lo del mosquitazo hay más sentidos que entran en juego. Aparte de la vista tienes el tacto también. Lo que hay es un fluido, el aire, de densidad más o menos constante, que te da en la cara . En cuanto se acerca un objeto que tiene otra densidad el tacto lo detecta.

4.- Entonces el párpado es más rápido que la velocidad a la que voy yo con la moto y a la que viene el mosquito ... en cerrarse ... en un periodo de tiempo de nada y menos.

P.- Desde que lo percibe hasta que se cierra pasa menos tiempo que el que tarda el mosquito en darte.

4.- Sí.

3.- Otra cosa que he hablado yo también es de infrasonidos y ultrasonidos, con mis padres también. Es que, siempre ... ¿por qué los perros oyen el sonido del silbato y nosotros no?

P.- En la siguiente pregunta, para que no os influenciéis unos a otros, la escribís y luego la leéis. **¿Cómo os imagináis a un científico?**

2.- ¿Lo dibujamos mejor? (Risas)

1.- ¿Y por qué tiene que ser un científico?

P.- O una científica, es lo mismo.

(Dejo tiempo para que escriban la respuesta)

P.- A ver, 1.

1.- Yo me imagino más a un hombre científico que a una mujer. Me dicen científico y me imagino a un hombre. Me lo imagino con una bata blanca y con gafas. Pienso que son muy antipáticos, y que sólo hablan con una persona de cosas científicas, que no tienen muchos temas de los que hablar, por ejemplo poesía ... sólo científicos, cosas científicas. Ya está. Así me imagino yo a los científicos.

P.- ¿Por qué te lo imaginas así? ¿Podrías decir por qué?

1.- Pues sobre todo porque ... siempre los he visto así, a lo mejor en una película, o en unos dibujos. Y además, que no conozco a ningún científico ... (3 y 4 me señalan).

1.- No sé, yo lo veo como profesor sólo, no de científico. Nunca he conocido a un científico.

P.- Puedes conocer a muchos científicos, que investigan y desarrollan, intentan. Que tú no sepas que lo son es otra cosa.

P.- 3, cómo te imaginas a un científico?

3.- Muy parecido a 1. Me he imaginado a un hombre, viejo, con poco pelo y con muchas canas, gafas de vista redondas y con mal humor, vestido con una bata blanca y lleno de tubos de ensayo.

P.- ¿Y por qué te lo imaginas así?

3.- Por lo mismo, mas o menos. Porque en las películas y en casi todo lo enfocan así. Y es verdad, porque mi prima es física, pero cuando está con ella no pienso en eso. Me imagino siempre cuando me han dicho "un científico", me imagino a un hombre como Albert Einstein, así.

P.- 4, te toca.

4.- Yo me he imaginado hombre o mujer, me da lo mismo. Pero yo ... con gafas, así con un poco cara de loco .. yo que sé, o cara de loco o una cara de inteligente, así muy ... yo que sé, es que la cara de una persona inteligente me parece como una cara un poco de loco (risas), con una bata blanca y antipático.

P.- ¿Por qué te lo imaginas así?

4.- Por los medios de comunicación. Por lo que ves en la tele y las cosas así, y lo que tú dices también, que a lo mejor sí, conozco muchos, pero no lo sé, no me han dicho lo que son ... yo lo que veo en los medios de comunicación.

P.- ¿Y tú, 2?

2.- Pues para mí un científico, yo pienso que me da igual un hombre o una mujer, me da igual, pero para mí ... muy aburrido. Es un hombre muy aburrido, que por eso lo quieren explicar todo, como están muy aburridos pues ... lo quieren explicar todo.

P.- Como no saben lo que hacer.

2.- Eso es, por eso quieren explicarlo todo.

P.- Y, ¿por qué te lo imaginas así?

2.- No lo sé. Lo que pienso es ... siempre un científico está ... buscando algo ... intentando averiguar algo, por eso pienso que están siempre aburridos.

P.- Y físicamente cómo te los imaginas.

2.- No tengo ... modelo.

P.- Me gustaría que a la siguiente pregunta contestarais "sí" o "no" y explicarais por qué. **¿Creéis que se aprende física analizando dibujos animados?**

P.- 1.

1.- Sí. Porque yo he aprendido, no toda pero he aprendido este año y ha sido debido a los dibujos, y también he aprendido por el libro. Pero ha habido cosas que sí, que me doy cuenta y ... he aprendido.

P.- 3.

3.- Sí y no. Sí por eso porque ... además que es entretenido, que lo ves diferente que un libro y dices "voy a analizar dibujos" y quieras que no se aprenden cosas. Pero no porque al ser tan entretenidos y estar acostumbrados, a lo mejor, a verlo así, pues dices ...

1.- Hay muchas cosas que se te pasan.

3.- Claro, que estás más pendiente quizás ... lo que dice 2 de las sombras, quizás estás más pendiente de lo que están haciendo que de las sombras, y puede ser que esté mal una sombra o ... que con el libro también es un buen método.

P.- Con los libros se aprende seguro. Lo que quiero saber es si se aprende también con los dibujos animados, si es otro modo de aprender Física o no.

3.- Y lo bueno también es que como gusta, quieras que no.

P.- ¿Motiva?

3.- Sí, motiva.

P.- 4.

4.- Yo creo que sí, porque ... analizarlos ... estás más o menos tú sólo en tu casa. Entonces eso más o menos te obliga a que si algo no entiendes o ves algo raro, tienes que buscarlo tú en libros, y ya te estás obligando a ti mismo a buscar, y te entra la duda, y busca. También es un medio que motiva mucho ... analizar los ...

P.- Pero también hemos analizado aquí, no sólo en tu casa. En los análisis de tu casa tienes esa ventaja, esa motivación. ¿Y en los análisis de aquí?

4.- Motivan mucho. A mí por ejemplo me han motivado mucho. Divierten.

P.- ¿Te han servido para aprender?

4.- Estás aprendiendo y divirtiéndote.

P.- 2.

2.- Yo creo que sí, pero yo creo que se debería poner los dibujos y que alguien dijera donde está el fallo, para estudiarlo.

P.- Que no identificaras tú el fallo.

2.- Eso, por si acaso no lo encontrara, algo que no entiende, alguien se lo tendría que decir para ... yo creo que con los dibujos estás más motivado.

P.- Y a ese alguien, ¿quién se lo dice?

1.- El profe.

P.- Y al profe, ¿quién se lo dice?

4.- El otro profe.

P.- Vosotros habéis identificado muchos fenómenos que yo no había visto. Es lo que estamos hablando, que a veces te fijas más en el dibujo que en el fallo físico. Eso que dices es muy difícil.

2.- Así es como yo digo, si te dicen lo que es, es más sencillo. Aparte que por ser dibujos estás más motivado ... no sé ... te enterarás mejor.

4.- Yo pienso que es mejor como lo hemos hecho. Primero lo analizamos nosotros, después con el profesor y ya entre profesor y alumnos se discute.

P.- Piensas que es un buen método.

4.- Sí.

P.- Bueno, en una palabra, ¿motiva?

Todos.- Sí.

P.- ¿Útil para aprender?

Todos.- Sí.

P.- ¿Sirve para trasladar la asignatura a la calle?

Todos.- Sí.

P.- Pues entonces me doy por satisfecho. Despediros.

Todos.- ¡Adiós!

ANEXO 5. ENTREVISTA CON LOS PADRES

El día 28 de junio de 2001 se mantuvo una conversación con el padre o la madre de cada uno de los estudiantes que han participado en la experiencia. Nuestro propósito era doble: cotejar las respuestas de estos con las que obtuvimos de los alumnos en el momento del cuestionario y comprobar si se ha estimulado es espíritu crítico de aquellos.

Se les hicieron tres preguntas relacionadas con los objetivos del trabajo:

1. ¿Le ha comentado su hijo/hija durante este curso académico si le ha gustado la asignatura de Física y Química?
2. ¿Alguna vez viendo la televisión u oyendo la radio han comentado que algún mensaje emitido por esos medios sea incorrecto y le han explicado cómo ocurre realmente?
3. Y cuando van por la calle, ¿alguna vez le han explicado algún fenómeno con lo que han aprendido en clase?

Las respuestas de los padres a estas preguntas han sido:

Madre de 1.

- 1.- Al principio mi hija odiaba la asignatura pero ahora es de las que más le gustan.
- 2.- Sí, a veces viendo la televisión comenta que algo no es como se ve y lo explica según ella lo ha estudiado.
- 3.- No recuerdo que lo haya hecho nunca.

Padres de 2.

- 1.- Es la asignatura que más le ha gustado desde el principio.
- 2.- Sí, explica cosas, sobre todo en películas y en juegos de ordenador.
- 3.- Sí, va hablando de ello por la calle.

Madre de 3.

- 1.- No me ha comentado nunca si le gusta o no ninguna asignatura.
- 2.- Sí, a veces viendo la televisión comenta que eso no puede ser así, porque ella lo ha estudiado en clase y es de otra manera.
- 3.- Sí, algo que le dijo un médico y vino diciendo que el médico no sabía Física.

Madre de 4.

- 1.- No me ha dicho que le guste, pero el año pasado siempre se estaba quejando de la Física y este año no lo ha hecho.
- 2.- Sí, viendo la tele a veces se enfada porque lo que sale no es así, y explica cómo es.
- 3.- Yo no salgo a la calle con él, ya no quiere salir con nosotros.

ANEXO 6. MATERIAL POR UNIDADES DE CONTENIDO

En este Anexo se comenta el contenido de las secuencias que se han utilizado en las experiencias de análisis de dibujos animados con resolución de problemas.

Presentamos los fenómenos que, en principio, esperábamos que fueran identificados por los estudiantes, así como la ley o leyes físicas que queríamos trabajar basándonos en ellos. No obstante, en ocasiones nos hemos visto obligados a improvisar en las sesiones de clase, tomando nota de lo ocurrido con vistas al uso futuro de esta herramienta.

Hay que señalar que, aunque las secuencias se hayan seleccionado por algún fenómeno en particular relacionado con el bloque temático donde se han introducido, lo habitual es que en ellas aparezcan fenómenos relacionados con otros campos, también merecedores de comentarios.

El material preparado hasta el momento contiene las siguientes secuencias.

BLOQUE 1. FUERZAS Y DEFORMACIONES.

Secuencia 1.- Piolín y Silvestre. “El nido elástico”.

Esta secuencia se ha seleccionado de un capítulo de “Piolín y Silvestre”. Podemos observar dos gatos que quieren llevarse el nido donde se encuentra el canario, lo sujetan simultáneamente por dos extremos opuestos y comienzan a correr en la misma dirección y sentidos contrarios. El nido, supuestamente elaborado con paja, palitos y barro, adquiere propiedades elásticas y, lejos de romperse, alcanza una longitud exagerada (los gatos salen de la pantalla del televisor) antes de, por las propiedades antes referidas, recuperar su tamaño original provocando que los gatos colisionen en el punto de partida. Quedan atolondrados momentáneamente por el choque y esto permite escapar al canario.

Se eligió con idea de aplicar la ley de Hooke al cálculo de la constante elástica del nido, una vez identificado el fenómeno descrito.

Secuencia 2.- Daniel el Travieso. “Un globo aerostático autorregulador de su peso”.

En una secuencia de “Daniel el Travieso” varios personajes se encuentran en un globo aerostático persiguiendo a otro globo. Cuando los dos artefactos se encuentran lo suficientemente cerca uno de los personajes salta de uno a otro, con la consiguiente disminución del peso producida en el

globo de partida y el aumento en el de destino. Aunque ambos globos debieran variar la altura a la que se encontraban, el primero aumentándola y el segundo disminuyéndola, no ocurre así y los dos continúan a la altura inicial.

Se puede utilizar para entender el funcionamiento de los globos aerostáticos, y para profundizar en el principio de Arquímedes y en cuestiones relacionadas con flotación.

Secuencia 3.- El pato Donald. “Las propiedades elásticas del pato Donald”.

El pato Donald está patinando sobre hielo y pierde el equilibrio. Antes de caer permanece unos segundos a altura constante dando vueltas, y finalmente cae al hielo, incrustándose en él con el pico. Queda atrapado, y en su intento de liberarse el pico manifiesta propiedades elásticas. Cuando consigue liberarse lo hace con un fragmento circular de hielo rodeando el pico. Intenta quitárselo y, mientras bota sentado sobre el hielo, tira con las manos del fragmento y vuelven a aparecer las propiedades elásticas del pico. En uno de los botes cae sobre el agujero que ha quedado en el hielo, de diámetro mucho menor al del pato, y asombrosamente se cuelga por él. El fragmento de hielo arrancado anteriormente encaja en el orificio que había quedado en la superficie helada, y el pico sigue atrapado en el mismo, con el cuerpo de Donald debajo de la capa de hielo, quedando únicamente por encima parte del pico. Donald se queja en su ininteligible lenguaje habitual.

En esta secuencia aparecen varios fenómenos a comentar. En lo que respecta a la caída, el pato queda suspendido en el aire anulándose los efectos gravitatorios durante ese periodo de tiempo. Arrancar el fragmento circular tampoco es habitual, como tampoco lo es botar sentado en una superficie de hielo, donde apenas hay rozamiento. También podemos destacar las propiedades elásticas del pato, tanto en el caso de colarse por un agujero de diámetro pequeño como las del pico, que se estira enormemente. Son muchas las cuestiones y principios físicos a comentar.

Secuencia 4.- Superpato. “Pato con poderes y aplomado”.

Se trata de una secuencia de “Superpato”, un pato con poderes de superhéroe con todo lo que esto conlleva. Su objetivo es atrapar un submarino enemigo que divisa desde el aire mientras la embarcación se sumerge. Cuando llega al punto de la superficie del mar donde se encontraba, ya se ha sumergido completamente y el pato va en su busca, sacándolo a la superficie y ordenando a la tripulación que salga del submarino. Como respuesta recibe un cañonazo que tan sólo daña su ropa. Al observar que el submarino se dispone a cargar un misil el héroe huye, sin poder evitar ser alcanzado por el proyectil. Esta vez los daños son mayores, y

el pato queda flotando en el agua, cabeza abajo, en vertical, y con medio cuerpo emergido, con todas sus pertenencias flotando a su alrededor.

Esta secuencia se eligió para tratar temas relacionados con equilibrio en la flotación. Dependiendo de la posición en la que un cuerpo flote a veces tendremos que tener en cuenta, aparte de la relación de densidades, la posición del centro de masas y del centro de carena.

Secuencia 5.- Mickey Mouse. “La habitación hermética”.

Daisy visita a Minnie en un capítulo de “Mickey Mouse” porque en su casa no puede ducharse. Pide permiso a su amiga para usar su baño y, mientras se llena la bañera, ven las noticias en la televisión. Uno de los titulares advierte de la fuga de un león del zoológico, que precisamente se encuentra merodeando la casa donde se encuentran. Se olvidan de que están llenando la bañera y el agua comienza a salirse del sanitario, inundando el cuarto de baño, pero sin salir de esa habitación. Mientras ocurre esto el león entra en la casa e intenta comerse a Minnie, que al final consigue salir de la casa, acompañada de su amiga. Cuando el agua alcanza el techo del cuarto de baño, la puerta no resiste la presión y se rompe. El agua sale por todas las partes de la casa (puertas, ventanas y chimenea) arrastrando a león, dentro de la bañera, de nuevo hasta el zoológico.

Es curioso que el agua no escape de la habitación hasta que se rompe la puerta. Este es el fenómeno que hizo elegir esta secuencia. Además, mientras el cuarto de baño se inunda, hay objetos que flotan y otros que no, aún debiendo hacerlo.

BLOQUE 2. FUERZAS Y MOVIMIENTOS.

Secuencia 6.- POKÉMON. “La barca que no curva”.

Se trata de una secuencia de un capítulo de POKÉMON, en la que dos personajes están en una barca de remos. Uno de ellos está sentado en la popa sin remar y el otro en el centro remando por estribor. En estas condiciones la barca debería describir un movimiento curvilíneo y sin embargo se observa uno rectilíneo.

También podrían considerarse corrientes de agua que provocaran el movimiento rectilíneo remando sólo por un lado, en cuyo caso podría tratarse la relación entre la fuerza de la corriente y la que el personaje ejerce con el remo para asegurar el movimiento observado.

Secuencia 7.- POKÉMON. “El salto del puente”.

Contenida en el capítulo utilizado para la Prueba Piloto (curso 1999/2000), contiene un salto en bicicleta, desde ambas partes de un puente levadizo doble, con interacción en mitad del recorrido. Desde una parte del puente saltan dos bicicletas (las de “los malos”) y desde la otra tres (“los buenos”). Durante el salto “los buenos” comentan que con ese impulso no van a llegar a la otra parte del puente y deciden rebotar en “los malos” para tomar más impulso. Así lo hacen, consiguiendo alcanzar su objetivo y enviando a “los malos” al agua del río. El fenómeno fue detectado y discutido en la Prueba Piloto, llegando a la conclusión de que no era posible tomar un impulso de tales magnitudes sobre cuerpos sin apoyo.

La secuencia se presta a comentarios sobre los efectos de las fuerzas en los cambios del estado de movimiento de los cuerpos, y a la resolución de problemas de movimientos parabólicos. En esta ocasión no pretendemos la resolución de problemas, sino sólo el comentario del fenómeno.

Secuencia 8.- Los Simpsons. “Corriendo sobre el globo terráqueo”.

Bart Simpson corre sobre un globo terráqueo como los equilibristas circenses lo hacen sobre grandes esferas. Independientemente de si el globo resistiría o no el peso del personaje sin romperse, se observa que, en un momento en el que Bart pierde el equilibrio, cae sobre la esfera terrestre y sale despedido por la inercia de la misma. El movimiento que describe es rectilíneo, como si la gravedad no actuara sobre él, en vez de parabólico como nos dice la realidad.

El problema a resolver con esta secuencia implicaría contenidos relacionados con composición de movimientos con aceleración. En esta ocasión únicamente pretendemos que se identifique el fenómeno como contradictorio con la realidad.

Secuencia 9.- Los Simpsons. “Un coche con buenos frenos”.

Mientras Homer, en una de sus descabelladas aventuras, viaja con Bart hacia el museo de Thomas Alba Edison para destruir un invento que quiere que aparezca en la historia como idea suya, aunque ya lo había inventado Edison (pero no se le había reconocido), se duerme al volante. En ese momento aparece en la carretera el fantasma del famoso inventor intentando detenerlos y Homer, recién despierto, frena el coche con aceleración exagerada.

Esta secuencia pertenece al capítulo que se utilizó en las experiencias del curso 2000/2001, y en aquella ocasión los alumnos advirtieron que el paisaje que se veía a través de las ventanillas del coche era periódico, es decir, los árboles se encontraban en grupos equiespaciados que iban pasando de forma periódica.

En esta secuencia podemos calcular tanto la aceleración de frenado como la fuerza ejercida por los frenos, siempre que elijamos las variables relevantes y demos valores a aquéllas que podamos, directa o indirectamente. Además hay otros fenómenos que pueden ser objeto de comentario, aunque no relacionados con movimientos.

Secuencia 10.- El pato Donald. “El rozamiento del hielo”.

Esta secuencia pertenece al mismo capítulo que la secuencia 3, y es anterior a ella en el mismo. Al llegar Donald a la pista de patinaje lleva los patines en la mano, los tira sobre la superficie helada y permanecen en el punto de impacto y en equilibrio, cuando lo que debería ocurrir es que se ladearan y resbalaran. Una vez puestos, Donald patina y en una de sus caídas desliza muy poco espacio, lo que hace pensar en el alto rozamiento con el hielo, cuestión que también llama la atención.

Podemos calcular el coeficiente de rozamiento entre el pato Donald y el hielo midiendo de alguna forma el espacio que recorre desde la caída y el tiempo que tarda en detenerse.

BLOQUE 3. GRAVITACIÓN.

Secuencia 11.- Ace Ventura. “¿Gravedad según sentido?”

Ace Ventura se encuentra en un mundo virtual, donde se supone que todo está permitido. No obstante, la secuencia se presta a discusión en uno de sus fenómenos, en el que el protagonista sale despedido verticalmente a causa de un impulso que proviene de un cono del suelo de ese mundo. Lo que llama la atención es que la ascensión se produce a velocidad constante, permanece en reposo durante un tiempo en el punto más alto del recorrido, descendiendo finalmente con una aceleración, al menos inicial, muy elevada.

Podemos calcular tanto el espacio que asciende, si conocemos la velocidad durante el ascenso (que tendremos que calcular extrayendo datos de la imagen), y la aceleración del descenso, midiendo el tiempo que en él se invierte

Secuencia 12.- Bugs Bunny. “Ascenso-reposo-descenso”.

Claro ejemplo de las ondas gravitatorias definidas en la corrección D de las leyes físicas de los dibujos animados (Tabla III), Bugs Bunny, después de ser engañado por el ordenador de su nave espacial para salir a la superficie de un planeta desconocido, intenta volver al interior sin darse cuenta de que las escaleras de acceso a la nave han sido ya recogidas. Aparte de ascender una distancia exagerada en la atmósfera del planeta siguiendo la trayectoria del espacio donde antes se encontraban las escaleras, sin poder

llegar a la base del habitáculo al no tener punto de apoyo, cuando se da cuenta de que no hay escaleras permanece durante un tiempo elevado en reposo a esa altura y después cae “por partes”, manifestando propiedades elásticas.

La secuencia se ha elegido con la idea de calcular la intensidad del campo gravitatorio producido por la masa de ese planeta, conociendo el espacio que recorre en la caída (midiéndolo en la pantalla y haciendo un cambio de escala) y el tiempo que invierte en el movimiento, medido con un cronómetro sobre la propia secuencia.

Secuencia 13.- Daniel el Travieso. “Gravedad artificial”.

Daniel visita, acompañado de unos amigos, el centro de trabajo del padre, una plataforma de lanzamiento espacial. Durante la visita se quedan solos mientras el padre resuelve asuntos importantes, y aquí empieza nuestra secuencia.

Los niños se introducen en una nave espacial y, pulsando botones del panel, hacen que se produzca el lanzamiento (cuando realmente un lanzamiento requiere multitud de preparativos anteriores) y salen del planeta. Lo primero que ocurre al pulsar un botón es que se desconecta, según comentan los protagonistas, la gravedad artificial de la nave. Pulsándolo de nuevo vuelven a conectarla.

Durante el viaje sortean una lluvia de meteoritos (¿en el espacio?) y se libran de la colisión con un planeta pulsando un pedal que no queda muy claro para qué está pensado. Finalmente “aterrizan” en la luna (alunizar, sería lo correcto) y descubren que todo lo que han vivido es una simulación (¡vaya simulador!).

Esta secuencia se elige sin pensar en cálculos enfocados a este nivel educativo, aunque se preste a algunos relacionados con efectos gravitatorios (velocidad de escape de los cuerpos celestes, variación de la intensidad gravitatoria con la distancia, etc.). Lo que se pretende con ella es conseguir la reflexión de los estudiantes sobre las propiedades del campo gravitatorio, tan frecuente en los medios de comunicación de masas.

ANEXO 7. SESIONES DE ANÁLISIS CON RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS. TERCERA EXPERIENCIA.

Durante el curso académico 2001/2002 se realizaron seis sesiones de análisis de dibujos animados con resolución de problemas, con alumnos de 4º de E.S.O. Podemos distinguir tres bloques de dos sesiones cada uno, correspondientes a “fuerzas y deformaciones” (primera y segunda sesión), “fuerzas y movimientos” (tercera y cuarta) y “gravitación” (quinta y sexta).

Todas estas sesiones se han grabado en cinta magnetofónica y se han transcrito para poder analizarlas con detalle tantas veces como ha sido necesario, lo que no elimina la posibilidad de obtener nuevas conclusiones de posteriores lecturas, como habitualmente ha sucedido.

En este Anexo se recogen las transcripciones de estas sesiones de clase, refiriendo las secuencias que en cada una de ellas se han discutido.

Primera sesión. 12 de noviembre de 2001

Secuencia 1. “El nido elástico”

P. Vamos a empezar con una secuencia de Piolín, lo conocéis ¿no?, Piolín y Silvestre, el pajarillo y el lindo gatito. La secuencia es corta, y lo primero que tenemos que hacer es identificar en ella los fenómenos que observemos que violen las leyes de la Naturaleza, que no sean acordes con las leyes físicas.

[se observa la secuencia sin interrupciones]

P. Esta es la primera secuencia, que habéis visto entera. Vamos a volver a verla y cuando veáis algo que no sea acorde con las leyes físicas, ..., ¿habéis observado algo? (afirman con la cabeza), me lo decís, paro la imagen y discutimos el fenómeno, ¿vale? ¿Habéis visto todas algo? (asienten con la cabeza) ¡Podéis hablar! No estéis todo el rato contestando con la cabeza. Que se os olvide que está esto aquí (señalando el radiocasete). Venga, cuando digáis paro.

[Vuelvo a pasar la secuencia]

1, 2, 3.- ¡Ahí! (dos gatos quieren llevarse el mismo nido y éste se estira de forma exagerada)

P. Habéis coincidido las tres en el mismo sitio. Y qué pasa ahí, por qué paráis.

2.- Porque se rompería.

P. ¿Qué se rompería?

(Hablan todas a la vez)

1.- Porque el nido no es elástico

P. Os voy a pedir un favor, que habléis de una en una, que luego es difícil entender la cinta si habláis todas a la vez. Respetad el turno de palabra. 2 dice que se rompería y 1 dice que el nido no es elástico, ¿y tú por qué dices que pare? (mirando a 3).

3.- Porque no es elástico.

P. Y ahí, ¿qué debería ocurrir? Habéis identificado esta imagen que viola las leyes físicas. Ya está identificada y las tres estáis de acuerdo, por lo que no tenemos que discutirlo. Ahora hay que decir cómo ocurriría esto realmente.

3.- Que al estirar el cuerpo se rompería.

P. ¿Cómo podríamos decir esto utilizando un vocabulario...?

1.- Que pasa el límite de elasticidad.

P. ¿Y qué pasaría cuando se traspasa el límite de elasticidad?

1. Que se queda deformado.

P. Y eso no es lo que estamos diciendo.

1. No.

3.- No, porque si eso es un cuerpo rígido, cuando le aplicas una fuerza ... (1 interrumpe)

1.- El límite de rotura.

P. Si traspasamos el límite de ruptura debería romperse, y sin embargo no se rompe. ¿No podríamos encontrar un nido así, de esas características?

3.- No.

1.- (Simultáneamente a 3) Sí, si es de plástico.

P.- De plástico, goma o algún material elástico. ¿Y tú qué piensas de todo esto? (mirando a 2, que no participa)

2. Pues eso.

P. Estás de acuerdo con los argumentos de tus compañeras.

2. Sí.

P. ¿En qué leyes nos estamos basando al decir esto?

3. Las de la elasticidad.

P. ¿Las localizáis en vuestro libro?

(Buscan)

1.- Página nueve.

3.- Ocho y nueve.

P. Estamos hablando de límites de elasticidad, límites de ruptura, ... Lo que vamos a hacer ahora es un problema: suponiendo que el nido es un cuerpo elástico, vamos a calcular su constante elástica.

3. ¿Sabiendo?

P. Eso es lo que tenemos que ver. De las imágenes que tenemos, ¿cómo podríamos calcular la constante elástica del nido? ¿Qué necesitaríamos saber?

1.- Pues ... la variación de la ... elasticidad del muelle ...

P. ¿Qué muelle?

1. O sea, del nido ...

P.- ¿La variación de la elasticidad del nido?

1.- Sí, lo que se estira.

2.- La variación de largo.

3.- La variación del alargamiento.

P. ¿De qué?

3.- De lo que se alarga.

P. Y cómo hemos llamado nosotros a eso.

3.- Variación.

P. ¿Decís variación por el incremento?

2, 3. Sí.

P. Por la letra griega delta mayúscula (la escribo en la pizarra). Pero esto es una representación en la pizarra. ¿Cómo diríamos esto en nuestro lenguaje cotidiano?

1.- Cuánto se estira.

P. Eso. Cuánto se estira el nido, para lo cual lo primero que tenemos que calcular es ... (espero respuesta) ... cuánto mide.

1.- Sí, cuánto mide.

P. Si supiéramos cuánto mide el nido, cuánto se estira, para lo que tendremos que hacer suposiciones, ya que los gatos se salen de la pantalla, ¿y qué más tendríamos que saber?

3.- La fuerza que aplican uno y otro.

2. Se supone que es la misma porque si no se iría para un lado o se iría para el otro.

P. Efectivamente, si observáis, el pajarillo queda en el centro.

3.- Pero tienes que saber la fuerza para calcular la constante.

P. Sí. Entonces tenemos que hacer varias suposiciones. ¿Cómo podríamos saber más o menos cuánto mide este nido?

1. ¿Cuánto mide?

3. Comparándolo con la pantalla.

P. No, con la pantalla no. Pero tenemos que hacer suposiciones.

3. Que mida ... diez centímetros.

1. Quince.

P. ¿Por qué diez?, ¿por qué quince?

3. Porque el pajarillo ... (se queda callada)

P. Por el tamaño del pajarillo. Vamos a utilizar el tamaño del pajarillo para tener una idea de cuánto mide el nido cuando no hay ninguna fuerza aplicada. Un pajarillo de estas características, un canario, ¿cuánto mide más o menos? ... ¿Tenéis una regla a mano?

1. Ocho ... yo que sé ... ocho centímetros.

P. (Señalando la regla) ¿Cómo puede ser de grande un canario, más o menos?

3. Doce, no ocho.

P. Doce cuánto es, ¿a ver?

3. Hasta aquí (señalando la marca de la regla).

P. ¿Estamos todos de acuerdo?

2. No, demasiado grande.

1. Más pequeño.

P. ¿Es muy grande?, ¿más pequeño?

3.- Diez.

P. Diez centímetros, mide un canario.

2.- [...], 3, por Dios, ve a casa de [una amiga] y lo miras. Ocho.

1.- Ocho, lo que yo había dicho.

2. Ocho.

P. Ocho centímetros. ¿Que mida ocho centímetros el canario? (asienten).

Venga, pues vamos a considerarlo, vamos a ir escribiendo. Consideramos la longitud del canario ocho centímetros.

3. Primera secuencia, ¿no?

P. Sí, primera secuencia. Consideramos la longitud del canario ocho centímetros, que sería desde la parte más baja hasta la más alta (señalando la pantalla). Quitándole el gorro, el canario en la pantalla mide cuatro centímetros.

1. O sea, que el doble.

P. ¿Escala? ¿Cuál sería entonces?

1, 2 y 3. 1:2

P. 1:2. Entonces si medimos el nido por la parte alta, que es donde están cogiendo ellos, mide en la pantalla cinco centímetros.

1. Pues diez.

P. Entonces escribimos: si el nido en la pantalla mide cinco centímetros, cuando no hay ninguna fuerza aplicada, deducimos de nuestras operaciones que mide diez centímetros.

3. Pero en la pantalla mide ...

P. Cinco. Como la escala es 1:2.

2.- Cuando no hay ninguna fuerza aplicada.

P. Sí, cuando todavía está sin deformar.

1.- El nido mide en la pantalla ...

P. En la pantalla mide cinco.

1. El canario.

P. El canario mide cuatro en la pantalla, y hemos dicho que ocho en realidad.

3. En la pantalla ¿cuatro o cinco?

P. ¿El nido o el canario?

3. El canario.

P. El canario, cuatro. Por eso hemos dicho que es escala 1:2.

1. El nido cinco.

P. El nido cinco, y por lo tanto tendrá diez centímetros.

3. Consideramos que en la realidad tiene diez centímetros.

1. ¿Y le ponemos la escala?

P. No hace falta, la has utilizado para saber un poco las medidas en la realidad.

[Vuelvo a reproducir el fenómeno identificado hasta que el nido queda en su máxima deformación]

P. Vamos a hacer consideraciones sobre la fuerza. Tenemos dos gatos que tiran del nido, cada uno hacia un lado.

3. ¿Cuánto sería un paquete de azúcar?

1. Diez newtons.

P. Dímelo tú, ¿qué peso corresponde a un kilogramo de masa?

1. Diez ... newtons.

P. Diez newtons sería. Entonces, ¿qué fuerza le podríamos dar a los gatos?

3. Eso, diez newtons.

P. Que arrastren un paquete de azúcar atado al rabo. ¿Esa es la fuerza?

1. No sé, un poco más ¿no?

P. Lo que vosotras veáis.

3. Yo creo que sí.

2. Esa.

3. Porque si el cuerpo es elástico tampoco vas a hacer mucho más.

P. ¿Nos quedamos con esa? (asienten). Tomamos la fuerza de los gatos de diez newtons. Ahora se trata de ver cuánto mide el nido con esa fuerza aplicada. Como se salen de la pantalla, pararemos más o menos donde pensemos que sigue el movimiento de los gatos [... después de varios intentos decidimos dónde pararla ...] El nido mide en la pantalla ochenta y cuatro centímetros.

1. Estirado.

P. Sí, estirado. En la realidad, ¿cuánto mediría?

1, 2, 3. Ciento sesenta y ocho.

P. Ciento sesenta y ocho centímetros. Ya sabemos qué fuerza hay aplicada sobre el nido y sabemos cuánto se ha estirado. ¿Cuánto se ha estirado el nido?

3. La fuerza partido por el alarg...

P. No. Piensa cuánto medía y cuánto mide una vez estirado. Ahora sí es un incremento de longitud, lo que hablabais antes.

1. Ciento cincuenta y ocho.

P. Medía diez centímetros sin estirar y ahora, cuando se han aplicado las fuerzas, mide ciento sesenta y ocho centímetros, luego el nido se ha estirado ciento cincuenta y ocho centímetros. Ahora sí podéis poner incremento de 'l' igual a ciento cincuenta y ocho centímetros. Y ahora ya sí tenemos, tened cuidado que eso no está en el Sistema Internacional, ...

3. Sería diez menos ... no ... ciento sesent ... ¿cómo?

P. Lo que se ha estirado, lo que mide estirado menos lo que medía. Lo que mide al final menos lo que medía. Ciento cincuenta y ocho centímetros.

1.- O sea, que se ha estirado cero coma ...

3. Sería cero (1. Coma) coma ...

1. Ciento cincuenta y ocho ...

P. ¿Por qué, entre cuánto has dividido?

1. Entre mil.

P. ¿Por qué entre mil? Si estás pasando de centímetros a metros. ¿Cuántos centímetros hay en un metro?

1. Cien.

P. Cien.

3. Uno coma cincuenta y ocho metros.

P. Igual a uno coma cincuenta y ocho metros. Y ahora sí podemos calcular ya la constante elástica del nido.

2. Y eso se hacía fuerza partido ...

P. ¿Cómo se llama la ley que estamos utilizando ahora para calcular eso?

1. Hooke.

2.- La ley de ...

P. La ley de Hooke. Búscala por ahí por tu libro.

1. Y aquí pone fuerza ... se pone la fuerza total, veinte.

P. La total³⁵.

(hacen cálculos)

3. ¿Qué os da?

1. Trece, ¿no?

P. (Mirando el cuaderno de 1) Redondea a la segunda cifra decimal.

3. Doce con siete.

P. A la segunda, redondea a la segunda.

3. Doce con sesenta y seis.

P. Doce con sesenta y seis. ¿Te sale también eso, 2?

1. Pero ... lo que sale que son.

P. Mira a ver las unidades que tienes tú ahí.

1. Metros.

P. No, míralo bien.

1. Newtons partido metros.

P. Newtons partido por metro, en eso se mide la constante elástica. ¿Qué significa eso, 1?

1. Pues que por cada newton se estira un metro.

P. No.

3. Por cada doce con sesenta y seis newtons se estira un metro.

P. Exactamente. Tienes que fijarte en el número también. Cada doce coma sesenta y seis newtons que se le aplican al nido se estiraría un metro. Ya tendríamos la constante elástica del nido.

3. ¿Ponemos la página del libro?

P. Ponéis el nombre de la ley, que sería ...

2. La ley de Hooke.

P. La ley de Hooke, como dice 2. ¡No estés tan callada, 2!

3. Es que impone (mirando el radiocasete).

P. Tenéis que olvidar que está esto puesto.

3. ¿Qué página, 2?

2. Once.

P. En la página once de vuestro libro. Siempre que veáis problemas de este tipo se trabaja así, como hemos hecho aquí. Ver cuánto mide, cuánto mide estirado, qué fuerza se aplica, y ya podemos calcular la constante elástica. De todas formas, como hemos dicho al principio, el nido no es un cuerpo elástico, y si fuera elástico no lo sería tanto. Fijaros que esa constante elástica ... ¿es muy grande o es muy chica?

³⁵ Esto fue un desliz corregido en sesiones posteriores, ya que la fuerza a utilizar en este caso es la que ejerce uno de los gatos, diez newtons.

2. Para un nido [...]

1. Sí.

P. En general. Para un nido grande, sí, para un nido es grande.

1. Grande.

P. Pero en general, que tú tengas que aplicar una fuerza de doce coma sesenta y seis newtons para estirar un metro el muelle. ¿Ese muelle tiene una constante elástica ... ?

1. Muy grande.

3. Una constante elástica muy chica.

1. Muy grande.

P. Convenceros la una a la otra.

3. Chica, porque si para arrastrar un paquete de azúcar (hace el gesto de levantarlo) necesitas diez newtons, es muy poquilla fuerza, y con un poquillo más estiras un montón de centímetros.

P. No es una constante elástica grande. Es una fuerza muy pequeña. Doce newtons no es una fuerza grande, 1.

1. Entonces, si con doce newtons se estira un metro, un metro es grande.

P. Un metro es una cosa así (señalando), pero tú tienes que aplicar una fuerza pequeña.

1. Pues ya está.

P. Por eso la constante elástica es pequeña. Ese cuerpo es elástico, pero resiste poco las fuerzas. Con una fuerza pequeña se alarga mucho. Es muy elástico. También sería mucho más fácil en un cuerpo con esta constante elástica alcanzar el límite de elasticidad, porque con poca fuerza se estira mucho. Un muelle con mayor constante elástica costaría más trabajo deformarlo. ¿Queréis comentar algo más sobre esta secuencia?

3. Sería fácil alcanzar el límite de rotura, ¿no?

P. De elasticidad. Una constante elástica pequeña quiere decir que cuando la aplicas una fuerza pequeña se deforma mucho. Entonces con pequeñas fuerzas sería fácil alcanzar el límite de elasticidad. Imaginad una constante elástica de cinco mil newtons por metro. Para estirar ese cuerpo un metro haría falta una fuerza de cinco mil newtons, y para estirar un metro éste hay que aplicar doce y pico. O sea, que este nido, supuesto elástico, tiene una constante elástica pequeña.

Secuencia 2. “Un globo aerostático autorregulador de su peso”.

P. Vamos a la segunda secuencia. Vamos a hacer lo mismo de antes. Primero identificar si hay alguno y si no veis nada pues nada ...

1. Esta es la segunda, ¿no?

P. Sí. Identificar si hay algún fenómeno que no sea acorde con la realidad, primero la veremos sin parar y después parando, ¿vale? Cuando queráis.

3. ¿Esta cómo se llama?

P. Es una secuencia de “Daniel el travieso”.

[Pasamos la secuencia sin interrupciones]

P. ¿Habéis visto algo?

1. Sí, que cuando ...

P. Ahora paras. Cuando la veas me dices que pare.

1. Ahí (un hombre pasa de un globo aerostático a otro, en vuelo, y los dos globos permanecen a la altura relativa a la que se encontraban), que cuando engancha el tío el globo tiene que bajar un poco, no quedarse a la misma altura.

P. ¿Qué decís el resto?

2. [...]

P. ¿Estáis de acuerdo con ella o no?

2. Sí.

3. Yo es que no he visto eso del globo.

P. Lo ponemos otra vez.

[Repito la secuencia]

3. Es que no se ve si el globo se queda igual o no.

1. Lo que digo es que sube aquel (señalando el erróneo) ... no, baja aquel y sube este señalándolos correctamente).

2. Claro. El naranja tendría que subir ...

3 (interrumpe). [...] pero que no se ve.

P. Vamos hacia atrás, ¿qué decías tú, 2?

2. Que el naranja tendría que subir y el verde que bajar.

P. Que el naranja tendría que subir y el verde bajar. Tú dices lo mismo (mirando a 1), ¿y tú? (mirando a 3).

3. Que sí, pero que no se ve.

P. Que no se ve, que lo hacen ...

1 (interrumpe). Pues ése es el fallo, que no se ve y tendría que verse.

3. No, yo lo que digo es que ya ... cuando ya sale esa imagen así de fuera que se puede ver ya están ahí, ya no se ve si sube o baja, si ha subido o ha bajado.

P. Bueno, entonces qué estás diciendo, que debería subir y bajar (señalando los respectivos globos) una distancia determinada y ahí podrían quedarse. ¿Qué es lo que estáis comentando?

1. Pues que donde el hombre está enganchado debería bajar un poco ...

P. ¿Por qué tiene que bajar ese globo?

1. Porque hay más masa.

P. Porque hay más masa.

3. Porque te mantiene el aire por la ... porque están estables las densidades, por aumentarla.

P. ¿Perdona? ¿Que está qué?

3. Que se mantiene quieto el globo ... que están ... que están igualadas las densidades ... del aire y el globo.

P. Se mantiene quieto porque están igualadas las densidades.

1. Sí, pero si están igualadas y le aplicas más masa ...

3. Pues cambia.

P. Entonces bajaría. ¿Y al otro qué le pasa entonces?

1, 3. Que sube.

P. Al tener menos masa, sube. ¿Y qué decías tú (mirando a 3) que no se veía?

3. Cuándo pasa eso. Porque ya cuando está la imagen ya no se puede ver.

P. Entonces qué pasaría. Vamos a fijarnos en un globo, por ejemplo el naranja. Ese globo tenía dos personas en la cesta, y ahora llega el otro globo y le quita una. Contadme qué le pasaría a ese globo.

3. Que sube.

1. Pues que disminuye la masa ...

P. Disminuye la masa ...

3. Por lo que el peso que ejerce el globo es menor, y el empuje como es el mismo pues sube.

P. Sube. Pero subiría hasta cuándo.

1. Hasta que ... (3 interrumpe. Hasta que se estabilice otra vez) ... el peso y el empuje se igualen.

P. Y eso, ¿se estabiliza solo o tenemos que estabilizarlo desde el globo?

2. Solo.

1. Se estabiliza solo.

P. Se estabiliza solo. O sea, que subiría el globo y ... ¿cuándo se estabilizaría entonces?

1. Cuando el peso y el empuje se igualen.

P. Entonces, si el peso de ese globo ha disminuido porque le has quitado una persona, ¿qué le tiene que pasar al empuje?

1. Pues que es mayor.

P. El empuje es el mismo.

3. Que tiene que ser menor.

P. Tendría que ser menor, y cómo se estabiliza solo eso.

1. No entiendo por qué tiene que ser menor.

P. Si tienes ... sobre el globo, si no hay viento, hay actuando dos fuerzas, el peso y el empuje (dibujo las fuerzas en la pizarra). Mientras estas dos fuerzas sean iguales el globo continúa a la misma altura. Estamos diciendo que esta (señalando la fuerza peso) la hacemos más pequeña, por lo tanto el empuje sería mayor que el peso y el globo tendría que subir, y seguiría subiendo mientras el empuje sea mayor que el peso, y me estáis comentando que eso se estabiliza solo, ¿me explico?

1. Sí.

P. Entonces mi pregunta es ¿cómo se estabiliza solo?

3. Pero ¿cuanto más arriba esté el globo menos empuje hay?

P. Piénsalo tú, ¿qué pasa cuanto más sube el globo?

3. Es que no ...

2. Más presión habría.

P. ¿Más presión?

3. No porque el volumen del globo es el mismo, entonces el aire que desaloja es lo mismo y el empuje es igual.

P. Pero piensa también que la densidad del aire no es constante. La densidad de la atmósfera ... conforme vamos subiendo el aire qué es, ¿menos denso o más denso?

1. Menos denso.

3. Menos.

P. Es menos denso. Tendríamos que fijarnos más en otro sentido, porque para que se note la variación en la densidad del aire tendríamos que ascender a alturas grandes. Aquí tendríamos que plantearnos el problema de otra forma, además estáis comentando que cuando disminuimos el peso del globo, sube un poquito hasta que se queda otra vez a la misma altura, ¿por qué se queda otra vez a la misma altura?

1. Porque el empuje y el peso ...

P. Se vuelven a igualar. Entonces tendría que disminuir el empuje.

3. Y eso tiene que ser mucha longitud.

P. Si es por causa de la densidad del aire tiene que ser mucha diferencia de altura. ¿Cómo más podríamos disminuir el empuje?

1. Pues ... haciendo menos denso el aire que hay dentro del globo.

P. Haciendo menos denso el aire que hay dentro. Si lo hiciéramos menos denso flotaría más.

1. Pero es que no entiendo lo que ... quiere hacer el globo.

P. Tú has detectado que cuando el globo recoge a la persona del otro, este globo debería bajar y este subir, pero me has dicho que deberían bajar y subir un poco.

1. Sí.

P. Entonces te pregunto, ¿por qué un poco?

1. Porque el peso y ... el empuje se igualan.

P. Pero ¿por qué? El peso ha disminuido.

1. Sí.

P. Para igualarlos habría que disminuir también el empuje.

1. Sí.

P. ¿Cómo se disminuye el empuje? El volumen del globo es el mismo.

1. Pues ...

P. Y me comentas que haciendo menos denso el aire que tiene.

1. No, al revés. Sin aplicarle fuego de ese.

P. Al revés, tendríamos que hacer más denso el aire de dentro.

3. Claro, para aumentar el peso.

P. Al hacerlo más denso flotaría menos, se estabilizaría el globo.

[Se acaba la cinta]

P. Estábamos comentando que cuando quitas a una persona de uno de los globos y se la añades al otro, estás disminuyendo el peso de uno y aumentando el peso del otro, con lo cual si los globos estaban volando a la misma altura, en ese momento tendrían el peso y el empuje equilibrados, ni ascienden ni descienden. En el momento en que quitas peso de uno y se lo añades al otro, al que le pones peso debería descender y al que le quitas peso debería ascender. ¿Hasta cuándo?, es lo que estábamos discutiendo. Hasta que se vuelvan a nivelar el empuje y el peso. En la secuencia que acabamos de ver, ¿observamos de alguna forma que estos personajes que van en los globos modifiquen el empuje?

1, 3. No.

P. Entonces, ¿qué debería ocurrir en esa imagen de la secuencia?

[Hablan todas a la vez]

P. Vamos a hablar de uno en uno.

1. Que el peso sigue igual.

P. ¿Cómo que el peso sigue igual! ¡No puede seguir igual, si hemos quitado una persona de un globo y la hemos puesto en el otro!

1. Ya, pero para que no hubiera variación el peso en ambos globos tenía que ser el mismo.

3. Lo que tendría que ocurrir es que un globo fuera subiendo y otro fuera bajando.

P. Pero continuamente.

3. Claro.

P. Continuamente hasta que no niveláramos de alguna forma el empuje con el nuevo peso, ¿me explico?

1. Yo no entiendo eso.

P. Imagínate lo que estamos diciendo (en pizarra). Tenemos un empuje y un peso que son iguales. Lo que estamos hablando es que de uno de los globos quitas peso. Entonces ¿el globo que empezaría a hacer?

1. Ascender.

P. ¿Hasta cuándo?

1. Hasta que el empuje sea igual que el peso*.

P. ¿Y cómo se hace eso, hemos dicho?

1. Pues disminuyendo el peso.

P. ¿Disminuyendo el peso?

3. Aumentando la densidad del globo.

P. Si disminuyes más el peso habrá más diferencia. El peso ya ha disminuido al sacar a la persona del globo. Lo que tienes que tocar ahora es aquí (señalando el empuje).

1. Sí.

P. Para nivelarlo ...

1. Pues tendrías que hacer que el aire que hay dentro del globo sea más denso.

P. ¿Por qué más denso?

1. Para que baje.

P. Para que flote menos. Piensa que esto es un objeto flotando en un fluido, lo que pasa es que el fluido es el aire. Si disminuyes la densidad flotaría más, subiría más rápido. Si aumenta la densidad bajaría. entonces, lo que tendríamos que ver de esta imagen es ... tenemos dos globos a alturas constantes, de uno quitamos peso y se lo ponemos al otro, y sin embargo siguen a la misma altura. De alguna forma los personajes que van en los globos tendrían que haber eliminado empuje. ¿Nosotros vemos que hagan algo?

1, 3. No.

P. Entonces la pregunta es ¿qué debería ocurrir?

* Aunque si se dieran esas condiciones el globo seguiría ascendiendo, ahora a velocidad constante, continué con el razonamiento ya que iba orientado por buen camino.

1. Pues que uno asciende y otro desciende.

P. Pero continuamente.

1. Claro.

P. Que hubiera una diferencia entre las alturas de esos dos globos, a no ser que viéramos a los personajes, de alguna forma, equilibrar la altura del globo. Ese es el fallo que vemos en esta secuencia. Vamos a verlo otra vez.

[Reproducimos la secuencia ilustrando lo dicho]

P. Vamos a hacer un pequeño cálculo también. Vamos simplemente a calcular el empuje. Vamos a inventarnos los datos del globo. Nos fijamos en uno. ¿Qué ley es la que estamos manejando ahora?

2, 3. Arquímedes.

1. El principio de Arquímedes.

P. ¿Qué volumen pensáis que puede tener un globo?

1. Mucho.

P. ¿Qué peso ... Vamos a hacerlo de otra forma. ¿Cuánto pensáis que puede pesar la cesta de un globo de esas características?

1. Masa.

P. Sí, luego calculamos el peso. Un globo que lleve a dos personas.

1. Más o menos pesa setenta ... ciento cuarenta ... pues ciento sesenta.

P. El qué.

[Suena el timbre]

1. El peso total.

P. ¿En newtons ya?

1. Setenta kilos por persona más la cesta veinte ...

2. ¿Veinte kilos nada más va a pesar?

1. Ciento sesenta.

3. Eso pesa más.

1. Yo digo ciento sesenta.

3. Que pese cuarenta el globo.

P. Tienes que tener en cuenta el peso del globo, de la tela ...

3. Cuarenta kilos.

1. Ah, de la tela, pues ciento ochenta.

3. Treinta kilos.

2. Yo digo más.

P. Vamos a llegar a un acuerdo, más o menos.

2. Sesenta kilos.

1. En total.

P. Con las dos personas dentro.

1. Ciento ochenta.

3. ¿Cuánto pesaría una persona?

P. Una media de setenta kilogramos, sesenta y cinco o setenta.

2. Yo digo doscientos con todo.

P. Doscientos kilogramos.

1. Ciento ochenta.

P. Ciento ochenta. ¿Y tú cuánto dices? (mirando a 3).

3. Ciento setenta o por ahí.

- P. Ciento setenta. Vamos a hacer la media y eso va a ser nuestro peso.
2. Doscientos ...
- P. Ciento setenta y ciento ochenta.
1. Ciento ochenta y tres con ...
- P. Ciento ochenta y cinco.
2. Sí.
3. Ciento ochenta y tres.
- P. Sí, pero vamos a redondear. La masa del globo serán ciento ochenta y cinco kilogramos incluido todo, cesta, tela, las dos personas.
1. Ciento ochenta y cinco, ¿no?
- P. Ciento ochenta y cinco kilogramos. Bien ...
2. Con personas y con todo, ¿no?
- P. Sí, con todo. Os voy a plantear un problema que vosotras lo hagáis en casa. El próximo día seguimos trabajando esto. Calcular qué volumen tiene que tener el globo para que el empuje sea igual al peso, para que ni ascienda ni descienda.
2. ¿Qué volumen ...
- P. Qué volumen tiene que tener el globo para que ni ascienda ni descienda, suponiendo que el gas interno, junto con el globo, cesta y todo, tienen una densidad de 0,9 g/l. Vamos a tomar como densidad del aire, que ya sabéis que es peligroso hablar de la densidad de un gas, densidad media del aire 1,25 g/l.
- Venga, plantearos el problema para el próximo día.

Segunda sesión. 15 de noviembre de 2001

Secuencia 3. "Las propiedades elásticas del pato Donald".

- P. Día 15 de noviembre, segunda sesión de análisis de secuencias de dibujos animados. Bien, vamos a pasar una secuencia del pato Donald ...
1. ¿Pato Donald?
- P. Sí. Lo mismo que antes, vamos a ponerla y verla entera, y una vez que se ha visto la ponemos otra vez y paramos donde pensemos que tenemos que parar, ¿vale?
1. Sí.

[Pasamos la secuencia sin interrupciones]

3. Yo creo que ya he visto.
- P. ¿Una o más?
3. Varios.
- P. Habéis visto varios. Vamos a ir parando en todos y los vamos comentando.

[Reproducimos de nuevo la secuencia, ahora con interrupciones]

3. Ahí no puede quedarse ahí parado (el pato Donald está patinando sobre hielo y pierde el equilibrio).

P. ¿Que no puede qué, perdona?

3. Saltar y quedarse en el aire tanto tiempo dando ... vueltas.

P. Prácticamente nada más empezar, pierde el equilibrio y está dando muchas vueltas en el aire. ¿Por qué no podría hacer eso?

3. Porque su peso ... lo hace caer para abajo.

P. Al final cae, ¿no?

3. Pero ... no se puede quedar tanto tiempo arriba.

P. Que no se puede quedar tanto tiempo flotando en el aire. ¿Y en eso estáis de acuerdo todos? (asienten con la cabeza).

[Continuamos]

3. Ahí (cae al suelo y se le clava el pico en el hielo. Al tirar para liberarse hace un agujero redondo en el hielo, quedando el pico rodeado de hielo).

P. ¿Qué pasaría?

3. Que no se puede cortar el hielo redondo.

P. El corte del hielo es redondo. ¿Y cómo sería el corte, si hubiera corte?

2. Pues que no hubiera corte, se quedaría ahí clavado.

P. Y cuando tú clavas algo en el hielo y lo desclavas ...

3. Se rompe, a lo mejor.

P. Se rompe o ... ¿qué puede pasar? Si lo desclavas qué queda ahí.

3. El agujero.

P. Queda el agujero de haberlo clavado.

1. Claro.

P. ¿Algo más o seguimos?

3. Seguimos.

[Continuamos]

3. Ahí (en el intento del pato Donald de liberarse del bloque de hielo que tiene en el pico)

P. ¿Qué pasa ahí?

3. Que no puede botar, ¿no?

P. ¿Que no puede botar el pato? (se quedan mirándose sin hablar, como esperando mi respuesta a 3). A mí no me miréis, sois vosotras las que estáis discutiendo esto.

3. Yo hago eso mismo y no boto, vamos.

P. Yo no voy a daros respuestas. ¿Qué pensáis?

3. Yo creo que no se puede botar. A no ser que tenga un muelle.

(Permanecen calladas)

[Vuelvo a reproducir esa parte de la secuencia]

P. Los botes, ¿qué pensáis de los botes?

1. Yo que sí puede botar.

P. ¿Y tú qué piensas? (mirando a 2).

2. También.

P. ¿Qué sí? Entonces intentad convenceros las unas a las otras.

2. Cuando cae vuelve a saltar, y cuando vuelve a caer vuelve a saltar.

3. Bueno sí, a lo mejor con los pies ... se empuja. Sí.

P. ¿Que sí puede botar entonces? ¿Llegáis a esa conclusión las tres? (Asienten con la cabeza) ¿Seguimos?

[Continuamos]

2. Ahí hay otro (el pato Donald se cuelga por el agujero que había dejado en el hielo).

P. Qué.

2. Que no se puede colar por ese agujero tan pequeño, su volumen es más grande.

P. ¿1, 3?

1. Sí.

P. Pues ya ha terminado esta secuencia. De esta secuencia no vamos a hacer problema. A ver si se os ocurre parar en algún sitio que no hayáis parado antes.

[Reproducimos de nuevo la secuencia completa]

1. Pues que el pico no es elástico (al intentar liberarse del hielo que queda en el pico, éste se estira).

3. Es verdad (risas)

P. Que el pico no es elástico, lo habéis visto tres veces seguidas ...

1. No, yo lo he pensado pero digo "bueno a lo mejor" ...

P. Cualquier cosa que veas que no sea acorde con la Naturaleza ... coge un pato y tírale del pico a ver si ...

3. Es verdad.

P. ... a ver si es elástico o no. Ahí sí podríamos hacer un cálculo, la constante elástica del pico. No vamos a hacerlo porque ya lo hemos hecho con el nido. Simplemente sería ver cuánto mide el pico antes de aplicarle la fuerza, cuánto mide cuando ya se le ha aplicado la fuerza, el alargamiento, estimar más o menos qué fuerza se le puede haber aplicado y calcular la constante elástica. De todas formas el pico no es elástico.

3. Yo, que habla ahí también, se supone que la boca está ...

P. Al final dices, ¿no?

3. Sí.

P. Cuando ya está metido debajo ...

3. Que habla.

P. Lo que dice 2, que no ...

2. No podría entrar.

P. Una vez que se queda ahí ... qué veis vosotras ahí, si puede hablar o no el pato una vez dentro. En principio un pato no habla.

3. Bueno pero ...

1. No, porque si debajo hay agua ...

P. Pero el aire está ahí ... tiene aire en la boca.

3. No, pero si está el pico de una manera, el hielo es sólido, entonces no puedes ...

P. No puedes articular.

3. Claro.

1. A lo mejor puede hacer sonidos.

P. Para eso también ... puedes hacer sonidos ...

3. Sonidos sí, pero es que mueve el pico.

P. Eso es lo que también estamos comentando, está relacionado con lo que estamos comentando. El pico, una vez que lo pillas por el centro, no puede doblarse. O sea, aquí también nos están diciendo que el pico es elástico ...

3 (simultáneamente). Que el pico es elástico.

P. ... y que se puede doblar por la parte media. Daros cuenta que en una secuencia tan cortita hemos localizado fallos elásticos, gravitatorios y de sentido común.

2. ¿Y el del corte qué es, de sentido común?

P. Sería un fallo relacionado con las propiedades del hielo, las propiedades de la materia. Bien, pasamos a otra.

Secuencia 4. "Pato con poderes y aplomado".

P. Bien, vamos a pasar a la siguiente secuencia, que es de Súper Pato, y lo mismo, vamos a verla y luego veremos si tiene o no fallos.

[Pasamos la secuencia sin interrupciones]

P. Bueno, vamos a ir viéndola desde el principio ...

2. ¿El pato Lucas es éste?

P. Es de Súper Pato. Empezamos la secuencia, y cuando me digáis que pare yo paro y me explicáis. Pero no esperéis que yo os dé respuesta, sino que lleguéis a un acuerdo entre vosotras sobre lo que se ha visto. Vamos

[Reproducimos de nuevo la secuencia, ahora con interrupciones]

3. Ahí (el personaje se encuentra quieto, suspendido en el aire).

P. Nada más empezar, ¿qué pasa ahí?

3. Pues que no se puede mantener en el aire quieto.

P. Que no se podría mantener en el aire quieto, el pato. ¿qué dices tú, 2?

2. Eso.

P. ¿Qué?

2. Que no se podría mantener ...

P. Que no se podría mantener. De todas formas esto es muy común tanto en dibujos animados como en películas, darle superpoderes al héroe. Este tipo de cosas, como el volar así, el que hablen los animales, etcétera, son la fantasía del dibujo o de la película.

[Continuamos]

3. Ahí (Súper Pato lleva a la superficie, cogiéndolo de la proa, a un submarino que instantes antes se había sumergido). El barco cuando está hundido se supone que es porque se ha llenado de agua, entonces al sacarlo se volvería a hundir, no podría seguir fuera del agua.

1. Y el pato no tiene esa ... fuerza para levantar ...

P. Eso es lo que hablábamos antes de los superpoderes del pato, es en lo que se basan estos dibujos animados.

1. Y ahí porque está el pato ahí medio ... (hace el gesto con la mano del pato suspendido en el aire).

P. También lo mismo de antes. Sabemos que no puede ser, pero suponemos que puede, dados sus poderes.

P. Lo que dice 3 es que si un submarino se hunde es porque ha llenado de agua los depósitos que tiene. Tiene depósitos que pueden tener aire o agua. Cuando los llena de aire disminuye su densidad y flota y cuando los llena de agua se hunde. Entonces si se ha hundido el submarino es porque tenía eso lleno de agua ...

3. No se puede mantener ...

P. Cuando el pato lo coge y lo sube a superficie, cuando lo suelta se hundiría otra vez en vez de quedarse flotando. ¿De eso qué pensáis?

1, 2. Que sí.

3. Y además para levantarlo se quedaría más hundido por allí (la parte por la que no coge el pato).

P. ¿Y qué principio estaríamos aplicando aquí?

2. Arquímedes.

1. El Principio de Arquímedes.

P. El Principio de Arquímedes. Siempre que hablemos de flotación aplicamos el Principio de Arquímedes. Venga, seguimos.

[Continuamos]

1,2,3. Ahí (Súper Pato recibe un cañonazo).

1. La bola esa lo hubiera machacado.

3. Y tiene aquí como el agujero pero no está ... (2 interrumpe)

2. [...] No, si le da un poco más para alante se ve.

P. Le ha roto el traje, sí. ¿Y qué pasa?

3. Que no lo ha traspasado.

2. Sí.

[Continuamos]

1. El pato vuela, pero no puede andar por el agua.
- P. No puede andar por encima del agua.
1. Y el misil ese tampoco, me parece a mí.
3. Sí, el misil sí porque lleva fuerza.
- P. El misil lleva fuerza y entonces sí puede andar por el agua.
3. Lleva ... No, no que puede andar sino que ... [...] un ratillo hasta que se ...
1. Lleva inercia.
- P. Que lleva inercia. El pato no puede andar por el agua, hemos quedado. ¿En eso estamos de acuerdo todos?
2. Sí.
- P. Y ahora, qué pasa con el misil entonces.
3. Que como lleva ... lo que ha dicho 1, inercia, pues ... se tira un ratillo así y cada vez se va hundiendo más ...
1. Cuando lleve velocidad.
- P. [...] ¿Qué dices, 1?
1. Que cuando pierda velocidad se hunde.
- P. Y 2 qué dice.
2. También.
- P. También lo de quién.
2. Que ellas.
- P. ¡Tienes que decir también cosas! Los misiles van propulsados, llevan una hélice detrás, y no suelen perder velocidad hasta que dan en el blanco, a no ser que fallen.

[Continuamos]

1. Y creo que no puede flotar así el pato ése (Movimiento armónico en la vertical, con medio cuerpo sumergido).
3. ¡Sí!
- P. Cómo que no puede flotar así. ¿A qué te refieres con "así"?
1. Pues ... cuerpo rígido, sí.
- P. ¿El cuerpo rígido .. y qué?
1. Que no puede flotar como un cuerpo rígido.
(Repetimos esa parte de la secuencia)
- P. ¿Por qué dices que no puede flotar así el pato?
1. Porque no es rígido.
- P. ¿Y qué? ¿Por qué dices eso?
1. Pues no sé, la forma de ... como si fuera un palo.
- P. ¿Y tú dices que sí, 3?
2. Yo creo que sí puede.
3. Que si está nadando con las patas de abajo pues se puede mantener como el quiera.
2. Yo creo que también.
3. Tú te puedes poner vertical cuando nadas con los pies.

- P. ¿Y ahora con qué está nadando? (en la misma secuencia aparece el pato flotando en el agua, con medio cuerpo emergido y cabeza abajo).
2. No, porque ahora ... (3 interrumpe y no se entiende).
1. No, porque ahora vuelve a salir.
- P. ¿A qué conclusión llegamos aquí? ¿Tú que dices, 2?
2. Que sí puede.
1. No.
- P. Que sí podría flotar así.
2. Porque un pato anda así (tieso), entonces si está tocando el fondo, que no lo sabemos si lo está tocando o no. Puede andar.
- P. Estamos en alta mar, estaban hundiendo un submarino.
2. [...]
- P. Se estaba hundiendo hace poco en esa zona.
3. Yo creo que se puede.
- P. Pero argumentad por qué sí o por qué no.
3. No, porque si está nadando con los pies ... pues ... tú puedes ir nadando en la playa con los pies y ...
1. No pero ... vamos a ver ... pero es que él es así.
2. Es verdad, que se ha quedado así, eso tampoco ... (silencio)
- P. Lo volvemos a ver.

[Vuelvo a reproducir esa parte de la secuencia]

3. Es verdad, que parece como si fuera un corcho.
2. No puede.
- P. Entonces, ¿a qué conclusión llegamos?
2. De que no puede.
- P. ¿Por qué?
3. No, y además que ... ha hecho como así ... y se supone que si se ha hundido pues ...
- P. "Así" qué es.
2. Es que ha hecho como si estuviera andando, no nadando.
- P. Ha hecho como si estuviera andando.
3. Como ... no. Como si estuviera tocando el suelo y estuviese saltando.
- P. Como si estuviese saltando sobre el suelo.
2. Andando.
3. Y se supone que está en alta mar, y si se ha hundido es porque tiene más densidad que el agua, y entonces no se puede mantener a flote tanto tiempo. (Silencio)
- P. ¿Y cuál es tu explicación de este fenómeno? (mirando a 1).
1. Pues ... que yo no sé.
- P. Que está bien o que está mal. O sea, ¿viola o no las leyes físicas?
1. Sí.
- P. Sí las viola. ¿Por qué?
1. Porque en vez de dar ... tantas vueltas, se hundiría directamente.

P. Se hundiría directamente en vez de dar tantas vueltas. ¿Y tú qué dices? (mirando a 2). ¿Viola o no las leyes físicas?

2. Sí las viola. Porque es que yo creía que el pato cuando ... iba andando, pero es que no puede. Si no toca el suelo se hunde.

P. ¿Por qué se hunde?

2. Porque tiene más densidad.

P. Tiene más densidad que el agua. ¿Qué estaríamos utilizando aquí?

2. Arquímedes.

1. El Principio de Arquímedes.

P. El Principio de Arquímedes. Entonces la conclusión final es que no flota de forma natural, que ahí hay un fallo físico. Se está violando una de las leyes, que está en vuestro libro. ¿Hemos buscado ya la página en la que está?

2. La de Arquímedes la once, creo.

P. Buscad el principio de Arquímedes.

1. Página veintidós.

P. Ahora sí vamos a hacer un problema. Va a ser el siguiente: hemos visto en esta última escena al pato flotando tipo tapón de corcho. Suponiendo que cuando está flotando de esa forma rara tiene la mitad del cuerpo sumergido y la mitad emergido, calcular la densidad del pato. Vamos a intentar resolverlo en esta misma clase, pero antes quiero que veamos y comentemos la siguiente secuencia, de la que no vamos a hacer problema. ¿La ponemos?

Secuencia 5. "La habitación hermética".

3. ¿De quién es?

P. De Mickey Mouse.

3. ¿Eso cómo se escribe?

(Lo escribo en la pizarra)

[Pasamos la secuencia sin interrupciones]

1. Yo creo que ya lo sé (casi al final).

P. Ahora la ponemos otra vez ... y la comentamos.

[Interrumpimos para cambiar la cinta]

P. Venga, vamos a empezar a verla y paráis cuando veáis algo anormal, que penséis que está mal.

[Reproducimos de nuevo la secuencia, ahora con interrupciones]

3. Ahí, que el león no puede ser tan grande.

P. Que el león no puede ser tan grande.

3. A no ser que la casa sea muy chiquitilla.

P. Es un ratón.

3. Ah.

1. Yo creo que sería hasta más grande.

P. Podría ser incluso hasta más grande.

[Continuamos]

2. Ahí, que el agua saldría a (1. A todas las habitaciones.) toda la casa por debajo de la puerta. (Se inunda el baño y el agua se acumula en la habitación hasta que revienta la casa).

1. Esa parte también, sería a toda.

3. Saldría por el suelo.

P. ¿Por qué?

2. Por debajo de la puerta.

P. Sí, pero ¿por qué?

3. Porque el fluido tiende a ...

1. Expandirse.

P. Tiende a expandirse, a ocupar ...

1. Todo el espacio que pueda.

P. Eso son los gases, no los líquidos. ¿Por qué pensáis que si se llenara de agua la habitación se saldría por abajo?

2. Porque está la puerta abierta.

3. No, porque como la columna de agua va creciendo ... pues ... aumenta la presión por abajo y entonces ...

P. Va escapando de la habitación y no la llena.

3. Claro.

[Continuamos]

2. Y ahí, si te das cuenta los muñecos pesan lo mismo. Donald y Mickey pesan lo mismo. (Se refiere a dos muñecos que flotan en el agua)

1. Es que Mickey es una persona y Donald un muñeco.

3. Donald tiene forma ... como de barro.

2. No. Supuestamente eso son juguetes para la bañera.

1. No, aquel es Mickey, un ratón de verdad.

3. No.

2. No, eso es un muñeco, y supuestamente están hechos del mismo material, entonces los dos tendrían que flotar igual.

3. No, Mickey tiene distinta forma. La forma que tiene Donald es ...

P. Y qué pasa, ¿que por ser más grande se tiene que hundir?

3. No porque puede tener menos densidad.

P. Lo que no sé es por lo que dices tú [...].

1. Pero es una persona ... bueno, una persona ...

P. Yo creo que es un muñeco también.

1. Pues yo creo que es ...

2. Pero porque se supone.

P. Es un muñeco, pero eso de afirmar que los dos tienen la misma densidad

...

2. Yo que sé.

1. Si es de plástico.

P. ... es mucha suposición. Depende del material del que estén hechos.

3. Y la forma que tiene Donald.

P. La forma lo que pasa ... ¿por qué la forma influye?

1. Porque hace más superficie de contacto.

P. Y eso, ¿Qué relación tiene con la flotación?

1. Pues presión.

3. Que la presión que ejerce el cuerpo sobre el agua ...

1. Se reparte entre más puntos.

3. El peso del cuerpo se reparte entre más puntos. Entonces el peso aparente es más. O sea, el peso aparente no ... que se mantiene más a flote.

P. Por esa regla de tres, cuando yo coja un palo y lo meta en un estanque ... y lo suelte ...

3. Se hunde antes, pero si ...

P. Se hunde antes que si lo meto de costado. ¿Qué conclusión sacamos de esto?

3. Que el agua tendría que salirse.

P. ¿Y de los muñecos sacamos alguna?

3. No.

2. No, si no sabemos si están hechos de lo mismo.

P. Pensad en lo que hemos hablado del palo.

[Finaliza con aplausos]

P. Terminamos las sesiones de análisis de secuencias de esta unidad. No os olvidéis de hacer el problema de la secuencia anterior.

Tercera sesión. 18 de febrero de 2002

Secuencia 6. "La barca que no curva".

P. Bien, empezamos la segunda experiencia con dibujos animados, correspondiente a la unidad de "fuerzas y movimientos", y vamos a hacer algo parecido a lo que hicimos en la primera. Vamos a ver una secuencia de dibujos animados. Primero la pasaremos una vez entera.

[Pasamos la secuencia sin interrupciones]

P. Primera secuencia del capítulo de Pokémon. Cuando veáis que tenéis que parar me lo decís.

[Reproducimos de nuevo la secuencia, ahora con interrupciones]

3. Ahí (los peinados de los personajes llaman su atención).
 P. ¿Ahí qué pasa, 3?
 3. Pues que el pelo de la muchacha no puede estar así.
 P. ¿Por qué?
 3. Porque se queda ...
 P. "Así" qué significa.
 3. Echado para atrás y no cae para abajo. Según la ley de la gravedad tendría que ... caer.
 P. Según la ley de la gravedad tendría que caer.
 3. Y el del muchacho tampoco se mueve.
 P. ¿Y qué opináis vosotras sobre eso? (al resto).
 1. Que si se echa gomina ... (risas).
 2. Eso.
 P. Que si se echa gomina puede quedarse así. Tendríamos que suponer muchas cosas antes de decidir si sí o si no. Si no tiene gomina no puede quedarse así, pero hay formas de peinarse para que se quede así. (Asienten).

[Continuamos y finalizamos]

- P. ¿No habéis visto nada más en esta secuencia?
 (Niegan con la cabeza)
 P. Bien, luego la comentaremos.
 2. ¿Hay algo más?
 P. Hay algo importante, un fenómeno que luego si nos da tiempo repetiremos y comentaremos con más detalle. Pasamos a la siguiente.

Secuencia 7. "El salto del puente".

[Pasamos la secuencia sin interrupciones, y posteriormente con ellas]

- 2,3. Ahí.
 2. Que se caería.
 P. En el salto. Que se caerían dónde, por qué.
 2. Se caerían porque ...
 3 (interrumpe). No.
 2. Sí (pausa).
 P. ¿Pero por qué dices que se caerían?
 2. Que no llegarían al otro lado porque ... van a muy poca velocidad como para que lleguen a ... al otro lado del puente.
 P. Al otro lado del puente.
 3. Yo digo que no podría mantenerse tanto tiempo en el aire.
 P. Que no podría mantenerse tanto en el aire. Respecto a lo que dice 2 el resto qué opináis.
 3. Que no llegaría, porque se mantiene mucho tiempo en el aire.
 P. Que tampoco llegarían, ¿y tú, 1?
 1. Yo estoy de acuerdo.

P. Entonces ahí qué es lo que falla. ¿Cómo podrían, según tú (mirando a 2), que eres la que lo has parado, llegar al otro lado del puente?

2. No sé, si llevaran más velocidad a lo mejor llegarían, pero ... casi tampoco.

P. Si llevaran más velocidad tampoco.

2. Llegarían más lejos pero no creo que llegaran al otro ... puente.

P. Pero es que tampoco, (1 interrumpe. No sabemos la distancia) ahora cuando sigamos viendo, tampoco llegan ... no sabemos la distancia, si se viera en alguna imagen el puente de lejos podríamos más o menos saberla. De todas formas, tampoco llegan del salto nada más, ahora veremos. Pero en principio la idea es que cuanto más velocidad lleves a la hora de realizar el salto más lejos llegas. Hace falta llevar una velocidad inicial del salto grande.

[Continuamos]

3. ¿Ves? Se mantienen mucho tiempo en el aire.

P. Que se mantienen mucho tiempo en el aire.

3. (Asiente con la cabeza).

[Continuamos]

3. Eso no lo pueden hacer (en el rebote).

1. Tampoco.

2. Tampoco.

P. Qué no pueden hacer.

1. Rebotar sobre las personas.

P. ¿Por qué?

3. Pues porque ... aplicarían una fuerza para abajo y para abajo no subirías para arriba, irías para abajo también ... [...].

P. El que rebota aplica una fuerza sobre (3 interrumpe. Sobre el de abajo) quien rebota.

1. Sí.

P. ¿Y qué dices que ocurriría?

3. Pues que el de abajo sufre la reacción. Va para abajo.

P. ¿Qué reacción? ¿Por qué dices la reacción?

3. Pues ... acción reacción.

P. ¿Cuál sería ahí la acción?

3. La acción ... el de la bicicleta.

1 (simultáneamente). El de la bicicleta.

3. El que rebota.

P. La acción es una fuerza. ¿Quién ejercería esa fuerza?

3. El de la bici de arriba.

P. ¿El de la bici de arriba ejerce una fuerza sobre ...?

3. El de abajo.

P. El de abajo. Esa es la acción, ¿y la reacción, cuál sería?

3. El de abajo ... que se iría para abajo.

1. Sobre el de arriba.

P. Se iría para abajo dices tú (mirando a 3), y sobre el de arriba, ¿a qué te refieres sobre el de arriba (mirando a 1)?

1. Que hay reacción.

P. ¿Cuál sería la reacción ahí? La acción hemos dicho que es la fuerza que ejerce el de la bicicleta de arriba sobre el de la bicicleta de abajo (3 interrumpe. Es que habría varias reacciones*) y la reacción ...

1. El de la bicicleta de abajo sobre el de arriba.

P. ¿Hacia dónde está dirigida la acción?

1. Hacia abajo.

P. ¿Y hacia dónde está dirigida la reacción?

1, 3. Hacia arriba.

P. Entonces el de abajo sale para abajo y el de arriba, ¿qué pasaría con él?

2. Pues se va para abajo también.

3. Es que el de arriba sí bota pero (1 interrumpe. Supuestamente ...) el de abajo no puede botar porque no se apoya en nada ... y los dos ... van para arriba ... al final.

P. Cómo que los dos van para arriba.

3. Sí, que uno no se cae.

P. Sí, uno se cae.

3. ¡Ah! ¿Uno se cae?

P. Sí. Este (señalando un personaje de la pantalla) termina cayendo (pausa). ¿Y tú qué estabas diciendo, 1?

1. Que sí, que supuestamente ... el de arriba rebota.

P. El de arriba rebota. ¿Y qué pasaría con ese rebote?

1. Pues que ... tiene que haber una fuerza ... se impulsa para allá.

P. ¿Que hay una fuerza intermedia ahí?

2. Pero yo creo que el rebote sería demasiado pequeño.

3. Sí.

P. El rebote sería pequeño. ¿Por qué sería pequeño?

2. Porque el material de la rueda y la cabeza pues rebota un poco pero no mucho.

P. ¿Se te ocurre algo más?

3. Porque ...

1. Porque el de abajo no tiene superficie.

P. Imagínate algo que no tuviera superficie pero que fuera de otra forma ... que tuviera otras características.

3. Lo mismo. Porque si es un muelle se iría el muelle para abajo igual.

P. No, no me refiero a características elásticas, no digo que sea un muelle.

(Pausa)

P. Bueno, está más o menos discutido. ¿Estamos de acuerdo con esto todas?

(Asienten con la cabeza)

[Continuamos y finalizamos]

* Es un comentario que pasó inadvertido durante la sesión en el aula, pero sin duda de una profunda reflexión.

P. ¿Habéis visto algo más en esta secuencia?

2. Se supone que tiene que haber frenado ... pero ...

P. Que tiene que haber frenado. ¿Cuándo, cuando cae al otro lado del puente?

2. Sí.

P. Pero eso tampoco sabemos si lo hace o no lo hace. No se ve al final cuando llegan, se supone que tiene que frenar ... pero no se ve bien en el vídeo.

Secuencia 8. "Corriendo sobre el globo terráqueo".

P. Secuencia de Los Simpsons.

[Pasamos la secuencia sin interrupciones, y posteriormente con ellas]

3. Ahí.

P. ¿Ahí qué pasa?

3. Que va en línea recta.

P. Que va en línea recta, ¿y cómo debería ir?

3. Haciendo una línea curva, yendo para el suelo.

P. Yendo hacia el suelo. ¿Qué ley o qué leyes estás utilizando para afirmar eso?

3. La ley de la gravedad.

P. La ley de la Gravitación. Todavía no la hemos estudiado pero la hemos trabajado, hablando de los pesos de los cuerpos, de caídas libres, ... ¿Qué opináis vosotras? ¿Que sí o que no?

1. Que sí.

2. Sí.

P. ¿Algún comentario más sobre esta secuencia? (Pausa) Venga, pues pasamos a la siguiente. Hoy vamos rápido.

Secuencia 9. "Un coche con buenos frenos".

[Pasamos la secuencia sin interrupciones, y posteriormente con ellas]

P. Pasamos a la siguiente secuencia, de Los Simpsons. Paráis cuando veáis algo.

3. Ahí.

P. Dónde.

3. Que las estrellas y el Sol no se mueven ... o sea, no se ven más lejanas, y los árboles sí se van viendo más lejanos.

P. Que no hay movimiento del cielo y sí movimiento de los árboles.

3. Y eso ya en todo ...

P. Durante todo el viaje.

3. Sí.

P. ¿Y qué debería ocurrir?

3. Pues que se vieran ... se fueran viendo más lejos ... cada vez que el coche se va alejando de ahí.

- P. ¿Las estrellas? ¿Que se vayan viendo más lejos? ¿A qué te refieres?
3. Que no se mueven ... que se mantienen ... o sea, el cielo está quieto, pero si el coche se mueve pues se verán desde distinta perspectiva.
- P. La perspectiva desde la que se ven las estrellas.
- P. ¿Qué decís el resto?
2. Pues eso, que sí, que ... (pausa).
- P. ¿Estáis de acuerdo con eso? ¿Os habéis fijado alguna vez en la realidad cuando salís por la calle de noche en el coche?
2. Sí.
1. Sí.
- P. ¿Y a qué ley o leyes, o a qué campo de la Física, sería atribuible esto?
3. Con la perspectiva.
- P. Relacionado con la perspectiva. Eso es la Óptica, es la parte de la Física que estudia esto. Vamos a seguir.

[Continuamos]

1. Yo, ahí.
3. Ahí.
- P. Primero 1.
1. Pues que no puede frenar tan rápido.
- P. ¿Por qué no puede frenar tan rápido?
1. Porque ...
- P. ¿Por qué piensas que está mal?
- (Silencio)
1. No sé.
- P. ¿Por qué piensas que ha frenado demasiado rápido?
1. Porque iba a una velocidad ... y en cuanto ha pisado el freno se ha parado.
- P. ¿A qué velocidad piensas que podía ir por ahí el coche?
1. A cincuenta kilómetros por hora.
- P. A cincuenta kilómetros por hora. Y si va a cincuenta kilómetros por hora, cuánto piensas que debiera tardar en frenar. Esto es algo que podemos calcular.
1. ¿En cuánto? Pues se tendría que calcular.
- P. ¿Qué ley o qué leyes utilizas para esto.
- (Silencio)
1. Pues ... la de la inercia.
- P. La ley de la inercia es una ley que se puede utilizar en este caso. ¿Y qué podríamos calcular con esos datos que tenemos?. ¿Qué datos podemos extraer de la imagen?
1. La velocidad.
- P. La velocidad. ¿Y qué más?
3. La masa del coche.
- P. La masa del coche podemos aproximarla.
1. El tiempo que está frenando.
- P. El tiempo que tarda en pararse podemos medirlo.

3. La distancia ... que tarda en pararse.

P. Eso es un dato que más que ...

3. Verlo se calcularía.

P. ...verlo se calcularía, porque aquí no se está viendo el coche ni el espacio en el que se para. Pero el tiempo sí, el tiempo desde que le dicen "¡detente!" hasta que se para podemos medirlo. Vamos a hacer cálculos sobre esto. Vosotras dirigís esto. ¿Qué pensáis que necesitáis?

3. Pues la masa del coche.

P. ¿Qué masa le podemos dar al coche? ¿Sabéis más o menos la masa de un coche?

3. ¿Quinientos kilos?

P. Más. Más de quinientos. Un coche puede tener una masa de mil kilogramos. ¿Qué más tenemos que suponer o extraer ...?

3. El tiempo que tarda en pararse.

P. El tiempo que tarda en pararse. ¿Tenéis cronómetro?

3. En el móvil.

P. Pues sácalo. Vas a poder usar el móvil en una clase. Se trata de ver desde que Edison le dice "párate" hasta que está totalmente parado cuánto tiempo ha transcurrido. ¿te encargas tú de medirlo?

[Reproducimos varias veces esta parte de la secuencia para tomar medida del tiempo]

3. Noventa y ocho.

P. Noventa y ocho qué.

3. ... Milésimas ... milésimas de segundo.

P. ¿Por qué milésimas?

3. No.

1. Noventa y ocho ...

3. Décimas de segundo.

P. ¿Décimas?

3. O centésimas.

1. Centésimas.

P. Centésimas. Serían cero coma noventa y ocho segundos. Copiad ese dato. ¿Qué más necesitaríamos conocer?

1. La velocidad.

P. La velocidad a la que iba el coche. ¿Qué velocidad suponemos, en una carretera de noche, que no hay coches? Dilo tú, 2, qué velocidad le ponemos a un coche que va por una carretera, en línea recta, por la noche, sin tráfico, ...

2. No va muy rápido, ¿no?

P. ¿Cuál es la velocidad permitida por estas carreteras que tienen sólo un carril por sentido?

3. Sesenta.

P. No, eso es en otros casos.

1. Cien.

3. Cien.

3. Ciento veinte.

P. No, ciento veinte es en las autovías y en las autopistas.

3. Ochenta.

P. Ochenta son los camiones.

3. Pues cien.

P. Cien tampoco, no tiene arcén.

3. Noventa.

P. Noventa kilómetros por hora. Vamos a suponer que iba a la velocidad máxima autorizada y así no le ponemos una multa al pobre. Pues venga, velocidad noventa kilómetros por hora. Bueno, y con estos datos qué podemos calcular. Tú has parado, 1, porque decías que se paraba muy rápido. ¿Qué es lo que queremos calcular realmente?

1. La aceleración.

P. La aceleración con la que se produce esa frenada. Vamos a calcularla, pero vamos a calcularla razonando en voz alta cómo lo haríamos. En primer lugar qué es lo que tenemos que hacer para calcular la aceleración.

3. Distinguir ... (1. Dividir) ... qué movimiento es.

P. Qué movimiento es.

3. Movimiento uniforme ...

1. Rectilíneo.

3. ... rectilíneo.

P. ¿Uniforme por qué?

3. No. Movimiento rectilíneo uniformemente ... retardado (1 y 2 simultáneamente. Decelerado).

P. Uniformemente retardado o decelerado. Entonces planteamos las ecuaciones matemáticas que describen ese movimiento. ¿Os acordáis de ellas?

(Las escriben)

P. Queremos calcular la aceleración. Echemos un vistazo a los datos que tenemos y a ver qué podemos hacer.

P. ¿Qué significado tiene la aceleración?

3. La aceleración ... (1. Lo rápido ...) el cambio de velocidad.

3. Lo rápido que cambia la velocidad.

1. O lento.

P. Lo rápido que cambia la velocidad. Es lo mismo lo rápido o lo lento. Es la rapidez con la que la velocidad cambia. Entonces eso nos induce a pensar en una de las ecuaciones más que en la otra, ¿no? ¿Cuál es?

3, 1. La primera.

2. La de la velocidad.

P. La de la velocidad. ¿Cómo calcularíamos el cambio de velocidad que se ha producido?

3. Sustituyendo los valores y despejando la aceleración.

P. Sí, pero antes de sustituir valores, ¿qué significa el cambio en la velocidad? Cuando decimos "la rapidez con la que cambia la velocidad", ¿qué significa "cambia la velocidad"? ¿Cómo podemos calcular el cambio de velocidad?

3. ¡Ah, sí!, pues la velocidad final menos la velocidad inicial.

P. Sería lo mismo que cuando calculamos lo que cambia cualquier magnitud, es lo que vale esa magnitud al final menos lo que vale al principio. Si eso lo dividimos entre el tiempo que tarda en producirse ese cambio, tenemos precisamente lo que estamos buscando. Eso es exactamente igual que si cogemos esa ecuación que hemos dicho antes, y despejamos la aceleración. Despejad la aceleración de esa ecuación.

3. ¿Sin sustituir los valores?

P. Sin sustituir valores.

2. De la primera, ¿no?

P. Sí. Tienes que despejar la aceleración.

(Realizan operaciones, con ciertos problemas algebraicos que se intentan subsanar, hasta que al final se obtiene la expresión deseada)

P. Ahora sustituimos.

3. Pues si la velocidad final es cero porque ... termina parado ...

P. ¿La velocidad inicial cuánto vale?

3. Noventa kilómetros ...

P. Pero ... vamos a pasarlo al Sistema Internacional.

2. ¡Y cómo va a ser menos cero!

P. Sumar cero o restar cero da igual. ¿Cuánto vale siete menos cero?

2. Siete.

P. Siete.

(Hacen cálculos)

1. Trescientos veinticuatro metros por segundo.

P. No, ¿qué has hecho?

1. Multiplicar ... por tres coma seis.

P. Y por qué has multiplicado por tres coma seis.

1. Porque ... se hace así, ¿no?

P. No.

3. Veinticinco metros por segundo.

P. ¿Por qué? ¿Qué has hecho?

3. Mil entre tres mil seiscientos, por noventa.

P. Tienes que pasar de kilómetro a metro, multiplicar por mil. Después pasas de horas a segundos ...

1. Sería ... noventa por mil ...

P. ... partido por, y ahora, ¿una hora cuántos segundos tiene?

(Lo escriben en silencio)

P. Tres mil seiscientos. Veinticinco metros por segundo. Ya la tenemos en el Sistema Internacional. Eso lo dividimos entre el tiempo que ha tardado en producirse ese cambio de velocidad ...

3. Cero coma noventa y ocho segundos.

P. Cero coma noventa y ocho segundos, ¿y qué nos queda?

(Realizan cálculos)

1. Menos veinticinco coma cinco.

P. ¿Por qué menos?

3. Veinticinco coma cinco

2. Porque es menos.

- P. No. Es menos cero más eso, 1 (refiriéndome a su libreta). ¿Lo ves?
1. Sí.
 2. ¿Cuánto te da, 3?
- P. ¿Tú no tienes calculadora, 2?
2. Sí.
- P. Pues utilízala. Sería veinticinco con cinco metros partido por segundo al cuadrado. Y esta aceleración, ¿os parece grande o pequeña?
3. Grande.
- P. ¿Con qué la comparas para decidir si es grande o pequeña?
1. Porque en un segundo su ... velocidad ...
 3. ... varía muy ... O sea, no.
- P. Pero, ¿por qué decís que es grande esta aceleración?
3. Porque por cada segundo ... acelera, que en este caso decelera ...
- P. Sí, cambia su velocidad.
3. ... veinticinco con cinco metros ... por segundo.
- P. Sí, ¿y por qué dices que eso es grande?
2. Pero tendría que ser negativo porque ...
- P. Es que el negativo lo hemos tenido en cuenta aquí, 2 (señalando la ecuación en la pizarra), al poner aquí este signo. Entonces te sale positiva, pero tú sabes que está frenando por las ecuaciones de las que has partido. Si en la ecuación pones el signo positivo obtienes una aceleración negativa, señal de que estás frenando.
- P. ¿Por qué decís que es grande esta aceleración? ¿Por qué pensáis que es grande? ¿Con qué la compararéis? Cuando decimos que un jugador de baloncesto es alto, ¿por qué decimos eso?
3. Porque comparado con el resto de las personas ...
- P. Exactamente. Entonces cuando te pregunto si esta aceleración es grande o pequeña ...
3. Comparada con las aceleraciones normales ...
- P. ¿Cuáles son las aceleraciones normales?
3. Las que se producen normalmente.
- P. ¿Y cuáles son esas?
1. Con el coche.
 3. En un coche las que se suelen producir.
- P. Pero ¿cuánto valen esas que se suelen producir en un coche?
3. No son tan grandes
- P. ¿Cuál es la aceleración que más conocemos, con la que más trabajamos ...?
1. La de la gravedad.
- P. La aceleración de la gravedad, que ya es una aceleración considerable, es aproximadamente de diez metros por segundo al cuadrado, y esta sería ...
3. Esta sería más del doble.
- P. ... cuántas veces mayor.
3. Más del doble.
- P. Cuánto. ¿Sabes cuánto más del doble?
3. Pues ...
 1. Dos coma cinco.

P. Dos veces y media la aceleración de la gravedad. Por eso podemos decir que es una aceleración grande y que normalmente no se produce eso en los coches.

P. Si el coche tiene mil kilogramos de masa, que hemos dicho antes ... ¿por qué habéis dicho que queréis la masa del coche? ¿para qué?

(Silencio)

3. Pues para calcular la fuerza que aplican los frenos.

P. Vamos a calcular la fuerza que aplican los frenos.

(Realizan operaciones)

P. ¿Cómo se calcularía esa fuerza que aplican los frenos?

3. Según la ... el segundo principio de la Dinámica.

P. Según el segundo principio, que es ... (esperando respuesta).

3. Que la ... aceleración de un cuerpo es proporcional a la fuerza que la proporciona, partido por la masa.

P. Venga, vamos a hacer los cálculos. La segunda ley, ya hemos utilizado la primera ...

2. ¿[...], 3?

P ... hemos hablado de la primera, de la segunda y de la tercera.

3. Fuerza neta igual a masa por aceleración.

P. Fuerza neta igual a masa por aceleración, que en este caso ... (realizan cálculos).

3. Veinticinco mil quinientos.

P. Veinticinco mil quinientos qué.

3. Veinticinco mil quinientos newtons.

P. Newtons. ¿Y esto es una fuerza grande o pequeña?

3. Muy grande.

P. ¿Por qué muy grande? (Silencio). Dicho de otra forma, ¿qué masa tendríamos que levantar nosotros para hacer esa fuerza?

3. ¿Qué masa tendríamos que levantar nosotros para hacer esa fuerza? ... Pues si un newton equivale a un kilogramo ... a levantar un kilogramo de masa ... (P simultáneamente. ¿Eso es un newton? ...) ... diez.

3. No, un newton ... para comunicar ...

P (observando lo que está leyendo en su libro). Esa es la definición de newton, no te fijes en eso. Si tienes un kilogramo de azúcar en la mesa y quieres levantarlo, ¿qué fuerza haces?

3 Diez newtons eran, ¿no?

P. Diez newtons, su peso, tomando la aceleración de la gravedad como diez metros partido por segundo al cuadrado. Para levantar un kilogramo necesitamos realizar una fuerza de diez newtons. O sea, que si tenemos que ... o queremos realizar esa fuerza que hemos obtenido, veinticinco mil quinientos newtons, ¿cuántos kilogramos tendríamos que levantar?

1. Doscientos cincuenta y cinco.

P. ¿Por qué doscientos cincuenta y cinco, 1?

2. Dos mil quinientos ...

1. Porque lo multiplicas por diez.

P. ¿Y si tú eso lo divides entre diez, qué te queda? (refiriéndome a la fuerza obtenida en el problema)

2. Dos mil quinientos cincuenta.

1. Kilogramos.

P. Dos mil quinientos cincuenta kilogramos. O sea, que vemos que es una fuerza bastante grande la que tendrían que ejercer los frenos ...

3. ¿Cuánto has dicho?

1. Dos mil quinientos ...

P. ¿Qué fuerza es?

3. Veinticinco mil quinientos newtons.

P. Si para levantar un kilogramo necesitas diez newtons ... (espero que siga 3).

3. Para levantar veinticinco mil quinientos necesitas ... doscientos cincuenta y cinco mil kilogramos.

P. Pero es que tú no tienes veinticinco mil quinientos kilogramos. Tú estás realizando una fuerza de veinticinco mil quinientos newtons. ¿Cuántos kilogramos estás levantando? (Pausa) Si tú quieres levantar un kilogramo ...

3. ¡Ah, sí! Serían ...dos mil quinientos cincuenta ... kilogramos.

P. Dos mil quinientos cincuenta kilogramos. Fijaos la cantidad de cosas que hemos calculado en esta secuencia. Vamos a pasar a la siguiente.

[Al buscar la siguiente secuencia se repite parte de la que acabamos de analizar, y cuando Hommer se queda dormido al volante, 3 hace la siguiente observación:

3. Yo creo que ahí, aunque no tenga que ver con ningún principio, cuando se duerme la velocidad del coche disminuye, porque levanta el pie del pedal.

P. Levantaría el pie y ... sí ...

3. No tiene nada que ver, pero ...

P. Es de sentido común.]

Secuencia 10. "El rozamiento del hielo".

[Pasamos la secuencia sin interrupciones, y posteriormente con ellas]

3, 2, 1. Ahí.

3. Que los patines no se quedarían quietos, resbalarían.

2. Se tumbarían.

P. Los patines se tumbarían.

1. O aparte ...

3. Resbalarían.

1. Resbalarían.

P. Se tumbarían y aparte resbalarían. ¿Por qué resbalarían? ¿Por qué se tumbarían? Vamos a empezar por allí, se tumbarían por qué (mirando a 2).

2. Porque ... el ha llegado y los ha tirado, ... no sé, ... no se mantienen.

P. Pero, ¿por qué se tumba el patín y no se tumba el diccionario cuando lo dejas así? (Coloco un diccionario en la mesa apoyado sobre el lomo).

2. Porque la superficie es más pequeña.

P. Porque el contacto es muy pequeño. Entonces eso ... ¿cómo se llama cuando una cosa se queda o no quieta?

1. Equilibrio.

P. El equilibrio. Ahí tendríamos muy poco equilibrio en los patines. Y, ¿por qué deslizarían? Vamos al otro punto.

3. Porque la superficie del hielo es la superficie más ideal que podemos considerar ... no hay apenas rozamiento y entonces ... se desliza bien.

1. Y aparte que los patines van con cierta velocidad.

P. Los patines también llegan con cierta ... ¿cómo podríamos decirlo también?

1. Aceleración.

P. No, ...

1. Velocidad.

P. Otra cosa.

3. Movimiento.

P. Sí, es verdad ...

1. Fuerza.

P. ¿Cómo se llama eso que ...

1. Inercia.

P. Inercia. Los patines llevan cierta inercia y mientras no haya una fuerza que tienda a pararlos seguirán moviéndose. Muy bien, seguimos viendo.

[Continuamos]

3. Ahí resbalaría un poco más.

P. El pato al caerse no se pararía tan pronto. ¿Por qué?

3. Por lo de antes, [¿?].

P. Aquí sí podemos hacer cálculos, ¿no? [Suena el timbre que indica el final de la clase] Vamos a plantear el problema sin hacerlo. Ya lo hacemos en casa y lo traemos preparado. El problema se trata de lo que dice 3, que el pato al caerse deslizaría sobre el hielo más de lo que lo hace, debido a que hay poco rozamiento con el hielo. ¿Qué necesitaríamos saber para calcular, o qué podemos calcular, o qué problema podemos plantear con esto? Id pensándolo.

3. Pues el tiempo que ...

P. Id pensándolo, vamos a dejarlo para el próximo día para hacerlo más tranquilos. Id planteando, ya que habéis visto la imagen, qué se necesita, qué podemos calcular, qué podemos hacer o qué problema podemos solucionar, viendo esta imagen. Id pensándolo y el próximo día lo hacemos.

1. ¿Plantear un problema?

P. Plantear un problema, sí. Plantear el enunciado de un problema.

Cuarta sesión. 20 de febrero de 2002

Secuencia 10. "El rozamiento del hielo" (continuación).

P. Bien, día 20 de febrero, terminamos las sesiones de dibujos animados correspondientes a la unidad de "Fuerzas y Movimientos". El último día

estuvimos comentando la imagen del pato Donald, y vimos que se habían detectado dos fenómenos que no eran acordes con la realidad. Uno cuando los patines caían, que ya está comentado, y otro era cuando el pato se cae y desliza muy poco, es decir, que tendría que deslizar más. Se trata de, viendo esa imagen, que enunciéis un problema y lo resolváis. Para ello lo que tenéis que hacer es, de la imagen, que vamos a poner ahora otra vez, deducid o inventaos los datos que se pueden obtener de esa imagen, y con esos datos, qué magnitud física o qué variable es la que puedo calcular. ¿Qué pensáis que vamos a calcular de aquí? Vamos a empezar por ahí.

3. Yo pensé en la aceleración de frenado.

P. En la aceleración de frenado.

1. Yo en la fuerza de rozamiento.

P. La fuerza de rozamiento. Están muy relacionadas.

3. ¡Eso es!

1. Y qué fuerza neta actúa ... sobre el pato.

P. Qué fuerza neta actúa sobre el pato. ¿Y tú pensaste algo, 2?

2. (Niega con la cabeza).

P. No pensaste nada. Bien, pensad lo que ha dicho 3, la aceleración de frenado. Para calcular la aceleración de frenado, ¿qué te hace falta, 3?

3. Pues identificar el movimiento primero ...

P. Que eso está identificado ya. ¿Qué movimiento es?

3. Movimiento rectilíneo uniformemente retardado.

P. Rectilíneo uniformemente retardado. ¿Y qué harías tú para calcular la aceleración de frenado.

3. Pues tendrías que calcular la aceleración. De esas dos ecuaciones ...

P. Pero ¿cómo calculas la aceleración? ¿Qué harías? ¿Qué tendrías que hacer?

3. Pues cogiendo datos.

P. ¿Y qué datos necesitarías?

3. Pues el tiempo que tarda en pararse, que lo podemos medir en el vídeo ...

P. Sí.

3. La distancia que ha recorrido hasta que se detiene, la velocidad que llevaría ... y la ... fuerza de rozamiento.

P. Y la fuerza de rozamiento. A eso es a lo que yo iba, que es lo que dice 1. O sea, que lo que ha dicho 1, la fuerza de rozamiento, está incluido en un problema más general.

3. ¿Eso es lo que necesitaríamos?

P. Vamos a verlo. Yo voy a intentar participar poco en la elaboración de este problema. Prefiero que seáis vosotras las que habléis y discutáis.

1. Yo es que ya he cogido los datos.

P. ¿Qué datos has cogido?

3. ¿Cómo los has cogido?

1. Pues ... el coeficiente de rozamiento de cero coma uno, la masa ...

P. ¿Por qué? ¿Por qué de cero coma uno?

1. Porque ... el hielo ... es ... consideramos como que no tiene rozamiento.

P. Entonces ¿por qué se pararía el pato?

1. Bueno, tiene poco, por eso pongo cero coma uno.

P. Por eso eliges el cero coma uno, porque hay poco rozamiento. Coges un coeficiente de rozamiento pequeño.

1. Y ... la masa del pato treinta kilogramos ...

P. ¡Qué pedazo de pato!

1. Eso.

P. Vamos a ir viendo datos. Tú tienes los tuyos ahí, vamos a ir comprobando un poquito los datos que podemos tener, porque también harían falta a lo mejor más, qué espacio recorre el pato, como ha dicho 3, qué tiempo, está bien que pienses en la masa del pato, hace falta. Vamos a ver la secuencia y vamos tomando los datos que pensemos que podemos necesitar.

[Reproducimos la secuencia. Mientras, P, señalando la pantalla. El pato va por el hielo ... se cae ... y resbala esa distancia]

P. ¿Cómo tomamos los datos de ahí?

1. Aproximados.

P. Pero, ¿qué hacemos?, venga. ¿Qué podemos hacer? Vamos a empezar a trabajar, vamos a empezar a tomarlos.

3. Medir el tiempo y la distancia.

P. Medir el tiempo y la distancia. ¿Cómo medimos el tiempo?

1. El tiempo que tarda en pararse (dubitativa).

P. El tiempo que tarda en pararse.

3. Desde que salta hasta que se para.

P. ¿Por qué desde que salta?

3. No, desde que [¿?, 1 interrumpe]

1. No, desde que ... toma contacto con la superficie.

P. Desde que toma contacto con el suelo hasta que se para. ¿Cómo medimos ese tiempo?

3. Pues con un cronómetro.

P. Venga. Sacad el cronómetro. ¿Tú también tienes? (Mirando a 1, que asiente con la cabeza) ¿Tú tienes cronómetro, 2? (También asiente con la cabeza).

Pues vamos a tomar tres tiempos, cada uno ...

1. Pero desde cuándo.

P. Desde que el pato choca con el suelo, ahí le das para que empiece, y cuando se para le das para que acabe. Va a ser muy poquito tiempo, ya lo habéis visto, estad preparadas para darle y darle. ¿Estamos preparados todos?

2. Es que yo no sé cómo se pone.

P. Pues no te preocupes, lo hacemos con estos dos.

[Reproducimos cinco veces esta parte de la secuencia para medir el tiempo que tarda el pato en detenerse. Al ser éste tan pequeño la medida fue difícil, obteniendo datos muy dispares con los dos cronómetros. En una medida en la que yo intervine, los dos aparatos dieron valores similares. Al final se tomó un valor similar a los obtenidos en esta medida]

P. Cuarenta y uno tengo yo.

1. Cuarenta y seis.

P. Pues por ahí puede andar. Decidid vosotras.

3. Vamos a dejarlo en cuarenta y cinco.

1. Pues sí..

P. ¿Cuarenta y cinco centésimas?

3. Sí.

P. Vale.

(Apuntan en sus libretas)

1. Cero coma cuarenta y cinco segundos, ¿no?

P. Sí. Ahora, ¿qué más tenemos que medir?

1. El espacio.

P. ¿Cómo medimos el espacio? ¿Qué vamos a hacer para medirlo?

2. Suponiendo.

P. Suponiendo qué.

1. Pues ... cuántos centímetros hay en la pantalla y cuanto puede valer en realidad.

2. Eso.

P. Venga, pues vamos a coger una regla.

[Reproducimos la secuencia. Mientras, P, con la regla sobre la pantalla, para medir la distancia que resbala, encontrando problemas para la medición, dadas las características del dibujo animado]

P. ¿Se os ocurre otra forma?

3. Pues midiendo la longitud del pato, (1. Sí) y más o menos viendo lo que resbala, si es el doble o la mitad del pato.

P. Vamos a verlo entonces.

[Reproducimos la secuencia, para ver cuánto resbala el pato]

3. Dos patos.

1. Medio pato.

P. Pues anda que tenemos buena vista. ¿Tú qué dices? (Mirando a 2).

2. Un pato entero.

P. Medio pato, un pato ...

1. Medio.

3. Un pato, ... o sea, se mueve un pato.

P. Vamos a verlo otra vez.

[Reproducimos la secuencia, para ver cuánto resbala el pato]

1. Medio pato.

3. No, uno.

2. Un pato.

1. Desde que se cae hasta ahí, medio pato.

2. Uno.

3. Uno.

1. Pues uno.

P. Vamos a dejarlo en uno, que es la mayoría. Un pato. Y eso, ¿cuánto es?

3. Lo que mida el pato.

1. ¿Un pato?

P. Vamos a medir el pato ... (acercándome a la pantalla con la regla).

1. Un metro.

P. ¿Un metro mide un pato? Hombre, es el pato Donald.

1. Claro, son como personillas, ¿no?

P. Podemos verlos como personillas. ¿Cuánto es entonces el espacio que desliza?

3. Dos metros.

1. ¡Sí hombre!

2. Un metro.

1. Un metro.

P. Pues venga, desliza un espacio de un metro. (Apuntan en sus libretas)

¿Qué más necesitamos?

3. Velocidad que llevaría el pato.

P. Velocidad que llevaría el pato cuando cae al suelo. ¿Qué velocidad puede ser?

(Se quedan calladas)

P. ¿Qué velocidad puede llevar una persona que empieza a patinar?

(Larga pausa)

1. Quince kilómetros por hora.

P. Vamos a trabajar en el Sistema Internacional.

(1 coge la calculadora)

P. No, no hace falta. Piensa en metros y en segundos. Piensa, en un segundo ¿qué espacio se recorre con unos patines sobre hielo?

3. Cero con cinco metros por segundo.

P. Eso es prácticamente como andando. Es dar un paso, y al segundo dar otro paso.

3. Cero con diez.

1. ¡Menos todavía!

P. Cero con diez metros son diez centímetros (señalando sobre la regla).

3. Cero con cinco.

1. Pues ... uno y medio.

3. ¡Qué lío! Diez ...

1. Uno coma cinco metros por segundo.

P. Pensad más o menos. Lo que vosotras digáis.

3. Cero coma setenta y cinco metros por segundo.

2. Un metro por segundo.

1. Un metro y medio.

P. Un metro por segundo es hacer esto (doy pasos largos, uno cada segundo).

2. Pues más o menos.

1. No, uno coma cinco.

3. Sí.

P. Cuando vas patinando vas más rapidillo.

3. Uno con cinco.

1. Sí, lo que yo había dicho.

P. ¿Cuánto, entonces?

1, 3. Uno coma cinco metros por segundo.

P. Sigue siendo lentillo, pero da igual. Esa es la velocidad que lleva el pato, que es con la que cae al suelo. Esa es la velocidad inicial. ¿Qué podemos hacer ahora?

3. Fuerza de rozamiento.

P. Podemos calcular la fuerza de rozamiento. ¿Cómo la calculamos?

1. Sabiendo la masa.

P. (Recapacito) No soy muy partidario de suponer el coeficiente de rozamiento. Pensad en los datos que tenéis. ¿Qué datos tenéis?

2. El tiempo, el espacio y la velocidad.

1 (simultáneamente). Tiempo, espacio y velocidad.

P. Tenemos tiempo, espacio y velocidad (escribiendo en la pizarra). ¿Qué podemos calcular con estos datos?

3. La aceleración.

P. La aceleración. Bien, vamos a ello. Pero id calculándola comentando lo que estáis haciendo. Vamos a calcular la aceleración de ese movimiento. ¿Qué hacemos en primer lugar?

3. Pues si es un movimiento rectilíneo uniformemente retardado ...

P. Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado con aceleración negativa, o retardado ... la velocidad será igual a velocidad inicial menos aceleración por tiempo (lo voy diciendo mientras ellas lo escriben).

2. ¡No!

P. Movimiento rectilíneo uniformemente retardado.

2. Sí. Aceleración es igual a menos velocidad ...

P. ¡Pero no te fijes en el que hiciste antes!

2. Pero si es la misma.

P. Sí, pero no te fijes en este, sino en las ecuaciones generales. ¿Y qué podemos hacer con estas expresiones?

3. Sustituyes aquí y averiguas la aceleración, y una vez que sabes la aceleración ... calculas el espacio.

P. El espacio lo conocemos, ¿no? Y el tiempo lo hemos medido.

3. ¡Ah! Pues con la fuerza ... por el segundo principio.

P. Pero vamos a ver ...

1. (Interrumpe) Necesitamos la masa.

P. Vamos a pensar primero ... sí, ahora la deduciremos o la inventaremos.

3. Primero calculamos la aceleración.

P. Primero vamos a calcular la aceleración, y tenemos que ver ... daos cuenta que la aceleración en este caso, que conocemos el espacio recorrido, que hemos supuesto que era un pato, un metro, pero también conocemos el tiempo que tarda en detenerse. Pensad que no nos hubiera hecho falta deducir la velocidad inicial.

(Piensan)

3. Claro que sí, porque si no ...

P. Tendríamos un sistema con dos ecuaciones y dos incógnitas. ¿Lo veis en esas dos ecuaciones?

3. Sí.

P. No hubiera hecho falta deducir la velocidad inicial. Vamos a borrar ese dato y tenemos las dos ecuaciones y de incógnitas la aceleración y la velocidad inicial. Vamos a resolver el sistema de ecuaciones. Para esto deajo de grabar.

[Resolvemos el sistema de ecuaciones]

P. Una vez resuelto este sistema de ecuaciones llegamos a que la aceleración es de diez metros partido por segundo al cuadrado y que la velocidad inicial es de cuatro coma cinco metros partido por segundo, para que se den esas condiciones, que se pare recorriendo un metro en cero coma cuarenta y cinco segundos. Ahí estamos diciendo la variación de velocidad y el tiempo en que se para, ¿no? Bien, una vez que tenemos estos datos, tenemos la aceleración y la velocidad inicial, ¿qué podemos calcular? Cuando el pato está deslizando, ¿qué fuerzas actúan sobre él?

2. Su masa.

3. No, porque ...

P. Fuerzas.

1. No hay.

P. Está relacionado con eso.

3. ¿La neta o todas? (1 simultáneamente. Su peso)

P. Todas las fuerzas

3. El peso, la normal .. (1 simultáneamente. Normal).

P. Peso, normal ...

1. rozamiento (3 simultáneamente. Rozamiento)

3. Inercia.

P. ¿La inercia es una fuerza?

2. La gravedad.

P. La gravedad es el peso.

1. Pues la ... la velocidad que lleva.

P. ¿Eso es una fuerza?

2. La masa.

1. Pero, cómo se diría?

P. ¿Hay más fuerzas actuando? Un cuerpo va a cierta velocidad y de repente actúa sobre él una fuerza que lo frena.

3. Sí.

P. No confundamos la inercia o la velocidad que lleva el cuerpo con las fuerzas. Que sí, que yo estoy de acuerdo en que para que el cuerpo lleve esa velocidad, antes hemos tenido que aplicar una fuerza, pero [¿?]. Lo único que nos interesa es qué velocidad lleva en ese momento y qué fuerzas actúan sobre el pato. ¿Lo veis claro?

1. Sí.

P. La gravedad y el peso es lo mismo. El peso es la fuerza con la que la Tierra atrae a los cuerpos que están en su superficie. Bueno, eso es el peso en la superficie de la Tierra. Ya lo estudiaremos cuando veamos el campo gravitatorio. Entonces, ¿qué podemos hacer ya? Tenemos la aceleración, la velocidad inicial, el espacio que recorre, el tiempo que tarda en pararse ...

1. Pues la fuerza neta.

P. Podemos calcular la fuerza neta. ¿Cuál es la fuerza neta que actúa sobre este pato?

1. La suma de todas las fuerzas.

P. ¿Y cuánto valdría?

1. La masa por la aceleración.

P. Haced un dibujo pintando las fuerzas que actúan sobre el pato.

2. ¿Puedo dibujar el pato como un cuadrado?

P. Puedes dibujar el pato como un punto material, un punto. Piensa que nunca estamos teniendo en cuenta este año la forma de los cuerpos. Como si fuera un bloque, como los dibujos que hemos hecho siempre.

(Dibujan en sus cuadernos).

P. Tenemos la normal. ¿Qué dirección y qué sentido tiene?

3. Hacia arriba y vertical.

1. Sí.

P. Vertical y hacia arriba, sentido hacia arriba y dirección vertical. ¿El peso?

3. Vertical y hacia abajo.

P. Vertical y hacia abajo. ¿Y la fuerza de rozamiento?

3. Horizontal y hacia la izquierda.

P. Horizontal y ¿por qué hacia la izquierda?

3. Porque el pato se mueve hacia la derecha.

P. Se dice horizontal y de sentido contrario al movimiento. Se opone al movimiento. Bien, si sumamos esas fuerzas qué nos queda. Pensad que estáis sumando vectores.

1. Masa por aceleración.

P. Pensad que estáis sumando vectores. ¿Cuál es la fuerza neta que actúa sobre el pato?

1. El módulo.

3. La fuerza de rozamiento.

P. La fuerza de rozamiento es la neta, ¿por qué?

3. Porque las otras dos se anulan.

P. ¿Por qué se anulan?

3. Porque son iguales.

P. ¿Iguales?

3. Y de sentidos opuestos.

P. Sentidos opuestos y módulos iguales. Entonces la fuerza net ... [se acaba la cinta y la cambio]

P. Bueno, seguimos. Estamos calculando la fuerza neta. Decimos que es la fuerza de rozamiento porque el peso y la normal ... ¿qué estábamos diciendo?

1. Porque la fuerza neta es igual a la fuerza de rozamiento.

P. Que la fuerza neta es igual a la fuerza de rozamiento. Pero ¿por qué? Estábamos diciendo que la fuerza peso y la fuerza normal ¿qué les pasaba?

1. Se anulan.

3. Pues que tienen iguales módulos pero distintas direcciones.

P. No.

1. Tienen distintos sentidos.

3. Tienen la misma dirección y distintos ...

P. Exactamente. Entonces la fuerza neta es la fuerza de rozamiento, ¿y? lo que tú habías dicho antes (mirando a 1), ¿a qué tiene que ser igual?

1. A masa por aceleración.

P. A la masa del pato por la aceleración. Esa sería la fuerza de rozamiento. Tendríamos una ecuación, la fuerza de rozamiento sería igual a la masa del pato por la aceleración. De la masa del pato no hemos hablado hasta ahora. Ahora es el momento de hablar de ella.

3. Que tenga ocho kilos, porque está gordo.

P. Sí, pero también estamos suponiendo que tiene un metro. Son personillas hemos dicho antes.

1. Treinta kilos.

P. Pensad vosotras. Decididlo entre vosotras.

3. Veintiocho kilos.

P. ¿Cuántos?

3. Veintiocho

(Las otras asienten con la cabeza)

P. Veintiocho kilogramos, ¿no? Venga. Entonces, ¿la fuerza de rozamiento cuánto valdrá?

3. Pues veintiocho ...

1. Por diez.

3. Por diez. Doscientos ochenta.

2. En el Sistema Internacional, ¿no?

P. En el Sistema Internacional, sí.

1. Doscientos ochenta newtons.

P. Doscientos ochenta newtons es la fuerza de rozamiento, ¿y cómo ...

1. Y si la fuerza neta es igual a la fuerza de rozamiento ...

P. ¿Qué?

1. Pues el cuerpo no se mueve.

3. ¡Cómo!

P. ¿Por qué?

1. LA fuerza neta igual a ...

P. ¿Qué significa fuerza neta?

1. Pues la suma de todas las fuerzas.

P. La suma de todas las fuerzas. Entonces si tú me dices que el cuerpo no se mueve es porque la suma de todas las fuerzas sería cero.

1. Sí.

P. ¿En este caso ocurre eso?

1. No.

P. No. En este caso hay una fuerza neta, que es de doscientos ochenta newtons y en contra del movimiento.

2. No puede ser esa la fuerza de rozamiento.

P. ¿Por qué no puede ser esa, 2?

2. Porque va de cero a uno.

P. No. Lo que va de cero a uno es el coeficiente.

1. Entre las superficies.

P. El coeficiente de rozamiento.

3. Y la fuerza de rozamiento después también se calcula ...

P. ¿Cómo se puede calcular también la fuerza de rozamiento?

1. Normal por coeficiente.

P. El coeficiente por la normal. Vamos a poner esa expresión. Ya sabemos cuanto vale la fuerza de rozamiento, pues también podemos calcularla como

...

1. Mu ...

P. Mu, que es el coeficiente, por la normal. Y la normal en este caso ...

3. Masa por gravedad.

P. Es la masa por la gravedad.

1. Pues serían doscientos dieciséis newtons

P. Vamos a tomar la gravedad como nueve coma ocho, (2. Mu por qué, ¿por masa?) para que no coincidan.

3. Yo es que siempre pongo mu por masa por gravedad, no pongo normal.

P. Eso es sólo cuando la superficie es horizontal, que por ahora sólo vamos a centrarnos en eso. Por ahora no vas a tener problema.

1. Es lo mismo, ¿no?

P. Cuando estemos en un plano inclinado ya cambia. Por ahora no vas a tener problema, es mu por la normal, y en este caso la normal es igual al peso en módulo, porque es un plano horizontal.

1. ¿Y el coeficiente de rozamiento?

P. Eso es lo que tenemos que calcular. Vamos a tomar la gravedad como nueve coma ocho metros partido por segundo al cuadrado ...

1. Mira a ver cuánto vale el peso del pato (mirando a 3).

3. Veintiocho kilos.

P. Esa es la masa.

3. ¡Ah, el peso! Pues ...

1. Pues ...

P. ¿Cómo calculamos el peso?

3. Veintiocho por nueve con ochenta y uno. Masa por gravedad. Doscientos setenta y cuatro con siete.

P. Doscientos setenta y cuatro coma siete es el peso del pato.

2. ¿Kilos?

P. Es un peso, ¿en qué se miden los pesos?

2. Eso es en newtons.

P. En newtons. Ya tenemos que la fuerza de rozamiento ...

3. ¿La calculamos ya?

1. El coeficiente.

P. Ya la conoces de antes.

3. Ah, sí.

P. Lo que tenemos que calcular es lo que no conozcamos.

1. El coeficiente.

P. El coeficiente de rozamiento.

2. ¿Cómo calculas eso?

1. Doscientos ¿ochenta u ochenta y siete hemos dicho?

3. Doscientos setenta y cuatro.

P. Eso es el peso.

3. Peso, que es masa por gravedad.

(Hacen cálculos)

2. ¿Y cómo calculas el coeficiente?

P. Despejándolo de esa expresión. ¿Tú sabes cuánto vale la fuerza de rozamiento?

2. Sí.

P. ¿Sabes cuánto vale el peso del pato?

2. Sí.

P. Pues ya puedes despejar el coeficiente de rozamiento.

3. Uno coma cero dos.

P. ¿Cuánto te queda?

3. Uno con cero dos.

P. Y, ¿qué tenéis que decir a eso?

3. Que el coeficiente de ... rozamiento es uno coma cero dos.

P. ¿No se te ocurre nada más?

1. ¿Como?

3. Que ... ¿eso tiene que ver algo con el nivel de anclaje?

P. Hombre, todo lo que sea coeficiente de rozamiento tiene que ver con el nivel de anclaje. Pero vamos a ver, ¿entre qué valores tiene que estar el coeficiente de rozamiento?

1. ¡Me sale a mí tres con seis!

P. ¿Tres con seis?

1. He hecho lo mismo ... que ella.

P. No, pero te habrás equivocado en la operación. (Observo su libreta) Lo has despejado mal.

3. Que es un rozamiento muy grande.

P. Es un rozamiento grandísimo. Pero aparte de eso ...

(Observo problemas al despejar, que entretienen a dos de las alumnas, y mientras los resolvemos suena el timbre que indica el final de la clase).

3. ¿Es la hora eso?

2. Sí.

P. Posiblemente.

3. ¡Esta hora se me ha pasado más rápido!

P. ¿y qué tenemos que decir entonces de este coeficiente de rozamiento? Tú (mirando a 2) me has dicho antes algo respecto al coeficiente de rozamiento. ¿Qué me has dicho antes?

2. Que va de cero a uno.
- P. Que va de cero a uno. ¿Y este coeficiente está entre cero y uno?
2. No.
1. No.
- P. Es más grande. Y eso, ¿qué nos hace pensar? Por lo pronto ...
2. Que está mal.
- P. Tú estabas diciendo que de ese coeficiente de rozamiento deducías qué (mirando a 3)
3. El nivel de anclaje.
- P. Lo has dicho de otra forma. Que hay un rozamiento muy grande.
3. Sí.
- P. Estamos comprobando que hemos parado la imagen bien parada, porque en el hielo no puede ser tan grande el rozamiento. Pero ahora también estamos diciendo que este coeficiente de rozamiento no está entre cero y uno y eso, ¿qué nos hace pensar?
3. Que lo mismo está mal ... que se ha parado muy pronto.
1. Los datos.
- P. Los datos. Sí, se ha parado muy pronto, pero los datos que hemos tomado pueden no ser correctos. Hemos podido equivocarnos en alguno, porque el coeficiente debería salirnos entre cero y uno. Grande, pero entre cero y uno para ser físicamente correcto. Podemos haber tomado mal la masa del pato ...
2. Y qué hacemos, ¿lo borramos?
- P. ¡No, espera! ... o en el tiempo. Pero bueno, en problemas futuros iremos mejorando este tipo de cosas. Por lo pronto lo que me gustaría es que adquirierais el hábito de cada vez que veáis cualquier fenómeno de estos en televisión o donde fuera ...
1. Yo si ... cuando veo dibujos estoy pendiente, pero ...
- P. Estás pendiente, pues todo lo que vayas viendo te lo vas trayendo ...
2. Yo en los Simpsons veo un puñado de cosas.
- P. Pues también. En la sesión pasada os dije que me lo fuerais diciendo.
3. Yo es que no veo la tele.
- P. O en la radio, o en el periódico, donde sea. Id diciéndome todo lo que encontréis. Y aparte que veáis cómo de la imagen se pueden enunciar problemas que luego pueden ser resueltos. También adquirir un poquito ese hábito y a ver si me dais una sorpresa cualquier día de estos.
2. Pero, ¿lo grabamos o ...?
- P. No, simplemente comentándolo. Ya con esto damos fin a esta segunda experiencia.

Quinta sesión. 24 de abril de 2002

Secuencia 11. "¿Gravedad según sentido?"

P. Bien, comenzamos la tercera experiencia de análisis de dibujos animados. Vamos a ver la secuencia, primero sin comentar nada y ya en la segunda pasada parías cuando ... ¡No miréis la radio! ¡Olvidaos de la radio!

[Pasamos la secuencia sin interrupciones]

P. ¿Habéis visto algo que os llame la atención o no?

1. Algo.

P. Vamos a ponerlo otra vez y vamos comentando. Ahora sí, cuando veáis algo que no sea acorde con las leyes físicas me paráis, yo paro el vídeo y lo comentamos.

[Reproducimos de nuevo la secuencia, ahora con interrupciones]

3. Ahí (se produce una ascensión a velocidad constante).

P. ¿Qué pasa ahí?

3. No puede subir sin frenar la velocidad. Tendrá que subir primero más rápido y luego ir parándose.

P. ¿Por qué?

3. Por el rozamiento con el aire.

P. Por el rozamiento con el aire.

1. Y por el peso.

3. Y por el peso.

P. Y por el peso. Entonces el hecho de que ascienda con velocidad constante es un error. Debería ascender disminuyendo su velocidad. ¿Qué ley física o qué leyes físicas ...? Bueno, qué pensáis ... (mirando a 2) tú eres la que no has hablado todavía.

2. Que sí.

P. ¿Que sí qué?

2. Que sí, que eso, que tendría que ir parando.

P. Que tendría que ir parándose. Y al final qué pasaría, cuál sería el movimiento natural de este objeto.

3. Que parara y luego cayese.

P. ¿Cómo se llaman esos movimientos? ¿Qué nombre reciben?

1. Ascensión libre.

3. Ascensión libre y caída libre.

P. Ascensión libre y caída libre. Entonces la ascensión libre se está produciendo a velocidad constante. ¿Nunca se podría producir a velocidad constante una ascensión?

3. Sin rozamiento con el aire, pero entonces ...

P. ¿Si no hubiera (1. No.) rozamiento con el aire sería a velocidad constante?

3. No porque está el peso.

P. Está el peso. Entonces si quisiéramos ...

1. En el espacio.

P. ¿Eh?

1. En el exterior, en el espacio.

P. ¿En el espacio exterior, por qué?

1. Porque no hay gravedad.

P. No hay gravedad ¿en ningún sitio del espacio exterior?

1. Sí.

P. ¿En qué sitios del espacio exterior no hay gravedad y en qué sitios puede haberla?

1. Pues en otro planeta, por ejemplo, sí hay gravedad.

P. ¿Y en el nuestro?

1. También.

P. Entonces, ¿cuánto piensas que tendríamos que alejarnos de la Tierra para que no hubiera gravedad?

1. Pues mucho. Pero que siempre hay algo.

P. Siempre hay algo, por lejos que estemos. Lo que os pregunto es: si nosotros quisiéramos que un cuerpo subiera a velocidad constante, ¿qué tendríamos que hacer?

3. Proporcionarle una velocidad.

P. Eso ya se le ha proporcionado. Yo cojo este cuerpo (un bolígrafo) y le proporciono una velocidad (lo lanzo hacia arriba).

3. ¿Puede repetir la pregunta?

P. Sí. Si yo quiero que un cuerpo ascienda a velocidad constante, ¿qué tengo que hacer? ¿Cómo puedo hacer que un cuerpo ascienda a velocidad constante?

3. ¿Cogiéndolo tú?

P. Cogiéndolo tú. Este cuerpo (señalando la pantalla) aquí no vemos que esté cogido por nada, que nada le empuje ni que nada tire de él. Por lo tanto no se podría producir este movimiento con velocidad constante. Muy bien, seguimos.

[Continuamos]

3. Y ahí también (en la caída la aceleración es exagerada). No puede caer tan rápido de pronto.

P. Que no puede caer tan rápido de pronto. ¿Por qué piensas eso?

3. Porque (1. Ni pararse tanto tiempo arriba) en la caída libre ...

P (mirando a 1). Ahora vemos eso. En la caída libre ...

3. En la caída libre va ... va primero más lento y luego, por la gravedad, va aumentando su velocidad.

P. Va aumentando la velocidad, ¿eso cómo se llama?

3. Caída libre.

P. Que aumente la velocidad. ¿cuál es la magnitud que mide (1. La aceleración) el cambio de velocidad.

3. La aceleración.

P. La aceleración. Hay sería una aceleración muy grande, y si fuera una aceleración muy grande, ¿cómo tendría que ser la ascensión también? (Pausa) Hemos visto ascensión a velocidad constante y después la caída muy rápida. Estamos viendo que en la ascensión no hay aceleración mientras que en la caída sí.

3. Tendría que haber una aceleración muy grande también.

P. Tendría que ser la misma aceleración, e ir frenando muy rápido en la ascensión. ¿Qué es lo que tú decías, 1, también?

1. Que cuando llega al punto más alto se queda parado.

P. Pero eso es lo que hemos dicho siempre, ¿no?, que hay que pararse ...

3. Pero no se queda (1. Se queda parado mucho tiempo.) tanto rato.

P. Que se queda parado mucho tiempo. ¿Por qué piensas que eso es una contradicción? (Pausa) ¿Por qué no se puede quedar parado tanto tiempo? (Pausa)

2. Porque si siguiera a velocidad constante no pararía, seguiría para arriba.

P. Sí. Si no hubiera ninguna aceleración iría a velocidad constante seguiría, pero vamos a suponer que en un momento determinado hay una aceleración que lo frena, y se queda parado. Lo que dice 1 es que no puede estar parado tanto tiempo, que se queda parado mucho tiempo.

3. Porque ... (1. [¿?]) ... porque el peso lo tira para abajo.

P. Pero el peso lo tira para abajo cuando actúa ... ¿cuándo actúa el peso?.

3. Con la gravedad.

P. ¿En qué momentos está el peso actuando?

3, 1. Siempre.

P. Siempre. No se puede quedar parado arriba tanto tiempo porque el peso siempre está actuando. Entonces el hecho de que se quede parado significa que no hay ninguna fuerza, y el peso no estaría actuando, y eso no puede ser tampoco.

[Continuamos y finalizamos]

P. ¿Se os ocurre algún cálculo que podáis hacer con esta secuencia?

3. La ascensión libre y la caída libre.

P. ¿Qué podrías calcular de la ascensión libre? (Pausa) Que realmente no es una ascensión libre, que ese es uno de los errores que habéis detectado. Es una ascensión con velocidad constante. ¿Qué podrías calcular de esa ascensión?

3. Pues viendo la ...

1. La velocidad.

3. ...la velocidad.

P. La velocidad. Vamos a ponerlo a ver cómo se os ocurre calcular la velocidad.

[Reproducimos de nuevo esa parte de la secuencia]

P. ¿Cómo podéis calcular la velocidad ahí, con lo que estáis viendo?

3. El tiempo.

1. Y el espacio.

P. Tiempo y espacio. Venga.

3. Porque si es velocidad igual a gravedad por tiempo ... la gravedad la de la Tierra ... calculando el tiempo tienes la velocidad.

P. Pero estamos diciendo que la ascensión se está produciendo sin gravedad. Es uno de los fallos.

3. Entonces la velocidad es constante.

P. La velocidad es constante. Es lo que queremos calcular. ¿Cómo podemos calcularla, se te ocurre algo, 2?

2. Pues con el tiempo.

P. El tiempo ... vamos a medir el tiempo. Pero, ¿qué tiempo medimos ahí? El tiempo que tarda desde dónde hasta dónde.

3. En subir ... hasta que se para.

P. En subir hasta que se para, vale. ¿Y qué más necesitaríamos para calcular la velocidad?

2. El espacio.

3. La velocidad inicial.

P. La velocidad inicial, a lo mejor. Pero deja de pensar en ascensión libre porque lo que estamos estudiando es un movimiento ...

1. Porque si es a velocidad constante no hay aceleración.

P. Es a velocidad constante. Estamos viendo que no puede ser, hemos dicho que no puede ser, que es un fallo de los dibujos. Lo que estamos estudiando es un movimiento con velocidad constante. Entonces, ¿qué nos haría falta para saber ...

1. El espacio.

P. El espacio. ¿Cómo podríamos ver el espacio?

3. [¿?] lo que mida la pantalla

1. Lo aproximamos.

P. Vamos a verlo otra vez. No, aproximar no puedes.

[Reproducimos de nuevo esa parte de la secuencia]

P. ¿No se os ocurre nada para calcular el espacio?

3. Las nubes.

P. Ahí lo tenemos. Las nubes. Pues venga, poneros con las nubes y un reloj.

3. Pero es que ya subía, no puedes calcular el espacio.

P. Es a velocidad constante.

3. Pero no sabemos cuánto vale el espacio.

P. Ni el tiempo.

1. Pero tenemos que ... hacer una aproximación.

P. Pero, ¿cómo lo hacemos? Eso es, vamos a pensarlo. (Pausa)

1. Pues el tiempo que tarda ...

P. De dónde a dónde.

1. Pues ... desde que empieza a subir ...

3. Desde que se pone ...

P. Desde que empieza a subir hasta que llega arriba del todo, el tiempo que tarda. Eso lo podemos medir. Y nos haría falta el espacio también. ¿Cómo podemos medir el espacio aquí en la pantalla?

3. Con las nubes, pero es que no se puede porque ya cuando lo ponen ya ha subido una distancia.

P. Pues entonces tendremos que pensar de otra forma. A lo mejor no nos interesa estudiar el movimiento completo, desde el suelo hasta arriba del todo, y nos interesa estudiar un fragmento. Como sabemos que la velocidad es la misma en todo el movimiento.

3. Pues desde que se ve ... el muñeco en la pantalla.

P. Desde que se ve el muñeco en la pantalla.

1. Pero las nubes no están a la misma distancia unas de otras.

P. Vamos a ver un poquito.

3. Sí están.

[Repito esta parte de la secuencia]

P. ¿Qué hacemos?

3. Pues pasar de secuencia (bromeando).

P. No hombre, vamos a hacer con esto algunos cálculos. Se puede hacer. Lo que tenéis que hacer es pensar de otra forma.

1. Pues si por ejemplo ponemos (3 interrumpo. [¿?]) la velocidad que tiene ...

P. ¿Como? Empieza otra vez.

1. Si determinamos nosotros la velocidad que tiene ... y el tiempo pues podemos calcular el espacio.

P. Pero ... qué vas a hacer, ¿inventarte la velocidad?

1. Sí.

P. Eso tampoco interesa. Interesa hacer cálculos con lo que se ve en la pantalla.

3. Pues la fuerza que pueda proporcionar ... el chorro ese.

P. ¿Cómo calcularías eso?

3. [¿?] ... el coseno es de física, ¿no?

P. ¿Cómo dices?

2. Sí.

P. ¿Qué dices?

3. No, nada.

P. ¿No se os ocurre nada, como podéis calcular aquí nada? (niegan con la cabeza). Venga, pues vamos a pensar en el descenso, a ver qué se os ocurre. Esto se podía haber calculado de la siguiente forma. Lo que os decía, a lo mejor no tenéis que pensar en el movimiento total, sino en un fragmento de él. Si calculara por ejemplo el tiempo que tarda en llegar de aquí a aquí (señalando en la pantalla dos nubes del fondo consecutivas) ...

1. Pero es que en todas no hay la misma distancia.

P. Pero yo me fijo en estas dos nada más. Entre las dos estas, aunque sea más distancia será más tiempo, y si es menos distancia es menos tiempo. La velocidad es la misma siempre. Si yo calculo lo que tarda en recorrer este espacio, sé a que velocidad va. Y este espacio sí puedo saber más o menos cuánto es porque puedo compararlo con el tamaño de la persona.

3. Es muy poquillo, ¿no?

P. Bueno, pero es igual. Con velocidad constante ... ¿qué significa velocidad constante?

2. Siempre va a la misma velocidad.

P. ¿Qué?

2. Que no cambia la velocidad, que no hay ... aceleración.

P. No hay aceleración, y eso en cuestión de espacios y tiempos, ¿qué significa?

3. Que son las únicas variables que pueden ...

1 interrumpe. Que a espacios iguales ...

P. Que a espacios iguales ...

1. Tiempos iguales.

P. Tiempos iguales. Tarda el mismo tiempo en recorrer los mismos espacios. Entonces si aquí dos nubes están separadas un metro tarda un tiempo determinado, si están separadas dos metros tardará el doble, si están separadas tres metros tardará el triple, pero sé que la velocidad es la misma en todo el trayecto. Entonces podría medir entre esta nube y esta nube cuánto tarda, teniendo en cuenta el tamaño de la persona aproximar cuánto espacio ha recorrido y medir el tiempo, y luego dividir el espacio recorrido entre el tiempo y obtengo la velocidad constante a la que se está produciendo este movimiento. Pero bueno, esto no se os ha ocurrido, por lo que seguimos. Vamos a ver si podemos hacer algún cálculo del descenso.

1. Más chungo.

[Repito esta parte de la secuencia]

1. No se puede.

P. ¿Por qué?

1. Porque ahí no se ve.

(Pausa)

3. Aquí solamente puedes conocer el tiempo.

P. Solamente podrías ver el tiempo. ¿Y qué podríamos hacer? ¿No se os ocurre nada que podríamos hacer con esto?

3. ¿Con el tiempo?

P. Suponiendo que el ascenso ...

3. Es a velocidad constante.

P. No, vamos a suponer que se produce como realmente se producen los ascensos. Podríamos medir el tiempo de ascenso, ¿no? Sólo el tiempo. Y suponiendo que se produce con aceleración y que se produce con una aceleración determinada, podríamos calcular el espacio que asciende ... que es el mismo que desciende.

1. Sí.

P. Si asciende un espacio desciende el mismo, ¿no? Pero esto no es bueno porque el ascenso se produce sin gravedad. El cálculo que yo pensaba que se os iba a ocurrir es el de la velocidad constante en el ascenso. ¡Cómo no se os ocurre eso! Que si la velocidad es la misma da igual que cojamos todo el espacio o que cojamos un fragmento más pequeño. Solamente que tardará menos tiempo en recorrerlo. Esto es para todos los movimientos uniformes.

¿Vale? Venga, pues vamos a pasar de secuencia y a ver si se nos ocurre hacer algo con alguna de las siguientes.

3. ¿Entonces aquí no vamos a hacer ningún cálculo?

P. Podemos hacerlo, pero es muy sencillito.

1. Sí.

P. Si ha recorrido un metro ochenta en dos segundos, calcular la velocidad, que sería noventa centímetros por segundo. Ya está hecho. Si se os hubiera ocurrido a vosotros sí, pero habiéndolo hecho yo ya es un cálculo muy sencillo. Vamos a ver si de las siguientes se os ocurre algo.

Secuencia 12. "Ascenso-reposo-descenso".

[Reproducimos la secuencia sin interrupciones]

P. Venga, vamos a pasarla otra vez y ahora cuando queráis, cuando veáis algo, me paráis.

[Reproducimos de nuevo la secuencia, ahora con interrupciones]

1. Ahí (cuando sube a la nave sin escaleras).

P. ¿Qué ves ahí, 1?

1. Que no se puede subir. Que si no hay escaleras ¿cómo va a subir?

2. Que saltaría menos.

P. El salto muy grande o que no puedes subir si no tienes donde agarrarte.

2. Y que tarda mucho en caer también.

3. Se queda parado mucho tiempo arriba.

P. Se queda parado mucho tiempo arriba. Ya es lo que hemos comentado antes, porque no se podría quedar tanto tiempo parado. Ahí pensad también que estamos en otro planeta, eso no es la Tierra. ¿Daría igual otro planeta?

3. Sí.

P. ¿Por qué?

3. No se puede quedar [¿?]

1 interrumpo. Si la aceleración es menor.

3. Pero no se puede quedar arriba del todo de todas maneras.

P. ¿Qué pasaría si la aceleración fuera menor?

1. Pues que no caería [¿?].

3. Que caería más lento pero no se quedaría arriba.

P. Caería más lento pero no se quedaría arriba. Pensad cómo se llama la ley de Newton. ¿Cómo se llama la ley de Newton, esa palabra que tanto insistimos ...

1. Universal.

P. La Ley Universal de la Gravitación. Es una ley que sirve para todo el Universo. Da igual que estemos en este planeta o que estemos en otro. Bien, por lo pronto aquí habéis detectado que no puede subir sin escaleras y que no se puede quedar tanto tiempo arriba. Vamos a ir viendo por si hay más cosas.

[Continuamos]

3. Se para muy rápido también.

P. ¿Cómo?

3. Se ha parado muy rápido también.

P. Eso es anterior a lo que hemos dicho antes, lo digo para que quede registrado. Que se ha parado muy rápido, y eso ¿por qué no se puede producir? Siempre que digáis algo decid cómo ocurriría realmente y qué ley física ...

3 interrumpe. Porque a no ser que hubiera una fuerza de rozamiento muy grande no puede pararse tan rápido.

P. Sigue hablando, ¿o has terminado ya? ¿Hay una ley que puedas pensar que se está violando ahí? ¿Alguna ley física?

3. Aceleración de frenado.

P. Y eso, ¿qué ley sería la que se está violando?

3. Yo que sé.

P. No se te ocurre una ley que está relacionada, que cuando un cuerpo se está moviendo siempre seguirá moviéndose hasta que algo lo pare ...

1. Sí, Newton.

P. La ley de Newton, ¿cómo se llama esa ley? ¿Cómo se llama esa característica?

1. Inercia.

P. Inercia.

3. Eso.

P. La ley de la inercia. Si va a una velocidad grande tendrá una inercia grande, y por lo tanto la parada será difícil. Tendrá que actuar una fuerza muy grande si quieres parar rápido, que es lo que estabas diciendo, que la aceleración de frenado es muy grande. Eso es anterior, ya digo, a lo que hemos visto de ...

[Continuamos]

1. Y que ... las orejas no se pueden estirar, se caen.

P. Las orejas no se pueden estirar.

3. Tanto.

P. Eso en el movimiento de caída. ¿Cómo ocurriría eso realmente?

1. Pues normalmente se caen con el cuerpo.

P. Se caen con el cuerpo (doy la vuelta a la cinta). Seguimos entonces con Bugs Bunny. A ver si se puede hacer algún cálculo aquí. ¿Se os ocurre algún cálculo que se pueda hacer de esta secuencia?

3. La constante de las orejas.

P. Que no sea de elasticidad, que no sea la constante de las orejas.

3. No.

P. ¿Podemos más o menos ...?

1 interrumpe. La velocidad ...

P. ¿Qué?

1. La velocidad al bajar las escaleras.

3. Como no sea la de subir.

P. Estamos en otro planeta. ¿Qué puede interesarnos de otro planeta?

3. La gravedad.

1. La gravedad.

P. La gravedad. ¿Pensáis que se puede calcular la gravedad de las imágenes estas?

1. Pues no sé.

3. Sí.

P. ¿Cómo podríamos hacerlo?

1. Aproximando las masas ... (pausa).

P. Sabemos que el cuerpo este, el conejo, sube hasta cierta altura, que por cierto hemos dicho que no podía subir porque no tiene escaleras, permanece parado, que también hemos dicho que no puede porque el peso está siempre actuando. Luego, en la caída ... ¿podemos saber desde qué altura ha caído, o podemos más o menos estimarlo de lo que vemos?

1. Sí.

P. ¿Podemos medir el tiempo que tarda en caer?

3. Sí.

P. Y con eso podríamos calcular la aceleración, ¿o no podríamos calcular la aceleración con eso?

1. Sí.

3. No sé.

1. Vamos a ver. Tiempo y ... espacio.

P. La altura desde la que cae.

3. Espacio y tiempo.

P. Y el tiempo que tarda en caer.

3. Y quieres calcular la gravedad.

P. Vamos a tomar esos datos de la pantalla y ya vosotros pensáis en casa, porque ya creo que no nos va a dar tiempo, pensáis en casa cómo hacerlo. Lo vamos a hacer desde el momento en que empieza a caer. Bueno, primero estimad más o menos qué altura cae.

[Repetimos esa parte de la secuencia]

P. ¿Desde qué altura pensáis más o menos que puede estar cayendo?

3. Tres metros.

P. ¿Por qué dices tres metros?

2. Tres no, más.

1. Más.

2. Más, mucho más.

3. ¡Que va, eh! Con tres metros hay de sobra.

1. Cuatro.

P. Pero, ¿cómo estáis diciendo esos números? ¿Por qué pensáis esos números?

2. Yo digo diez porque eso se supone que es una nave de estas grandes y ...
- P. Hombre, pero tienes ahí una comparación más o menos con el tamaño (1. Pues sí) del personaje.
1. Cuatro.
3. Que el personaje no llega a un metro.
- P. Es un personaje de ficción.
3. Por eso, que no llega a un metro.
- P. Vamos a redondear.
3. Sesenta centímetros.
1. Un metro.
- P. Lo que vosotras veáis. ¿Cuántas veces cabe el personaje aquí, más o menos? (señalando la pantalla)
3. Seis.
1. Cuatro. (Risas)
- P. Pero tampoco hay que decirlo tan rápido, vamos a hacerlo, igual que lo hemos hecho siempre. El personaje mide tres centímetros, y de aquí a aquí, que es la altura a la que está, hay quince. Cinco veces el personaje.
3. ¿Has visto?
1. Ni cuatro ni ...
- P. Ni cuatro ni seis.
2. Lo que yo decía.
- P. Cinco veces. Ahora, ¿cuánto pensamos que puede medir el personaje ese? Pensad que es un personaje de ficción.
1. Un metro.
- P. ¿Un metro le dais al conejo?
3. Cinco metros.
- P. Pues entonces está cayendo desde cinco metros de altura. Esa es la altura desde la que cae. Ahora vamos a medir el tiempo que tarda en caer. Desde que empieza a caer hasta que llega al suelo, que es cuando se oye el zumbido. ¿Estamos preparados? Pues venga.

[Repetimos esta parte de la secuencia para medir el tiempo de caída]

3. Dos sesenta y cinco.
1. Dos setenta y tres.
- P. ¿Qué habéis medido?
3. Dos sesenta y cinco.
- P. ¿Y tú?
1. Dos setenta y tres.
- P. ¿Qué tomamos?
2. Dos sesenta y cinco.
- 3 simultáneamente. Dos setenta.
- P. ¿Por qué, dos setenta? ¿Qué se hace cuando hay dos medidas de algo?
1. La media.
- P. Vamos a tomar la media. Apuntad los dos tiempos ... se pueden tomar más medidas, pero tampoco ...

2 interrumpe. ¿Dos cuánto?

3. Dos sesenta y cinco.

P. Dos sesenta y cinco ha medido 3, y dos setenta y tres ha medido 1.

3. 1 se ha equivocado. (Risas)

P. Si, ¿no? Con eso hacéis la media y calculáis el tiempo, y con la altura desde la que cae y el tiempo que tarda en caer, para el próximo día traéis calculada la aceleración de la gravedad de ese planeta.

3. Chungo, ¿no?

P. No, ¿por qué? Es una caída libre. Piensa en la caída libre y verás como no es tan difícil. ¿Quedamos en eso, entonces? Bien, pues el próximo día seguimos con el análisis de la siguiente secuencia, y a ver qué resultado obtenéis del cálculo de la aceleración de la gravedad. Hasta el próximo día.

Sexta sesión. 25 de abril de 2002

Secuencia 13. "Gravedad artificial".

P. Vamos a analizar la siguiente secuencia. Ayer dejamos pendiente una tarea, que sólo ha hecho 3, que era la de calcular la aceleración de la gravedad del planeta. ¿Cuánto queda al final?

3. Uno con treinta y ocho.

P. Uno coma treinta y ocho metros por segundo al cuadrado³⁶. ¿Y qué os parece esta aceleración de la gravedad?

1. Pequeña.

P. ¿Poco?

1. Sí.

P. Y eso cómo pensáis que se notaría en el dibujo. ¿Veis alguna incongruencia entre lo que habéis visto en el dibujo y la aceleración de la gravedad que hay en el planeta este?

3. Que cae muy rápido. Tiene que caer más lento.

P. No, con esa aceleración de la gravedad cae cinco metros en ese tiempo. Aquí en la Tierra, en recorrer cinco metros con otra aceleración de la gravedad tardaría bastante menos en recorrer cinco metros. Ahí ha tardado ... ¿Cuánto queda al final el tiempo, cuánto te da la media?

3. Dos con sesenta y nueve segundos.

P. Dos con siete segundos más o menos ha tardado en caer cinco metros. Aquí en la Tierra tarda mucho menos. O sea, que en ese sentido tarda el tiempo que tiene que tardar. Pero ¿pensáis que si en un planeta hay esa aceleración de la gravedad se moverían las personas de esa forma? ¿Habéis visto alguna vez algún reportaje de personas en la Luna?

Todas. Sí.

P. ¿Y habéis visto cómo ...

1. Se mueven.

P. ... como se mueven allí?

³⁶ Podríamos calcular la masa del planeta.

3. Muy lento.

1. Sí.

P. Pues aquí tenemos también otra incongruencia. Se podría hablar de otra contradicción. Con esta aceleración de la gravedad el movimiento que tiene el conejo en este planeta parece normal, y sin embargo vemos que la aceleración de la gravedad ...

1 interrumpe. ¿Y cómo se tendría que mover?

P. Pues parecido a como nos movemos en la Luna. La aceleración de la gravedad en la Luna ...

1 interrumpe. ¿Y por qué se mueven así tan lento?

P. Allí van con botas de plomo porque hay poca gravedad, no obstante ...

3 interrumpe. [¿?], ¿que se quedan volando?

P. Claro.

1. ¿Y si saltan mucho?

P. Si saltan mucho ... Todos los planetas tienen una velocidad a partir de la cual si un objeto sale de su superficie con esa velocidad sale despedido del planeta. Cuanto mayor sea la gravedad mayor será esa velocidad. En el caso de la Tierra es de once coma dos kilómetros por segundo aproximadamente, creo recordar, tendría que hacer los cálculos.

3. Once coma dos ...

P. Kilómetros por segundo.

3. Ah.

1. ¡Uf!

P. En un segundo once coma dos kilómetros. Si tú consigues que un cuerpo alcance esa velocidad en la superficie de la Tierra, sale de la Tierra. Con la gravedad de la Tierra. En el caso de la Luna, que la gravedad es menor, un sexto de la de la Tierra, nueve coma ochenta y uno entre seis. Aquí tendríamos que ver el movimiento en ese sentido, el movimiento más ralentizado, como se ve en las imágenes que hablamos. Vamos a ir a la última secuencia, dentro de las tres que hemos analizado es la más larga, y vamos a hacer lo mismo. Aquí no vamos a hacer cálculos, simplemente identificar aquello que veáis u oigáis que sea contradictorio con las leyes físicas. De primeras vamos a ver la secuencia entera sin pararla ni discutirla, y después en una segunda pasada ya iremos parando y viendo lo que sea contradictorio, ¿vale?

[Pasamos la secuencia sin interrupciones]

P. Ahora se trata de ir viendo aquellos fenómenos que no son acordes con las leyes físicas, cómo ocurrirían en realidad y qué ley o leyes físicas contradicen. Vamos a ir parando cuando digáis.

[Reproducimos de nuevo la secuencia, ahora con interrupciones]

3. Eso no lo puede hacer.

P. Qué. 9:13:27 (para localizarlo)

3. Pasar tan rápido.

P. ¿Qué?

3. Que anda muy rápido.

P. Que anda muy rápido. Dilo con otro vocabulario.

3. Acelera muy rápido.

P. Es una aceleración muy grande. Acelerar no se acelera rápido, es un movimiento con una aceleración demasiado grande.

3. Para esa gravedad, ¿no?

P. ¿Por qué hablas de ...

1 interrumpe. Estamos en la Tierra, ¿no?

P. Aquí estás en la Tierra.

3. Pues eso, con la gravedad de la Tierra.

P. Sí, está relacionado. La aceleración con la que puedes moverte está relacionada con la gravedad del planeta. Pensaba que estabas todavía con la aceleración del conejo. ¿Seguimos?

[Continuamos]

3. Ahí.

1. Ahí no se puede activar la gravedad.

P. 9:14:03. ¿Qué decís?

3. Pues que ... como ha desactivado la gravedad sí puede volar ... o sea, puede flotar, pero una vez que ya están [¿?] con el peso, ya no puede hacer así.

P. No digas "así" que luego no se aprecia lo que ...

3. No pueden subir y bajar.

P. Que no pueden subir y bajar. O sea, que tú piensas que desactivar la gravedad sí se puede (1. ¡No!), pero una vez que ... hablamos de lo de 3, ahora discutiremos el tema. Una vez que ya se contrarresta el peso lo que no puede hacer es un movimiento de ... (3. A no ser que se mueva.) ... de vaivén. ¿Y tú que dices? (Mirando a 1).

1. Pues que no se puede activar la ingravidez.

P. Que no se puede activar la ingravidez. ¿Por qué?

1. Porque no, ¿cómo se va a activar!

P. No sé, piensa.

1. Activar y desactivar en el espacio siempre ... hay algo de gravedad, pero ...

3. Pero se puede hacer.

1. No.

3. El vacío.

P. Comentadlo vosotras.

3. Nada, que se puede hacer el vacío.

P. ¿Tú qué piensas, 2?

2. Que no.

P. Que no qué.

2. Que no se puede activar.

P. Que no se puede activar qué.

2. La gravedad.

P. La ingravidez. Estáis dos contra una. Convenceros las unas a las otras.

3. Totalmente no, pero ... poco sí. En gran parte sí.

1. Pero es que en el dibujo aparece que ... que no que es que (risas). Que no se puede activar, o está o no está.

2. Ahí estamos.

3. No, porque es un aparato de estos científicos.

1. Si, ¿no? (bromeando)

3. Lo puede hacer.

1. No.

P. ¿Cómo desactivaríais la gravedad o cómo activaríais la gravedad en el espacio?

2. No se puede.

3. Conectando con [¿?].

1. Una vez que sale de ... a cierta distancia.

P. Una vez que sales de la atracción de la Tierra, a cierta distancia, en la estación ... habéis visto también imágenes de los astronautas, ¿no?

1. Sí.

P. En las naves ... y eso lo hemos comentado también en clase. ¿Qué es lo que pasa ahí? ¿Por qué están los astronautas como flotando?

3. Porque no hay gravedad.

1 simultáneamente. Porque hay muy poca gravedad.

3. Muy poca.

P. Entonces lo que parece que aquí es contradictorio no es que se active la ingravidez, es que (3. Se vuelva a activar la gravedad.) es que haya que desactivarla.

1. Sí, eso.

P. Que haya que darle a un botón para que pase lo que normalmente pasa, ¿no? ¿Tenéis algo más que decir sobre este fenómeno?

3. No.

[Continuamos]

3. Eso es lo de antes.

P. Lo del bamboleo, sí. 9:14:14.

[Continuamos]

3 Ahí. Que tampoco puede activar la gravedad.

P. ¿Cómo se podría conseguir gravedad en el espacio?

3. Entrando en un planeta.

P. ¿Y si no hay planeta?

1. Por pesas.

P. ¿Qué?

1. Pesas.

P. Con pesas, poniéndote pesas. Si no hay planeta las pesas no pesan. ¿Se ocurre otra forma? (Pausa) Seguimos entonces.

[Continuamos]

3. Ahí. Entraría en órbita con el planeta.

P. Entraría en órbita. 9:16:15. ¿Por qué piensas que entraría en órbita ahí?

3. Porque si ... todos los planetas tienen gravedad ... estaría dando vueltas.

P. ¿Qué pensáis vosotras al respecto?

1. Depende de la distancia de la superficie a la que vaya la nave.

3. Y aunque ... acelera la nave pero al acercarse a ... debería entrar en órbita pero se iría para arriba.

2. Claro.

3. No se pondría dando vueltas y luego se iría.

P. Explícalo mejor.

3. Se acerca al planeta, da como media vuelta alrededor del planeta y sale disparado, y no sería así.

P. ¿Cómo sería?

3. Entraría, y si es una aceleración grande, porque acelera, se ve que hay un pedal y acelera, sale disparado pero para arriba, o para abajo, pero no entraría en órbita y luego se iría ... recto.

P. Ya sé lo que dices.

3. Sería perpendicular.

P. ¿Qué pensáis por ahí?

2. Que sí.

1. Que sí.

P. Estáis de acuerdo con lo que dice ella, ¿no? (Asienten con la cabeza) Seguimos entonces. Poca discusión tenéis.

[Continuamos y finalizamos]

P. Bueno, pues ya hemos visto las tres secuencias, las hemos discutido ... bueno, las hemos discutido poco. Parece que compartís ideas, que cuando una dice algo las otras dicen "sí". Quitando una ocasión en la que se ha provocado algo de discusión, en el resto poca discusión ha habido. Hemos finalizado el análisis de la tercera secuencia correspondiente a esta unidad.

ANEXO 8. EVALUACIÓN CON DIBUJOS ANIMADOS. TERCERA EXPERIENCIA.

Transcribimos en este Anexo las respuestas de las alumnas que, como actividad de la Tercera Experiencia (curso 2001/2002), realizaron la prueba de evaluación con dibujos animados.

CAPÍTULO: Los Simpsons (el mismo utilizado en el curso 2000/2001)

SECUENCIA: desde 00:03:00 hasta 00:04:15.

OBJETIVOS: identificación, explicación, argumentación y enunciado de problema. Aparte se indicó que comentarán algo que hubieran visto u oído en su vida cotidiana que les llamara la atención por no ser acorde con las leyes físicas.

FECHA: 17 de junio de 2002.

TIEMPO: 50 minutos (10 minutos para revisar la secuencia y 40 minutos para la prueba).

Alumna 1.

“El día 15-06-02 vi en la serie POKÉMON un personaje que al mover las alas producía una onda expansiva y con ella podía romper objetos como los cristales”.

SECUENCIA SIMPSON

Identifico en el tiempo 3:16 cuando Homer está en la nave toma pasta de dientes como si estuviera en la superficie de la tierra y la pasta de dientes en ese lugar flotaría en vez de ir directamente a la boca. Esto ocurre así porque en la nave el estado se acerca a la ingravidez. Podemos calcular la gravedad que hay en la nave sabiendo la distancia de la tierra y la masa de ambos.

Cuando el boxeador le está pegando en el tiempo 3:30 a Homer, éste debería de caerse por los puñetazos tan grandes o por lo menos tendría que moverse ya que le está aplicando una fuerza pero lo que sí se aprecia es que la cara de Homer sufre una deformación debido a la aplicación de dicha fuerza. Podríamos calcular la velocidad con la que la mano se mueve al pegarle a Homer si sabemos el espacio y el tiempo que invierte desde un punto hasta la cara de Homer.

En el tiempo 3:22 la nave en la que está Homer no puede retroceder de esa manera y debería seguir con un MCU a la distancia estratégica a la que la nave debe de hacer su recorrido.

Los hombres que hay dentro de la MIR tras los golpes producidos por la nave no se mueven ni se precipitan al suelo. La propia MIR no se mueve aunque sí se deforma.

La nave no puede retroceder ya que alteraría su ruta y por tanto se podría chocar contra la tierra. Esta nave al chocar contra la estación MIR se debería deformar debido al choque con la estación. Podríamos calcular el peso de la nave aunque si no consideramos la gravedad saldría que no tiene peso sólo masa. También podríamos calcular a la distancia que está de la Tierra si sabemos el espacio $2\pi r$ y el tiempo que tarda en dar una vuelta que sería igual al periodo.

En el problema para calcular la gravedad está basado en la ley universal de la gravitación."

Alumna 2.

"Secuencia de los Simpson:

En el minuto (03:16) Homer está ingiriendo pasta de cerveza y le cae directamente a la boca, y esto no podría ser así ya que el personaje tiene un casco que le cubre la boca y está en el espacio con lo cual la pasta flotaría debido a la gravedad y no le caería a él directamente.

En esta parte de la secuencia podríamos calcular la velocidad con la que la pasta cae en la boca de Homer y el tiempo que tarda en hacerlo. Para ello necesitaríamos conocer el espacio que la pasta recorre.

En el minuto (03:22) la nave golpea a la estación MIR y va rebotando cosa que provocaría el desvío de camino y provocaría un choque contra la tierra. La estación sufre una pequeña rotura, debido a los numerosos golpes que recibe, si se desprendiera esa parte daría vueltas alrededor del planeta independientemente del resto de la estación. Se puede calcular el peso de la nave y la fuerza que ésta ejerce sobre la MIR.

En el minuto (3:30) está en un combate y el boxeador le pega varios puñetazos consecutivos y Homer no sufre ningún daño y permanece de pie, debería caerse debido a la fuerza con la que le boxeador golpea al protagonista. Podemos calcular la fuerza ejercida por el boxeador. Necesitaríamos saber el peso o la masa del boxeador."

Alumna 3.

"SECUENCIA DE DIBUJOS ANIMADOS – LOS SIMPSONS –

1. Cuando está en el espacio, donde no hay gravedad apenas, la pasta de dientes no puede caer a la boca del personaje, se quedaría flotando en el espacio. (3:15) Además, sabemos que dentro de la nave no se ha creado gravedad artificial porque los hombres están atados, por lo que es imposible que la pasta caiga del mismo modo que si hubiera gravedad. La pasta cae de una forma muy extraña, parece formar una diagonal cuando está cayendo, sin embargo con la gravedad habitual, es decir la

que yo conozco que es la del planeta tierra caería hacia abajo en vertical, aunque formase una pequeña curva arriba, es decir justo cuando sale del tubo. Esta curva es debida a la velocidad con la que sale la pasta por la presión ejercida en el bote por el personaje con la mano.

2. Cuando dice que habían saboteado la MIR, la nave no puede impactar de ese modo contra la nave donde están los astronautas, porque no llevaría fuerza para impactar de ese modo si no lleva velocidad, además la nave caería al planeta que se ve en la imagen, ya que al no llevar velocidad no giraría alrededor de él, sino que sería atraído por la fuerza de la gravedad. También es irreal esa escena porque la MIR en la realidad no está quieta. La nave que sabotea la MIR está con los motores apagados, por lo que se verifica lo que anteriormente he dicho de que sería atraído por el planeta y no tendría energía para darle golpes a la MIR.

Tanto en el caso número uno como en el número dos, nos basamos en las leyes de la gravedad para hacer las afirmaciones anteriormente enunciadas.

En el caso número dos podríamos calcular la velocidad que tendríamos que proporcionarle a la nave para que girase alrededor del planeta, conociendo la gravedad del planeta, la masa del mismo, y la masa de la nave.

En el caso número uno podríamos calcular la velocidad con que cae la pasta, conociendo la gravedad creada dentro de la nave y la masa de la pasta que vamos a considerar."

ANEXO 9. RESUMEN DE LA SESIÓN DE ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD TREVENQUE. TERCERA EXPERIENCIA.

En este Anexo resumimos, dada la dificultad para su transcripción, las conversaciones que se mantuvieron durante la sesión de análisis en el aula de la actividad Trevenque, dentro de las realizadas en la Tercera Experiencia (curso 2001/2002).

Después de poner orden en el aula (tarea a veces difícil) y pedir que la experiencia se tome en serio, el profesor indica a los estudiantes que cuando ponga la primera secuencia estos deben anotar los fenómenos que observen que no se darían en la realidad. Ven la secuencia sin interrupciones y los estudiantes anotan lo observado.

Primera secuencia (secuencia 11 del Anexo 6).

Proceden al visionado de la secuencia con interrupciones, y durante el mismo se incide en los siguientes fenómenos:

- Una alumna comenta que “el hombre sube a una velocidad y después baja a más velocidad”. Esto no ocurriría así, debiendo “subir a la misma velocidad que baja”. Posteriormente, ante la petición del profesor de explicarse mejor, la alumna comenta que “subiría con la misma aceleración con la que baja”.
- Una alumna señala que al igual que al subir va frenando poco a poco (realmente no ocurre así en la secuencia) al bajar debería ocurrir lo mismo, y no acelerar tan rápido. Ante la pregunta del profesor referida a la ley que apoya este argumento uno de los alumnos identifican “la gravedad” como tal.
- Un alumno refiere el hecho de que el movimiento de ascensión se produce a velocidad constante en la secuencia, mientras que en la realidad debería producirse con disminución de la velocidad.
- Un alumno se fija en que el personaje de la secuencia queda un tiempo suspendido en el aire. El profesor pregunta por el tiempo que debería quedar parado el personaje en el punto más alto de la trayectoria. En una discusión imposible de transcribir unos piensan que no debería parar y otros contestan que se queda parado un instante de tiempo. El profesor pregunta cuánto dura ese instante de tiempo y cómo se calcularía, con qué ecuaciones. Utilizando las ecuaciones del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado algunos obtienen un tiempo cero. El profesor requiere ahora que se expliquen sin utilizar las ecuaciones, pero los estudiantes no responden nada.

Segunda secuencia (secuencia 12 del Anexo 6).

Siguiendo el mismo procedimiento que en la secuencia anterior, sobre esta se comentan los siguientes fenómenos:

- Una alumna confunde un artilugio que lanza una zanahoria con un péndulo, y el profesor la corrige, pues la zanahoria no describe ese movimiento por su propio peso sino debido a un mecanismo de la nave.
- Un alumno dice “que no puede ir corriendo por el aire”, “que yendo para arriba no”. Ante esto el profesor le pregunta si cuando él corre “le quitan el aire”, a lo que responde que se refería a que no puede hacerlo “sin poner el pie en la tierra” (una alumna hace referencia al “punto de apoyo” -modelización-), “que como mucho podría pegar un salto y ... lo que le dejara la potencia del salto”. Ante esto el profesor requiere al alumno que especifique la ley física en la que se basa para decir esas cosas, identificando aquél la gravedad como tal. “Y para que andes, ¿qué hace falta aparte de gravedad?, pregunta el docente. Algunos estudiantes contestan simultáneamente que también se necesita rozamiento. En este momento una alumna comenta que en el aire tiene rozamiento, pero para andar no. Otro alumno especifica que para andar hace falta pensar en la acción y la reacción, que tú empujes al suelo y que el suelo te empuje a ti.
- Un alumno percibe que cuando el personaje baja las escaleras lo hace “en horizontal, como si no hubiera escaleras”. Al principio nadie entiende que lo que quiere decir es que el personaje baja con el cuerpo “paralelo al suelo”. Esto no se había observado hasta el momento. El alumno comenta que debería bajar “con el cuerpo vertical”, sin saber explicar la razón de sus argumentos.
- Comentan algunos que les extraña el “polvo” o “humo” que se ve cuando el personaje corre, y que no podría moverse con tanta aceleración porque para ello haría falta mucha fuerza.
- Un alumno comenta que curva muy rápido al llegar a la base de las escaleras, para lo que haría falta una aceleración normal grande (inicialmente comienza hablando de aceleración tangencial, pero posteriormente rectifica). El profesor pregunta por la fuerza que provoca esta aceleración. Identifican a la normal que ejerce el suelo como la causante del cambio de dirección del movimiento. También comenta alguno que el personaje “se hundiría” al llegar al suelo. El profesor comienza una conversación encaminada a identificar la fuerza de reacción correspondiente a esta normal que el suelo ejerce

sobre el personaje. Un alumno comenta que la reacción es “*la deformación*”, indicándole el profesor que eso no es una fuerza. El alumno sigue pensando que eso “*es la reacción*” (confundiendo el efecto de una fuerza con la fuerza de reacción a la misma). Terminan concluyendo poco después que la reacción la deberían aplicar las piernas del personaje, resultando excesiva dado el grosor de las mismas.

- Un alumno comenta que “al no haber gravedad la zanahoria no caería” (esta afirmación levanta un murmullo ininteligible que requiere la llamada al orden). Sigue explicando que como está en la Luna allí no hay gravedad. El profesor repite estas palabras, y vuelve el molesto murmullo en el que ahora sí se puede oír a algunos estudiantes decir que no es que no haya gravedad, sino que hay menos. Es menor, pero hay, concluyen finalmente. Por otra parte un estudiante indica que no tiene que ser la Luna, y el profesor señala que de las imágenes podemos asegurar que no lo es. Algunos ven en el dibujo indicios de que lo que están discutiendo ocurre en Marte.
- Uno de los alumnos comenta que la zanahoria “cae recta” movimiento rectilíneo), y otro que la máquina la tira flojo y la zanahoria cae demasiado lejos.
- Dos estudiantes afirman que “el personaje no caería a trozos” y que “no sería tan elástico”, respectivamente. Otro alumno argumenta que aunque Bugs Bunny fuera elástico no caería de este modo, pues cuando él tira una goma al aire “cae toda a la vez”.
- También hay quien comenta que, al igual que en casos anteriores, el personaje queda suspendido en el aire durante un tiempo antes de comenzar a caer.
- Un alumno observa que el ascenso se produce a velocidad constante, y debería ser con disminución de velocidad. En este momento una compañera piensa que si no se puede producir la ascensión, pues no hay escalera, para qué seguir discutiendo. Él responde que se podría producir esa ascensión si se aplicase sobre el personaje una fuerza de “un montón de newtons”. Cuando el profesor le pregunta que a cuántos newtons se refiere responde que a un millón.
- Posteriormente se discute (intervienen varios estudiantes) sobre si el personaje podría ir corriendo y de repente saltar en vertical, apareciendo finalmente el concepto de inercia como el responsable de que este movimiento no sea posible al existir una componente horizontal de la velocidad. Sólo podríamos conseguir ascender verticalmente utilizando una rampa en forma de U. Durante la

discusión un alumno comenta que con una rampa es como si ella, pero “multiplicando por el seno del ángulo de la rampa”.

Tercera secuencia (secuencia 10 del Anexo 6).

Se observan y discuten los siguientes fenómenos.

- Comentan que los patines al caer deberían deslizarse y que, en caso de no hacerlo, no caerían en la posición observada. Una alumna observa que los patines, aunque los colocásemos en esa posición sin impulso alguno, no se mantendrían, y un compañero observa que no es que no pueda producirse este fenómeno, sino que “es poco probable”. Alguien plantea también la posibilidad de que los patines quedasen clavados en el hielo. Si fuera así deslizarían o no dependiendo de la forma en que se clavarán.
- Una alumna señala que aunque los patines se lanzan juntos, uno llega antes que el otro. Otra piensa que lo que ocurre es que un patín sale antes que el otro. Revisan las imágenes y al final la cuestión no termina aclarándose.
- Cuando Donald cae comienza un murmullo del que nada se entiende y, restablecido el orden (después de sonar el timbre que avisa del fin de la sesión de clase) una alumna comenta que da un salto y se queda en el aire, y que cuando cae se quedaría quieto y no seguiría deslizando como hace en las imágenes. Al oír esto muchos de sus compañeros no están de acuerdo. Uno de ellos comenta que después del salto, cuando cae, debería seguir deslizando y una alumna comenta que al caer, si no hay rozamiento, debería seguir deslizando. Otra alumna comenta que ha observado que al caer, primero se queda parado, y luego sigue deslizando, y esto no puede ser así (sin explicar las razones de esta afirmación).
- Una alumna comenta que al caer al suelo se frenaría antes que si siguiera patinando. De todas formas en la secuencia la disminución de velocidad se produce muy rápido, al igual que el cuarto de vuelta que da Donald en el aire, según comenta un compañero.

Estos últimos fenómenos se comentan sin explicarlos con detalle al haber terminado ya la clase. Es habitual que el timbre que avisa de esto cause un curioso efecto de nerviosismo y amnesia en los estudiantes de Secundaria y Bachillerato.

ANEXO 10. CONTENIDO CIENTÍFICO EN LOS DIBUJOS ANIMADOS.

En este Anexo se recoge el resultado del análisis realizado con el propósito de localizar el contenido científico presente en los capítulos de dibujos animados seleccionados como material de esta investigación.

La siguiente Tabla muestra el resultado de este análisis, indicando para cada capítulo la localización del fenómeno (Loc.), si la alusión es sonora (S) o visual (V) y la descripción de la misma, con las frases literales resaltadas en azul, negrita y cursiva. No aparecen en ella los capítulos en los que no se ha detectado ninguna referencia de interés.

Las celdas sombreadas en turquesa claro contienen fenómenos que, si bien no están relacionados con la ciencia o los científicos y su trabajo, son de interés para algún punto de la investigación.

Tabla Anexo 10. Contenido científico en los dibujos animados

Loc.	S	V	DESCRIPCIÓN
2. Los Simpsons.- "El mago de Evergreen Terrace".			
0:23:24		X	Imágenes de Homer Simpson en el espacio, ya comentadas en sesiones de clase.
0:24:25	X		Se habla de Thomas Edison como inventor del cinematógrafo, de la bombilla, del fonógrafo, del micrófono y del coche eléctrico. Como curiosidad destacar que Homer no se lo cree hasta que Lisa le dice que lo leyó en el mantel de un restaurante. A partir de esto Homer se interesa en la vida del inventor, descubriendo que también inventó el telégrafo de la bolsa, la batería y el papel encerado.
0:26:00	X		Se atribuyen a Edison los siguientes inventos: la máquina de dictado, el fluoroscopio y el telégrafo repetitivo. Homer comenta que su segundo nombre era Alba, y que también inventó el taxímetro y el separador de minerales. Un amigo le dice que James Watt inventó el motor a vapor y Homer no reconoce la importancia de este invento. Por último, Homer dice que Edison estaba trabajando en una máquina para hablar con los muertos.
0:28:15	X	X	Homer decide hacerse inventor y lo primero que hace es preparar un gráfico con los inventos de Edison, en el que coloca un caballo para ir moviéndolo conforme invente artefactos. Mientras lo prepara dice que Edison a su edad (39 años) ya había conseguido 203 inventos.
0:30:30	X		Homer sale de casa diciendo que no puede trabajar alejado de la comunidad científica.

Tabla Anexo 10. Contenido científico en los dibujos animados

Loc.	S	V	DESCRIPCIÓN
0:30:40	X	X	Un científico con bata blanca, peinado extravagante y gafas de alta graduación entrega a Homer los libros con los que debe trabajar. Los que le darán la base que necesita son, según éste, los de termodinámica, ciencias exactas y microcalifragilística ³⁷
0:31:20	X		El científico anterior ya ha inventado las "hamburguesas orejeras", y dice que estarán en el mercado antes de que Homer resuelva el "logaritmo neperiano de los pepinillos ³⁸ ".
0:31:30		X	Homer se enfrenta a una pizarra llena de expresiones matemáticas. Aparece varias veces más en imágenes siguientes.
0:37:08		X	Aparece Thomas Alba Edison, no estereotipado.
0:37:44	X		El guarda del museo pregunta a los presentes que cuántos genios hacen falta para inventar una bombilla. La respuesta del acertijo es que sólo uno, Edison. De este modo se resta importancia al trabajo de todos los científicos anteriores a Edison que trabajaron en ello. Es una imagen descontextualizada y ateórica de la ciencia.
0:38:57		X	Aparece un gráfico en el que Edison competía con da Vinci igual que el que Homer preparó para competir con Edison. En este caso el perdedor es Edison.
4. Ace Ventura.- "Cyberace"			
1:02:07		X	Científico loco y estereotipado.
5. Los Simpsons.- "Explorador de incógnito".			
1:28:20		X	Se muestra el azúcar como alimento energético.
7. Daniel el travieso.- "Travesuras espaciales"			
1:50:50		X	Científicos estereotipados. Aparecen tres científicos. El más joven no tiene el pelo blanco, pero en todo lo demás coincide con el estereotipo. El aspecto de los dos más mayores coincide totalmente con el estereotipo.
1:51:30	X	X	Aparece un túnel de viento, para " <i>medir la resistencia de una nave ante el viento</i> ".
1:52:30	X	X	Aparece una centrifugadora, que la emplean para " <i>medir la fuerza 'g' en los astronautas</i> ".
1:53:25	X	X	Visitan la sala desde donde pueden " <i>seguir la trayectoria de los satélites por el espacio</i> ". No los conducen desde esta sala porque " <i>sus órbitas están programadas</i> ". " <i>Si se desvían de su órbita y suponen un peligro para nuestro planeta los podemos destruir pulsando un botón</i> ".

³⁷ No existe esa especialidad.

³⁸ Frases sin sentido utilizando vocabulario científico o matemático.

Tabla Anexo 10. Contenido científico en los dibujos animados

Loc.	S	V	DESCRIPCIÓN
1:55:12		X	Daniel pulsa un botón y comienzan a flotar en la nave, ya que, según comenta uno de los protagonistas, Daniel <i>"ha apagado la gravedad artificial"</i> . Después vuelven a conectarla.
1:56:00	X		Uno de los niños dice: <i>"en cuanto programemos nuestra trayectoria estaremos a salvo"</i> .
1:56:33	X	X	Uno de los niños dice: <i>"¡Daniel, acabas de enviarnos al hiperespacio! Ahora tendré que utilizar los retrocohetes para desacelerarnos, [...]"</i> . Al frenar se puede observar el efecto de la inercia en los pasajeros.
1:57:05	X	X	Daniel, ante unas luces que observa en el exterior, comenta: <i>"¡estrellas fugaces!"</i> , y el amigo dice: <i>"no, es una lluvia de meteoritos"</i> .
1:57:40	X		El que conduce la nave se queja de que ésta <i>"es un poco lenta de maniobras"</i> , y que esto <i>"creo que se debe a que llevan demasiado peso"</i> . (Idea de inercia)
1:58:15	X		Como están muy cerca de la Luna, no tienen más remedio que <i>"aterrizar³⁹"</i> allí. Uno de los niños dice: <i>"no creo que podamos, todavía es de día"</i> .
1:58:34	X		Cuando posan la nave sobre la superficie de la Luna, el conductor dice: <i>"alunizaje⁴⁰ perfecto"</i> .
1:58:48	X		<i>"Los 'lunianos' no existen"</i> . [...] <i>"La ciencia ha demostrado que no hay vida en la Luna"</i> .
1:59:40	X		Uno de los científicos dice a los muchachos que han estado en un simulador de vuelo espacial.
1:59:56	X		El que ha conducido el simulador sugiere <i>"algunos cambios para mejorar su rendimiento"</i> .
2:00:00	X		Daniel comenta que siempre supo que todo era de mentira, <i>"porque una nave de este tamaño habría necesitado de una enorme fuerza de aceleración para alcanzar una velocidad de 11,2 Km/s, o lo que es lo mismo, más de 40000 Km/h"</i> .
8. Sylva.- "Donde empieza el abismo"			
2:00:28	X	X	Narrador: <i>"todo el mundo sabe que la Tierra tiene forma alargada y plana y que el fin del mundo es un gran precipicio, o al menos así es en el siglo XII"</i> . (En 2:12:00 comentan que están en el año 1258, que corresponde al siglo XIII).
2:01:25	X		El mago del reino: <i>"si una expedición de jinetes cabalgara siempre hacia el este acabaría llegando al abismo o dando la vuelta a la Tierra, si ésta es esférica, como sospecho"</i> .
2:02:15	X		Obligan al mago a ir con los caballeros en busca del abismo, y éste, a regañadientes, dice que <i>"todo sea por el bien de la ciencia"</i> .
2:09:34	X		En el otro lado del abismo viven los <i>"antivivos⁴¹"</i> , según comenta el "antimago". <i>"Los buenos de allí son los malos de"</i>

³⁹ Uso incorrecto del vocabulario cotidiano.

⁴⁰ Corrección de la frase anterior.

Tabla Anexo 10. Contenido científico en los dibujos animados

Loc.	S	V	DESCRIPCIÓN
			<i>aquí</i> ", dice el mago.
2:18:05	X		Frase de Sylva ⁴² : <i>"No consideres una verdad absoluta lo que dicen los demás hasta que lo compruebes tú mismo"</i> .
2:21:20	X	X	Frase del mago: <i>"algún día podré probar que la Tierra es una esfera que flota en el Universo"</i> . Prior: <i>"la Tierra es plana y basta! Te aviso que estás jugando con fuego"</i> . Mago: <i>"con fuego, ¿qué insinúas?"</i> . (Mientras discuten se ve el planeta Tierra rotando)
9. Viaje al Centro de la Tierra.			
(Basado en la historia original de Julio Verne) Película en la que podemos destacar, en relación con la ciencia, el método de trabajo del protagonista, basado en estudios anteriores e hipótesis de otros científicos, experimentación con modelos y constancia en la defensa de sus ideas, siempre intentando argumentarlas lo suficiente, llegando incluso a intentar alcanzar el centro de la Tierra con el fin de probar su teoría. También conviene destacar que los pertenecientes a la Sociedad Científica no aparecen según el estereotipo actual del científico.			
18. BUGS BUNNY.- "Un conejo chiflado en Marte".			
0:16:00		X	Después de ser desintegrado con una pistola de rayos, el marciano vuelve a aparecer introduciéndose en un "reintegrador".
0:16:21		X	Aparece una pistola "espacio-temporal", con la que el marciano quiere mandar a Bugs Bunny hacia el futuro.
28. Alix.- "El camino a La Galia".			
07:30	X		Cuando un grupo de jinetes cruza un cañón se produce un desprendimiento de rocas. Las palabras del jefe del grupo ante el fenómeno son: <i>"Es mala señal, los Dioses están molestos. No quieren que sigamos a los romanos. Demos la vuelta"</i> . Alix se acerca y le dice: <i>"¿Puedo continuar mi viaje, General? Este desprendimiento no es más que un fenómeno natural. Deben de ser bastante frecuentes en esta zona⁴³"</i> .
29. Casper.- "Periodismo fantasma".			
05:40	X		Casper se encuentra en los pasillos en busca de cotilleos y cuando pasa cerca de dos alumnos uno dice: <i>"espero sacar buena nota en mi examen de ciencias"</i> (Casper: "aburrido"), a lo que el

⁴¹ Idea de antimateria.

⁴² Escepticismo característico de la comunidad científica.

⁴³ Distintas concepciones de los fenómenos naturales.

Tabla Anexo 10. Contenido científico en los dibujos animados

Loc.	S	V	DESCRIPCIÓN
			otro responde "si pudiera recordar la combinación de mi armario" (Casper: "más aburrido"). Junto a ellos otro alumno del centro piensa en voz alta: " <i>Si se pudiera detener el efecto invernadero y la capa de ozono se recuperara...</i> " (Casper: "¿Eh?", como si no entendiera estas palabras). A continuación se acerca a un grupo de alumnas en el que hay dos hablando: " <i>1. ¿Tienes un justificante para no ir a clase de gimnasia?</i> (cogiendo un papel de las manos de la otra). <i>2. ¡Dame eso Jennifer! 1. ¡Oh, mira! No sabía que eras alérgica al cloro. 2. No lo soy, pero si me meto en la piscina mi rubio teñido se convertirá en verde botella. Y si se lo dices a alguien te pondré verde a ti</i> ".
30. Narigota, la aventura del agua.- "Frigote, el señor de las nieves".			
01:13	X	X	<u>Estados de agregación de la materia.</u> - El capítulo comienza con imágenes de alta montaña, comentando que en estas zonas podemos encontrar el agua en todo su esplendor, en los tres estados de la materia. El estado sólido lo encontramos en los hielos perpetuos de las cimas y en la nieve que cubre el paisaje, el líquido en los riachuelos del deshielo y en el hermoso lago, y el gaseoso en el potente chorro del géiser que a intervalos emerge a de una fuente subterránea.
01:58	X		<u>La fórmula química del agua.</u> - El personaje se da un golpe y le pregunta a una nube: ¿Qué crees, me habré golpeado en el 'hache dos' o en el 'o'? La nube le responde: "Seguro que los dos han recibido".
03:01	X	X	<u>Intervención humana.</u> - En el viaje que la gota de agua (que se llama "Narigota") realiza en la nube (de nombre "Vaporón") hacia las altas cimas en busca del hielo, representado por un bloque al que llaman "Frigote", mantienen la siguiente conversación: Vaporón.- Respira hondo y disfruta de la vista, amigo. El aire es fresco y la vista es increíble. Narigota.- Tienes toda la razón, es la naturaleza en todo su esplendor. V.- Los abetos son preciosos. N.- Y contribuyen a oxigenar la atmósfera. V.- Espero que los humanos no los talen como hacen siempre ... (hace una pirueta mientras grita "¡Árbol va!") ... y los sustituyan por chimeneas. N.- Que a su vez contaminan la atmósfera. Mientras dicen esto último comienza a salir humo de la nube, que ha adoptado forma de chimenea. La gota de agua le dice que pare de contaminar y, mirando hacia el humo que van dejando, grita "¡basta ya, nube tóxica!" (MIENTRAS la aspira con la nube, que ahora adopta forma de aspiradora).

Tabla Anexo 10. Contenido científico en los dibujos animados

Loc.	S	V	DESCRIPCIÓN
-	X		En las imágenes siguientes se vuelve a concienciar de que los humanos deben proteger la naturaleza, y dejar de construir en ella ⁴⁴ .
05:28	X		Frigote define un glaciar como "un río, pero de hielo".
07:23	X		<u>Efecto de la temperatura sobre los organismos.</u> - El jefe de los gérmenes se da cuenta de que estos no prosperan a temperaturas bajas.
08:15	X		<u>Composición del agua.</u> - Una frase de Narigota "..., me ha revuelto el oxígeno con el hidrógeno".
09:15	X		<u>Cambios de estado.</u> - El glaciar ha de continuar su camino hacia zonas más cálidas para derretirse, ya que los ríos están esperando el agua. Frigote lo comenta de nuevo en 18:59.
09:29	X		<u>Cambios de estado.</u> - Frigote comenta que todas las primaveras el hielo y la nieve se funden en agua pura y cristalina.
14:19	X		<u>Cambios de estado.</u> - Un copo de nieve, al que Vaporón está pidiendo que salte de una nube para caer en una grieta, comenta que si hace demasiado calor se podría convertir en una gota de agua antes de llegar al suelo.
17:21	X		Frigote dice: "La nieve al enfriarse se convierte en hielo aumentando de volumen, ...". Seguidamente habla de la gelifracción. Vuelve a repetirlo en 18:47.
21:14	X		El agua del glaciar, antes de llegar al río, es mineralizada.
22:23	X		Las gotas del deshielo son puras, simples H ₂ O.
22:36	X		Las doctoras (otras gotas) preparan una mezcla de bicarbonato, calcio, magnesio, sodio, cloro y potasio para inyectársela a Narigota y que pueda ir por el río, ya mineralizada.
32. El laboratorio de Dexter.- "El blues de la canguro".			
04:22	X		Cuando Dexter descubre que la canguro está enamorada de otro, y con un semblante de complicidad en su cara, dice: " <i>Pon a trabajar a la ciencia</i> ".
04:45		X	Cuando Dexter pone en marcha su plan desde su laboratorio, la vestimenta cambia y se viste con bata blanca. A partir de este momento lo que hace es utilizar un simulador de voz para separar a la canguro de su novio. Por un lado podemos detectar un uso de la ciencia para fines particulares, y por otro que se confunde ciencia con tecnología.
06:23		X	Con el fin de conseguir el amor de la canguro Dexter utiliza de nuevo el laboratorio para tener diez años más. Desde que se puso la bata, cuando pone a "trabajar a la ciencia", no se la ha quitado.
34. El laboratorio de Dexter.- "La máquina de los sueños"			

⁴⁴ Conciencia medioambiental.

Tabla Anexo 10. Contenido científico en los dibujos animados

Loc.	S	V	DESCRIPCIÓN
00:00		X	Dexter aparece vestido de científico, con bata blanca (siempre que Dexter trabaja en su laboratorio aparece vestido de esta forma)
01:00		X	En una pesadilla Dexter está resolviendo un examen, que consiste en una suma (" $2+2=$ __") y mira hacia la mesa que está junto a él, donde su hermana resuelve otro mucho más difícil. Aparece un papel repleto de expresiones matemáticas erróneas y sin sentido, intentando resaltar la complejidad de la ciencia.
01:11		X	El profesor que vigila el examen tiene un gran parecido a Albert Einstein. Aparece vestido de paisano.
	X		El profesor pregunta a la niña: <i>"Fascinante jovencita, ¿cómo lo has conseguido?"</i> Ella responde: <i>"Es muy sencillo, es la demostración de que el espacio-tiempo es curvo"</i> .
02:11		X	Se ve un dibujo del funcionamiento de la máquina de los sueños, consistente en un encéfalo rodeado de expresiones matemáticas y comentarios ilegibles.
04:09		X	Una gran pizarra (se ha de utilizar una escalera para escribir en ella) repleta de expresiones matemáticas en un sueño de Dexter controlado por su máquina anti-pesadillas.
	X		Con la pizarra repleta de expresiones matemáticas Dexter dice: <i>"¡Ah, así que la gallina era antes que el huevo!⁴⁵"</i>
05:00		X	Cuando Dexter en su sueño cree saberlo todo, aparece su hermana y le enseña un papel repleto de nuevo de expresiones matemáticas, y le hace una pregunta (no relacionada con ciencia) a la que Dexter no sabe contestar.
36. Las Supernenas.- "Machacando a Twiggy".			
00:16		X	Un científico, con bata blanca, prepara una mezcla de sustancias en un gran recipiente.
00:21		X	Por descuido se cae al recipiente un líquido al que llaman "producto químico X".
06:38		X	Twiggy cae a un bidón con el símbolo de producto radiactivo que contiene un líquido verde, viscoso y fosforescente ⁴⁶ . El efecto que produce el producto sobre el animal es una mutación casi instantánea que lo convierte en un gran monstruo que busca venganza.
37. Las Supernenas.- "Un poli malo".			
06:54		X	El poli malo quiere introducir a las supernenas en un tanque de ácido burbujeante que, curiosamente, tiene el mismo aspecto que el producto radiactivo del capítulo anterior.
41. Los Simpsons.- "La guerra secreta de Lisa Simpson".			

⁴⁵ Ridícula conclusión dado el complicado proceso.

⁴⁶ Aspecto característico de los productos peligrosos, en los dibujos animados.

Tabla Anexo 10. Contenido científico en los dibujos animados

Loc.	S	V	DESCRIPCIÓN
02:10	X		En un documental sobre la Luna que están viendo en la clase de Lisa, comentan que los expertos aseguran que en 1964 habrá cinco colonias en la luna, ideales para pasar las vacaciones, y que <i>“una vez allí sólo pesaremos un pequeño porcentaje de lo que pesamos aquí”</i> .
04:13		X	El científico aparece vestido con bata blanca y lleva gafas de alta graduación.
42. Kumba Park.- “La cara oscura del espacio”.			
11:05	X	X	<i>“Por la posición del Sol esos animales deberían tener sombra, y no la tienen”</i> .
11:47	X		<i>“El Sol ha dejado de reflejar⁴⁷ sus sombras”</i> .
13:22	X		<i>“Tengo una hipótesis sobre esta gran sombra (la que cubre la isla), y creo que podría ser una lluvia de materia oscura, portadora de neutrinos”</i>
13:29	X		<i>“Ya te voy entendiendo. Puede que esos neutrinos hayan interactuado con las minúsculas partículas que forman las sombras”</i> .
15:25	X		<i>“[...] con las antenas atraeremos las partículas que forman esas sombras y las atraeremos hasta la isla”</i> .
18:56	X		(Construyen un aparato paralizante de sombras). <i>“Ese aparato emite una descarga lumínica que al entrar en contacto con la sombra neutraliza las partículas eléctricas que se han apoderado de ella”</i> .
20:00	X		<i>“[...] Lo que pretenden es utilizar la energía de las partículas eléctricas que las forman (las sombras)”</i> .
23:10	X		<i>“Está claro que no eran sombras normales. Al interactuar con las partículas eléctricas de la lluvia de materia oscura las sombras adquirieron un poder ilimitado”</i> .
43. Beyblade.- “¡Tócala otra vez, Dizzi!”			
16:51	X		(Un bladebraker piensa dándose ánimo) <i>“[...] He alardeado de que la voluntad era más fuerte que toda la ciencia y la tecnología del mundo⁴⁸, [...]”</i> .
44. ¡YU-GI-OH¡.- “Ataque desde las profundidades”			
01:57	X		<i>“[...] Necesito una alimentación equilibrada o sufriré una crisis metabólica”</i> .
11:15	X		<i>“Judy no ve los monstruos de Maco, pero sabe que están debajo del agua, y el agua conduce la electricidad”</i> .

⁴⁷ Idea previa identificada en las investigaciones al respecto

⁴⁸ Voluntad y ciencia-tecnología no son comparables.

Tabla Anexo 10. Contenido científico en los dibujos animados

Loc.	S	V	DESCRIPCIÓN
12:55	X		<i>"[...] pero la Luna también controla las mareas y hace que suban".</i>
47. Spiderman.- "El regreso de Kraven".			
02:10		X	Un laboratorio (sin científicos) en el que observamos instrumentos, material característico y material bibliográfico.
04:07	X		Se hace referencia al trabajo de una doctora. Se trata de un suero que inicialmente desarrollo un colega suyo, al que llaman "droga fantástica".
15:40	X	X	Se usa un suero especial para curar a la doctora de una enfermedad, según los médicos (no estereotipados), incurable. El suero provoca en la mujer una transformación biológica considerable.
17:37	X		Se habla de un antídoto específico para las células de la doctora.
48. Dragon Ball Z.- "El nuevo campeón".			
18:20	X		<i>"[...] , el techo del estadio se considera igual que la base, ya que si invertimos el estadio el techo se convierte en base y el suelo en techo⁴⁹, [...]"</i> .
49. Sabrina.- "La mujer fatal".			
07:40		X	Por arte de magia el protagonista encuentra un laboratorio en el que todo el mundo viste según el estereotipo habitual del científico.
08:43		X	Utilizando una manguera uno de los vecinos ataca a los protagonistas con ácido, cuyo aspecto es como en capítulos anteriores, verde , muy viscoso y fosforescente ⁵⁰ .
10:48		X	Otro laboratorio repleto de estereotipos.
54. La banda del patio.-"Ser como Gretchell".			
01:44	X		Una chica del grupo (chica 1) visita un museo de pelucas, medias y pintalabios acompañada de su madre y una amiga (la lista del grupo, chica 2). La primera se pone una peluca de la exposición y comienza a imitar a la chica del tiempo: "Tenemos un sistema de altas presiones al este seguido de un montón de bobadas femeninas" .
02:15	X		Chica 1 observa un póster y dice: "¡Eh, más cosas raras! Carabonita y la ciencia. Gracias a una sombra de ojos azul incluso la mujer más inteligente puede parecer tonta perdida" . La chica 2 le responde: "Espera, no se trata de una científica maquillada, sino de la ciencia aplicada a la cosmética, [...]" .

⁴⁹ Relacionado con simetría.

⁵⁰ Todos los productos peligrosos aparecen con aspecto parecido.

Tabla Anexo 10. Contenido científico en los dibujos animados

Loc.	S	V	DESCRIPCIÓN
			Cuando la madre que las acompaña comenta las virtudes de ese cosmético la chica 2 dice: “Pues el secreto reside en una cosita llamada liposomas. [...] Los liposomas son agentes microscópicos que llevan la vitamina E hasta las capas más profundas de la piel, [...]”
03:02	X		Chica 2: “Y por la elasticidad de sus moléculas estas medias podría llevarlas hasta un gorila furioso” .
03:36	X		El padre de la chica 1 le pregunta a la chica 2 en qué está trabajando en ese momento, a lo que ésta responde: “Todavía en lo mismo, mi experimento de fusión en frío. Terminaré un nuevo ciclotrón si puedo comprar la parcela de al lado de casa” . La chica 1, intentando llamar la atención de su padre, le cuenta que ha atrapado una mosca con la mano, a lo que éste responde: “Pues podrías haberte ahorrado el esfuerzo, Gretchell (la chica 2) la habría desintegrado con un rayo láser” .
05:14	X		Cuando el padre de la chica 1 comenta que los espagueti le producen ardor de estómago, la chica 2 comenta: “No se preocupe, señor. Aunque deliciosa, la proporción de ácidos y álcalis de la salsa creo que es algo incorrecta, [...]” .
56. Sherlock Holmes en el siglo XXII.- “La aventura del tablero de Berilo”.			
03:50	X		Aunque no hablen de ningún tema científico, Sherlock dice una frase que puede ser aplicada a la investigación en general: “Sólo se pueden sacar conclusiones cuando se posee suficiente información⁵¹” .
61. Spies.- “¡Menudas vacaciones!”			
00:30		X	Un vulcanólogo investiga un cráter de un volcán que se supone inactivo. Para la investigación sólo utiliza aparatos.
62. Spies.- “Atrapadas en la Edad Media”			
01:04		X	En un laboratorio de prácticas aparecen casi todos con bata blanca (los científicos aparecen de este modo durante todo el capítulo).
02:00		X	Se produce una explosión al mezclar productos químicos (relación química-explosiones).
67. El autobús mágico.- “Con energía”.			
02:50	X	X	Uno de los muchachos enchufa el motor de una noria y comienza a salir humo y chispas. El muchacho comenta asombrado; “¡Oh, no. Un cortocircuito!”
03:23	X		Muchacho: “No hay electricidad, hemos conectado el cable y ...”

⁵¹ Condición para una correcta investigación.

Tabla Anexo 10. Contenido científico en los dibujos animados

Loc.	S	V	DESCRIPCIÓN
			<i>ha saltado.</i> " Muchacha: <i>"Sin energía no hay movimiento."</i> Profesora Rizos: <i>"No os preocupéis por la electricidad, no es la única fuente de energía."</i> Alumnos: <i>"¡Ah!, ¿no?"</i> Profesora: <i>"No, el mundo está lleno de energía. No hay más que buscarla, utilizarla y que trabaje para ti."</i>
05:15	X		Muchacho: <i>"Es muy importante decidir la cantidad de energía necesaria y llevarla al lugar correcto." [...]</i> <i>"Hay todo un mundo ahí fuera cargado de energía. Todo lo que hay que hacer es encontrarla y dirigirla al lugar adecuado."</i>
20:50	X		Profesora: <i>"Tú sistema de energía eólica, hidráulica y solar es totalmente operativo, Micky, [...]."</i>
23:02	X		Productor: <i>"Hay muchas fuentes de energía disponibles, pero si no las canalizas para que hagan funcionar una máquina no las puedes usar."</i>
23:15	X		Productor: <i>"La energía es fuerza, y la fuerza puede ser peligrosa si no sabes utilizarla⁵²."</i>
72. Narigota, la aventura del agua- "Cuando el río suena".			
Este capítulo trata de los efectos de la contaminación en los ríos, tratando aspectos relacionados con:			
<ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento de los residuos tóxicos. • Seres orgánicos e inorgánicos. Los residuos tóxicos sólo atacan a los primeros. • Diversidad de especies, animales y vegetales, bajo la superficie. • Ciclo del agua. • Concienciación sobre el cuidado de los ríos. • Identifica los residuos tóxicos como fosfatos. • Inconsciencia en el comportamiento humano. 			
85. La Banda del Patio.- "Yo no saber".			
02:23	X		Un alumno dice: <i>"mi bocadillo se ha reblandecido"</i> , a lo que una compañera responde: <i>"es por la humedad relativa creada por las propiedades térmicas de tu fiambrrera"</i> .
86. La Banda del Patio.- "El bueno de T.J."			
19:50	X		Hablando de la antigua Mesopotamia una alumna dice: <i>"[...] el agua llegaba hasta los campos gracias al principio de la gravedad"</i> .
87. Kumba Park.- "El Virus universal".			

⁵² Gran error conceptual.

Tabla Anexo 10. Contenido científico en los dibujos animados

Loc.	S	V	DESCRIPCIÓN
07:51	X		Ante la pregunta: ¿necesitas todo este equipo para tu investigación?, uno de los protagonistas dice: “¡claro!, además del espectrofotómetro de alta frecuencia, la centrífuga, la cubeta de electroforesis y el detector de campos de energía que, [...]”
89. YU-GI-OH.- “Todo es relativo”.			
15:40	X		Uno de los personajes hace <i>“simulaciones por ordenador, escenarios de probabilidad y análisis cuánticos⁵³”</i> de un duelo de cartas.
92. Blinky Bill.			
19:19		X	En una pizarra de la escuela aparecen operaciones matemáticas mal resueltas ⁵⁴ .
96. El autobús mágico.- “Fuera de este mundo”.			
02:08	X	X	(Narrador) <i>“Como todos sabemos los planetas giran alrededor del Sol en recorridos fijos. Esos recorridos se llaman órbitas, y por ellos se desplazan los planetas. Todos los objetos del espacio, no importan los que sean, tienen sus propias órbitas. Bajo raras circunstancias, dos objetos de órbitas distintas pueden acercarse, y llegar a chocar”.</i>
02:54	X		Una protagonista: <i>“[...] , hemos empezado el juego del Sistema Solar sin ti”.</i> Otro: <i>“Sí, y se suponía que tú eras pluto, ¡guau, guau!”</i> (risas).
03:12	X		Una protagonista: <i>“[...] un asteroide está en ruta para colisionar directamente con la Tierra”.</i>
03:26	X	X	La misma: <i>“De acuerdo con mis cálculos en algún momento durante las próximas veinticuatro horas chocará con nuestra escuela y la destruirá. Lo tengo localizado. La primera vez que vi el asteroide con mi telescopio estaba donde está Lag ahora, anteanoche estaba aquí, y luego aquí. Como estaba cada vez más cerca de la Tierra marqué su posición, y dos veces esta noche. Después uní los puntos para trazar la línea de la trayectoria. Esta línea señala dónde golpeará si continúa así, [...]”</i> Otra: <i>“Pero la Tierra también se mueve, tenemos nuestra propia órbita”.</i> La anterior: <i>“Ya sé que nos movemos, por eso he previsto dónde estará la Tierra cuando el asteroide se cruce en su camino”.</i>
04:28	X		Una protagonista: <i>“¡Eh!, ¿por qué no llamamos a la NASA? Los</i>

⁵³ Se utiliza vocabulario científico para enturbiar el sentido de la frase.

⁵⁴ Errores matemáticos.

Tabla Anexo 10. Contenido científico en los dibujos animados

Loc.	S	V	DESCRIPCIÓN
			<i>científicos saben lo que ocurre en el espacio</i> ". (Cuando llaman no pueden hablar con nadie porque todos los científicos están ocupados).
04:59	X		Profesora: <i>"Me recuerda a mi viejo profesor de astronomía que solía decir 'luce estrella, brilla sol. Hay formas de que sepa si tú tienes razón'"</i> .
06:30	X		Profesora: <i>"En realidad no es ninguna estrella, sino un pequeño fragmento de roca espacial. Se quema al entrar en la atmósfera terrestre"</i> .
06:45	X		Una alumna: <i>"De acuerdo con mis observaciones el asteroide procede de la dirección de Saturno. Necesitamos tomar esa ruta"</i> . Profesora: <i>"Teniente, sigue la dirección 093-481 sector 555. Deja el desplazamiento lento y alcancemos velocidad de vértigo"</i> . Otra alumna: <i>"En otras palabras, Lag, ¡a Saturno a toda pastilla!"</i>
07:24		X	Una alumna comenta que se están desviando de la ruta mientras observa un giroscopio.
07:56	X		Van directos hacia la Luna y una alumna comenta: <i>"Pero nos dirigimos hacia Saturno no a la Luna, ¿qué ha cambiado nuestra trayectoria?"</i>
08:06	X		Alumna: <i>"Eso es, como la Luna es mucho más grande que nosotros estamos siendo capturados por su gravedad"</i> .
08:17	X		Profesora: <i>"A cambiar la ruta, yo sugiero un orbital de inserción ardiente⁵⁵"</i>
08:40	X		Profesora: <i>"Ahora estamos en una especie de aparcamiento orbital"</i> .
09:23	X		Alumna: <i>"¡Un momento, veo la cola! Eso significa que es un cometa, [...]"</i> . Alumno: <i>"Cometas, meteoritos, asteroides, ... ¿de dónde salen todos esos objetos?"</i> Profesora: <i>"Son cascotes, el Universo está repleto de fragmentos de rocas que sobraron de la formación de los planetas"</i> .
10:18	X		Alumna: <i>"Si no recuerdo mal, un cometa es hielo y roca, todo junto"</i> . Alumno: <i>"Bien, entonces no tenemos que hacerlo estallar, basta con derretirlo"</i> .
10:48	X		Alumna: <i>"Lag, activa el megareflector"</i> . [...] <i>"Mueve el espejo para que se refleje el Sol, teniente"</i> .
11:14	X		Alumna: <i>"[...] , está evaporándose"</i> .
13:20	X		Alumna: <i>"[...] el asteroide no se derrite"</i> . Alumno: <i>"Parece que está hecho de metal, puede que sea por eso"</i> . Profesora: <i>"Metal y roca para ser exactos"</i> .
14:30	X		Alumno: <i>"El campo magnético de esta cápsula espacial puede empujar al asteroide fuera de su camino"</i> .

⁵⁵ Frase sin sentido.

Tabla Anexo 10. Contenido científico en los dibujos animados

Loc.	S	V	DESCRIPCIÓN
16:50	X		Alumna: <i>"Y si conseguimos hacernos más grandes y pesados que el asteroide, ¿no podría nuestra gravedad hacerlo girar alrededor de la cápsula, igual que nosotros alrededor de la órbita lunar?"</i> .
18:25	X		Alumno: <i>"¡Funciona, señorita rizos! La gravedad del autobús está atrayéndonos"</i> .
18:35	X		Alumna: <i>"[...] , pero en realidad lo que pasa es que está entrando en una órbita oval"</i> .
22:30	X		Productor: <i>"Los meteoritos han golpeado nuestro planeta en el pasado y han causado graves problemas, como la extinción de los dinosaurios, según los científicos, [...]. Los cometas se deshacen cuando su órbita los lleva cerca del Sol. [...]"</i>
23:08	X		La NASA: <i>"[...] Para el futuro, no todos los asteroides están hechos de metal"</i> Productor: <i>"Ya lo sabíamos, pero algunos están hechos de hierro y níquel, y son magnéticos, ¿verdad?"</i> . NASA: <i>"Afirmativo, y otros están hechos de piedra, y esos no tienen magnetismo, que quede claro"</i> . También hacen referencia al poco tiempo que ha tardado el asteroide en llegar al Sol, y el productor explica que tienen un tiempo limitado para el programa.
98. Los Simpsons.- "El director y el pillo".			
30:01		X	El director de la escuela de Springfield hace sonar un timbre por resonancia golpeando un diapasón y acercándolo.
100. Bandolero.- "El Antídoto de San Lorenzo"			
14:20	X		Una mujer ha sido envenenada y el médico habla de una flor que, según un curandero, es antídoto de todos los venenos. Ante esto el padre de la envenenada dice: <i>"no suelo creer en los curanderos, pero me temo que esta vez no nos queda otra opción"⁵⁶</i>

⁵⁶ Ciencia versus curanderos.

ANEXO 11. ANÁLISIS DE LA IMAGEN DE LA CIENCIA Y SU ENTORNO QUE SE PRESENTA EN LOS DIBUJOS ANIMADOS.

Se tienen en cuenta en este análisis sólo los capítulos en los que se identifica alguna imagen o comentario relacionado con ciencia o con el trabajo y forma de ser de los científicos. El capítulo viene marcado por la numeración correspondiente, según la Tabla XLI (Apartado IV.8.1). Cada vez que se haya detectado imagen o comentario de interés (que se identifican por su ubicación temporal en el capítulo correspondiente, coincidiendo con los datos del Anexo 10) se analiza si proporciona alguna de las imágenes deformadas de la ciencia o de los científicos recogidas en la tesis de A. P. Gallego sobre la contribución del cómic a la imagen de la ciencia (Gallego, 2002), indicando en cada una de ellas si la situación analizada incide en ellas explícitamente (E), si incide por omisión (O) o si la combate (C).

Las imágenes deformadas de la ciencia o del trabajo de los científicos recogidas en la tesis antes referida son:

1.- Empirista y ateorica. Se incurre en esta visión cuando se representan laboratorios en donde sólo aparecen instrumentos, cuando se asocia el comienzo de una investigación a simples observaciones casuales. (Bastará con la inclusión de libros o revistas para indicar que se combate).

2.- Rígida (algorítmica, exacta). Se presenta el “método científico” como un conjunto de etapas a seguir mecánicamente. (Bastará con que se haga referencia a algún replanteamiento del problema, concepción de nuevas hipótesis, para indicar que se combate).

3. Aproblemática y ahistórica (ergo dogmática y cerrada). Se transmiten conocimientos ya elaborados, sin mostrar cuáles fueron los problemas que generaron su construcción, cuál ha sido su evolución, las dificultades, etc., ni mucho menos aún las limitaciones del conocimiento científico actual o las perspectivas abiertas. (Bastará que se asocie la investigación a algún problema para decir que se combate).

4. Exclusivamente analítica. Se resalta la necesaria parcelación inicial de los estudios, su carácter acotado, simplificador, pero se olvidan los esfuerzos posteriores de unificación y de construcción de cuerpos coherentes de conocimientos cada vez más amplios, de tratamiento de problemas “puente” entre distintos cuerpos de conocimiento que pueden llegar a unirse, etc. (Una simple referencia a posibles implicaciones de conocimientos en otros campos será suficiente para decir que se combate).

5. Acumulativa, lineal. Los conocimientos aparecen como fruto de un crecimiento lineal, ignorando las crisis, los estancamientos, las remodelaciones profundas. (Bastará una simple referencia a alguna crisis

Tabla Anexo 11. Imagen de la ciencia en los dibujos animados

Cap.	Loc.	Tipo	Imágenes deformadas							
			1	2	3	4	5	6	7	8
5	1:28:20	V	O	O	E	O	O	O	O	C
	Total	O	1	1	0	1	1	1	1	0
		E	0	0	1	0	0	0	0	0
		C	0	0	0	0	0	0	0	1
7	1:50:50	V	E	O	O	O	O	C	E	C
	1:51:30	SV	E	O	C	O	O	C	E	C
	1:52:30	SV	E	O	C	O	O	O	E	C
	1:53:25	SV	E	O	C	O	O	C	E	C
	1:55:12	V	E	O	E	O	O	E	E	C
	1:56:00	S	E	O	E	O	O	E	E	C
	1:56:33	SV	E	O	E	O	O	E	E	C
	1:57:05	SV	E	O	E	O	O	E	E	O
	1:57:40	S	E	O	E	O	O	E	E	C
	1:58:48	S	O	O	E	O	O	O	O	O
	1:59:40	S	E	O	E	O	O	E	E	C
	1:59:56	S	E	O	E	O	O	E	E	C
	2:00:00	S	O	O	E	O	O	O	E	E
	Total	O	2	13	1	13	13	3	1	2
		E	11	0	9	0	0	7	12	1
C		0	0	3	0	0	3	0	10	
8	2:00:28	SV	O	O	E	O	O	O	O	O
	2:01:25	S	O	O	C	O	O	E	O	O
	2:02:15	S	O	O	O	C	O	E	E	E
	2:21:20	SV	O	C	C	O	C	E	E	E
	Total	O	4	3	1	3	3	1	2	2
		E	0	0	1	0	0	3	2	2
C		0	1	2	1	1	0	0	0	
9	n	-	C	C	C	C	C	C	E	E
	Total	O	0	0	0	0	0	0	0	0
		E	0	0	0	0	0	0	1	1
18	0:16:00	V	E	O	E	O	O	O	E	C
	0:16:21	V	E	O	E	O	O	O	O	C
	Total	O	0	2	0	2	2	2	1	0
		E	2	0	2	0	0	0	1	0
29	05:40	S	O	O	E	O	O	O	E	C
	Total	O	1	1	0	1	1	1	0	0
		E	0	0	1	0	0	0	1	0
30	01:13	SV	O	O	E	O	O	O	O	O
	01:58	S	O	O	E	O	O	O	O	O
	03:01	SV	O	O	E	O	O	O	O	O
	05:28	S	O	O	E	O	O	O	O	O
	07:23	S	O	O	E	O	O	O	O	O
	08:15	S	O	O	E	O	O	O	O	O

Tabla Anexo 11. Imagen de la ciencia en los dibujos animados

Cap.	Loc.	Tipo	Imágenes deformadas							
			1	2	3	4	5	6	7	8
47	02:10	V	C	O	C	O	O	C	C	C
	04:07	S	O	O	E	O	O	C	C	C
	15:40	SV	O	C	E	O	O	C	C	C
	17:37	S	O	O	E	O	O	O	O	C
	Total	O	3	3	0	4	4	1	1	0
		E	0	0	3	0	0	0	0	0
		C	1	1	1	0	0	3	3	4
49	07:40	V	E	O	O	O	O	C	E	O
	10:48	V	E	O	O	O	O	C	E	O
	Total	O	0	2	2	2	2	0	0	2
		E	2	0	0	0	0	0	2	0
		C	0	0	0	0	0	2	0	0
54	01:44	S	O	O	E	O	O	C	C	C
	02:15	S	O	O	E	O	O	C	C	C
	03:02	S	O	O	E	O	O	C	C	C
	03:36	S	O	O	E	O	O	C	C	E
	05:14	S	O	O	O	O	O	E	C	C
	Total	O	5	5	1	5	5	0	0	0
	E	0	0	4	0	0	1	0	1	
		C	0	0	0	0	0	4	5	4
61	00:30	V	E	O	C	O	O	C	E	E
	Total	O	0	1	0	1	1	0	0	0
		E	1	0	0	0	0	0	1	1
		C	0	0	1	0	0	1	0	0
62	01:04	V	E	O	O	O	O	C	C	E
	02:00	V	E	O	O	O	O	C	C	E
	Total	O	0	2	2	2	2	0	0	0
		E	2	0	0	0	0	0	0	2
		C	0	0	0	0	0	2	2	0
67	02:50	SV	O	O	E	O	O	C	C	C
	03:23	S	O	O	E	O	O	C	C	C
	05:15	S	O	O	E	O	O	C	C	C
	20:50	S	O	O	E	O	O	C	C	C
	23:02	S	O	O	E	O	O	C	C	C
	Total	O	5	5	0	5	5	0	0	0
	E	0	0	5	0	0	0	0	0	
		C	0	0	0	0	0	5	5	5
72	n	-	O	O	E	O	O	C	O	E
	Total	O	1	1	0	1	1	0	1	0
		E	0	0	1	0	0	0	0	1
		C	0	0	0	0	0	1	0	0
85	02:23	S	O	O	E	O	O	E	C	C
	Total	O	1	1	0	1	1	0	0	0
		E	0	0	1	0	0	1	0	0
		C	0	0	0	0	0	0	1	1
86	19:50	S	O	O	E	O	O	C	C	C

ANEXO 12. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE IDEAS PREVIAS. IDEAS PREVIAS IDENTIFICADAS.

Primera parte. Revisión bibliográfica de ideas previas.

Con objeto de comprobar si los dibujos animados televisivos son fuente de ideas previas de los estudiantes de Secundaria, y al no disponer de un grupo de estudiantes que nunca hayan visto dibujos animados para comparar sus concepciones alternativas con las de otros que sí lo hayan hecho durante su infancia y adolescencia, hemos procedido a una revisión bibliográfica (Driver, 1991; Hierrezuelo, 1992; Sierra, 2003) de ideas previas. Dicha revisión es presentada en este Anexo. Posteriormente comprobaremos su coincidencia con las que se han detectado durante las conversaciones de los estudiantes que han participado en los análisis y discusiones de secuencias de dibujos animados. De este modo cubrimos este objetivo de nuestra investigación.

Las ideas previas que presentamos, extraídas de la bibliografía revisada, se han agrupado, más que por campos de la física o de la química, por los apartados utilizados en los propios libros examinados. Esta categorización, por otra parte, es similar a la elección de Unidades Didácticas que la mayoría de editoriales elige para sus libros de texto de Física y Química.

Naturaleza y conservación de la materia

Naturaleza discreta de la materia

1. Carácter continuo de la materia.
2. El vacío no existe.
3. Visión estática de la materia

Cambios de estado

4. Son procesos químicos.
5. El tamaño de las moléculas decrece del sólido al gas.
6. Se incrementa la distancia espacial entre partículas del sólido al gas.
7. En el estado sólido las partículas no poseen movimiento.
8. Se transfieren las propiedades macroscópicas al nivel microscópico.

Disoluciones

9. Disolver como sinónimo de fundir.
10. La masa de la disolución no es la suma de las masas de los solutos y el disolvente, ya que:
 - a. El soluto desaparece*.
 - b. Se confunde masa con volumen.
 - c. El soluto se hace "más ligero".
11. Se confunde masa con volumen, densidad, solidez o peso.

Combustión

12. No se produce en ausencia de gravedad.
13. Cuando arden, las cosas pierden peso.
14. Los residuos sólidos son las partes incombustibles de lo que se ha quemado.
15. Se relaciona el peso con la densidad o solidez de las sustancias.
16. La corrosión "se come" a los metales, por lo que pesan menos cuando se oxidan.

Mecánica

Velocidad

17. Confusión entre velocidad y posición.
18. Se considera que la rapidez depende de la distancia recorrida o del tiempo transcurrido, pero no se coordina la influencia de ambas variables a la vez.
19. Cuando un objeto se abandona desde otro móvil pierde automáticamente su velocidad.
20. El reposo, el movimiento y la velocidad tienen carácter absoluto y no relativo.

Aceleración

21. Confusión entre velocidad y aceleración.
22. No se consideran aceleraciones negativas

Interpretación de gráficos

23. Confusión entre distintos tipos de gráficos de movimientos: trayectoria, posición-tiempo y velocidad-tiempo.

* Aunque no se haga referencia al peso, se ha asociado esta idea previa al hecho de que el soluto "desparezca"

Fuerza y aceleración

24. Confusión entre fuerza y aceleración

Fuerza y movimiento

25. Todo cuerpo en movimiento lleva asociado una fuerza
26. El movimiento se produce siempre en la dirección y sentido de la fuerza
27. La fuerza que lleva un objeto en movimiento se agota paulatinamente*
28. Si un cuerpo se mueve y sobre él no actúa ninguna fuerza, pierde paulatinamente su velocidad

Caída libre de graves

29. Cuanto mayor sea la masa del objeto antes llegará al suelo.
30. La velocidad de caída es constante.
31. El tiempo de caída depende de la densidad.

Movimiento oblicuo

32. Cuando dos movimientos se componen, lo hacen sucesivamente y no a la vez.
33. La componente horizontal influye en el tiempo de caída. No disocian el movimiento vertical del horizontal.
34. La masa de un cuerpo influye en el alcance y trayectoria de movimientos oblicuos bajo la acción de la gravedad.
35. Ignoran una de las componentes del movimiento

Carácter vectorial de las fuerzas

36. Dificultad para dibujar fuerzas y representar el punto de aplicación

Peso y gravedad

37. El peso depende de la configuración del sistema.
38. El peso depende del estado de movimiento.
39. El peso no es el resultado de una interacción, sino que es una propiedad de los cuerpos.
40. No existe gravedad cuando no hay atmósfera*.
41. La gravedad puede actuar sobre unos cuerpos y sobre otros no.
42. Interpretación de la gravedad en términos de un *arriba* y un *abajo* absolutos.

* Si en un argumento aparece la idea de que un cuerpo "tiene" fuerza o se explica un movimiento utilizando la idea de ímpetu, se ha relacionado con esta idea previa.

* Cuando algún alumno ha hecho referencia a que en el espacio no hay gravedad lo hemos asociado a esta idea previa.

43. A mayor altura mayor peso.

Energía

- 44. Tienden a explicar los fenómenos sin hacer referencia a la energía.
- 45. Asociación de la energía con los seres vivos.
- 46. Identificación fuerza-energía.
- 47. Sinónimos de combustible.
- 48. Algo "casi" material almacenado.
- 49. Asociada al movimiento y a la actividad.
- 50. Puede gastarse.
- 51. Confusión entre trabajo* y fuerza.
- 52. Se centran más en los cambios en sí mismos que en los estados inicial y final.

La Tierra como cuerpo cósmico

Cinco grandes concepciones

- 53. La Tierra plana, con el cielo arriba y la tierra abajo (aunque se conciba la Tierra esférica ha de tener cielo arriba o tierra abajo)
- 54. La Tierra esférica y con dos hemisferios: el inferior sólido, sobre cuya parte plana vivimos, y el superior gaseoso, formado por cielo y/o aire. Fuera no hay nada, o hay aire sin oxígeno.
- 55. La Tierra esférica y sólida, rodeada de un espacio ilimitado en el que existen un arriba y un abajo absolutos.
- 56. La Tierra esférica rodeada de un espacio ilimitado y relacionado arriba - abajo con "de la Tierra hacia fuera" o viceversa, respectivamente. En el interior de la Tierra hay un arriba y un abajo absolutos.
- 57. La Tierra como planeta esférico, rodeado por el espacio y hacia cuyo centro caen los objetos.

Calor y temperatura

Uso del término "calor"

- 58. Cualidad de caliente de un cuerpo.
- 59. Procediendo de una fuente de calor

* No hemos hecho distinción entre trabajo y potencia (dada la relación entre ambos conceptos) a la hora de relacionar las expresiones de los alumnos con esta idea previa.

60. Algo material, con carácter sustancial, a veces representado por el humo o el vapor.
61. Se confunde con la temperatura.
62. Algo estático que reside en los cuerpos.

El calor como transferencia de energía

63. Existe una idea de fuerza motriz inherente (i.e. "el calor sube").
64. Se percibe como sustancia, y en ocasiones se utilizan los términos "vapores", "onda" o "rayo".
65. Es necesario un agente intermedio para que se transmita (incluso dentro de un objeto).
66. Se utiliza la idea de fuerza/debilidad del calor para explicar su transmisión en objetos.
67. Algunos materiales "atraen" o "mantienen" el calor mejor que otros.
68. El aire transmite rápidamente el calor porque está vacío.
69. Cuando se tocan objetos no se piensa en la transmisión de calor entre la mano y el objeto.
70. Tienden a considerar un único sistema.
71. El frío tiene existencia material como algo diferente al calor.

Temperatura

72. Los distintos objetos de una habitación están a temperaturas distintas.
73. La temperatura como propiedad extensiva.
74. Se entiende como la medida de la cantidad de calor de un cuerpo.
75. Temperatura igual que calor.
76. Depende de la naturaleza de las sustancias.

Cambios de estado

77. La temperatura de un cambio de estado es constante sólo si lo es la energía suministrada.
78. Sólo se funden ciertas sustancias.
79. Las temperaturas de cambio de estado sólo dependen de la sustancia considerada.
80. El hielo es capaz de enfriar a los demás, pero no se le asigna una temperatura.
81. A una misma temperatura no pueden coexistir dos estados diferentes de una misma sustancia.
82. La temperatura de ebullición como la máxima que puede alcanzar esa sustancia.

Calor específico

83. Se relaciona la inercia térmica con volumen, con peso o con densidad.

El estado gaseoso

Propiedades

84. Gas y aire son sinónimos.
85. Los gases son sustancias poco materiales.
86. No es obvia la idea de que el aire tiene masa.
87. En ocasiones sólo se habla de aire cuando está en movimiento.
88. No se acepta la difusión de los gases (no se concibe el movimiento de sus partículas).
89. La masa de un gas depende de su temperatura.

Fuerza ejercida por los gases

90. Ejercen fuerza sólo si se mueven, si se calientan, o si soportan una fuerza o presión.
91. Ejercen fuerzas en una sola dirección.

Aire atmosférico

92. Se observa la presión atmosférica sólo si hay diferencias de presión.
93. El vacío aspira o ejerce presión.
94. Los espacios tienen que llenarse.
95. La presión del aire en el interior de un recipiente absorbe o aspira.
96. Se concede al aire una *tendencia a volver a su estado normal*.
97. La gravedad es el empuje del aire hacia abajo.
98. Relacionado con la idea de "éter".

Y si usamos la teoría cinético molecular

99. Cuando se admite el movimiento de las partículas, en las explicaciones se recurre al animismo, al lugar natural de las sustancias o al horror al vacío.

La luz

¿En dónde hay luz?

100. La luz igualada a su fuente, a sus efectos o a un estado.
101. La luz como entidad distinta, ubicada en el espacio entre su fuente y el efecto que produce.

102. Luz y luz eléctrica son categorías diferentes. La palabra “luz” equivale a “luz eléctrica”
103. La relación causa-efecto entre el sol y la luz diurna es vaga

Interacción de la luz con la materia

104. La sombra como reflexión.
105. La sombra como luz oscura.
106. La luz como un agente de fuerza que puede empujar a las sombras.
107. La luz nos permite ver las sombras.
108. Las lupas hacen la luz y los objetos más grandes.
109. Algunos piensan que hay más luz detrás de la lupa y otros creen que hay la misma cantidad de rayos pero son más fuertes.
110. Los rayos se concentran en la misma lupa.
111. El color es una propiedad intrínseca de los objetos.
112. El color de un objeto es la suma de su color natural (el que tiene cuando se ilumina con luz blanca) y el color de la luz que incide sobre él.
113. Con 10-11 años sólo se evoca la imagen de una fuente en un espejo. Con 13-14 años se expresa la idea de que el espejo refleja la luz.
114. Los espejos reflejan los objetos (o, en general, todo lo que haya delante).
115. La imagen formada por un espejo plano se halla sobre la superficie del espejo.
116. La imagen formada en un espejo es algo así como la sombra del objeto sobre el espejo.
117. Las leyes de la reflexión no son válidas para los espejos curvos.
118. La luz se plasma sobre un papel blanco pero no se refleja.

Propagación de la luz

119. El movimiento de la luz se asocia al de la fuente.
120. Sólo conciben su movimiento a grandes distancias.
121. La distancia que puede recorrer la luz es mayor por la noche que durante el día.
122. Propagación rectilínea sólo en la horizontal.
123. La luz se altera con la distancia. Es fuerte y deja de existir cuando pierde su fuerza.
124. En determinadas ocasiones pueden no respetar la propagación rectilínea.

La visión

125. La luz es necesaria para ver un objeto, pero no necesariamente alcanza el ojo (baño de luz).
126. Se atribuye un papel activo al ojo y pasivo al objeto que miramos (movimiento desde el ojo hasta el objeto).

127. No hay mediador entre el ojo y el objeto.

Formación de imágenes

128. Dotan de propiedades activas al agujero o a la luz.

129. La imagen existe en ausencia de lente.

130. La imagen desaparece si se quita la pantalla.

131. No tienen claro si lo que se propaga es la luz o las imágenes.

132. Utilizan en sus explicaciones reflexiones tipo espejo.

133. Al tapar media lente se vería sólo la mitad de la imagen producida por el objeto.

Naturaleza de la luz

134. Imagen corpuscular.

Segunda parte. Ideas previas identificadas.

De la lectura detallada de las conversaciones mantenidas por los estudiantes y de lo que escribieron en sus análisis (Anexos 1, 2, 3, 7, 8 y 9) podemos identificar las ideas previas que recogemos en la siguiente Tabla.

Tabla Anexo 12. Identificación de ideas previas

Análisis	Analista ⁵⁷	Loc.	Idea previa ⁵⁸
Prueba Piloto			
Individual	2P	9	63
	3P	7	21
De aula	1P	18	Confunde inercia con fuerza
	2P	19	10.a
	3P	7	17 21
	4P	18	Confunde inercia con fuerza
Segunda Experiencia			
Individual	1S	0:03:15	40
		0:03:25	
		0:12:00	27 51 ^P

⁵⁷ La letra que sigue al identificador del analista hace referencia a la experiencia en la que se identificó la idea previa (P: Prueba piloto, S: Segunda experiencia, T: Tercera experiencia; TR: Actividad Trevenque).

⁵⁸ La numeración se corresponde con la del Anexo 12.

Tabla Anexo 12. Identificación de ideas previas

Análisis	Analista ⁵⁷	Loc.	Idea previa ⁵⁸	
	2S	0:03:25	40	
	3S	0:03:15	40	
		0:03:25	41	
	4S ⁵⁹	0:03:15	40	
		0:03:23	41	
		0:03:25	41	
De aula	1S	0:01:02	87	
		0:04:12	10.a	
		0:09:08	10.a	
	2S	0:00:47	27	
	3S	0:03:23	40	
		0:03:25	41	
		0:04:12	10.a	
	4S	0:00:47	27	
		0:03:23	40	97
		0:03:25	41	
		0:03:58	10.a	
		0:04:12	10.a	
		0:08:43	27	
		0:09:23	27	
		0:11:26	58	63
		0:12:55	10.a	
		0:13:27	58	63
	0:16:13	10.a		
	0:16:58	17		
Tercera Experiencia				
Resolución de problemas	1T	Sec. 5	Confunde fuerza con presión	
		Sec. 7	26	
		Sec. 10	27	Confunde fuerza con velocidad
		Sec. 11	40	
		Sec. 13	41	
	2T	Sec. 2	La presión atmosférica aumenta con la altura	
		Sec. 3	Confunde el volumen de un cuerpo con la superficie de un corte transversal	
	3T	Sec. 2	39	
		Sec. 4	25	27
		Sec. 7	26	Confunde "acción-reacción" con "causa-efecto"

^P Esta idea se identifica en el análisis individual de la actividad de profundización realizada en la segunda experiencia.

⁵⁹ En esta tabla, "4P" y "4S" es el mismo individuo, tal y como se explica en el Capítulo III.

Tabla Anexo 12. Identificación de ideas previas

Análisis	Analista ⁵⁷	Loc.	Idea previa ⁵⁸				
		Sec. 10	Confunde inercia con fuerza				
		Sec. 11	En una ascensión libre frena más el rozamiento con el aire que la atracción gravitatoria				
		Sec. 13	41	40			
Trevenque	1TR	Sec. 11	21				
	2TR	Sec. 12	Confunde "acción-reacción" con "causa-efecto"				
	3TR		En la Luna no hay gravedad				
Evaluación	1T		41				
	3T		40	41	26	27	51

ANEXO 13. RELACIÓN CON LA NORMATIVA EDUCATIVA.

Recogemos en este Anexo los objetivos, de etapa o de área, que nos marca la legislación educativa, potenciados mediante el análisis de dibujos animados en el aula como estrategia de enseñanza-aprendizaje de la Física.

Del Real Decreto 3473/2000, de 29 de diciembre, que se modifica el Real Decreto 1007/1991, de 14 de junio, en el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la educación secundaria obligatoria:

Objetivos de etapa

c. Interpretar y producir con propiedad, autonomía y creatividad mensajes que utilicen códigos artísticos, científicos y técnicos, para enriquecer sus posibilidades de comunicación y reflexionar sobre los procesos implicados en su uso.

d. Obtener y seleccionar información utilizando las fuentes apropiadas disponibles, tratarla de forma autónoma y crítica, con una finalidad previamente establecida y transmitirla de manera organizada e inteligible.

e. Elaborar estrategias de identificación y resolución de problemas en los diversos campos del conocimiento y la experiencia, mediante procedimientos intuitivos y de razonamiento lógico, contrastándolas y reflexionando sobre el proceso seguido.

j. Analizar las leyes y los procesos básicos que rigen el funcionamiento de la naturaleza, valorar las repercusiones positivas y negativas que sobre ella tienen las actividades humanas y contribuir a su conservación y mejora.

k. Valorar el desarrollo científico y tecnológico y su incidencia en el medio físico y social, y utilizar las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Objetivos de área

1. Iniciarse en el conocimiento y aplicación del método científico.

2. Comprender y expresar mensajes científicos utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, así como interpretar diagramas, gráficas, tablas, expresiones matemáticas sencillas y otros modelos de representación.

3. Interpretar científicamente los principales fenómenos naturales, así como sus posibles aplicaciones tecnológicas, utilizando las leyes y conceptos de las Ciencias de la Naturaleza.

4. Participar de manera responsable en la planificación y realización de actividades científicas.

5. Utilizar de forma autónoma diferentes fuentes de información, incluidas las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, con el fin de evaluar su contenido y adoptar actitudes personales críticas sobre cuestiones científicas y tecnológicas.

Del Decreto 148/2002, de 14 de mayo, que modifica el Decreto 106/1992, de 9 de junio, en el que se establecen las enseñanzas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria:

Objetivos de etapa

c) Relacionarse con otras personas e integrarse de forma participativa en actividades de grupo con actitudes solidarias y tolerantes, libres de inhibiciones y prejuicios, y adquirir y desarrollar hábitos de respeto y disciplina como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas educativas.

e) Analizar los mecanismos básicos que rigen el funcionamiento del medio físico y natural, valorar las repercusiones que sobre él tienen las actividades humanas y contribuir activamente a la defensa, conservación y mejora del mismo como elemento determinante de la calidad de vida.

g) Conocer y valorar el desarrollo científico y tecnológico, sus aplicaciones e incidencia en el medio físico, natural y social, y utilizar las tecnologías de la información y la comunicación en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

k) Interpretar y producir con propiedad, autonomía y creatividad mensajes que utilicen códigos artísticos, científicos y técnicos.

l) Elaborar estrategias de identificación y resolución de problemas en los diversos campos del conocimiento y la experiencia, contrastándolas y reflexionando sobre el proceso seguido.

m) Obtener y seleccionar información, tratarla de forma autónoma y crítica y transmitirla a los demás de manera organizada e inteligible.

Objetivos de área

1.- Utilizar los conceptos básicos de las Ciencias de la Naturaleza para elaborar una interpretación científica de los principales fenómenos naturales, así como para analizar y valorar algunos desarrollos y aplicaciones tecnológicas de especial relevancia.

2. - Aplicar estrategias personales, coherentes con los procedimientos de la ciencia, en la resolución de problemas.

3. - Participar en la planificación y realización en equipo de actividades e investigaciones sencillas.

4. - *Seleccionar, contrastar y evaluar informaciones procedentes de distintas fuentes.*
- 5.- *Comprender y expresar mensajes científicos con propiedad, utilizando diferentes códigos de comunicación.*
- 6.- *Elaborar criterios personales y razonados sobre cuestiones científicas y tecnológicas básicas de nuestra época.*
- 8.- *Utilizar sus conocimientos científicos para analizar los mecanismos básicos que rigen el funcionamiento del medio, [...].*

Del Real Decreto 831/2003, de 27 de junio, por el que se establece la ordenación general y las enseñanzas comunes de la Educación Secundaria Obligatoria:

Objetivos de etapa

- c) *Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para adquirir, con sentido crítico, nuevos conocimientos.*
- d) *Afianzar el sentido del trabajo en equipo y valorar las perspectivas, experiencias y formas de pensar de los demás.*
- f) *Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, matemáticas y científicas, y conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia, para su resolución y para la toma de decisiones.*
- h) *Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías, fundamentalmente mediante la adquisición de las destrezas relacionadas con las tecnologías de la información y de las comunicaciones, a fin de usarlas en el proceso de aprendizaje, para encontrar, analizar, intercambiar y presentar la información y el conocimiento adquiridos.*

Del Proyecto de Decreto de la Comunidad Andaluza, como concreción del Real Decreto 831/2003:

Objetivos de área

1. *Iniciarse en el conocimiento y aplicación del método científico, aplicando estrategias personales coherentes con los procedimientos de la ciencia para resolver problemas, familiarizándose con actividades como el planteamiento de problemas, elaboración de hipótesis, diseño y realización de experiencias, análisis de resultados, etc.*
2. *Comprender y expresar mensajes científicos utilizando con propiedad diversos códigos de comunicación habitualmente empleados en Física y Química (lenguaje*

oral, escrito, simbólico, interpretación de diagramas, gráficas, tablas, expresiones matemáticas sencillas y otros modelos de representación).

3. Utilizar los conceptos, leyes y teorías aprendidos en Física y la Química para interpretar científicamente los principales fenómenos naturales, analizando y valorando sus posibles aplicaciones tecnológicas.

4. Conocer la interpretación que la Física y la Química hacen de muchos de los sucesos de nuestro entorno habitual, así como la base científica en que se fundamenta el funcionamiento de aparatos de uso cotidiano.

5. Participar de manera responsable en la planificación y realización en equipo de actividades científicas.

6. Utilizar de forma autónoma diferentes fuentes de información, incluidas las Tecnologías de la Información y la Comunicación, con el fin de evaluar su contenido y adoptar actitudes personales críticas sobre cuestiones científicas y tecnológicas.