

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

**Departamento de Didáctica de las Ciencias
Experimentales y Sociales**



ANÁLISIS DEL USO DE LA *CIENCIA RECREATIVA* EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA Y QUÍMICA Y LA TECNOLOGIA Y SUS CONSECUENCIAS EN EL ALUMNADO

**D. Óscar Raúl Lozano Lucia
Dr. D. Jordi Solbes Matarredona
Dr. D. Rafael Garcia Molina**

Servei de Publicacions de la Universitat de València
ISBN 978-84-692-3687-1

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	3
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
2. FORMULACIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	9
2.1. Formulación de la hipótesis.....	9
2.2. Fundamentación de la hipótesis.....	10
2.2.1. Metodología didáctica. Los procesos de enseñanza-aprendizaje.....	10
2.2.2. Consideración de las actitudes. La motivación.....	12
2.2.2.1. Definiciones, clasificaciones y valoración de las actitudes.....	12
2.2.2.2. La motivación; naturaleza, implicaciones y propuestas de intervención.....	13
2.2.3 La desmotivación inherente al supuesto carácter “aburrido” de la ciencia y las clases de ciencias.....	16
2.2.3.1. La diversión frente al aburrimiento, como indicador válido de medida de la actitud.....	16
2.2.3.2. La contribución de la ciencia recreativa, mediante el uso de juegos, juguetes y experiencias lúdicas, a la hora de cambiar la visión de materia “aburrida” que los estudiantes tienen de la ciencia.....	16
3. OPERATIVIZACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	25
3.1. Referencias en libros de texto.....	28
3.2. Profesores en formación.....	30
3.3. Opiniones de los estudiantes.....	31
3.4. Diseño experimental para contrastar la hipótesis.....	32
3.4.1. Análisis de los libros de texto.....	33
3.4.2. Cuestionario realizado con profesores en formación.....	43
3.4.3. Cuestionario realizado con alumnos.....	47

4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	57
4.1. Libros de texto.....	57
4.2. Profesorado en formación.....	67
4.3. Alumnado.....	71
CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS.....	83
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.....	87
ANEXOS.....	97

INTRODUCCIÓN

Podemos afirmar que la enseñanza de las ciencias es un cuerpo de conocimientos que está obligado a cambiar y reajustarse con el paso del tiempo. Los cambios sociales, políticos y económicos afectan de manera ineludible a la práctica de la docencia, no siendo igual de efectivo un enfoque o una metodología determinada en un momento de la historia que en otro, o entre grupos de alumnos de diferente procedencia o con distintas expectativas socioculturales. Esta “necesidad” de reajustarse a las exigencias coyunturales hace que continuamente deban revisarse ciertos aspectos, en especial aquellos relativos al proceso de enseñanza-aprendizaje.

En cualquier trabajo de investigación en Didáctica de las Ciencias, la detección de un problema, o un nuevo enfoque, matiz o replanteamiento de un problema ya tratado, es el punto de partida para el desarrollo de dicho trabajo. Este documento no es una excepción, y el problema al que nos hemos enfrentado, además de ser una constante a lo largo de los últimos años, ha estado históricamente presente en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. La falta de interés por el estudio de las materias científicas ha sido constatada por numerosas investigaciones y actualmente parece probado que este desinterés decrece tanto con los años de escolarización como generación tras generación [Yager y Penick 1986, Solbes y Vilches 1989, Matthews 1991, Ríos 2004]. Este desinterés y rechazo que un gran sector del alumnado siente por el aprendizaje de las ciencias ha sido calificado de “preocupante” por algunos autores [Martínez *et al.* 2004].

Evidentemente, esta falta de interés está causada por infinidad de motivos y, como hemos mencionado, parece plausible afirmar que éstos podrán variar considerablemente según dónde y quién intervenga en dicho proceso de enseñanza-aprendizaje. Obviamente, resultaría en extremo ambicioso analizar todos ellos y tratar de dar respuestas que mejoren globalmente la situación, por lo que en nuestro caso, y como posteriormente desarrollaremos, nos hemos ceñido a una potencial causa de dicho desinterés: la visión que los estudiantes tienen de las asignaturas científicas como algo “aburrido”. Esta visión puede

provocar una desmotivación en los estudiantes y es evidente que la motivación es uno de los pilares de la didáctica. Sin motivación no hay aprendizaje efectivo. Como afirma Liem [1987], la primera tarea de un docente debe ser atraer la atención del estudiante.

Posteriormente analizaremos con más detalle la evidente contribución del aspecto motivador, pero lo que resulta indiscutible es el hecho de que cada vez hay una presencia más numerosa de talleres y ponencias que tratan este aspecto en congresos y jornadas dedicadas a la enseñanza de las ciencias y, de una manera u otra, en muchos de ellos se propone el tratamiento de aspectos lúdicos de la ciencia como “bálsamo” para combatir el habitual desinterés mostrado por los alumnos.

Para constatar estos hechos, formulados como problema más adelante, se ha propuesto un estudio de la presencia de ciertos elementos, destinados a combatir el mencionado desinterés, en el ejercicio habitual de la docencia en secundaria, así como el análisis de posibles implicaciones y repercusiones sobre la motivación del alumnado. Dicho estudio se ha materializado con la ayuda de diversos instrumentos de análisis: los libros de texto así como las opiniones de profesorado en formación y las del alumnado.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ya se ha anticipado en la introducción un esbozo del problema tratado en este trabajo, el creciente desinterés por las materias científicas mostrado por los alumnos, especialmente si tenemos en cuenta la relevancia de las mismas en nuestra sociedad actual.

La importancia de la enseñanza de las ciencias en la formación académica de los ciudadanos es un hecho indiscutible. La sociedad en la que vivimos es frecuentemente considerada como una “sociedad tecnológica”, basada en los crecientes avances de la ciencia y la tecnología. No concebimos el denominado “estado del bienestar” sin la ayuda de todos los servicios que el desarrollo científico-tecnológico nos ha prestado. En los transportes, las comunicaciones y la sanidad (por citar algunos sectores de la sociedad) son esenciales dichos avances y desarrollos. ¿Cómo sería nuestra sociedad sin televisión, sin coches o sin aviones?, y lo que es quizás más importante, ¿cómo será la sociedad del futuro? Probablemente habrá una mayor dependencia de los avances científico-tecnológicos a medida que pase el tiempo y es, por tanto, imprescindible que la formación de los ciudadanos, además de asumir estos avances y realizar un uso adecuado de lo que dispone a su alcance, se esfuerce por entender la ciencia y la tecnología que los han producido.

La llamada *alfabetización científica*, término frecuentemente utilizado hoy en día, cuya base se remonta a la década de 1950 [DeBoer 2000], debe imponerse si deseamos una sociedad formada de acuerdo a los tiempos en los que vivimos. La idea de alfabetización matiza y enriquece el concepto de educación científica, ya que, entre otros aspectos, afecta a *todos* los estudiantes evitando las desigualdades. En los *National Science Education Standards* [Nacional Research Council 1996] encontramos en su primera página: “En un mundo repleto de productos de la indagación científica, la alfabetización científica se ha convertido en una necesidad para todos: todos necesitamos utilizar la información científica para seleccionar entre las opciones que se nos presentan día a día. Todo el mundo necesita ser capaz de tomar parte, de una manera inteligente, en discursos públicos y debates referentes a los importantes asuntos relacionados con la ciencia y la tecnología; y todos merecemos participar de la emoción y la satisfacción personal que puede producir el

aprendizaje y la comprensión del mundo natural”. Más adelante resume el objetivo básico de su elaboración: “El intento de los *Patrones (Standards)* puede ser expresado en una sola frase: *Patrones Científicos (Scientific Standards)* para TODOS los estudiantes”.

Tanto en esta como en otras más recientes declaraciones de principios [Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI, Declaración de Budapest 1999], se pone especial énfasis en la necesidad de una formación científica adecuada para *participar en la toma de decisiones*, máxime teniendo en cuenta la actual situación de emergencia planetaria, percibida no solamente por el mundo de la ciencia y la tecnología, sino también por periodistas, políticos, artistas, economistas...

Pero, como ya hemos apuntado, diversas investigaciones [Yager y Penick 1986, Solbes y Vilches 1989 y 1997], han constatado desinterés de los estudiantes hacia las ciencias. Por otra parte, señalan como los principales causantes de su actitud desfavorable, de su desinterés hacia la ciencia y su aprendizaje, a la enseñanza de una ciencia descontextualizada, es decir, sin relaciones CTSA, poco útil y sin temas de actualidad, junto a otros factores, como el método de enseñanza del profesor, al que califican de aburrido y poco participativo, la escasez de prácticas y la falta de confianza en el éxito cuando son evaluados. Generalmente, los libros de texto han contenido problemas y cuestiones de escaso sentido práctico al no estar relacionados con el entorno del alumnado, resultándoles poco atractivos [Vinagre 1998]. Todo esto se ha traducido en una significativa disminución del número de alumnos que estudian ciencias en los países occidentales que se constata desde finales de la década de 1980 [Matthews 1990, Dunbar 1999]. Además, y tal vez paradójicamente debido al grado de desarrollo científico-tecnológico y la dependencia económica de éste, los estudiantes de los países occidentales valoran más negativamente las asignaturas científicas y tecnológicas (y desean en menor medida obtener trabajo en estos campos) que los estudiantes de países en vías de desarrollo [Sjøberg y Schreiner 2006].

Parece que las metodologías pobres, mayoritariamente expositivas y descontextualizadas, y los tediosos manuales se han aliado para conseguir desanimar a generaciones enteras de alumnos y colgar a materias como la física el sambenito de “hueso” [Martínez 2001]. Más o menos, está aceptado socialmente que los expertos en formación docente apuestan por una mejora en la didáctica, de manera que las materias científicas sean cercanas al alumnado y no queden ahogadas entre fórmulas matemáticas [Morán 2005].

Además de esto, los continuos cambios en los sistemas educativos complican todavía más la situación. Un ejemplo de estos cambios lo representa la extensión de la enseñanza obligatoria a los 16 años, que a pesar de haber supuesto una indudable ventaja, ha llevado consigo una convulsión en las escuelas, obligando a los docentes a replantearse sus métodos de enseñanza, mayoritariamente sin ayuda externa, y enfrentarse al reto que plantean los nuevos problemas de actitud y disciplina [Perales y Vílchez 2005].

En definitiva, nos enfrentamos a una creciente “necesidad social” de aprendizaje científico-tecnológico que convive con un aumento en el desinterés, la desmotivación y una actitud negativa por parte de los estudiantes hacia las materias científicas.

Profundizando en este aspecto problemático, en aras de una conveniente acotación que permita un tratamiento adecuado, se observa que la mencionada descontextualización es sin duda uno de los motivos que empobrecen la imagen de la enseñanza de las ciencias, causando una actitud desfavorable y un desinterés por parte del alumnado. Pero ciertos aspectos, en parte relacionados con dicha descontextualización, influyen decisivamente en la visión final que los estudiantes tienen de las materias científicas (y, por ende, de la ciencia en general).

David L. Goodstein, en la serie de videos educativos *El Universo Mecánico*, afirma que en cartas del siglo XVII ya consta que los estudiantes de la época consideraban la mecánica como una materia *aburrida* y que es tarea de los docentes despertar el interés por la misma [Goodstein 1992].

La Agencia Espacial Europea, el Laboratorio Europeo de Física de Partículas y el Observatorio Austral Europeo vienen realizando en los últimos años un programa de actividades (*Physics on Stage*, ahora denominado *Science on Stage*), cuyo objetivo es proponer otras formas de enseñar la física *sin aburrir*, evitando el bostezo del alumnado (convocatoria de Physics on Stage: <http://www.scienceonstage.net/main>).

Como ya se ha comentado, la ampliación en la edad de escolarización puede llevar consigo ciertos cambios, en especial en lo referente a las distintas motivaciones del alumnado. Así, uno de los rasgos mostrados por los alumnos de bajo rendimiento es la afirmación de que *se aburren*. Pero, quizás paradójicamente, es habitual oír que los niños más listos se quejan algunas veces de que el trabajo en la escuela es *aburrido* [Reid y Hodson 1997]. Tenemos, pues, que un amplio espectro de la población estudiantil *se aburre* en las clases y, teniendo

en cuenta que quizás la clave del éxito resida en mantener unos niveles elevados de motivación, el fracaso parece garantizado. Considerando la motivación desde el punto de vista axiológico, podemos entender dicho aburrimiento como un estado emocional no deseado. Las emociones juegan un papel fundamental en nuestras funciones cognitivas, cuya estructura viene definida por la energética de la conducta, representada por la afectividad, aspecto en el que coinciden tanto los iniciadores de la psicología cognitiva [Piaget 1996] como los actuales neurocientíficos [Damasio 2001].

El posterior planteamiento de nuestra hipótesis nos enfrenta con esta realidad. Los estudiantes no están motivados, están *aburridos* y así la enseñanza de las ciencias no puede ser efectiva.

Evidentemente, e incluso atendiendo exclusivamente al significado de la palabra “aburrimiento”, los juegos, los juguetes y cualquier elemento “divertido”, “entretenido” o “recreativo”, podría atenuar este constatado *aburrimiento* estudiantil. Incluso el gran físico y docente Richard Feynman, afirmaba: *...primero divierte al niño con juegos y, luego, lentamente, ¡inyéctale material de valor educativo!* [Feynman 1969 y 2000].

Pero, ¿atienden los docentes a estas recomendaciones? ¿Se tienen en cuenta los juegos, los juguetes y demás elementos recreativos en la enseñanza de las ciencias y de la tecnología? ¿Qué efectos puede tener su ausencia en la imagen que tienen los estudiantes de estas áreas y en su motivación hacia el estudio de las mismas?

La respuesta a estas preguntas constituye el objetivo principal de este trabajo, esperando que, en parte, colabore en la resolución del evidente problema de desmotivación, desinterés y *aburrimiento* que, como hemos visto, es excesivamente frecuente en nuestra actual población estudiantil.

2. FORMULACIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

2.1. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

En el capítulo anterior se ha planteado un problema bastante generalizado en las aulas, la falta de interés así como la desmotivación de los estudiantes y, especialmente, su rechazo hacia las asignaturas científicas. También se ha comentado cómo parte de este problema podría deberse a un extremado carácter “aburrido” de las mismas. Igualmente, se han apuntado ciertas soluciones “naturales” que pueden proponerse para combatir el aburrimiento. Las actividades lúdicas (juegos por definición) o recreativas son, en general y por supuesto en la enseñanza, auténticos remedios contra él.

En el caso de la ciencia y la tecnología, estas afirmaciones son probablemente más válidas que en cualquier otro campo, ya que los juegos y los juguetes suelen despertar la curiosidad y, en muchos casos, requerir destrezas y habilidades manuales específicas, cualidades inherentes al trabajo científico y tecnológico. Además, los juguetes están “llenos de física” y evidentemente son objetos de la vida cotidiana, en especial de la de los alumnos más jóvenes, pudiéndose contextualizar con su uso muchos conceptos teóricos. Así pues, el uso de los juegos y juguetes constituye una metodología a tener en cuenta en las clases de ciencias.

Si bien la literatura está llena de referencias de que los alumnos disfrutan con el uso de juguetes [McCulloug y McCulloug 2001], surgen cuestiones tales como: ¿qué uso de estas aproximaciones metodológicas se está haciendo por parte de los docentes? o ¿qué atención prestan los libros de texto a estos recursos?

A propósito de todas estas observaciones y de la serie de preguntas formuladas, podemos emitir la hipótesis fundamental de este trabajo, la cual queda expresada como sigue: *el uso de juegos, juguetes y pequeñas experiencias recreativas no es tenido en cuenta suficientemente en la actual enseñanza de las ciencias y la tecnología, lo cual puede generar una imagen de ellas como algo aburrido y contribuir a la desmotivación del alumnado.*

2.2. FUNDAMENTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Para fundamentar la hipótesis anterior, haremos un breve repaso histórico de las diferentes corrientes de pensamiento sobre la didáctica de las ciencias y sus respectivas metodologías asociadas, comentaremos el interés especial que tiene el aspecto “motivacional”, especialmente en los últimos tiempos y analizaremos en profundidad la desmotivación inherente al supuesto carácter “aburrido” de la ciencia y las clases de ciencias, conectando todas estas ideas con la hipótesis emitida, pudiendo comprobar cómo el uso de estos “recursos” o “prácticas metodológicas recreativas”, satisfacen todas las exigencias que la investigación en didáctica de las ciencias ha revelado como esenciales.

2.2.1. Metodología didáctica. Los procesos de enseñanza-aprendizaje

El análisis del proceso de enseñanza-aprendizaje realizado por el cuerpo de conocimientos de la didáctica de las ciencias ha revelado la existencia de distintos modelos metodológicos que, en determinados momentos de la historia, en determinados lugares o con determinados profesores, han sido utilizados por los docentes con mayor o menor éxito para llevar a cabo su tarea. Desde el modelo “tradicional” de enseñanza por transmisión de conocimientos, en el que la mente del estudiante es considerada un recipiente vacío que el docente debe “llenar” de conceptos, hasta los nuevos modelos constructivistas, de aprendizaje por investigación guiada [Furió *et al.* 1994, Gil 1996], por integración jerárquica de modelos explicativos [Pozo y Gómez 1998], o el “aprendizaje generativo” [Crosgrave y Osborne 1985], numerosas propuestas han visto la luz y han sido adoptadas o rechazadas en función de los resultados obtenidos. Conceptos “desconocidos” de manera explícita, aunque en muchos casos aplicados y utilizados por puro sentido común, han aparecido a lo largo de los años. El aprendizaje por descubrimiento o la transmisión-recepción significativa [Ausubel 1978] aparecieron como modelos metodológicos destinados a ser la panacea de los males existentes en la educación. A pesar de algunos fracasos, estas tendencias,

“revolucionarias” en su momento, constituyeron en definitiva puntos de partida para el replanteamiento global de los modelos de aprendizaje, suponiendo un elemento dinamizador de una enseñanza que permanecía anclada en métodos tradicionales asumidos de una manera casi dogmática [Perales y Cañal 2000].

La importancia de las ideas previas de los alumnos y las concepciones alternativas, el papel de la evaluación, la cuestionable utilidad de las prácticas de laboratorio tal y como habitualmente se proponen o el replanteamiento en la formulación e interés de los ejercicios de cálculo de lápiz y papel (entre otros muchos factores), han aparecido a lo largo de los años como conceptos muy a tener en cuenta en el panorama educativo. El constructivismo, generalmente aceptado de manera global, ha trascendido a la labor docente y ha influido significativamente en la elaboración de leyes y planes educativos en numerosas naciones. Según Driver y Odman [1986], cabe mencionar algunas de sus principales características:

- Todo el aprendizaje depende de los conocimientos previos de quien aprende.
- El aprendizaje no es la simple reproducción de los conocimientos recibidos, sino una construcción activa de significados.
- La información fragmentada y aislada es olvidada, reteniéndose a largo plazo y constituyendo un aprendizaje significativo aquello que posee una estructura definida y ligada de múltiples formas con lo que se sabe.

Tras años de investigación en didáctica de las ciencias, y sin olvidar las consideraciones iniciales de que este campo del saber debería estar en continua evolución, cualquier metodología propuesta deberá en principio cumplir con los principios básicos constructivistas. No obstante, y como veremos con más detalle en el punto siguiente, el plano conceptual no es, ni mucho menos, el único al que se le debe prestar atención. El aspecto “motivacional” del proceso de enseñanza-aprendizaje debería constituir un elemento esencial, pero el constructivismo, en principio, es quizás excesivamente conceptual y metodológico. Pese a que muchos trabajos han puesto énfasis en los aspectos actitudinales y en la contextualización [Aikenhead 1988, Solbes y Vilches 1989, Duschl y Gitomer 1991, Gil *et al.* 1991, Gil 1993, Solbes y Traver 1996 y 2003], esa no parece ser la corriente dominante.

Si se plantea el uso de elementos “poco convencionales”, como son los juguetes o los juegos, para introducirlos (de forma convenientemente planificada) en el desarrollo habitual de las clases de ciencias, es harto probable que nos encontremos con detractores. No es

extraño que al unir, por una parte, la idea de que la enseñanza usual sigue, en gran medida, anclada en la enseñanza por transmisión verbal de contenidos conceptuales y, por otra, el carácter básico del constructivismo, como se ha dicho, excesivamente conceptual y metodológico, los juegos y los juguetes no tengan demasiada cabida en las metodologías utilizadas habitualmente por los profesores de ciencias

A pesar de todo, existen ejemplos de “modelos” constructivistas en el que la captación de la atención del estudiante es especialmente considerada, como es el caso del propuesto por Banet y Núñez [1997], en donde la aproximación al mundo de los estudiantes se realiza tratando la nutrición humana, donde la secuencia de enseñanza diseñada se centraba en actividades “sorprendentes” o “atractivas” que captaran la atención de los estudiantes.

2.2.2. Consideración de las actitudes. La motivación

2.2.2.1. Definiciones, clasificaciones y valoración de las actitudes

Hemos visto cómo se han sucedido diferentes modelos de enseñanza-aprendizaje, y en algunas ocasiones erigidos como óptimos, a lo largo de la investigación en didáctica de las ciencias. Pero es notable observar cómo la mayoría de los trabajos de investigación realizados se focalizan en el aprendizaje de conceptos, ya sea desde un punto de vista de mero análisis de cambio conceptual o introducido desde diferentes modelos de enseñanza constructivista.

Las actitudes (reconocidas en la propia LOGSE como contenido, al mismo nivel que los conceptos y los procedimientos) son un constructo complejo y multidimensional, influenciado por una miríada de variables, que ha demandado clarificación y exhaustivo análisis para evitar la naturaleza inicialmente vaga, inconsistente y ambigua que presenta [Germann 1988]. Existen diferentes formas de clasificar las actitudes [Munby 1983, Vázquez y Manassero 1995, Manassero *et al.* 2001] en las cuales encontramos una división en dos categorías principales: actitudes científicas y actitudes hacia la ciencia. Las primeras, a su vez, se entienden como las maneras particulares en las que un individuo se enfrenta a: la resolución de problemas, la valoración de ideas e información, la toma de decisiones, la predisposición a la objetividad, la evaluación crítica, el escepticismo, etc., todas ellas características propias de la manera de pensar y actuar de un científico disciplinado. Las actitudes hacia la ciencia hacen referencia (sirviendo en alguno de los casos citados como propia clasificación) a las actitudes adoptadas hacia el papel de la ciencia y de los científicos, las carreras científicas, los métodos de enseñanza de la ciencia,

determinadas partes de un currículo, procesos y productos tecnológicos, implicaciones sociales de la ciencia y la tecnología y sus relaciones con el medio (CTSA), etc.

Si bien en unos casos se muestra de manera más patente que en otros, y a pesar de las dificultades encontradas para la validación de los instrumentos de medida de las actitudes y sus continuas revisiones [Munby 1997], parece evidente la correlación entre la actitud y el éxito en el aprendizaje, siendo este último mayor cuanto más positiva sea la actitud mostrada [Weinburgh 1995]. Así pues, debe prestarse especial atención a la actitud como indiscutible motor del aprendizaje, ya que en el caso de que ésta resulte negativa pueden mermar la motivación del alumnado y dificultar, en buena medida, el éxito en el aprendizaje.

Con todo, y como se ha visto en el planteamiento del problema, el interés que la ciencia en general y el aprendizaje de las materias científicas en particular, despiertan en el alumnado es cada vez menor y no sólo en nuestro país [Piburn y Baker 1993].

2.2.2.2. La motivación; naturaleza, implicaciones y propuestas de intervención

Weinburg [1995] afirmaba que, históricamente, la investigación en didáctica de las ciencias se había centrado en resultados educacionales específicos. Continúa comentando que “hasta hace 20 años, el mayor foco de atención de dichas investigaciones se encontraba en objetivos educativos en el campo cognitivo. Recientemente, el campo afectivo no sólo ha sido aceptado como una parte relevante de la educación, sino que también ha llegado a ser un foco considerable de investigación”.

En el mismo sentido, ya anteriormente se habían resaltado las dificultades teóricas que presenta un modelo de cambio conceptual, “frío” o “extremadamente racional”, que sólo se centre en los aspectos cognitivos sin considerar el modo en el que los aspectos “motivacionales” del alumnado pueden facilitar o dificultar el cambio conceptual [Pintrich *et al.* 1993].

No obstante, como ya hemos visto, recientes estudios manifiestan que la mayoría de investigaciones sobre el constructivismo y la didáctica de las ciencias no han puesto atención sobre la motivación, pese a ser reconocida como un importante factor en la construcción del conocimiento y en el proceso de cambio conceptual. Por el contrario, un enorme número de estudios han continuado siendo “devotos” de la descripción y el análisis de las concepciones de los estudiantes. Asimismo, siendo evidente que el constructivismo

es el paradigma dominante en el aprendizaje de las ciencias y pese al enorme número de investigaciones en educación científica realizadas desde una perspectiva constructivista, la cuestión de cómo implementar en el aula un modelo de enseñanza consistente con un punto de vista constructivista es todavía una cuestión de interés. “En las últimas dos décadas han sido propuestos diversos modelos de enseñanza *constructivista-informados*, pero a estas alturas, ninguno ha obtenido una aceptación generalizada” [Palmer 2005]. Además, un análisis de algunos de estos modelos muestra su limitación a la hora de integrar explícitamente los aspectos motivadores e, incluso, algunos aspectos de los modelos no están enteramente de acuerdo con los puntos de vista actualmente aceptados sobre la motivación.

Como se ha comentado, las actitudes han sido calificadas como constructos de carácter vago, ambiguo... La motivación, como parte de las actitudes, tampoco se escapa de esos apelativos, pero se ha realizado un importante esfuerzo para clarificar su naturaleza. Podemos encontrar numerosas definiciones: “motivar es cambiar las prioridades de una persona” [Claxton 1984, Carmen 1997] o “la motivación es un estado interno que activa, guía y mantiene la conducta” [Green 2002]. Centrándonos en educación, la motivación se ha definido como “cualquier proceso que activa y mantiene un comportamiento predispuesto al aprendizaje” [Palmer 2005].

En un intento de clarificar la naturaleza de la motivación, por su carácter de efecto sobre el sujeto, se ha dividido en motivaciones al *logro* (éxito, placer, satisfacción) y motivaciones para *evitar el fracaso* (frustración, dolor), mientras que por su carácter interno o externo al sujeto, se han clasificado en motivación intrínseca y motivación extrínseca [Elliot y Church 1997, Elliot y McGregor 2001].

Ryan y Deci [2000] definen estas últimas del siguiente modo: “motivación intrínseca [...] hace referencia a hacer algo porque es inherentemente interesante o placentero, y motivación extrínseca [...] hace referencia a hacer algo porque tiene un resultado visible”, lo cual, visto desde un punto de vista educativo, puede entenderse pensando que las motivaciones extrínsecas se centran en aspectos externos al individuo y a la tarea, como pueden ser los premios y recompensas, privilegios, atenciones, elogios, etc.; por ejemplo, un docente puede dar a los alumnos una “medalla” por el trabajo bien hecho. Este tipo de motivación ha sido frecuentemente utilizado en las clases, pero su efectividad en algunos aspectos ha sido cuestionada (las recompensas “tangibles” esperadas, como el ejemplo de la

medalla, en contraposición a elogios verbales o premios inesperados, puede tener un fuerte efecto negativo en otros aspectos motivacionales [Deci *et al.* 2001].

Por otra parte, la motivación intrínseca está directamente relacionada con las actividades a realizar. De acuerdo con la teoría de la motivación intrínseca [White 1959], una persona siente un placer instintivo cuando aprende algo nuevo o supera con éxito una tarea ardua. Esto crea un sentimiento de confianza y dominio que es autoestimulante, de manera que el estudiante estará más predispuesto a realizar futuras actividades de aprendizaje, simplemente por el placer del éxito.

Si hasta ahora hemos visto cómo las definiciones y clasificaciones de las actitudes en general, y de la motivación, en particular, son muchas y muy variadas, las propuestas de mejora del aspecto motivacional son igualmente diversas, aunque con ciertos nexos y aspectos comunes. Partiendo de las cuatro propuestas motivacionales de Adar [1969]: “necesidad de éxito”, “satisfacción de la curiosidad”, “liberación del deber” y “asociación con otros individuos”, Kempa y Díaz [1990] las amplían con subcategorías que intentan concretar más aún este aspecto actitudinal y sugieren que, en cualquier caso, debe existir una alta correlación entre la motivación y el aprendizaje. Por su parte, Lepper y Hodell [1989] proponen que la motivación intrínseca puede ser realizada en las clases planteando desafíos, promoviendo en los estudiantes la curiosidad, la fantasía y aumentando el control (sentimiento de autodeterminación y autonomía, que puede ser estimulado permitiendo, por ejemplo, que los estudiantes elijan a sus propios compañeros de grupo de trabajo o la tarea que van a realizar entre diversas opciones propuestas).

La adecuación de tareas al nivel del alumnado para garantizar el éxito en su realización, la variedad en las actividades realizadas en clase, la retroalimentación en la evaluación, los comentarios positivos, las experiencias prácticas, la contextualización mediante relaciones CTSA, las cuestiones y experiencias sorprendentes o paradójicas, el clima afectivo de las clases, las experiencias informales típicas de contextos extraescolares, las actividades realizadas en grupos, las salidas del centro escolar y un largo etcétera, han sido propuestas más o menos eficaces y validadas a la hora de mejorar el aspecto motivacional del alumnado. Como se ha comentado, es un amplio campo de acción para la didáctica de las ciencias y, obviamente, resulta inabordable como tal en un trabajo de investigación como el presente. Por ello, es absolutamente necesaria una mayor determinación, que en nuestro caso nos ha conducido a un aspecto muy concreto y particular, pero, a nuestro juicio,

altamente crítico en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias: la percepción, desmotivadora, de las clases de ciencias como algo “aburrido”.

2.2.3. La desmotivación inherente al supuesto carácter “aburrido” de la ciencia y las clases de ciencias

2.2.3.1. La diversión frente al aburrimiento, como indicador válido de medida de la actitud

En su intento por delimitar de manera efectiva ciertos aspectos actitudinales de la ciencia en la escuela, Germann [1988] propone un test evaluativo de la actitud hacia la ciencia en la escuela (ATSSA, Attitude Toward Science in School Assessment), con una escala de cinco valores (desde muy de acuerdo hasta muy en desacuerdo) para 14 ítems. De estos 14, tres apuntan explícitamente al carácter “aburrido” o “divertido” de la ciencia: “la ciencia es divertida (Science is fun)”, “la ciencia es fascinante y divertida (science is fascinating and fun)” y “La ciencia es aburrida (science is boring)”.

Análogamente, en un estudio cualitativo sobre actitudes hacia la ciencia realizado con alumnos de diferentes etapas educativas por medio de entrevistas personales [Piburn y Baker 1993], se afirma rotundamente que “el punto más recurrente es el hecho de que ellos (los estudiantes) encuentran aburridas sus clases de ciencias. Muchos, pensaban que hacer la ciencia más divertida sería mejor”, remarcando en las conclusiones que el alumnado de últimos cursos de secundaria estaba más interesado que ningún otro grupo en hacer la escuela “más divertida” y, más concretamente, el alumnado de primaria demandaba actividades para que la ciencia fuera “más divertida”.

Parece, por tanto, que nuestra suposición realizada en el planteamiento del problema parte de premisas fundamentadas. Así pues, uno de los objetivos de este trabajo es analizar la validez actual de estas afirmaciones en el alumnado español, confirmando o desmintiendo el hecho de que la ciencia resulte algo “aburrido” para los estudiantes, ya presupuesto implícitamente en nuestra hipótesis.

2.2.3.2. La contribución de la ciencia recreativa, mediante el uso de juegos, juguetes y experiencias lúdicas, a la hora de cambiar la visión de materia “aburrida” que los estudiantes tienen de la ciencia.

Diferentes estudios han intentado encontrar vías que modifiquen este aspecto motivacional caracterizado como una visión de la ciencia como algo “aburrido”. Una de las estrategias empleadas ha sido la de utilizar el humor con el uso del cómic como herramienta didáctica motivadora, que sirve para estimular y mejorar el proceso de aprendizaje, además de combatir la imagen estereotipada de los científicos, demasiado seria y aburrida [Worner y Romero 1998, Garcia-Molina 2003a, Perales y Vílchez 2005]. Ya sea como referencias puntuales que despiertan la atención, o como objeto principal de estudio, esta técnica es en general bien acogida tanto por los estudiantes como por los medios de comunicación y los organismos científicos oficiales [Garcia-Molina 2001, 2002, y 2003a, Ros Ferré y Fabregat Fillet 2005]. Es evidente que, como ésta, diversas herramientas didácticas pueden colaborar en este “cambio actitudinal” [Ferrer y Cros 2005], pero es indiscutible que la propia esencia de un juego o un juguete es justamente combatir el aburrimiento. Pero en cualquier caso, esto no bastaría para que esta herramienta propuesta sea considerada como un elemento esencial para que se produzca dicho cambio. Es lícito exigir que cualquier herramienta encaminada a llevar a cabo esta tarea cuente, además, con el beneplácito de los principios didácticos aplicados a la enseñanza de las ciencias, que a lo largo de décadas de investigación se han mostrado como válidos e inexcusables. Todos los factores que hemos visto hasta ahora, además del puramente motivador ya considerado, deben estar presentes en una propuesta de este tipo; sacar a la luz ideas del alumnado, acercar la ciencia a la realidad cotidiana del estudiante, considerar las relaciones CTSA, aproximar al alumnado al verdadero carácter del trabajo científico, provocar el conflicto de ideas y el cambio conceptual, garantizar el éxito en las actividades, promover el trabajo en grupo, permitir la emisión de hipótesis y el diseño experimental, valorar los resultados obtenidos, conectar la realidad de fuera de la escuela con la actividad en la escuela..., en definitiva, cubrir prácticamente todos los contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales) que se requieren en un currículo de ciencias. Y, como veremos a continuación, parece que la ciencia recreativa (término que obviamente engloba los juegos, los juguetes y las pequeñas experiencias lúdicas y vistosas) cubre todo este espectro y se adecua perfectamente a cualquier modelo constructivista consistente con la importancia del aspecto motivacional.

Una aproximación histórica del uso de esta herramienta nos hace retroceder hasta el mismísimo Galileo, quien “vendía los telescopios que fabricaba como «juguetes» para los niños...” También nos consta, que “A principios del siglo XVIII, los científicos tenían que ganarse su «audiencia», y con ese fin necesitaban hacer demostraciones ostentosas [...] los electricistas del siglo XVIII eran frecuentemente actores consumados...” [Goodstein 1992].

Las sesiones de ciencia recreativa eran bastante habituales entre la gente de la alta sociedad del siglo XIX, que se reunía para entretenerse con experimentos, más o menos, científicos, igual que lo hacían con recitales de poesía, conciertos... [García Molina 2005b]. Esto ha quedado patente en numerosas obras de la época dedicadas a dichas recreaciones.

A principios del siglo XIX, García Castañer [1833] ya nos acercaba al mundo de la “magia descubierta” por medio de explicaciones científicas de experiencias sorprendentes, con afirmaciones tales como “el mayor gusto que se puede tener, después de haberse divertido con objetos que interesan la curiosidad, es el de satisfacerla”. En la misma época, Accum [1836] en su libro *Recreaciones químicas*, también nos apunta el potencial motivador de estas prácticas si las realizan los propios alumnos, diciendo: “[...] La costumbre de reflexionar sobre las dificultades que retardan, en general, los progresos de los que se dedican al estudio de la química, me ha convencido que cuando éstos ejecutan por sí mismos las operaciones que presentan los resultados más inesperados y las experiencias más placenteras, fijan mucho más su atención en estos fenómenos, que quedan también más firmemente grabados en su memoria que cuando asisten a las cátedras públicas en las que escuchan una serie de preceptos puramente teóricos...”. Igualmente, Gaston Tissandier elogia en su libro *Recreaciones científicas* [1887] el uso de la ciencia recreativa como instrumento pedagógico y divulgador: “La idea de ejecutar experimentos de física empleando únicamente objetos de uso común fue buena, puesto que ha sido eminentemente útil para la enseñanza elemental. La divulgación científica presentada como pedagogía o como juego, tiene un profundo interés. Su atractivo consiste en que fenómenos y mecanismos son explicados científicamente a partir de un efecto inicial sorprendente”. Similares comentarios son asociados a las experiencias descritas por Robert en su libro *Suertes de física recreativa* [1899].

Ya en el siglo XX, encontramos artículos en publicaciones científicas que recurren al uso lúdico de la ciencia como herramienta motivadora. Lionetti [1951], utiliza juegos de cartas para el aprendizaje de la formulación química, resaltando que su uso, “ahorra tiempo de explicación y es especialmente efectivo y estimulante en educación secundaria”.

Igualmente, en las décadas de 1960 y 1970 se editan y reeditan numerosos libros que, de una manera u otra, abordan el tema de la ciencia recreativa. La palabra “recreativa” aparece explícita en títulos como *Física recreativa* [Perelman 1971, Mandel 1976], *Ciencia recreativa* [Estalella 1918], *Electrónica recreativa* [Reuen 1969], *Química recreativa* [Mullin 1963], *Geoquímica recreativa* [Fersman 1973], etc., encontrando en todos ellos

expresiones de elogio hacia esta herramienta didáctica, del tipo: “dejad que los niños se aficionen a frivolidades, nimiedades, insignificancias, juegos de sobremesa, pues todas ellas han despertado latentes inteligencias y han revelado insospechadas aptitudes y vocaciones” [Estalella 1918] o “los fantásticos experimentos que se describen, pueden servir de magníficas y animadas ilustraciones para la enseñanza... el objetivo es estimular la fantasía científica, enseñar al lector a pensar en la esencia de la ciencia física y crear en su memoria asociaciones de conocimientos físicos relacionados con los fenómenos más diversos con los cuales está en contacto” [Perelman 1971].

A pesar de que el uso de la ciencia recreativa sigue siendo objeto de elogio, su empleo como herramienta didáctica parece no tener una correlación real en el aula en esta época. A título personal, opinamos que resulta obvio que muchos docentes debían hacer uso de ella, y así lo han confirmado compañeros con muchos años de experiencia docente, que han recurrido a la ciencia recreativa de una manera casi intuitiva, sin una verdadera investigación acerca de su potencial. No obstante, a finales de la década de 1970, diversos autores [Rhodes 1977, Ziegler 1977], continúan elogiando las maravillas de los juegos y juguetes en revistas especializadas en educación científica, resaltando su capacidad para captar el interés de los estudiantes, especialmente de secundaria, y promover la curiosidad estimulándoles a hacerse preguntas, quedando “...impresionado con el poder de estos simples juguetes...”. Además, el desarrollo de la informática abre una nueva ventana a las posibilidades del uso de aspectos lúdicos de la ciencia, agradando al alumnado los juegos (de ordenador) en los que se les brinda la oportunidad de practicar las habilidades adquiridas y aprender de otros estudiantes [Smith y Chabay 1977].

Ya en la década de 1980, las notas a los editores de las revistas científicas también recogen inquietudes referentes al uso de juegos para enseñar ciencia, ya sea como analogías motivadoras o como medios para alcanzar la atención y facilitar la comprensión de conceptos científicos, especialmente en los alumnos de menor edad [Brandt 1980, Srinivasan 1981].

Al inicio de esta década, Levinstein [1982] publica un extenso artículo, absolutamente enmarcado en el cuerpo de conocimientos de la didáctica de las ciencias, en el que describe sus experiencias al impartir un curso específico de física usando diversos juguetes como herramienta principal e hilo conductor. Resalta la capacidad de ejemplificación de un juguete “...como cualquier otra cosa de la vida real...” y comenta su preferencia por realizar dicho curso en los niveles más bajos posibles, ya que en algunos casos el alumnado

continuará con la física y en otros no pero, indiscutiblemente, todo el alumnado “recibió una imagen de la física que nunca se habría formado de otro modo”.

También encontramos referencias que resaltan el carácter divertido de la ciencia en la educación primaria gracias al uso de juegos y juguetes, recomendando su uso en etapas posteriores [Reeves y Penell 1987, Potter 1998, Watson y Watson 1987], y se retoman juguetes tradicionalmente utilizados en los libros de texto como el “equilibrista”, que, según Turner [1987], “ha aparecido en los textos desde hace 125 años”, para realizar análisis más formales dirigidos a alumnado de niveles avanzados.

Nada más iniciarse la década de 1990, Taylor *et al.* [1990], y a la vista de la documentada crisis en la educación científica en secundaria (ya mencionada con anterioridad en este trabajo), proponen un programa modelo de formación del profesorado basado en el uso de juguetes, que tiene los siguientes objetivos:

- Promover entre los profesores una mayor comprensión de los conceptos básicos de física y química, una mayor comodidad en la enseñanza de dichos conceptos y un mayor compromiso con la enseñanza de las ciencias.
- Relacionar conceptos básicos con el manejo de juguetes.
- Desarrollar actividades de aula con juguetes que complementen los materiales curriculares existentes.
- Incrementar el uso de actividades prácticas en las clases.
- Establecer vínculos de cooperación entre los profesores participantes, y entre los asistentes y los miembros de la facultad organizadora del curso.

En estos grupos de trabajo, los autores no sólo centran el papel de los juguetes como herramienta didáctica o motivadora del alumnado, sino también para *aclarar conceptos en los propios docentes*, y quizás algo nuevo, para *motivar a los docentes*, ya que dicha motivación se verá reflejada en sus clases, mejorando el proceso de enseñanza-aprendizaje. En su estudio confirman sus objetivos y concluyen con el comentario final de uno de los participantes que merece ser reproducido: “De alguna manera, todavía me sorprende con las reacciones de los estudiantes en las clases de ciencias. Ellos siempre las esperan con ilusión y placer, con los ojos abiertos, con mucha curiosidad y atención. Les gustaría que la clase no acabara nunca” [Taylor *et al.* 1990].

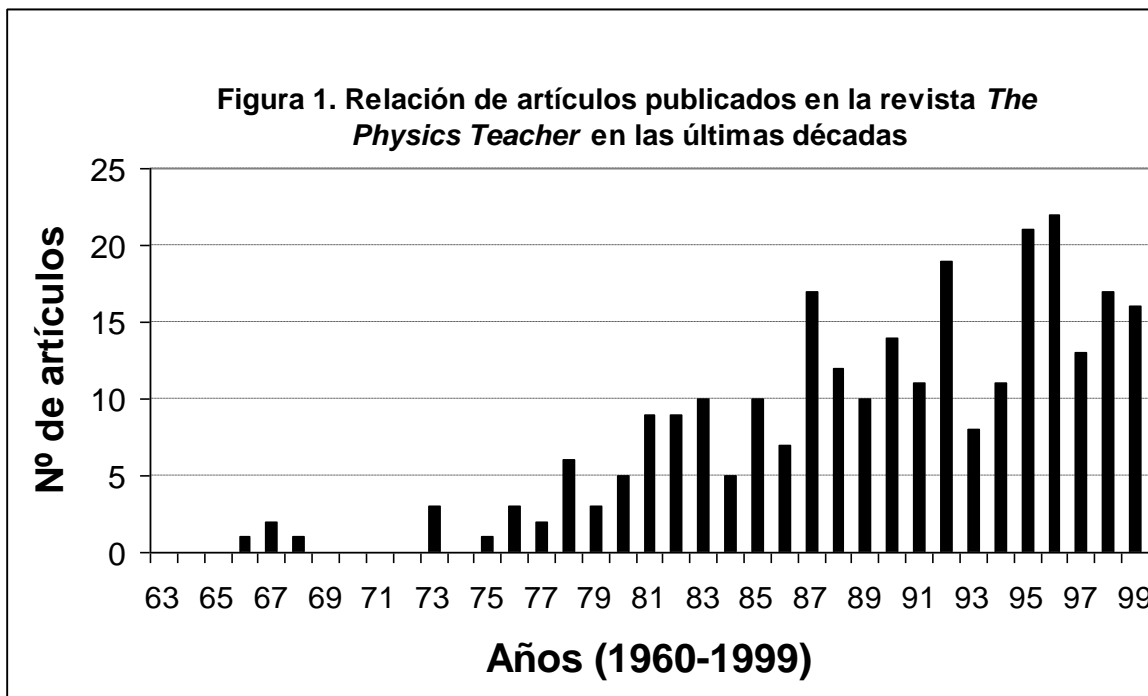
Fruto de estos cursos y como material complementario se publicaron una serie de libros a lo largo de la década [Sarquis *et al.* 1995, Taylor *et al.* 1995, Sarquis 1996, Sarquis *et al.* 1997, Taylor 1998], en los que se presentan numerosas actividades basadas en juguetes y agrupadas en distintos temas (física, química, energía, materia, sólidos, líquidos y gases), con un meticuloso enfoque constructivista y una absoluta consistencia con las recomendaciones de los *Benchmarks for Science Literacy* [1993] y los *National Science Education Standards* [1996].

Paralelamente, son numerosos los artículos que se publican usando los juguetes como objeto de análisis de carácter altamente formal [Simon *et al.* 1997, Adcock 1998, Finney 2000], que a pesar de su interés, se escapan ligeramente del ámbito de este trabajo. Y, cómo no, continúan publicaciones que abordan el uso de esta herramienta en niveles de educación inferiores, tanto de carácter periódico [García-Molina 1998, Russell *et al.* 1999], como en formato de libro [Vancleave 1993, Mandell 1996]. Esta “productividad” se puede ver reflejada en la Figura 1, donde se muestra el número de artículos referidos a juguetes publicados por la revista *The Physics Teacher* entre los años 1963 y 1999 [McCullough y McCullough 2001].

Como se puede observar, el interés creciente en el uso de los juguetes para la enseñanza de las ciencias es patente, y los autores del libro [McCullough y McCullough 2001] justifican la utilidad de los juguetes como material habitual de laboratorio proponiendo las siguientes ventajas frente a otros materiales más habituales:

- Los juguetes suelen ser más baratos y estar disponibles más fácilmente.
- La ilusión de los estudiantes al ver un juguete que reconocen es notable.
- Quizás de mayor importancia resulta el hecho de que los estudiantes “no tradicionales” se ilusionan con actividades en las que se usen juguetes en contraposición a su miedo al enfrentarse con dispositivos de alta tecnología con lecturas digitales. Cuando comenzaron el uso de juguetes en las clases, la implicación de *las alumnas*, creció desde un 10-25% hasta un 40-45%, incluso tratando los mismos temas.
- Los estudiantes pueden relacionar los juguetes con su vida cotidiana y, así, facilitarse la conexión entre su aprendizaje de la física y las aplicaciones habituales en el día a día.

- Los estudiantes aceptan que lo que aprenden en las clases de física es parte de sus vidas y no algo apartado de su realidad.



En la actualidad, el uso de la ciencia recreativa como herramienta didáctica sigue siendo un campo activo, como lo demuestra la sección “Enseñando con puzzles, juegos y objetos cotidianos” incluida en los meses de abril desde 2002 en el *Journal of Chemical Education* y el número especial de octubre de 2005 de dicha revista dedicada a la Semana Nacional de la Química, “The Joy of Toys” o el artículo recopilatorio de juguetes y física de Featonby [2005].

En España, el interés por la ciencia recreativa también va en aumento y frente a una escasez de artículos en revistas especializadas en años anteriores, encontramos un buen número de ellos en los últimos años [García-Molina 2003b, López-García 2004, Ferrer y Cros 2004, Martínez-Moreno *et al.* 2004, Varela y Martínez 2004, García-Molina 2005b]. Y, cómo no, en la cada vez más amplia red de información global, infinidad de páginas web en las que se encuentran innumerables referencias y descripciones científicas de juegos, juguetes y experiencias vistosas, junto con potentes aplicaciones informáticas, que si bien ocasionalmente podrían incluirse en lo que hemos definido como ciencia recreativa, es

evidente que quedan fuera del alcance de este trabajo, pudiendo constituir en sí mismas todo un nuevo universo didáctico por explorar.

Incluso más allá del ámbito puramente científico o docente, los medios de comunicación se han hecho eco de este interés y se han publicado numerosos comentarios periodísticos al respecto [Diario de Navarra 2001, El País 2002, El Periódico Mediterráneo 2002, La Verdad 2002, El Mundo 2002 El Heraldo de Aragón 2004, Las Provincias 2004, El País 2005, El Heraldo de Aragón 2005].

Como curiosidad, o como prueba de que disfrutar con un juguete o analizar su funcionamiento es parte de la vida cotidiana o del trabajo de un científico, ha quedado para la posteridad la imagen de Wolfgang Pauli y Niels Bohr estudiando (o “jugando”) con una peonza peculiar conocida cómo Tippe Top, que se da la vuelta cambiando el punto de apoyo durante su movimiento de rotación (fig. 2).

En resumen, parece que la ciencia recreativa puede constituir una poderosa herramienta para estimular la motivación del alumnado y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro de unos criterios acordes a los principios de la didáctica de las ciencias pero, como formulamos en la hipótesis, es posible que no se le esté prestando la atención que merece, siendo el objetivo de este trabajo la elucidación de esta cuestión.

Figura 2. Niels Bohr y Wolfgang Pauli jugando con un Tippe Top (peonza reversible).



3. OPERATIVIZACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Hasta ahora, se ha hecho un pequeño repaso a la evolución de las tendencias en las líneas de investigación del cuerpo de conocimientos de la didáctica de las ciencias experimentales, centrándonos en los aspectos motivacionales del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Igualmente, se ha fundamentado un problema en este sentido, causado por una miríada de factores. Se ha intentado acotar el desarrollo de este trabajo, centrándonos en un aspecto concreto del problema relacionado con la visión que los estudiantes tienen de la enseñanza de las ciencias, y, por ende, de éstas como algo aburrido y que mejoraría si fueran más entretenidas.

Se ha postulado que existe una ausencia del uso de juegos, juguetes y pequeñas experiencias lúdicas en las actuales metodologías de enseñanza de las ciencias, pudiendo resultar esta carencia como uno de los factores causales de la desmotivación, inherente a la visión “negativa” de las ciencias y su enseñanza.

Todo ello se ha intentado plasmar en la hipótesis ya formulada: *el uso de juegos, juguetes y pequeñas experiencias recreativas no es tenido en cuenta suficientemente en la actual enseñanza de las ciencias, lo cual puede generar una imagen de la ciencia como algo aburrido y contribuir a la falta de motivación del alumnado.*

Una primera aproximación a la resolución del problema planteado puede resultar de la división de la hipótesis principal en dos partes fundamentales: la primera parte de la hipótesis haría referencia a que los juegos, juguetes y pequeñas experiencias recreativas *no son tenidos en cuenta* en la enseñanza de las ciencias. La segunda parte haría referencia a la *imagen aburrida de la ciencia y su contribución en la desmotivación del alumnado.* Para

ello se analizará la presencia o ausencia de estos recursos en el proceso enseñanza-aprendizaje así como, en su caso, al carácter o valor educativo de los mismos y su influencia en dicho proceso. Cualquier análisis permitirá, en cierta manera, ser asociado a una de estas dos facetas de que se compone la propuesta inicial e, incluso, en determinadas circunstancias, a ambas a la vez.

El análisis que dé validez o refute la hipótesis se realizará desde distintas vías aproximativas, habituales en este tipo de trabajo, entendidas como subhipótesis asociadas a la hipótesis principal. Así, se postula que:

A. (1ª subhipótesis): Los libros de texto pertenecientes a los niveles educativos de tercero y cuarto de ESO de las áreas de Ciencias de la Naturaleza, concretamente Física y Química, y de Tecnología prestan una escasa atención a la ciencia recreativa como recurso metodológico motivador para el aprendizaje de las ciencias y la tecnología.

B. (2ª subhipótesis): Los profesores en formación reconocerán el escaso uso elementos de ciencia recreativa durante su etapa de formación académica, pese a encontrar en ellos un interesante recurso metodológico para su futura práctica docente.

C. (3ª subhipótesis): Los alumnos pertenecientes a los niveles educativos correspondientes a los libros de texto mencionados, mostrarán una considerable ausencia de motivación hacia el estudio de las ciencias, fruto, entre otras cosas, de una enseñanza excesivamente centrada en aspectos teóricos, carente de interés y por tanto, desmotivadora y *aburrida* para el alumnado.

Quizás en este último punto merezca la pena detener el desarrollo seguido, con objeto de establecer ciertas concreciones necesarias. Como ya se ha comentado, dispondremos de varios instrumentos diseñados para validar o refutar la hipótesis, análisis de libros de texto y cuestionarios. Para que dichos instrumentos posean cierta validez y consistencia con lo que se pretende analizar, uno de los principales problemas a los que nos hemos enfrentado ha sido el de las definiciones. Si bien un “juguete” es, relativamente, sencillo de definir, mucho más compleja se hace la definición de “juego”, y más aún la de “pequeña experiencia recreativa”. De hecho uno de los puntos que ha obligado al rediseño de algún instrumento de análisis fue la cuestión de si se debían considerar las actividades deportivas como juegos. El fútbol, el baloncesto o el ciclismo son ciertamente juegos, pero no corresponden exactamente a la definición de estos que se presenta habitualmente en la

bibliografía referente a la ciencia recreativa; comentarios similares se pueden aplicar a otro tipo de “pasatiempos” habituales en otros contextos y muy esporádicamente encontrados en los textos de ciencias, como pueden ser los crucigramas o las sopas de letras. Así, en las encuestas que se prepararon se recurrió a un nuevo ítem a tener en cuenta como un grupo distinto, donde se incluyeron todos los deportes. Tal vez los deportes podrían caer fuera de este trabajo, formando una línea paralela de investigación; basta mencionar la exposición itinerante del ASTC (Association Science-Technology Centres) que recorre los EEUU desde octubre de 2004 hasta agosto de 2007 con el título *Team Up! Explore Science & Sports*, o el capítulo entero de introducción a la mecánica a través del deporte en *The Salter's Physics*; pero dado su carácter lúdico serán considerados, otorgándoles una identidad propia dentro del conjunto de lo que podemos denominar recursos de *ciencia recreativa*.

Igualmente, y como también se ha comentado con anterioridad, ciertos “cachivaches” o “artilugios” podrían ser considerados como juguetes sin corresponder realmente al concepto habitual que de un juguete se tiene hoy en día. Ya se ha comentado en este trabajo que Galileo vendía sus telescopios como “juguetes” para los niños, pero a nadie se le ocurriría pensar que el Hubble sea “exactamente” un juguete. El *ludión* o diablillo de Descartes es un buen ejemplo de un “artilugio” que podría ser considerado como juguete pero que no responde a la definición convencional de juguete. Así, en la encuesta se ha generado igualmente un nuevo grupo bajo la denominación de “productos tecno-científicos”, donde se recogerán este tipo tan particular de “juguetes”.

Las “pequeñas experiencias recreativas” entrañan una mayor dificultad de reconocimiento, ya que parece muy subjetivo el grado de “recreativa” que puede tener una experiencia, e incluso el término “pequeña” podría ser sujeto de controversia. Así, se ha intentado considerar como tales sólo aquellas que aparecen habitualmente en la bibliografía “explícita” de ciencia recreativa, y aquellas en las que es obvio el grado de entretenimiento implícito. Para no intentar caer en subjetividad, se ha procurado calificar como experiencias de este tipo todas aquellas que presentaran cierta duda al respecto de su carácter recreativo, para garantizar la validez de las subhipótesis incluso en las condiciones de asignación más desfavorables. Aunque es imposible garantizar una total objetividad en este punto, se puede garantizar la asignación por exceso más que por defecto.

Una vez aclarados estas cuestiones descriptivas, se puede retomar el análisis detallado de los aspectos que componen cada una de las tres subhipótesis planteadas, tal como se discute a continuación.

3.1. REFERENCIAS EN LIBROS DE TEXTO

Ya se ha comentado que una de las formas habitualmente empleada para la contrastar la validez de la hipótesis es el análisis de libros de texto, y este trabajo no es una excepción. Los libros de texto son los materiales más frecuentemente utilizados en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tanto por los estudiantes como por los docentes, y por ello requieren siempre especial atención.

Si bien la presencia o ausencia de estos elementos es fácil de constatar, la valoración del carácter educativo resulta difícilmente analizable bajo parámetros rigurosamente objetivos. En otros estudios en el campo de la didáctica de las ciencias [Vilches 1993] se han considerado diferentes factores que permiten aproximarse al “valor” o la “importancia” que los autores desean dar a determinados aspectos en los libros de texto. Así, la posición que puede ocupar una reseña en un libro nos da cierta idea de este valor; evidentemente no es lo mismo si una referencia aparece en un apartado distinto que si lo hace integrada en el desarrollo de un tema; tampoco podemos decir que un comentario corto marginal tenga el mismo valor educativo que una actividad planteada con el objeto de ocupar mucho tiempo de clase, o que requiera una transposición al trabajo extraescolar, que frecuentemente necesita una mayor implicación del alumnado. Igualmente, el objetivo final de un elemento presente en un libro de texto puede ser graduado en cierta manera, ya que si bien una vez más la cuantificación del “valor” es harto complicada, sí se puede tener una idea cualitativa del mismo en función de la intención última de los autores al incluir dicho elemento en el texto. Lógicamente, no es lo mismo una imagen que sólo pretende la mera observación, que un gráfico explicado con todo lujo de detalles o una experiencia que lleva asociadas una serie de cuestiones, encaminadas a crear conflictos conceptuales en el alumnado y explorar sus ideas al respecto.

Con todo lo expuesto, el lugar donde aparezca el elemento, la manera de introducirlo y el objetivo último que persigue, serán los tres parámetros que se tendrán en cuenta en las apariciones de recursos recreativos de los libros de texto.

En este trabajo se prevé encontrar un reducido número de referencias a estos recursos y que, además, éstas carecerán, en general, de valor educativo. Para demostrar la veracidad de esta subhipótesis, se pueden extraer de la misma una serie de aspectos concretos más fácilmente analizables y cuyo estudio en conjunto dará validez o refutará dicha subhipótesis. Así, se espera que en los libros de texto:

-L1. Aparecerá un número muy limitado de recursos de ciencia recreativa en general, encontrándose pocas referencias a los mismos, y por tanto, evidenciando la escasa atención que a éstos se les presta.

-L2. Sólo una pequeña parte de los recursos gráficos utilizados (fotos, dibujos, etc.) pertenecerán a aspectos recreativos o lúdicos de la ciencia, creando posiblemente una imagen “visual” excesivamente seria y estereotipada de la ciencia y el trabajo científico.

-L3. Una buena parte de las imágenes referentes a aspectos recreativos será estéril, de muy bajo o nulo valor educativo, al estar desprovista de comentarios pertinentes que complementen el aspecto meramente visual.

-L4. Se propondrán pocas actividades relacionadas con la ciencia recreativa. La mayoría de las actividades propuestas en los libros dejarán completamente de lado este aspecto, incluso en circunstancias en las que sería sencillo incorporarlo, desaprovechando oportunidades de contar con el beneficio motivacional que estas referencias pueden aportar (un ejemplo sencillo es el típico problema de cinemática en el que se utiliza la expresión: “un móvil recorre...”, donde resultaría sencillo contextualizar ese móvil hablando de un monopatín, un globo, un coche de juguete, un avioncito de papel...).

-L5. Un elevado porcentaje de las referencias a juegos, juguetes, pequeñas experiencias, productos tecno-científicos y deportes, se encontrarán en lugares de poca incidencia dentro del texto, esto es, al principio, al final o en lugares marginales, con la consecuente pérdida de valor educativo que estas reseñas tendrán frente a aquellas integradas plenamente en el desarrollo de los temas.

-L6. Igualmente, dichas referencias consistirán principalmente en meros comentarios o citas, encontrando escasas descripciones de las mismas, lo que indicará un uso superficial o tangencial de éstas, sin intenciones de aprovechamiento del potencial motivador inherente.

-L7. Muchas de las actividades propuestas estarán pensadas para su realización en el centro educativo. Por una parte se pierde el elemento motivador y contextualizador de las actividades realizadas fuera del centro [Solbes y Vilches 1989] y por otra parte se puede esperar que la realización de muchas de ellas se lleve a cabo por parte del docente, relegando al alumno a un papel de mero observador, poco participativo y, por tanto, de escaso valor educativo.

-L8. Consecuentemente, en algunas de las referencias encontradas, este carácter de mero observador asignado al alumno quedará reflejado de forma explícita, no encontrándose ninguna otra intención en su presencia.

-L9. De manera análoga, muy pocas referencias explicitarán claramente intenciones educativas de elevado valor según los criterios asignados por los trabajos de investigación realizados en didáctica de las ciencias (exploración de ideas del alumnado, creación de conflictos, realización de pequeñas investigaciones guiadas...), limitándose, a lo sumo, a introducir o ejemplificar algún concepto teórico, a tratar alguna cuestión acerca de los principios físico-químicos que las rijan o a formar parte de algún problema de cálculo numérico.

-L10. Finalmente, la mayoría de las referencias aparecerán concentradas en ciertos capítulos de los libros, correspondientes a unidades didácticas concretas en las que resulta extremadamente “fácil” aplicar ciertos elementos que se han considerado como “recreativos”, como es el caso de los deportes en los temas de cinemática y mecánica.

3.2. PROFESORES EN FORMACIÓN

Los profesores en formación, cuentan con un carácter ambivalente, ya que en determinadas circunstancias pueden ser considerados tanto estudiantes como docentes. Realmente no son ni una cosa ni la otra, pero ese punto intermedio permite obtener de ellos una doble visión en función de las preguntas formuladas en un cuestionario apropiado. Se puede suponer que el tipo de “recursos” o “técnicas metodológicas” que nos ocupa no será reconocido por los profesores en formación (que acaban de superar su periplo estudiantil) debido al escaso uso de los mismos. Así, se postula que durante su etapa como estudiantes, recién concluida, habrán tenido escaso contacto con este tipo de recursos, debido al poco uso de los mismos por parte del profesorado que les haya instruido, lo cual reforzaría la validez de la hipótesis principal en cuanto a su aspecto “presencial”. Así, se espera encontrar que:

-P1. Los profesores en formación reconocerán un escaso uso de elementos de ciencia recreativa por parte de sus profesores durante su etapa de estudiantes preuniversitarios.

-P2. Consecuentemente, las técnicas metodológicas más utilizadas por sus formadores, durante su etapa preuniversitaria, serán de carácter expositivo centradas en explicaciones teóricas y problemas numéricos de lápiz y papel, modelos clásicos de “transmisión de conocimientos” que pueden influir en su futura labor docente [Gil *et al.* 1991].

-P3. Pese a tener escaso contacto con ellos, los profesores en formación valorarán positivamente el uso de recursos de ciencia recreativa en su futura práctica docente. Si bien esto puede cambiar con el tiempo, se puede entender que en este punto las reflexiones

acerca de su futuro como docentes están desvelando sus preferencias como estudiantes. De alguna manera, piensan que utilizarán las metodologías con las que disfrutaron, o con las que les hubiera gustado disfrutar, durante su etapa de estudiantes.

-P4. Siguiendo en esta línea, sugerirán explícitamente este tipo de recursos como elementos que podrían aumentar el interés de los estudiantes hacia las materias científicas y tecnológicas.

3.3. OPINIONES DE LOS ESTUDIANTES

En el principio de este trabajo se justificó y fundamentó una hipótesis en la que los aspectos lúdicos de la ciencia eran susceptibles de ser utilizados como desencadenantes de un “cambio actitudinal”, al resultar elementos motivadores que salen al paso de una visión deformada de los alumnos, que consideran el aprendizaje de la ciencia como algo “aburrido”, quizás influida por el principal uso de unos libros de texto que obvian el aspecto lúdico de la misma y por las estrategias metodológicas adoptadas por docentes, que no aplican los resultados de las investigaciones en el campo de la didáctica.

Para verificar dicha hipótesis es evidente que la parte esencial es su validación con el alumnado, ya que en definitiva es éste el factor determinante último del proceso de enseñanza-aprendizaje. Ya vimos que ciertos estudios [Germann 1988, Piburn y Baker 1993] encontraron recurrentemente en los estudiantes una visión aburrida de las clases y que esto podía ser considerado como uno de los índices actitudinales fiables. Es nuestro caso particular, pensamos que los estudiantes:

-E1. Mostrarán una actitud negativa hacia la ciencia y la tecnología en general, valorando negativamente la educación científica recibida hasta el momento.

-E2. Presentarán una escasa motivación hacia el estudio de las materias científicas, considerándolas aburridas y carentes de interés.

-E3. No valorarán la relevancia de la ciencia y la tecnología en la construcción de la sociedad actual, no reconociendo su utilidad.

-E4. Considerarán a las materias científicas como difíciles y excesivamente teóricas frente a otras áreas del currículo.

-E5. Debido a su mayor carácter práctico y a las habituales actividades de elaboración de productos “tecnocientíficos”, la materia de Tecnología será considerada como más divertida y menos teórica que la de Biología y Geología y la de Física y Química.

-E6. Tendrán mayor interés por prácticas metodológicas “distintas” a las características del método expositivo tradicional, explicaciones excesivamente teóricas y problemas numéricos de lápiz y papel, especialmente mayor cuanto más carácter lúdico presenten.

-E7. Propondrán actividades lúdicas, como ejemplos metodológicos que podrían hacer aumentar su interés por las clases de ciencias y tecnología.

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA CONTRASTAR LA HIPÓTESIS

Ya se ha esbozado la línea instrumental que se va a seguir en este trabajo y que, en definitiva, no difiere mucho de las que habitualmente son empleadas en el cuerpo de conocimientos de la didáctica de las ciencias experimentales. Así, los instrumentos de análisis de las subhipótesis formuladas y por tanto de la hipótesis principal, consistirán en:

i) Una red de análisis de textos diseñada al efecto para la validación de la subhipótesis correspondiente. Dicha red se utilizará para analizar libros correspondientes a las áreas de Ciencias de la Naturaleza, concretamente a las materias de Física y Química así como de Tecnología en los cursos de 3º y 4º de ESO. Actualmente, la mayoría de investigaciones no usan grandes muestras para aumentar la significación de los resultados, sino que se proponen estudios que estimen diferentes parámetros que confluyan en una idea. Así, en este tipo de trabajos suele considerarse significativa una muestra de 30 a 50 individuos en la que se controlen distintos parámetros [Fox 1981]. Para este estudio se analizarán 30 libros, editados en diferentes comunidades autónomas tras la aplicación de la LOGSE.

ii) Un cuestionario respondido por profesores en formación, es decir, alumnos del Curso de Aptitud Pedagógica para la especialidad de Física y Química, impartido en la Universidad de Valencia durante el curso escolar 2005-6 y en el que se plantearán diferentes cuestiones, encaminadas a validar los aspectos en que se divide la subhipótesis emitida al respecto.

iii) Un cuestionario contestado por alumnos de 3º y 4º de la ESO de diversas comunidades autónomas que, al igual que el anterior, pretende verificar o refutar la subhipótesis emitida sobre las opiniones de los alumnos que cursan el segundo ciclo de la Educación Secundaria Obligatoria. Es oportuno constatar el hecho de que para una buena parte del alumnado la materia de Física y Química es, o bien la primera vez que cursan dicha asignatura como tal (3º) o bien una asignatura elegida de manera opcional (4º).

3.4.1. Análisis de los libros de texto

Se ha diseñado una red de análisis de libros de texto en la que se ha intentado dar respuesta a los aspectos mencionados en el apartado anterior. Con esta red se pretende localizar, contabilizar y “valorar” los recursos de ciencia recreativa presentes en dichos libros. En la elaboración de este instrumento, fue necesario rediseñar la red varias veces, añadiendo y suprimiendo, respectivamente, aspectos que resultaban esenciales y se habían pasado por alto al inicio, y aspectos que resultaron superfluos o de muy escaso interés y que inicialmente se consideraron importantes. Una vez conseguido un diseño aceptable, varios investigadores aplicaron la red a un libro escogido al azar, para verificar la coincidencia en el establecimiento de los criterios seguidos al rellenar la misma, con el objeto de que estos resultaran máximamente objetivos.

Tras este proceso, se acordó el diseño definitivo de la red que se muestra en la figura 3.

La red se inicia recogiendo los datos bibliográficos del libro. A partir de aquí, incluye una tabla de toma de datos dividida en varios aspectos. Por una parte, hay un recuento total de las referencias a ciencia recreativa encontradas, divididas en juegos, juguetes, productos “teco-científicos”, pequeñas experiencias y deportes, que son los cinco tipos en los que se han dividido este tipo de recursos y cuya justificación y descripción ya ha sido realizada. Estas referencias son posteriormente clasificadas en función del lugar en el que se encuentran, de la manera en la que aparecen y del objetivo último que parece perseguir su aparición en el libro. Para constatar su presencia y clasificación, se anota en la red el número de la página del libro en la que aparecen, y el tema o unidad didáctica correspondientes, dejando una casilla final para consignar la suma total (TOT).

Si bien prácticamente todos los ítems reflejados en la red tienen su correspondencia con uno o varios aspectos concretos de la subhipótesis correspondiente, se han dejado algunas casillas abiertas a otros aspectos no previstos y que pueden ser de utilidad en el futuro. Finalmente, se efectúa un recuento total de las páginas, las imágenes y las actividades propuestas en el libro.

Los resultados que se obtienen son, esencialmente, recuentos globales de las referencias y sus diferentes aspectos. Posteriormente se verá, de manera más concreta, qué se ha tenido en cuenta en cada caso particular para validar o refutar las subhipótesis.

Figura 3. Red de análisis de los libros de texto

RED DE ANÁLISIS DE TEXTOS				
AUTOR/ES		EDITORIAL, LUGAR Y FECHA DE EDICIÓN		
TÍTULO		CURSO		
ASPECTO		PÁGINAS DONDE APARECE	TEMA (mecánica, óptica...)	TOT.
<i>1- Juegos, juguetes productos “tecono-científicos”, pequeñas experiencias lúdicas y deportes</i>				
1a-JUEGOS				
1b-JUGUETES				
1c-PRODUCTOS “TECNO-CIENTÍFICOS”				
1d- PEQUEÑAS EXPERIENCIAS				
1e- DEPORTES				
<i>2- Lugar donde se introducen</i>				
2a- Principio o final (en apartados separados)				
2b- Punto de partida (para introducir un tema/concepto)				
2c- Integrados en el desarrollo del tema				
2d- Imágenes sin comentario				
2e- Imágenes comentadas				
2f- Actividades propuestas				
2h- Otros				
<i>3- Cómo se introducen</i>				
3a- Los nombra				
3b- Los describe				
3c- Para construir en casa				
3d- Para construir en el centro				
3e- Problema de cálculo				
3f- Pequeña investigación guiada				
3g- Cuestión acerca de su funcionamiento o principio físico				
3h- Otros				
<i>4-Objetivo que se persigue</i>				
4a- Introducción(tema/concepto)				
4b- Mera observación				
4c- Ilustración/ejemplificación teoría, contextualización				
4d- Exploración de ideas del alumnado				
4e- Creación de conflictos conceptuales en el alumnado				
4f- Otros				
Nº PÁGINAS		Nº DE IMÁGENES	Nº DE ACTIVIDADES	

En este punto trataremos de establecer las correspondencias entre los aspectos concretos de las subhipótesis y los puntos de control de la red de análisis, estableciendo los criterios que valorarán su grado de verificación de la hipótesis principal.

- **Bloque 1. ÍTEMS:** *1a 1b, 1c, 1d y 1e* **CORRESPONDENCIA CON:**
Subhipótesis L1 y L10

Los ítems 1a, 1b, 1c, 1d y 1e de la red de análisis constituyen un recuento total de los elementos de ciencia recreativa encontrados en el libro, sin importar el tratamiento o la importancia de su aparición. Además, el final de la red contiene el dato complementario del número de páginas del libro analizado. Con esto, el recuento de apariciones dividido por el número de páginas es el primer indicador de la presencia o ausencia de estos recursos, y lo podemos definir como:

$$\mathbf{Id1} = (\text{n}^\circ \text{ total de elementos} / \text{n}^\circ \text{ total páginas de libro}) \cdot 100$$

Este indicador se corresponde directamente con el aspecto L1 de la subhipótesis A. Un porcentaje alto de Id1 se considera contrario a la hipótesis; no obstante, se debe tener en cuenta que el hecho de que aparezcan muchas referencias no quiere decir que éstas sean estrictamente *tenidas en cuenta*, ya que pueden aparecer sin ningún tipo de intención o valor educativo. Tanto para este punto como para el desarrollo posterior, los valores obtenidos en los indicadores deberán ser analizados en su conjunto para poder extraer conclusiones pertinentes.

Además de este indicador “global”, podemos extraer un nuevo indicador que analice la distribución de los elementos en los diferentes temas o unidades didácticas del libro en cuestión. Así, la red incluye una casilla aparte, que permite la asignación de los elementos encontrados al tema correspondiente. Es indiscutible que en determinados temas resulta más sencillo el uso de estos elementos, bien sea por la tradición de su uso, o por la disponibilidad de los mismos; es más fácil disponer y utilizar un globo o una pelota de tenis, que una porción de sodio o unos mililitros de luminol. A pesar de ello, si la intención de un libro de texto fuera la de *tener en cuenta* los elementos de ciencia recreativa como un recurso con elevado potencial motivador, no cabe duda que su presencia sería independiente de la facilidad o dificultad con la que dicho elemento pudiera conseguirse o utilizarse. En la bibliografía utilizada para este trabajo, se han encontrado infinidad de

elementos recreativos para todos y cada uno de los temas que componen los currículos de las materias científico-tecnológicas que se imparten actualmente. Por tanto, parece lícito afirmar que la ausencia de dichos elementos en determinados temas estará justificada por la desconsideración manifiesta hacia los mismos como recurso de utilidad motivadora, no admitiéndose otro tipo de excusas al respecto de la sencillez en su uso u obtención. Así, encontraremos un indicador que valide o refute el aspecto L10 de nuestra subhipótesis al comparar la cantidad de elementos encontrados en distintos temas, o por decirlo de otra manera, la “desviación” de su uso. Si llamamos T1 al porcentaje de apariciones del tema con mayor número de elementos de ciencia recreativa, T2 al porcentaje correspondiente al segundo tema con mayor número de elementos de ciencia recreativa, y análogamente T3, T4, T5 (y T6 para el caso de Tecnología), podremos definir dicho indicador como:

$$\mathbf{Id2} = T1 + T2 + T3 + T4 (+T6 \text{ para Tecnología})$$

Anticipando posteriores análisis que redundarán en este sentido, se obtendrán dos indicadores Id2 distintos, uno para los libros de Física y Química y otro para los de Tecnología.

Este indicador presenta la desventaja de que cada libro, divide los contenidos en temas, de una manera particular. Para facilitar el tratamiento, se han dividido los currículos de Física y Química y de Tecnología en 10 y 12 temas respectivamente. A la hora de asignar estos temas, se ha procurado la mayor coincidencia posible con las divisiones que cada editorial ha realizado arbitrariamente. Se ha considerado, que la observación del porcentaje de apariciones acumuladas por un número de temas igual a la mitad de los propuestos (5 en Física y Química y 6 en Tecnología) puede ser utilizada como indicador efectivo. Es evidente que cuanto mayor sea el valor del Id2, más reforzada se verá la subhipótesis.

- **Bloque 2. ÍTEMS: 2a, 2b y 2c** CORRESPONDENCIA CON: Subhipótesis L5

El bloque 2 de la red analiza el lugar de aparición de un elemento determinado en un libro de texto, pudiendo relacionarse con el valor educativo que los autores han pretendido asignarle. En nuestro caso y basándonos en la red de análisis confeccionada, podemos asignar como indicadores la proporción de apariciones integradas en el desarrollo del tema, y en oposición, las que se encuentran al principio, al final, o en apartados marginales, frente al total de las mismas. En la red, se han diferenciado las que aparecen como punto de partida para la introducción de un concepto o un tema, que serán consideradas como

“neutras”, ya que en ocasiones pueden resultar de alto valor, especialmente motivador y en otras es meramente un modo más de comenzar. Así se define:

Id3 = (nº de elementos integrados en el tema / nº total de elementos) · 100

Id4 = (nº de apariciones al principio, final o margen del tema / nº total de elementos) · 100

Un valor alto de Id3 y uno bajo de Id4 se consideran como contrarios a la hipótesis. Al igual que en el apartado anterior, se deberán tener en cuenta otros indicadores, ya que aspectos no evaluados, como el mismo diseño del libro de texto, en el que los márgenes pueden ser incluso más significativos que el texto, podrían distorsionar el sentido de los resultados obtenidos.

- **Bloque 2. ÍTEMS: 2d y 2e** CORRESPONDENCIA CON: Subhipótesis L2 y L3

Al margen de los comentarios ya realizados sobre el potencial de las imágenes de un texto, los apartados 2d y 2e de la red simplemente recuentan las imágenes encontradas que guardan cierta relación con aspectos de ciencia recreativa. Se ha diferenciado entre imágenes comentadas e imágenes sin comentario. El criterio de asignación ha sido riguroso, es decir, cualquier comentario, por mínimo que resulte acerca de la imagen mostrada, otorga automáticamente a ésta la categoría de imagen comentada. Una imagen sin comentario es algo que puede considerarse como superfluo, de escaso o nulo valor educativo y, en ocasiones, innecesario. Ciertamente es que el docente puede valerse de ella para comentarla en el aula, pero no puede ser una excusa para ser incluida de manera indiscriminada. Sería lógico pensar que la cantidad de este tipo de elementos debería ser mínima o inexistente, según nuestra hipótesis.

Para poder establecer las valoraciones, se recurre a las casillas finales de recuentos totales. Así, generamos tres nuevos indicadores:

Id5 = (nº de imágenes de “ciencia recreativa” / nº total de imágenes) · 100

Id6 = (nº de imágenes de ciencia recreativa comentadas / nº imágenes de ciencia recreativa) · 100

Id7 = (nº de imágenes de ciencia recreativa sin comentar / nº imágenes de ciencia recreativa) · 100

En los dos primeros casos, valores de los indicadores altos son contrarios a la hipótesis, mientras que en Id7 la refuerza. En este apartado, se observa la consideración tanto de la

cantidad de los recursos encontrados (Id5) como la *calidad* de los mismos (Id6, Id7) los dos factores de control tras afirmar en nuestra hipótesis que este tipo de elementos *no son tenidos en cuenta*.

• **Bloque 2. ÍTEM: 2f** CORRESPONDENCIA CON: Subhipótesis L4

Resulta prácticamente indiscutible que las actividades propuestas en un libro de texto son uno de los elementos esenciales de su estructura y finalidad. De hecho, numerosos autores proponen como un adecuado hilo conductor del proceso de enseñanza-aprendizaje una secuencia de actividades cuidadosamente seleccionadas. Así, si esperamos que algún elemento o recurso concreto sea tenido en cuenta en el desarrollo de un libro de texto, éste deberá sin duda estar presente en el conjunto actividades propuestas, prestándosele más atención cuanto más presente esté. En este apartado sólo se establece un recuento de actividades “recreativas” y se compara con un recuento total de actividades propuestas en el libro. El tipo de actividades no ha sido tenido en cuenta en este recuento, valorándose igualmente un problema de cálculo numérico que una cuestión breve, una práctica de laboratorio o una actividad para realizar en casa.

Para encontrar un indicador al respecto, se establece el siguiente:

$$\text{Id8} = (\text{n}^\circ \text{ actividades de "ciencia recreativa"} / \text{n}^\circ \text{ total de actividades}) \cdot 100$$

Una vez más, valores altos del indicador corresponderán a posiciones contrarias a la hipótesis, puesto que supondría una considerable presencia de las actividades de ciencia recreativa y por tanto refutaría la premisa de que *no son tenidas en cuenta*.

• **Bloque 3. ÍTEMS: 3a y 3b** CORRESPONDENCIA CON: Subhipótesis L6

En estos ítems se vuelve a analizar el *valor educativo* de las referencias encontradas, al contraponer el hecho de que dichas referencias sean simplemente nombradas de soslayo o descritas con algún fin. El criterio de asignación elegido considera como descrito un elemento sobre el que se constata algo más que una mera referencia contextual o una única cuestión acerca del principio físico-químico que interviene. Tampoco se consideran descritas las referencias en las que el elemento forma parte de una actividad cualquiera, un

problema numérico o una pequeña experiencia, de manera casual. Con este ítem se persigue analizar el valor educativo, la intención en el uso de uno u otro elemento recreativo, por tanto, en un problema en el que se pidan valores de posición o velocidad de una pelota de fútbol, o en un margen en el que aparezca la típica foto de un esquiador con un simple comentario del tipo “los esquíes impiden que el esquiador se hunda en la nieve” serán considerados (el fútbol y el esquí en este caso) como elementos únicamente *nombrados*. Por el contrario, una explicación del funcionamiento de las palancas de primer grado utilizando un balancín, juego típico en las áreas infantiles de los parques públicos, considerará al elemento como *descrito*. Así, establecemos dos nuevos indicadores al comparar el número de cada uno de estos elementos frente al total de elementos encontrados:

$$\mathbf{Id9} = (\text{n}^\circ \text{ elementos nombrados} / \text{n}^\circ \text{ total elementos}) \cdot 100$$

$$\mathbf{Id10} = (\text{n}^\circ \text{ elementos descritos} / \text{n}^\circ \text{ total elementos}) \cdot 100$$

Valores elevados de Id9 y bajos de Id10 son considerados, obviamente, favorables para la validación de la subhipótesis.

- **Bloque 3. ÍTEMS: 3c y 3d** CORRESPONDENCIA CON: Subhipótesis L7

En la emisión de la subhipótesis correspondiente se justificó el porqué es considerada de mayor valor educativo y motivador una actividad propuesta para su desarrollo fuera del centro educativo. En la red de análisis se ha distinguido entre las actividades que están pensadas para realizar en el centro y aquéllas cuya ejecución queda explícitamente propuesta para realizar fuera de él. Quizás esta valoración carezca de una posible graduación, ya que no se ha distinguido entre actividades realizadas en el aula o en otros espacios del centro educativo, laboratorio, patio, etc., pero tampoco el lugar de realización implica necesariamente una atención mayor o un valor añadido. En este punto sólo se pretende recordar la disertación al respecto del valor de las actividades realizadas “en el exterior” y constatar su presencia o ausencia entre las actividades de tipo recreativo encontradas. Haciendo uso del recuento total de actividades “recreativas” propuestas obtenido en el bloque 2, obtenemos dos nuevos indicadores:

$$\mathbf{Id11} = (\text{n}^\circ \text{ actividades para realizar en el centro} / \text{n}^\circ \text{ total actividades recreativas}) \cdot 100$$

$$\text{Id12} = (\text{n}^\circ \text{ actividades para realizar fuera del centro} / \text{n}^\circ \text{ total actividades recreativas}) \cdot 100$$

Lógicamente, valores bajos de Id11 y elevados para Id12 resultarán contrarios a la validez de la subhipótesis planteada.

- **Bloque 3. ÍTEMS: 3e, 3f y 3g CORRESPONDENCIA CON: Subhipótesis L9**

Los tres ítems que componen este apartado hacen referencia a la manera en la que se introducen los elementos de ciencia recreativa. Se pretende evaluar su potencial motivador a través del valor educativo coherente con cada modo de utilización de un elemento determinado. Se han diferenciado tres modos de introducción de los elementos: en problemas de cálculo, en pequeñas investigaciones guiadas y en cuestiones acerca del funcionamiento o ejemplificación de los principios físico-químicos. El criterio de valoración puede resultar extremadamente subjetivo; esto es, si bien es evidente que las pequeñas investigaciones guiadas son una metodología de elevado valor educativo [Furió *et al.* 1994], las cuestiones acerca de los principios físico-químicos pueden serlo o no según el tratamiento por parte del docente. Los problemas de cálculo suelen aprovechar el elemento correspondiente para ejemplificar o contextualizar básicamente el ejercicio, pero difícilmente utilizan el elemento en sí como foco de atención para estimular al alumno en su resolución. Además, diversas investigaciones han cuestionado el modo en el que tradicionalmente suelen presentarse los problemas de lápiz y papel [Gil *et al.* 1991], ya que, habitualmente, carecen de mayor interés que el de agilizar la capacidad de cálculo matemático del alumno, sin añadir otro tipo de destrezas básicas en el trabajo científico. Así, en el recuento de este tipo de uso de los elementos recreativos, se valorarán como de elevado *valor educativo* las pequeñas investigaciones guiadas, de bajo *valor educativo* los problemas de cálculo, y consideraremos neutro el planteamiento de cuestiones acerca de los principios en que se basa.

Para la cuantificación se obtendrán, como ha sido habitual hasta ahora, dos indicadores porcentuales, uno para el uso de pequeñas investigaciones guiadas, que obviamente resultará contrario a la hipótesis cuanto mayor sea su valor y otro para los problemas numéricos en el que la valoración frente a la hipótesis será la contraria. Así, definimos:

$$\text{Id13}^1 = (\text{n}^\circ \text{ pequeñas investigaciones guiadas} / \text{n}^\circ \text{ total elementos}) \cdot 100$$

$$\text{Id13}^2 = (\text{n}^\circ \text{ problemas cálculo} / \text{n}^\circ \text{ total elementos}) \cdot 100$$

Los indicadores parciales Id13¹ e Id13² resultarán útiles, ya que no resultaría extraño encontrar el valor cero en el primero de ellos. Lógicamente, cuanto menor sea el valor del indicador Id13¹ y mayor el de Id13², mayor será la validación del aspecto de la subhipótesis evaluado.

Dado que se esperan valores nulos en muchos libros, posteriormente se utilizarán nuevos ítems que reafirmen la validez del aspecto L9 de la subhipótesis.

- **Bloque 4. ÍTEMS:** *4a, 4b, 4c, 4d y 4e* CORRESPONDENCIA CON:
Subhipótesis L8 y L9

Como referíamos en el apartado anterior, la totalidad del bloque 4 sirve para matizar la validez del aspecto L9 de la subhipótesis, ya que el análisis del objetivo que persigue un elemento de ciencia recreativa determinado, explicita las intenciones educativas de los autores al incluirlo. Así, se ha distinguido entre cinco elementos correspondientes con cinco posibles intenciones y que, lógicamente, influyen en mayor o menor medida a la hora de validar la hipótesis.

i) *4a y 4c.* El primero de los ítems recoge aquellos elementos cuya intención es introductoria, ya sea de un tema o un concepto determinado. Al igual que pasaba con el lugar donde se encontraba (ítems 2a, 2b y 2c), una referencia introductoria puede tener un carácter ambivalente, resultando altamente motivadora, o simplemente contextualizar de una manera mínima, careciendo de dicho valor educativo. Por esto, se ha considerado este tipo de elementos como neutros, constatándose pero no afectando significativamente su presencia a la validez de la propuesta. En el segundo de los ítems se recogen todos los elementos que pretenden ilustrar, ejemplificar o contextualizar de alguna manera el concepto teórico tratado. Al igual que pasaba con el ítem anterior, este objetivo también puede resultar ambivalente. En principio, se podría pensar que este tipo de utilidad no es de elevado valor educativo, puesto que esta intención es la mínima exigible al tratar un concepto cualquiera; parece imposible introducir en una clase un concepto teórico que no se pueda ver, ni recurrir a ningún ejemplo aclaratorio, ni conectarse de ninguna manera con la realidad. No obstante, y dado que, en ciertas ocasiones, un ejemplo bien escogido o una imagen precisa pueden resultar clave en el proceso de comprensión o en el interés del alumnado por un determinado concepto, también se ha decidido considerar estos ítems como neutros.

ii) *4b, 4d y 4e*. En estos tres ítems, la intención u objetivo mostrado es claramente contrario o favorable a la subhipótesis y por tanto, podemos extraer dos indicadores contrapuestos. El ítem 4b recoge aquellos elementos que persiguen una mera observación. En la mayoría de ocasiones se tratará de imágenes sin ningún tipo de comentario (ítem 2d). También pueden aparecer expresiones en títulos obviadas a posteriori, o datos numéricos carentes de tratamiento, todos ellos de nulo valor educativo, superfluos y absolutamente innecesarios. El indicador que se genera a partir de estos elementos se corresponde con ambos aspectos de la subhipótesis (L8 y L9) y puede expresarse como:

$$\text{Id14} = (\text{n}^\circ \text{ elementos "superfluos"} / \text{n}^\circ \text{ total elementos}) \cdot 100$$

Lógicamente, cuanto más elevado sea el valor de Id14, más reforzada se verá la validez de la subhipótesis formulada.

Por el contrario, los ítems 4d y 4e recogen elementos que aportan un elevado valor educativo. La exploración de ideas previas y la creación de conflictos conceptuales representan recursos metodológicos valiosos y, como se vio en el primer capítulo de este trabajo, ampliamente contrastados por la investigación en didáctica de las ciencias. Al igual que en el anterior punto, podemos obtener un indicador definiendo;

$$\text{Id15} = (\text{n}^\circ \text{ elementos "valiosos"} / \text{n}^\circ \text{ total elementos}) \cdot 100$$

En este caso, los valores elevados de Id15 resultarán por tanto contrarios a la hipótesis, contribuyendo a reforzar su refutación.

A modo de resumen, hemos elaborado un cuadro (Tabla 1) en el que se muestran las correspondencias entre los ítems de la red y los aspectos concretos de la subhipótesis, junto con los indicadores que generan y su influencia en la validación de ésta. Para la implementación de estas últimas casillas se ha seguido el siguiente criterio: a medida que el número de referencias asignadas a un determinado ítem aumenta, la subhipótesis se verá: refutada (REFUT), validada (VALID), o indiferente (\emptyset); por ejemplo, el ítem 2d recuenta las imágenes de elementos de ciencia recreativa que aparecen sin ningún tipo de comentario. Se utiliza su recuento para verificar los aspectos L2 y L3 de la subhipótesis, utilizándose el valor obtenido en los indicadores Id5 e Id7. La presencia de muchas imágenes de ciencia recreativa respecto al total de imágenes del libro, es un dato contrario a la hipótesis según Id5 y en la casilla aparece REFUT, pero si aparecen muchas imágenes de

ciencia recreativa sin comentario, respecto al total de imágenes de ciencia recreativa, aumentará la validez de la hipótesis según Id7 y en la tabla aparece VALID.

Tabla 1. Cuadro de correlación entre los ítems y los indicadores

Aspecto subhipótesis →	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	Indicadores y validación (para aumentos en el recuento)				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	IND.	VAL	IND.	VAL.	
ÍTEM															
1a	•									•	Id1	REFUT	Id2	∅	
1b	•									•	Id1	REFUT	Id2	∅	
1c	•									•	Id1	REFUT	Id2	∅	
1d	•									•	Id1	REFUT	Id2	∅	
1e	•									•	Id1	REFUT	Id2	∅	
2a					•						Id4	VALID	-	-	
2b					•						∅	∅	-	-	
2c					•						Id3	REFUT	-	-	
2d		•	•								Id5	REFUT	Id7	VALID	
2e		•	•								Id5	REFUT	Id6	REFUT	
2f				•							Id8	REFUT	-	-	
3a						•					Id9	VALID	-	-	
3b						•					Id10	REFUT	-	-	
3c							•				Id12	REFUT	-	-	
3d							•				Id11	VALID	-	-	
3e									•		Id13 ²	VALID	-	-	
3f									•		Id13 ¹	REFUT	-	-	
3g									•		∅	∅	-	-	
4a									•		∅	∅	-	-	
4b								•	•		Id14	VALID	Id15	VALID	
4c									•		∅	∅	-	-	
4d									•		Id15	REFUT	-	-	
4e									•		Id15	REFUT	-	-	

3.4.2. Cuestionario realizado con profesores en formación

Ya se han comentado ciertas particularidades de los profesores en formación. Además de lo mencionado, éstos comparten con los docentes en activo una cierta suspicacia a la hora de

enfrentarse con un cuestionario, puesto que aparentemente presuponen que en él se va a realizar algún tipo de evaluación de su tarea docente o de su aptitud para la futura profesión. Por ello, el cuestionario diseñado a tal fin es bastante limitado en cuanto a su extensión. Así, sólo se han realizado tres preguntas divididas en múltiples factores; en dos de ellas se solicita la valoración del uso de diferentes técnicas metodológicas y en una tercera, de respuesta abierta, se piden sugerencias que puedan estimular la motivación de los estudiantes.

En las dos preguntas de valoración, se ha intentado incluir todas las prácticas o recursos metodológicos habituales en una clase de ciencias o tecnología, distribuidas en una tabla de manera aleatoria, y en la que aparecen, como un recurso más, elementos de lo que hemos denominado ciencia recreativa. La valoración se ha solicitado en una habitual escala de 0 a 10. El cuestionario final se muestra en la figura 4.

A continuación trataremos las correspondencias de las preguntas formuladas en el cuestionario con los diferentes aspectos que componen la subhipótesis correspondiente y criterios de valoración.

- **Cuestión 1** CORRESPONDENCIA CON: Subhipótesis P1 y P2

En la primera cuestión se pide una valoración del uso de las diferentes técnicas metodológicas empleadas por los docentes, que han impartido clase a los profesores en formación durante su etapa de estudiante. Entre ellos, se han incluido dos de las referencias clasificadas como elementos de ciencia recreativa, el uso de juegos y juguetes, así como las pequeñas experiencias demostrativas. Con los resultados de valoración de estos dos elementos metodológicos establecemos dos indicadores respectivamente:

Id16 = *valor medio asignado al apartado de juegos y juguetes*

Id17 = *valor medio asignado al apartado de experiencias demostrativas*

En ambos casos, cuanto más elevado sea el valor del indicador más refutada quedará la hipótesis, pero conviene puntualizar que si bien los juegos y juguetes *son* de hecho elementos recreativos, las pequeñas experiencias demostrativas suelen serlo, pero no puede garantizarse que de hecho lo sean. Así el peso de la validación de la subhipótesis recae de manera más evidente sobre Id16 que sobre Id17.

En la misma cuestión también aparecen los *clásicos* elementos metodológicos de carácter expositivo, meras explicaciones teóricas, y centrados en el cálculo, problemas numéricos de lápiz y papel. El uso frecuente de estas técnicas corrobora la esperada visión desmotivada de los estudiantes, tendente a considerar las clases de ciencias como algo tedioso, aburrido, excesivamente teórico... Los indicadores que obtenemos son:

Id18 = *valor medio asignado al apartado de explicaciones teóricas*

Id19 = *valor medio asignado al apartado de problemas numéricos*

En ambos casos, valores elevados refuerzan la validez del correspondiente aspecto de la subhipótesis emitida.

Figura 4. Cuestionario realizado a profesores en formación.

Titulación:		Nombre		
1. Valora (de 0 a 10) el uso que han hecho de las siguientes prácticas metodológicas, tus profesores/as de asignaturas científicas y tecnológicas, durante tu formación académica: [0= poco utilizada ...10= muy utilizada]				
Prácticas de laboratorio		Trabajos de taller		Explicaciones teóricas
Visitas a fábricas, museos...		Uso de juegos y juguetes		Problemas numéricos
Videos educativos		Comentario de noticias		Tertulias / debates
Experiencias demostrativas		Trabajos de investigación		Elaboración de murales
Uso de aplicaciones informáticas (ordenadores)			Rol-playing(simulación de situaciones)	
2. Valora (de 0 a 10) el interés que crees que tendrán estas metodologías en tu futura práctica docente: [0= poco interés ...10= mucho interés]				
Prácticas de laboratorio		Trabajos de taller		Explicaciones teóricas
Visitas a fábricas, museos...		Uso de juegos y juguetes		Problemas numéricos
Videos educativos		Comentario de noticias		Tertulias / debates
Experiencias demostrativas		Trabajos de investigación		Elaboración de murales
Uso de aplicaciones informáticas (ordenadores)			Rol-playing(simulación de situaciones)	
3. Sugiere otras actividades que, a tu parecer, harían más interesantes las asignaturas científicas y tecnológicas.....				

• **Cuestión 2** CORRESPONDENCIA CON: Subhipótesis P3

Ya se ha comentado la intención de la segunda cuestión, centrada en obtener una opinión de la futura práctica docente bajo la perspectiva de un, hasta hace poco, estudiante universitario. En esta cuestión se plantea la misma parrilla de técnicas o recursos

metodológicos, pero se pide una valoración del interés que pueden suponer pensando en su futuro como profesores. Si el planteamiento de nuestra hipótesis es cierto, se observará una valoración positiva de los “recursos recreativos” ya mencionados. Así, volvemos a obtener dos indicadores muy similares a los del apartado anterior, pero cuya valoración es diametralmente opuesta, esto es, cuanto más elevados sean los valores obtenidos, más validada quedará la subhipótesis:

Id20 = *valor medio asignado al apartado de juegos y juguetes*

Id21 = *valor medio asignado al apartado de experiencias demostrativas*

• **Cuestión 3** CORRESPONDENCIA CON: Subhipótesis P4

Esta cuestión es de carácter abierto, por lo que las respuestas se deben analizar una a una. La cuestión solicita sugerencias que puedan incrementar el interés de los alumnos por las asignaturas científicas y tecnológicas. El procesamiento de las respuestas consistirá en efectuar un recuento de las sugerencias que coincidan con la propuesta fundamental de este trabajo y que, por tanto, planteen un tratamiento metodológico para las clases de ciencias tal que despojen a éstas de su carácter “aburrido” mediante el uso de elementos de ciencia recreativa. El indicador que se puede extraer, teniendo en cuenta que en ocasiones la pregunta será contestada en blanco, sólo puede ser un mero recuento de cuántas propuestas en este sentido se encuentren, frente al total de propuestas sugeridas, y por tanto, más reforzada quedará la subhipótesis cuanto mayor sea el valor obtenido para el siguiente indicador:

$$\mathbf{Id22} = (n^\circ \text{ propuestas de elementos recreativos} / n^\circ \text{ total de sugerencia recogidas}) \cdot 100$$

Tabla 2. Cuadro de relación cuestión-subhipótesis

Aspecto subhipótesis	P1	P2	P3	P4
Cuestión nº				
1	•	•		
2			•	
3				•

Al igual que en el apartado anterior, podemos configurar una cuadro de relación, esta vez mucho más sencillo que el realizado con libros de texto en el apartado anterior. Este cuadro

se muestra en la Tabla 2 y permite relacionar las cuestiones planteadas con los diferentes aspectos de la subhipótesis.

3.4.3. Cuestionario realizado con alumnos

El cuestionario realizado con alumnos, mostrado en la figura 5, comienza con unos datos referentes al centro, la edad y el curso al que pertenecen. El cuestionario se ha realizado de forma anónima, para evitar la posible presión que, en caso contrario, se pudiera producir sobre alguno de los alumnos. Se ha dividido en seis cuestiones, la mayoría de ellas subdivididas en varios aspectos a tener en cuenta; cuatro de ellas de tipo valorativo, en la que los alumnos asignan a los ítems propuestos un valor, generalmente de 0 a 10, en el que el cero corresponde a la valoración más negativa. En una de estas cuestiones se ha solicitado una respuesta de cuatro opciones (1-4) dos de ellas “positivas” y dos “negativas”, en la que se fuerza al alumno a decantarse por una posición determinada, evitándose así la tendencia a elegir respuestas neutras [Fox 1981].

Las dos preguntas restantes son abiertas y se solicita al estudiante que aporte sugerencias que puedan mejorar la motivación y el interés hacia las clases de ciencia y tecnología.

El cuestionario fue diseñado para cubrir los diferentes aspectos de la subhipótesis correspondiente y, al igual que en los anteriores, se establecerá una correspondencia entre las distintas cuestiones y los mencionados aspectos. La multiplicidad de ítems en que se dividen muchas de las cuestiones nos presenta un cuestionario en el que además de cubrir las necesidades de verificación o refutación de la subhipótesis planteada ofrece ciertas posibilidades para futuras subhipótesis o aspectos susceptibles de conformar nuevos puntos de atención. Si bien el establecimiento de correlaciones entre las respuestas escapa a las intenciones de este trabajo, no se descarta, sino más bien todo lo contrario, la posible utilidad de las mismas en ulteriores trabajos de investigación.

Este cuestionario, como ya se ha comentado con anterioridad, se ha aplicado a una muestra de 170 alumnos, pertenecientes a distintas comunidades autónomas, que cursan 3º y 4º de ESO en centros públicos, privados y concertados. Los cuestionarios han sido realizados durante el curso 2005-6 y no se ha tenido en cuenta en qué momento del curso se realizaron.

Figura 5. Cuestionario realizado con alumnos de 3º y 4º de ESO.

Centro:	EDAD :	CURSO : 3º () 4º ()
---------	--------	-----------------------

1. Valora (de 0 a 10) si la enseñanza recibida hasta ahora ha despertado tu interés por la ciencia y la tecnología.[0=valoración muy negativa... 10=máxima valoración positiva]

2. Valora (de 0 a 10) los motivos que se indican a continuación, según despierten tu interés en los estudios: [0= poco interés ... 10= máximo interés]

Encontrar trabajo	Formarme como ciudadano	Saber más
Deseo de los padres	Valoración social del título	Saber hacer

3. Señala los factores que aumentan o pueden aumentar tu interés hacia los estudios que realizas de las asignaturas de ciencia y tecnología.

a) _____

b) _____

c) _____

d) _____

4. Valora (de 1 a 4) tu forma de ver las siguientes asignaturas, independientemente del profesorado que la imparta:

ASIGNATURAS	Sin interés	1	Inútil	1	Muy aburrida	1	Muy difícil	1	Muy teórica	1
	Escaso interés	2	Poco útil	2	Aburrida	2	Difícil	2	Teórica	2
	Interesante	3	Útil	3	Divertida	3	Fácil	3	Práctica	3
	Muy interesante	4	Muy útil	4	Muy divertida	4	Muy fácil	4	Muy práctica	4
Ciencias sociales	()		()		()		()		()	
Lengua castellana	()		()		()		()		()	
Inglés	()		()		()		()		()	
Biología y Geología	()		()		()		()		()	
Música	()		()		()		()		()	
Física y Química	()		()		()		()		()	
Tecnología	()		()		()		()		()	
Matemáticas	()		()		()		()		()	
Educación física	()		()		()		()		()	
E. Plástica y visual	()		()		()		()		()	

5. Valora (de 0 a 10) tu interés por las siguientes prácticas metodológicas utilizadas en las asignaturas científicas y tecnológicas: [0=valoración muy negativa... 10=valoración muy positiva]

Prácticas de laboratorio	Trabajos de taller	Explicaciones teóricas
Visitas a fábricas, museos...	Uso de juegos y juguetes	Problemas numéricos
Vídeos educativos	Comentario de noticias	Tertulias / debates
Experiencias demostrativas	Trabajos de investigación	Elaboración de murales
Uso de aplicaciones informáticas (ordenadores)		Rol-playing (simulación de situaciones)

6. Sugiere otras actividades que, a tu parecer, harían más interesantes las asignaturas científicas y tecnológicas.....

A continuación, trataremos las correspondencias de las preguntas formuladas en el cuestionario con los diferentes aspectos que componen la subhipótesis correspondiente y criterios de valoración.

- **Cuestión 1** CORRESPONDENCIA CON: Subhipótesis E1

La primera cuestión analiza la valoración global sobre el interés que ha despertado en el alumnado la enseñanza de las materias científicas y tecnológicas. La pregunta resulta indiscriminada, ya que no pretende sacar a la luz los motivos de la respuesta, ni tampoco hace distinciones entre las diferentes disciplinas científicas y la tecnología. Se debe tener en cuenta que en el desarrollo del cuestionario, como se verá, se pretende matizar esta respuesta global. Por el momento, obtendremos un indicador general calculando la media de las valoraciones de los estudiantes:

Id23 = *valor medio de las puntuaciones de los alumnos en la pregunta 1*

Los valores altos del indicador resultarán contrarios a la hipótesis.

- **Cuestión 2** CORRESPONDENCIA CON: Subhipótesis E2

En esta cuestión se solicita la valoración de diferentes aspectos motivacionales. En el capítulo destinado a la fundamentación de la hipótesis se trataron las diferencias y características de las motivaciones extrínsecas e intrínsecas. Como se vio, las motivaciones intrínsecas son valoradas muy positivamente como motor eficaz del aprendizaje, quedando cuestionadas en muchos aspectos las motivaciones extrínsecas y la conveniencia de su potenciación.

Por otra parte, la intención de esta cuestión es desvelar el grado de motivación que los estudiantes tienen hacia los estudios en general, asumiéndose el resultado como válido también para las materias científicas en particular.

Así, de los seis aspectos sobre los que se solicita opinión, tres de ellos corresponden a aspectos de motivación extrínseca (encontrar trabajo, deseo de los padres y valoración social del título) y los otros tres a motivaciones intrínsecas (saber hacer, saber más y

formarme como ciudadano). Las respuestas también son valores entre 0 y 10, ofreciéndose distintas posibilidades a la hora de elegir un criterio de valoración. En este caso se ha optado por obtener la media correspondiente a las puntuaciones de cada “grupo motivador” y comparar el resultado. Así, obtenemos un nuevo indicador de validez para cada tipo de motivación:

Id24¹ = media de las puntuaciones de aspectos de motivación intrínseca

Id24² = media de las puntuaciones de aspectos de motivación extrínseca

Valores de Id24¹ menores que los de Id24² refuerzan la validez de la hipótesis, tanto más cuanto más mayor sea la diferencia de valores de los indicadores.

• **Cuestiones 3 y 6** CORRESPONDENCIA CON: Subhipótesis E7

La cuestión 3, de carácter absolutamente abierto, solicita a los alumnos que señalen factores que puedan aumentar su interés hacia materias científico-tecnológicas. La cuestión 6 solicita de los estudiantes propuestas de *actividades* que harían más interesantes las asignaturas científicas y tecnológicas. Básicamente, la pregunta es muy similar a la cuestión 3 y, por tanto, se espera que la mayoría de los estudiantes no haga distinción entre ambas y, o bien repitan las propuestas de la cuestión 3, o bien dejen la pregunta directamente en blanco. Por ello, se considerará, en principio, ambas preguntas como una sola, no descartándose una posible separación posterior. Se considerará que queda confirmada la hipótesis por la aparición de respuestas relacionadas con los elementos propuestos durante la operativización de la hipótesis, esto es, elementos de ciencia recreativa (juegos, juguetes, productos tecno-científicos y pequeñas experiencias). Dado que en muchos casos los alumnos desconocen el correcto uso de determinados términos y tecnicismos, deberemos ampliar el grado de aceptación de las respuestas “positivas”, incluyendo en el cómputo de propuestas favorables a la confirmación de la hipótesis todas aquellas que, de un modo u otro, hagan referencia al carácter aburrido de la ciencia. De hecho, se espera encontrar muchas respuestas del tipo “hacer las clases más divertidas”, “más entretenidas”, “que sean menos aburridas”, etc., que aunque no hacen referencia concreta a elementos recreativos, son, obviamente, respuestas concordantes con nuestros planteamientos. Al conjunto de todas las propuestas así obtenidas le podemos denominar *respuestas recreativas*. Con todo, podemos definir el siguiente indicador:

I25 = (nº de respuestas “recreativas”/nº total de respuestas propuestas en cuestiones 3 y 6) · 100

Lógicamente, cuanto mayor sea el valor del indicador, se verá más reforzada la validez de la subhipótesis.

- **Cuestión 4** CORRESPONDENCIA CON: Subhipótesis E1, E2, E3, E4 y E5

En la cuarta cuestión se recoge bastante información, ya que consiste en una pregunta múltiple, donde se solicita la valoración de cinco aspectos (interés, utilidad, diversión, dificultad y carácter práctico) de la mayoría de asignaturas que componen el currículo de 3º y 4º de ESO. La escala se fuerza a cuatro valores, dos “negativos” y dos “positivos”, evitándose así la tendencia a calificar con un valor medio. En muchos casos, los cuestionarios que realizan los alumnos contienen preguntas valorativas de aspectos excesivamente concretos y ceñidos a una sola asignatura o un área del currículo; las preguntas acerca de un determinado contenido conceptual, o de una técnica metodológica, o incluso preguntas globales acerca de las clases de ciencia, no tienen en cuenta la valoración del resto de las materias. A pesar del refrán de que *todas las comparaciones son odiosas*, este trabajo pretende sacar a luz no sólo la opinión de los alumnos sobre las clases de ciencias y tecnología, sino la posición que ocupan éstas respecto al resto de asignaturas. Si, por ejemplo, los alumnos tuvieran que poner nota a las clases de ciencias y la nota obtenida fuera un seis, podría no ser valorado de igual manera al saber que el resto de materias ha obtenido como mucho un cuatro, que si nos informan de que la nota mínima de cualquier otra materia es un nueve. Esta “presumible” distinta valoración justifica el hecho de que se haya solicitado una valoración de 10 asignaturas (11 en el caso de comunidades autónomas con lengua propia). Esta “comparativa” sólo aparece explícita en los aspectos E4 y E5 de la subhipótesis, no obstante, reflejaremos los resultados obtenidos para todos los aspectos de la subhipótesis en los que tenga cabida dicha comparación.

Dada la multiplicidad de aspectos evaluados en esta cuestión, podemos definir diferentes indicadores y obtener correspondencias con distintos aspectos de la subhipótesis. Además, ya que en la valoración de los alumnos el valor 1 siempre coincide con la visión más “negativa” del aspecto tratado y el 4 con la más positiva, podremos considerar equiparables todos los aspectos evaluados, y así, obtendremos el primer indicador, con el que se muestra una valoración global (los cinco aspectos definidos) de las asignaturas de ciencia y tecnología. Lo definimos como:

Id26¹ = media de los valores de los cinco aspectos de Biología y Geología

Id26² = media de los valores de los cinco aspectos de Física y Química

Id26³ = media de los valores de los cinco aspectos de Tecnología

Cuanto mayor sean los valores de los Id26, más refutado se verá el aspecto E1 de la subhipótesis.

Según nuestro planteamiento comparativo con el resto de materias, cuya consideración puede entenderse, según gustos, como más o menos oportuna, podemos obtener los correspondientes Id26⁴, Id26⁵, Id26⁶, etc., y establecer un ranking de asignaturas. Obviamente, cuanto peor sea la posición de las asignaturas de ciencias y tecnología en dicho ranking, más validada quedará la parte E1 de la subhipótesis.

Por otra parte, si prestamos atención al análisis de los aspectos “aburrida-divertida” e “interesante-sin interés”, entroncamos directamente con la suposición E2 de la subhipótesis. Una vez más, obtendremos valores concretos otorgados a los mencionados aspectos, que pueden utilizarse directamente o como referencia para confeccionar un nuevo ranking de asignaturas. Así, para la validación del aspecto E2 definimos los siguientes indicadores:

Id27¹ = media de los valores otorgados al ítem “interesante-sin interés” de Biología y Geología

Id27² = media de los valores otorgados al ítem “interesante-sin interés” de Física y Química

Id27³ = media de los valores otorgados al ítem “interesante-sin interés” de Tecnología

Y del mismo modo, definimos:

Id28¹ = media de los valores otorgados al ítem “divertida-aburrida” de Biología y Geología

Id28² = media de los valores otorgados al ítem “divertida-aburrida” de Física y Química

Id28³ = media de los valores otorgados al ítem “divertida-aburrida” de Tecnología

Análogamente al apartado anterior, la subhipótesis quedará tanto más refutada cuanto mayores sean los valores de Id27 e Id28.

Asimismo, igual que se hizo con el indicador Id26, se podrían establecer los indicadores Id27⁴, Id27⁵, Id27⁶, etc. y los Id28⁴, Id28⁵, Id28⁶, etc., para el resto de las asignaturas y posicionar las tres materias consideradas en los correspondientes ranking, quedando nuevamente más validada la subhipótesis cuanto peor sea la posición en éstos de las materias científico-técnicas.

El mismo tipo de análisis se realiza para la validación del aspecto E3 de la subhipótesis, en el que se postula el poco reconocimiento por parte de los alumnos de la participación de la ciencia y la tecnología en la sociedad. Para ello, se observa el ítem del cuestionario que pide valoración sobre “utilidad-inutilidad”. En caso de confirmarse la hipótesis, no dejaría de resultar paradójico que los alumnos consideren a la ciencia y la tecnología poco útiles, máxime teniendo en cuenta los numerosos comentarios, especialmente en medios de comunicación, acerca del momento de notable avance en la investigación científica y el desarrollo tecnológico en el que se encuentra la sociedad actual.

En definitiva, y de un modo similar a apartados anteriores, definiremos:

Id29¹ = media de los valores otorgados al ítem “útil-inútil” de Biología y Geología

Id29² = media de los valores otorgados al ítem “útil-inútil” de Física y Química

Id29³ = media de los valores otorgados al ítem “útil-inútil” de Tecnología

Y al igual que en los indicadores anteriores, los correspondientes, Id29⁴, Id29⁵, Id29⁶, etc., para el resto de las asignaturas, posicionando de nuevo las materias consideradas en el correspondiente ranking. Dado que, como ya se ha comentado, las valoraciones siempre tienen la misma tendencia (valoraciones altas de los alumnos coinciden con aspectos contrarios a la hipótesis) una vez más, la subhipótesis quedará tanto más validada cuanto más bajos sean los valores de Id29 y con una peor posición en el ranking de asignaturas.

El mismo procedimiento se sigue para la validación del aspecto E4, atendiendo en esta ocasión a las dualidades “difícil-fácil” y “teórica-práctica”. Así, tenemos los siguientes indicadores:

Id30¹ = media de los valores otorgados al ítem “fácil-difícil” de Biología y Geología

Id30² = media de los valores otorgados al ítem “fácil-difícil” de Física y Química

Id30³ = media de los valores otorgados al ítem “fácil-difícil” de Tecnología

y,

Id31¹ = media de los valores otorgados al ítem “teórica-práctica” de Biología y Geología

Id31² = media de los valores otorgados al ítem “teórica-práctica” de Física y Química

Id31³ = media de los valores otorgados al ítem “teórica-práctica” de Tecnología

Y por supuesto, los correspondientes Id30⁴, Id30⁵, Id30⁶, etc. y los Id31⁴, Id31⁵, Id31⁶, etc., para el resto de las asignaturas.

Igual que en los casos anteriores, valores altos de los indicadores Id30 e Id31 y posiciones elevadas en el ranking, son contrarios a la subhipótesis.

Hasta el momento, se ha considerado la Tecnología dentro del mismo grupo que conforman las materias científicas, pero como se puede extraer del propio enunciado del aspecto E5 de la subhipótesis, hay ciertas características de esta área que hacen suponer la existencia de sustanciales diferencias entre ella y el área de Ciencias de la Naturaleza: un enfoque más activo, con muchas horas de taller; un enfoque más práctico, etc. A pesar de que a nivel de I+D+I cada vez hay menos diferencias entre Ciencia y Tecnología, hasta el punto de que se puede hablar de tecnociencia, lo cierto es que a nivel educativo éstas son muy grandes y que es necesario tender puentes entre ellas, siendo uno de ellos la inclusión en la educación de aspectos de relaciones CTS [Acevedo 1998, Ríos y Solbes 2003, Solbes 2003].

Escapa a las intenciones de este trabajo cualquier disertación al respecto, pero sí se han introducido, de manera deliberada, “subindicadores” diferentes para Física y Química, Biología y Geología y Tecnología, utilizándose los aspectos evaluados por separado para, en su caso, constatar las diferencias y validar la subhipótesis en su aspecto E5.

Valores dispares de los subindicadores definidos resultarán favorables a la validación de la hipótesis, tanto más cuanto mayor sea la disparidad.

A pesar de no haberse enunciado ninguna hipótesis más al respecto de las diferencias entre ciencia y tecnología, se procurará extraer conclusiones pertinentes atendiendo a los diferentes ranking establecidos a lo largo de este punto.

- **Cuestión 5.** CORRESPONDENCIA CON: Subhipótesis E6

La cuestión 5, presenta una parrilla idéntica a la que se mostraba en la cuestiones 1 y 2 del cuestionario realizado con profesores. A diferencia de aquél, en este caso la subhipótesis hace referencia a la preferencia del alumnado por actividades *distintas* de las clásicas exposiciones teóricas y problemas numéricos. Además, se supone que los alumnos mostrarán mayor interés por aquellas prácticas metodológicas que tengan un carácter lúdico. En este último detalle, valores relativamente bajos podrán justificarse basándose en el hecho de que muchos alumnos llegarán incluso a desconocer algunos de los recursos planteados, dejando su casilla correspondiente sin valoración, o asignándole un valor

relativamente arbitrario. Así pues, se prestará especial atención a las casillas correspondientes a los recursos mencionados, definiendo cuatro nuevos indicadores:

Id32 = *valor medio asignado al apartado de explicaciones teóricas*

Id33 = *valor medio asignado al apartado de problemas numéricos*

Id34 = *valor medio asignado al apartado de uso de juegos y juguetes*

Id35 = *valor medio asignado al apartado de experiencias demostrativas*

De manera análoga a como hicimos con los aspectos relativos a las diferentes materias del currículo, se puede generar un ranking de valores medios con todas las prácticas metodológicas de la parrilla y observar la posición que en él ocupan los elementos mencionados. Lógicamente, valores elevados de los Id32 e Id33 y posiciones altas de dichas metodologías en el ranking, y valores bajos de Id34 e Id35 y posiciones bajas en el ranking, resultarán contrarios a la hipótesis.

Tabla 3. Cuadro de relación cuestión – aspecto subhipótesis.

Aspecto subhipótesis	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Cuestión nº							
1	•						
2		•					
3							•
4	•	•	•	•	•		
5						•	
6							•

Igual que en los apartados anteriores, a modo de resumen, en la Tabla 3 se muestra un cuadro aclaratorio que relación las cuestiones con sus correspondientes aspectos de la subhipótesis (Tabla 3).

4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan y analizan los resultados obtenidos al aplicar los instrumentos cuyo diseño ha sido pormenorizado en el apartado anterior. Estos resultados nos permitirán validar la hipótesis desde una aproximación múltiple, fundamentada en la formulación de subhipótesis asociadas a la hipótesis principal, que en su momento quedó formulada como: *el uso de juegos, juguetes y pequeñas experiencias recreativas no es tenido en cuenta suficientemente en la actual enseñanza de las ciencias y la tecnología, lo cual puede generar una imagen de ellas como algo aburrido y contribuir a la desmotivación del alumnado.*

Como se ha visto, dichas subhipótesis pueden dividirse en tres grandes bloques, en función del instrumento de análisis empleado para su verificación: i) libros de texto, ii) opiniones de profesorado en formación, y iii) opiniones del alumnado.

4.1. LIBROS DE TEXTO

Con la red diseñada al efecto se han analizado 30 libros de texto (15 de Física y Química y 15 de Tecnología), todos ellos pertenecientes a niveles de 3º y 4º de ESO (ver Anexo 1). Para la validación de las subhipótesis (cuyo enunciado recordamos: *Los libros de texto pertenecientes a los niveles educativos de tercero y cuarto de ESO de las áreas de Ciencias de la Naturaleza, concretamente de Física y Química, y de Tecnología, desvelarán una escasa atención prestada a la ciencia recreativa como recurso metodológico motivador para el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*) se establecieron determinados indicadores, extraídos a partir de los resultados obtenidos con dicha red. Ya se ha comentado que es de esperar la existencia de diferencias entre las dos Áreas analizadas, escapándose a las intenciones de este trabajo el análisis profundo de esta situación. No

obstante, y a pesar de que los indicadores no hacen distinciones tal y como se han planteado, se ha considerado oportuno mostrar los resultados de manera separada para Física y Química y para Tecnología. Se introducirán comentarios y observaciones a este respecto, de manera puntual, si los resultados lo exigen.

Tabla 4. Recuentos totales de elementos de ciencia recreativa en libros de texto (N=30).

Ítem	FQ 3°	FQ 4°	TEC 3°	TEC 4°
1a (juegos localizados en el texto)	3	19	10	8
1b (juguetes localizados en el texto)	13	16	28	8
1c (productos tecno-científicos localizados en el texto)	19	9	8	8
1d (pequeñas experiencias recreativas localizadas en el texto)	57	39	4	1
1e (deportes localizados en el texto)	16	91	11	8
2 ^a (elementos encontrados en apartados separados)	35	92	47	25
2b (elementos encontrados en la introducción de un tema o concepto)	9	9	4	2
2c (elementos integrados en el desarrollo del tema)	65	73	10	6
2d (imágenes comentadas)	20	38	16	9
2e (imágenes sin comentarios)	70	81	34	17
2f (actividades propuestas)	44	73	30	14
3a (elementos sólo nombrados)	48	130	41	20
3b (elementos descritos)	60	44	20	13
3c (actividades propuestas para realizar fuera del centro)	10	8	1	1
3d (actividades propuestas para realizar en el centro)	34	19	18	8
3e (actividades propuestas como ejercicios de cálculo numérico)	2	38	4	0
3f (actividades propuestas como pequeñas investigaciones guiadas)	5	0	0	0
3g (cuestiones acerca de su funcionamiento o principio físico-químico)	35	68	4	5
4a (elementos utilizados como introducción de temas o conceptos)	4	3	0	1
4b (elementos utilizados para mera observación)	18	43	18	9
4c (elementos utilizados como ilustración o contextualización)	48	64	37	19
4d (elementos utilizados para explorar las ideas del alumno)	35	49	7	4
4e (elementos utilizados para la creación de conflictos conceptuales)	5	8	0	1
Páginas (n° total de páginas del texto)	1313	1693	1826	1488
Imágenes (n° total de imágenes del texto)	1646	1838	2748	1802
Actividades (n° total de actividades del texto)	2678	3662	2273	1619

Según lo previsto, la Tabla 4 muestra los recuentos totales obtenidos al aplicar la red a los 30 libros. Además de la comentada separación entre áreas, también se ha estimado oportuno mostrar los datos separados en los dos niveles educativos analizados. Tampoco compete a este trabajo las diferencias entre uno y otro que, como ya se apuntó, vienen marcadas por varios factores, destacándose la voluntariedad de elección de estas materias en 4° curso.

Como se ve, la Tabla 4 expone los recuentos de cada ítem de la red, aprovechando estos valores para el cálculo de los indicadores de validez definidos en el capítulo anterior. Dichos indicadores han sido igualmente calculados en bloques según asignaturas y cursos. Los datos obtenidos se exponen en el Anexo 2, recogándose en la Tabla 5 los resultados agrupados por áreas. La *t* de *Student* admite, en prácticamente todos los casos, una agrupación de cursos, pero existen diferencias significativas entre Tecnología y Física y Química, que fuerzan a un análisis por separado en la mayoría de los indicadores y así se ha realizado, como se verá posteriormente

Tabla 5. Resultados por áreas y niveles de los indicadores de validez definidos

<i>Indicadores de validez</i>		F ^{ca} Q ^{ca} (3°+4°)	TECNO (3°+4°)
Id1	(nº total de elementos / nº total páginas de libro) · 100	9,42	2,94
Id2	T1 + T2 + T3 + T4 + T5 + (T6, Tecno) (T _i = % aparición elementos recreativos pertenecientes a la mitad de los temas con mayor presencia de éstos)	76,24	72,04
Id3	(nº de elementos integrados en el tema / nº total de elementos) · 100	49,15	23,27
Id4	(nº de apariciones al principio, final o margen del tema / nº total de elementos) · 100	40,08	69,46
Id5	(nº de imágenes de “ciencia recreativa” / nº total de imágenes) · 100	6,16	1,61
Id6	(nº de imágenes de ciencia recreativa comentadas / nº imágenes de ciencia recreativa) · 100	70,70	64,47
Id7	(nº de imágenes de ciencia recreativa sin comentar / nº imágenes de ciencia recreativa) · 100	29,30	35,54
Id8	(nº actividades de “ciencia recreativa” / nº total de actividades) · 100	1,79	1,42
Id9	(nº elementos nombrados / nº total elementos) · 100	60,79	65,18
Id10	(nº elementos descritos / nº total elementos) · 100	39,22	34,83
Id11	(nº actividades para realizar en el centro / nº total actividades recreativas) · 100	64,52	54,69
Id12	(nº actividades para realizar fuera del centro / nº total actividades recreativas) · 100	15,84	5,14
Id13¹	(nº pequeñas investigaciones guiadas / nº total elementos) · 100	1,97	0,00
Id13²	(nº de ejercicios de cálculo / nº total elementos) · 100	12,26	2,43
Id14	(nº elementos “superfluos” / nº total elementos) · 100	22,30	32,56
Id15	(nº elementos “valiosos” / nº total elementos) · 100	30,86	14,14

Para el análisis de la validez de la primera subhipótesis (A), se procederá verificando o refutando los diferentes aspectos detallados en el apartado anterior, utilizando los valores de los indicadores correspondientes y, en su caso, los valores obtenidos en los recuentos.

- Aspecto L1

Como se recordará, este aspecto evaluaba la presencia de elementos de ciencia recreativa en los libros de texto. Para ello, se definió el Id1, como:

$$\text{Id1} = (\text{nº total de elementos} / \text{nº total páginas de libro}) \cdot 100$$

Los valores obtenidos para este indicador son de 9,42 y 2,94% para Física y Química y Tecnología respectivamente; en cualquier caso, en muy pocas páginas de los libros de texto podemos encontrar algún elemento de ciencia recreativa. Este valor puede ser considerado como concordante con la subhipótesis, denotando una escasa atención global a este tipo de recursos, máxime teniendo en cuenta que en algunos casos, el resultado del indicador cae hasta valores de 0,8-0,9% (véase el Anexo 3 con todos los Id de cada libro). Se observan pequeñas diferencias, no significativas, entre cursos, pero sí hay cierta diferencia entre Áreas. Esto último puede deberse a que las propuestas de Tecnología suelen ser “de mayor envergadura”, es decir, que determinados proyectos o actividades contabilizadas como un único elemento están pensadas para su realización durante un elevado número de sesiones lectivas.

- Aspecto L2

Este aspecto de la subhipótesis evalúa la presencia de recursos gráficos utilizados en la introducción de elementos recreativos. Concretamente, se observaba la proporción de imágenes de ciencia recreativa en el total de imágenes, según el indicador:

$$\text{Id5} = (\text{n}^\circ \text{ de imágenes de "ciencia recreativa"} / \text{n}^\circ \text{ total de imágenes}) \cdot 100$$

Los valores obtenidos son de 6,16 y 1,61%, lo que confirma la proposición de la subhipótesis. Esto, puede generar una “imagen” de la ciencia (en el sentido más literal), quizás demasiado seria y estereotipada. A pesar de honrosas excepciones con libros cuyo Id5 supera levemente el 10%, no son extraños los valores inferiores al 1%. Una vez más, se aprecian diferencias significativas entre Física y Química en relación con la Tecnología, atribuibles a los mismos motivos expuestos en el aspecto anterior.

- Aspecto L3

El tercer aspecto de la subhipótesis recoge la “calidad” de las imágenes de ciencia recreativa encontradas. Para ello se diferenciaron entre las imágenes que se presentan con algún comentario asociado, y las que sólo pretenden una mera observación. Ya se disertó al respecto de lo estéril y superfluo de estas últimas, reconociéndose como altamente desaconsejable su uso. Para ello, se definieron:

$$\text{Id6} = (\text{n}^\circ \text{ de imágenes de ciencia recreativa comentadas} / \text{n}^\circ \text{ imágenes de ciencia recreativa}) \cdot 100$$

$$\text{Id7} = (\text{n}^\circ \text{ de imágenes de ciencia recreativa sin comentar} / \text{n}^\circ \text{ imágenes de ciencia recreativa}) \cdot 100$$

Los valores obtenidos (para Física y Química / Tecnología) son de 70,70 / 64,47% y 29,30 / 35,54% respectivamente. A pesar de ser valores que en principio parecen contrarios a la hipótesis, en realidad se trata de valores calculados sobre un 6,16 / 1,61%, es decir, entre un 1 y un 5% son imágenes con valor educativo real. Por otra parte, es destacable el hecho de que aproximadamente un 30% de las mismas no tengan *ningún* tipo de comentario. Se recuerda en este punto que el criterio de asignación fue absolutamente “generoso”, clasificando cualquier imagen que tuviera una sola palabra asociada como “imagen comentada”. Teniendo en cuenta esto, los valores obtenidos en absoluto refutan la hipótesis, sino más bien lo contrario, ya que casi un tercio puede considerarse *una buena parte* de las imágenes. No se encuentran razones convincentes que justifiquen la presencia de este tipo de gráficos, incluidos de manera, podríamos decir, “gratuita” en los libros de texto.

- Aspecto L4

En este punto, se postuló la escasa presencia de actividades “recreativas” en los libros de texto. Para ello, se definió el indicador:

$$\text{Id8} = (\text{n}^\circ \text{ actividades de "ciencia recreativa"} / \text{n}^\circ \text{ total de actividades}) \cdot 100$$

El valor obtenido para este indicador es de 1,61%, lo cual verifica la suposición. Ya se discutió la potente herramienta educativa que suponen las actividades propuestas por los libros de texto y parece evidente que éstos *no tienen suficientemente en cuenta* el uso de elementos de ciencia recreativa a la hora de programar actividades. La inexistencia en muchos casos de actividades recreativas es un factor clave a la hora de justificar la visión de la ciencia por parte del alumnado como algo aburrido así como su posible desmotivación. Escapa a las pretensiones de este trabajo el establecimiento de correlaciones precisas entre esto y las opiniones personales de los alumnos, pero parece incuestionable que si ninguna actividad planteada resulta “entretenida”, la imagen que el alumnado tendrá de las clases de ciencias será, indiscutiblemente, “aburrida”; vale la pena mencionar que el promedio de actividades propuestas es de 341 actividades por libro y que hay varios ejemplares con $\text{Id8} = 0\%$ (ver Anexo 3).

- Aspecto L5

En este aspecto se atiende al lugar que ocupan los elementos de ciencia recreativa presentes en los libros analizados. Ya se vio que la clasificación diferenciaba entre los que aparecían

integrados en el tema, los que lo hacían al principio, final, márgenes, etc. Y los que aparecían como introducción de un tema o concepto. Estos últimos resultaban “neutros”, y para los otros se definió:

$$\text{Id3} = (\text{n}^\circ \text{ de elementos integrados en el tema} / \text{n}^\circ \text{ total de elementos}) \cdot 100$$

$$\text{Id4} = (\text{n}^\circ \text{ de apariciones al principio, final o margen del tema} / \text{n}^\circ \text{ total de elementos}) \cdot 100$$

Los resultados obtenidos (para Física y Química / Tecnología) son de 49,15 / 23,27% y 40,08 / 69,46%, respectivamente. Estos resultados son obviamente concordantes con la hipótesis, ya que la mayoría de los elementos recreativos aparecen en lugares de poco “impacto”, de poca “incidencia”. No obstante, quizás aquí sí valga la pena mencionar diferencias sustanciales entre la Física y Química y la Tecnología, ya que es esta última la que aporta mayor peso a los valores obtenidos. De hecho, la media obtenida para Física y Química invierte la tendencia, y se observa que en la mayoría de los casos los elementos se encuentran integrados en el desarrollo de los temas. No obstante, una observación detallada nos muestra que esto sólo ocurre en 3º de ESO, mientras que en 4º, los porcentajes son muy parejos. A pesar de todo, y en el peor de los casos, la hipótesis proponía un *porcentaje elevado* de elementos no integrados en el tema, y en cualquier caso así es. Este elevado porcentaje confirma que, en el caso de utilizarse elementos de ciencia recreativa, éstos son escasamente aprovechados, ya que no forman parte del desarrollo del tema en cuestión, sino que son utilizados de manera lateral o “tangencial”.

- Aspecto L6

Para obtener una confirmación mayor del aspecto anterior, en el que se postuló el tratamiento superficial de los elementos de ciencia recreativa, se planteó un nuevo aspecto de la subhipótesis redundado en dicha cualidad de los elementos encontrados. En un ejemplo de la mencionada aproximación multilateral se incluyó en la red una diferenciación entre los elementos que aparecían descritos con cierto detalle y los que no, prediciéndose la aparición mayoritaria de elementos “marginales” (o, como se ha expresado anteriormente, “tangenciales”), cuya inclusión carece de relevancia, desperdiándose el valor educativo que poseen. Esta diferenciación se concretó al establecer dos nuevos indicadores:

$$\text{Id9} = (\text{n}^\circ \text{ elementos nombrados} / \text{n}^\circ \text{ total elementos}) \cdot 100$$

$$\text{Id10} = (\text{n}^\circ \text{ elementos descritos} / \text{n}^\circ \text{ total elementos}) \cdot 100$$

Los valores obtenidos en estos indicadores no dejan lugar a dudas, ya que un 60–65% y un 35–40% respectivamente confirman la validez de la suposición inicial. Además, estos datos disipan las pequeñas dudas que pudieron crearse en el aspecto L5, ya que en este caso los datos son muy similares en las dos asignaturas evaluadas.

- Aspecto L7

Una vez más, se estableció un aspecto de la subhipótesis que hace referencia a la calidad educativa de los elementos encontrados. En este caso, las actividades recreativas propuestas se diferenciaron entre las que se preveía su realización en el centro educativo y las que se proponía explícitamente una realización fuera de él. A la hora de generar los recuentos, hubieron de obviarse algunas de las actividades, puesto que no en todas ellas quedaba claramente reflejado el lugar en el que deberían realizarse. Los indicadores generados de esta diferenciación fueron:

Id11 = (nº actividades para realizar en el centro / nº total actividades recreativas) · 100

Id12 = (nº actividades para realizar fuera del centro / nº total actividades recreativas) · 100

Los valores obtenidos son de un 55–65% y un 5–15% respectivamente. Se observa que la mayoría de actividades propuestas están pensadas para llevarse a cabo en el centro educativo y sólo un pequeño porcentaje prevé su realización fuera del centro. Ya se comentó el especial valor que tienen las actividades cuya realización supera los límites del centro educativo, y con los datos extraídos se refuerza la validez de la subhipótesis. Cabe destacar en este punto que la mayoría de los elementos de ciencia recreativa encontrados en la bibliografía específica pueden entenderse como actividades fácilmente realizables en un entorno extraescolar, e incluso, en muchos libros de ciencia recreativa éste es el fin último que se persigue. Son numerosos los prólogos en los que los autores proponen estos “ejercicios” para ser realizados en compañía de amigos y familiares para entretenerse aprendiendo (o aprender entreteniéndose). A pesar de ello, y como era de esperar, los libros de texto no recogen este “espíritu” en sus planteamientos, malográndose el elemento motivador que estas situaciones pueden aportar (quizás debido a la escasa predisposición de los alumnos de la ESO a realizar actividades fuera del centro, concretamente en casa, sin la supervisión o dirección del profesor).

- Aspecto L8

Ahondando más aún en el tratamiento que los libros de texto dan a los elementos de ciencia recreativa, se definió este aspecto postulándose que, en ocasiones, dichos elementos

asignarían al alumnado un carácter de mero observador. Ya se ha visto con anterioridad un análisis similar para el caso de las imágenes. En este caso, se tienen también en cuenta títulos, datos numéricos, así como cualquier otro elemento susceptible de ser contabilizado y que no lleva asociado ningún tipo de “intención educativa”. Se definió el indicador evaluador como:

$$\text{Id14} = (\text{n}^\circ \text{ elementos "superfluos"} / \text{n}^\circ \text{ total elementos}) \cdot 100$$

El valor obtenido es de un 27,43%. Como se observa, más de la cuarta parte de los elementos recreativos, no pretenden absolutamente *nada*, es decir, son meros elementos poco más que “decorativos”. Al igual que se comentó con los gráficos, la inclusión “gratuita” de estos elementos es concordante con la proposición de la hipótesis ya que supone la asunción de que *no son tenidos en cuenta*, al ser tratados sin ningún tipo de atención. Del mismo modo, podría resultar interesante el estudio del efecto que dicha inclusión, absolutamente superflua, tiene en el alumnado, pero obviamente dicho estudio escapa a los objetivos de este trabajo. No obstante, sí parece oportuno reflexionar acerca de la impresión que estos elementos han provocado en los autores de esta investigación ya que, en ocasiones, parece que los libros de texto tuvieran la necesidad de incorporar estos elementos (especialmente los deportes) por algún tipo de “imperativo legal o editorial desconocido”, y los autores no hayan sabido, o no hayan querido, aprovechar dicha incorporación para extraer todo el potencial motivador que indiscutiblemente lleva asociado este tipo de recursos.

- Aspecto L9

En un paso más en la tarea de elucidar las intenciones educativas que los autores de los libros de texto expresan con los elementos de ciencia recreativa, se postuló que dichos elementos rara vez se verían tratados con metodologías de elevado valor educativo, definiéndose tres indicadores al respecto:

$$\text{Id13}^1 = (\text{n}^\circ \text{ pequeñas investigaciones guiadas} / \text{n}^\circ \text{ total elementos}) \cdot 100$$

$$\text{Id13}^2 = (\text{n}^\circ \text{ de ejercicios de cálculo} / \text{n}^\circ \text{ total elementos}) \cdot 100$$

$$\text{Id15} = (\text{n}^\circ \text{ elementos "valiosos"} / \text{n}^\circ \text{ total elementos}) \cdot 100$$

En los dos primeros (en realidad son “dos caras de la misma moneda” y por ello se han etiquetado ambos como Id13), se atienden a dos modos distintos, educativamente hablando,

de introducir un elemento recreativo; el tercero, mucho más global, hace referencia a los objetivos últimos pretendidos por los autores a la hora de incluir un elemento recreativo. Los valores no son contrarios a los postulados de la hipótesis, obteniéndose un 0,99%, un 7,35% y un 22,5% respectivamente.

En el planteamiento de la subhipótesis, se discutió el esperado valor bajo de Id13¹, como así ha sido. No obstante, y aparentemente contradiciendo lo propuesto, el valor de Id13² resulta ser también bastante bajo. El hecho de que los ejercicios de cálculo “al uso” resulten de escaso valor educativo ya ha sido fundamentado con anterioridad [Furió *et al.* 1994]. El porcentaje obtenido debe entenderse como adicional a todos aquellos obtenidos en los indicadores que hacen referencia a un modo obsoleto de introducción de elementos de ciencia recreativa. Entendido así, cualquier porcentaje distinto de cero no hace sino incrementar la validez de la hipótesis, ya que hemos visto cómo muchos elementos son introducidos en forma de imágenes sin sentido, actividades sin interés u otro tipo de inclusiones, que no plantean sino una mera observación.

Por último, el indicador Id15, mucho más global, refleja una vez más que son escasos los elementos introducidos con un tratamiento educativo valioso (es decir, elementos cuyo objetivo es la creación de conflictos conceptuales o la exploración de las ideas de los alumnos), tal y como había sido propuesto en la hipótesis.

- Aspecto L10

Ya se ha comentado la disparidad en el uso de los elementos de ciencia recreativa, atendiendo al tema en el que están incluidos. Esta diferencia, es atribuible a la relativa sencillez y tradición en su uso, en relación con determinados bloques de contenidos del currículo. Esta tendencia denota una pobre reflexión por parte de los autores de los libros de texto a la hora de incorporar estos elementos, haciéndolo más por comodidad o inercia, que por una intencionada y meditada decisión, lo cual merma considerablemente el potencial motivador y estimulador del aprendizaje que estos elementos llevan asociado. Por ello, se definió:

$$\mathbf{Id2} = T1 + T2 + T3 + T4 + T5 + (T6, \text{Tecno})$$

Los respectivos T1, T2, T3, T4, T5 y T6 representan los porcentajes de aparición de elementos recreativos pertenecientes a los temas con mayor presencia de éstos. Teniendo en cuenta la división en 10 y 12 temas (para Física y Química y para Tecnología,

respectivamente), la suma porcentual de la mitad de ellos da, sin lugar a dudas, una idea de la desproporción comentada. En este caso, no se ha estimado oportuno reflejar los datos de los cursos separados, ya que hay temas que sólo se imparten en uno de los dos cursos evaluados.

Los resultados son 76,24% y 72,04%, respectivamente, con una media de ambos de 74,14%, demostrándose que la suposición era correcta. Prácticamente las tres cuartas de los elementos aparecen concentradas en la mitad de los temas. Quizás en este punto merezca la pena realizar un análisis un tanto más profundo de los datos obtenidos, ya que la diferencia de tratamiento por curso hace que los valores puedan sufrir fluctuaciones y ser objetos de interpretaciones erróneas. Así pues, veamos detenidamente los datos obtenidos en la Tabla 6, en la que se muestran, para cada curso y materia en particular, los porcentajes acumulados de cada tema, ordenados según el criterio establecido de máxima aparición. Hay que tener en cuenta que, por ejemplo, en 3º de ESO de Física y Química, sólo aparecen recuentos en 7 temas.

Tabla 6. Porcentajes de la presencia de elementos recreativos en los temas con mayor número de ellos.

	% T1	% T1+T2	%T1+T2+T3	% AcumT4	% AcumT5	% AcumT6
FQ 3º	37,96	63,89	75,93	85,19	91,67	-
FQ 4º	27,59	48,25	71,26	83,33	89,08	-
Tec 3º	23,33	40,00	51,67	60,00	68,33	75,00
Tec 4º	24,24	36,36	48,48	60,61	69,70	78,79

En esta última tabla se aprecia cómo un solo tema acumula porcentajes considerables, y como dos temas pueden suponer más de la mitad de los elementos encontrados. Los temas que mayor número de referencias contienen son, como era de esperar, la dinámica y la cinemática en Física y Química, y automatismos y robótica y tecnologías de la comunicación en Tecnología.

Así pues, y tras el análisis detallado de todos los aspectos de la subhipótesis referente a los libros de texto, se puede considerar ésta validada ya que queda demostrada la escasa presencia de elementos de ciencia recreativa, y cuando los hay, éstos son utilizados de manera ineficaz, desaprovechando su potencial como recurso metodológico motivador. En conclusión, los libros de texto, *no tienen suficientemente en cuenta* este tipo de elementos y, dada la influencia de estos materiales en la habitual labor docente, esta ausencia puede provocar en el alumnado una visión deformada de la ciencia y la tecnología, como

disciplinas aburridas y poco interesantes, como trataremos de demostrar en los siguientes puntos.

4.2. PROFESORADO EN FORMACIÓN

Como se vio en el apartado destinado a la operativización de la hipótesis, los profesores en formación presentan ciertas características que hacen de ellos un grupo “especial”. Una de esas características hace referencia a su dualidad docente-estudiante, debido a su reciente etapa estudiantil y a su inminente (si no actual) dedicación a la docencia. Por ello, se propuso una subhipótesis basada en esta “ambivalencia”, que recordamos: *Los profesores en formación reconocerán el escaso uso de juegos, juguetes y experiencias recreativas durante su etapa de formación académica, pese a encontrar en ellos un interesante recurso metodológico para su futura práctica docente.*

Al igual que en el punto anterior, se diseñó un instrumento capaz de contrastar la validez de esta subhipótesis, consistente en un cuestionario compuesto de tres preguntas mediante las cuales se evaluarían los distintos aspectos particulares de la subhipótesis.

El cuestionario diseñado fue contestado por 23 alumnos del C.A.P. para la especialidad de Física y Química de la Universidad de Valencia durante el curso 2005-6. Entre ellos se encuentran licenciados en Física, Química, Bioquímica y varias Ingenierías.

Los resultados obtenidos, tras el procesamiento de los cuestionarios, se recogen en las tablas 7 y 8. En la Tabla 8, el primer valor es el correspondiente a la media obtenida para las respuestas de la cuestión 1 (el uso que han hecho sus profesores) y el segundo, el correspondiente a la media de las respuestas de la cuestión 2 (el interés que tendrá en su futura práctica docente) (puntuadas ambas de 0 a 10).

En la Tabla 8 se recogen los recuentos (nº de veces que aparecen) de las diferentes propuestas encontradas como respuesta a la pregunta nº 3 del cuestionario, donde se solicitaba que sugirieran actividades que pudieran aumentar el interés de los alumnos por las clases de ciencias y tecnología.

Tabla 7. Promedios obtenidos en los diferentes ítems de las cuestiones 1 y 2 de cuestionario de profesores.

<i>Elemento metodológico evaluado</i>	Cuestión 1	Cuestión 2
Uso de aplicaciones informáticas (ordenadores)	0,41	7,23
Trabajos de taller	0,52	5,87
Rol-playing (simulación de situaciones)	0,65	6,00
Trabajos de investigación	0,83	6,39
Uso de juegos y juguetes	1,52	5,65
Elaboración de murales	1,57	5,65
Visitas a fábricas, museos...	1,65	7,22
Comentario de noticias	1,78	6,96
Videos educativos	1,83	6,57
Tertulias / debates	2,00	6,96
Experiencias demostrativas	2,00	8,39
Prácticas de laboratorio	2,78	8,22
Explicaciones teóricas	9,22	7,57
Ejercicios de cálculo numérico	9,26	7,87

Al igual que en el apartado anterior, la validez de la subhipótesis se realiza con la ayuda de una serie de indicadores basados en los resultados obtenidos, y cuyos valores se muestra en la Tabla 9.

Tabla 8. Aspectos propuestos para la aumentar el interés de los alumnos en cuestión “abierta” nº 3.

<i>Aspectos propuestos</i>	RECuento
Mejorar la comprensión del lenguaje y conceptos matemáticos	1
Elaborar pequeños productos tecno-científicos	1
Relatar y utilizar anécdotas curiosas de la ciencia y los científicos	1
Promover intercambios no competitivos	1
Mejorar el conocimiento de técnicas instrumentales	1
Realizar un mayor número de pequeñas experiencias demostrativas	2
Conectar con la realidad, la vida diaria, etc.	3
Promover la asistencia a conferencias, charlas, debates, etc.	3
Incrementar el número de lecturas divulgativas de la ciencia	3
Utilizar la historia de la ciencia	3

Tabla 9. Valores obtenidos en los indicadores de validez extraídos a partir del cuestionario de profesores.

INDICADORES			VALOR
Cuestión 1	Id16	<i>valor medio asignado al apartado de juegos y juguetes</i>	1,52
<i>Uso de sus profesores</i>	Id17	<i>valor medio asignado al apartado de experiencias demostrativas</i>	2,00
	Id18	<i>valor medio asignado al apartado de explicaciones teóricas</i>	9,22
	Id19	<i>valor medio asignado al apartado de ejercicios numéricos</i>	9,26
Cuestión 2	Id20	<i>valor medio asignado al apartado de juegos y juguetes</i>	5,65
<i>Futuros docentes</i>	Id21	<i>valor medio asignado al apartado de experiencias demostrativas</i>	8,39
Cuestión 3	Id22	<i>(nº propuestas de elementos recreativos / nº total de sugerencias recogidas) · 100</i>	21,05%
<i>Propuestas</i>			

Del mismo modo, para determinar la validez de la subhipótesis correspondiente, se analizan a continuación los aspectos de la misma planteados en el capítulo anterior.

- Aspecto P1

En este aspecto se postulaba el reconocimiento por parte de los encuestados del escaso uso de elementos de ciencia recreativa por parte de sus profesores durante su etapa de estudiantes preuniversitarios. La cuestión 1 del cuestionario recoge los datos suficientes para comprobar dicha suposición basándose en los indicadores descritos al efecto y que recordamos:

Id16 = *valor medio asignado al apartado de juegos y juguetes*

Id17 = *valor medio asignado al apartado de experiencias demostrativas*

Como se puede comprobar en la Tabla 9, los valores de ambos indicadores son extremadamente bajos, lo que implica una verificación total de este aspecto. De alguna manera, y tras el análisis de los libros de texto, se suponía la obtención de valores de este orden, ya que, como se comentó con anterioridad, al no ser tenidos en cuenta los elementos de ciencia recreativa en los libros de texto, resultaba lógico pensar que los docentes tampoco los utilizaran.

- Aspecto P2

Continuando con el razonamiento anterior, se formuló un nuevo aspecto de la subhipótesis en el que se esperaba que los profesores en formación reconocieran que las técnicas mayoritariamente empleadas por sus profesores fueron las explicaciones teóricas y los

problemas de cálculo tradicionales, de las cuales ya se ha hablado sobradamente en este trabajo. Para ello, se definieron dos nuevos indicadores:

Id18 = *valor medio asignado al apartado de explicaciones teóricas*

Id19 = *valor medio asignado al apartado de ejercicios numéricos*

Los resultados obtenidos para estos indicadores se han mostrado en la Tabla 9. Cabe destacar que los valores de estos dos aspectos son muy similares (9,22 y 9,26 respectivamente), pero lo realmente destacable es la diferencia con cualquier otra técnica metodológica seguida por sus docentes; la siguiente en un ranking de utilización son las prácticas de laboratorio con un 2,78 (ver Tabla 7). Resulta evidente que estas metodologías “clásicas” han sido las más utilizadas con mucha diferencia respecto al resto, lo cual confirma todos los comentarios realizados en el primer capítulo de este trabajo, y que ya han sido suficientemente estudiados por el cuerpo de conocimientos de la didáctica de las ciencias.

- Aspecto P3

Aquí se recoge la suposición de que los profesores en formación valorarán positivamente el uso de elementos de ciencia recreativa en su futura práctica docente. Para ello, se definieron dos nuevos indicadores:

Id20 = *valor medio asignado al apartado de juegos y juguetes*

Id21 = *valor medio asignado al apartado de experiencias demostrativas*

Los valores obtenidos (5,65 y 8,39) confirman el aspecto de la subhipótesis. De todos modos, parece oportuno comentar la diferencia entre ambos, que, desde otro punto de vista, supone comprobar que dichos resultados corresponden al recurso menos valorado y al más valorado respectivamente (ver Tabla 7). Parece paradójico que estos dos tipos de elementos de ciencia recreativa compartan los límites inferior y superior del ranking de valoraciones, pero quizás debamos tener en cuenta el hecho de que muchos encuestados no conozcan el posible uso de los juegos y juguetes en las clases de ciencias al no haber sido utilizados en absoluto durante su etapa de estudiantes y por ello les resulte difícil valorar su potencial. Esta afirmación puede corroborarse al observar el resultado obtenido en Id16 y, todavía más, al comprobar que los resultados parciales muestran un 0 en la casilla correspondiente al uso de juegos y juguetes de la cuestión 1 en más del 60% de los cuestionarios.

Así pues, y teniendo en cuenta este detalle, la subhipótesis se ve reforzada pese a que los juegos y juguetes sean uno de los recursos peor valorados para la futura práctica docente de los profesores en formación.

- Aspecto P4

El aspecto P4 de la subhipótesis hace referencia a la sugerencia explícita por parte de los profesores en formación, para utilizar elementos de ciencia recreativa como recursos metodológicos que mejorarían y harían más interesantes las clases de ciencias y tecnología. Para su evaluación, se definió el indicador de validez:

$$\text{Id22} = (n^\circ \text{ propuestas de elementos recreativos} / n^\circ \text{ total de sugerencia recogidas}) \cdot 100$$

Los recuentos de dichas sugerencias, planteadas en la cuestión 3 del cuestionario se recogen en la Tabla 8, y se ha acordado incluir como elementos recreativos la elaboración de productos tecno-científicos, el uso de anécdotas curiosas, y la realización de pequeñas experiencias demostrativas. Otras respuestas podrían ser consideradas como elementos de ciencia recreativa (la vida cotidiana de los estudiantes incluye juegos y juguetes), pero no han sido contabilizadas al no quedar expresamente explicitada esta intención. Con todo, el valor del indicador (21,05%) puede entenderse como favorable a la validez de la subhipótesis, ya que supone la consideración manifiesta de estos elementos como útiles para aumentar el interés de sus alumnos en la futura práctica docente.

Tras la evaluación de los resultados, la subhipótesis queda confirmada en todos sus aspectos.

4.3. ALUMNADO

Según el planteamiento de este trabajo, las opiniones del alumnado constituyen la tercera y última vía aproximativa para la verificación de la hipótesis principal. En el capítulo anterior se describió el proceso de diseño del instrumento de análisis y su configuración final. Dicho instrumento, consistente en un cuestionario de seis preguntas, pretende sacar a la luz las opiniones de los alumnos respecto al tema que nos concierne, con el objeto de verificar o refutar la subhipótesis correspondiente con sus diferentes aspectos descritos. Para ello, el cuestionario ha sido realizado por 170 alumnos, de cuatro comunidades autónomas distintas

Tabla 10. Valores promedio obtenidos en el cuestionario de alumnos (N=170, excepto para lengua autónoma N=64).

Cuestión nº 1. (Valoración del interés despertado...)		6,02 (sd 2,13)			
Cuestión nº 2					
Encontrar trabajo	5,96	Formarme como ciudadano	4,73	Saber más	5,49
Deseo de los padres	4,56	Valoración social del título	5,36	Saber hacer	5,54
Cuestión nº3					
ASIGNATURAS	Sin interés 1	Inútil 1	Muy aburrida 1	Muy difícil1	Muy teórica 1
	Escaso interés 2	Poco útil 2	Aburrida 2	Difícil 2	Teórica 2
	Interesante 3	Útil 3	Divertida 3	Fácil 3	Práctica 3
	Muy interesante 4	Muy útil 4	Muy divertida 4	Muy fácil 4	Muy práctica 4
Ciencias Sociales	2,80	2,88	2,39	2,43	1,60
Lengua Castellana	2,50	3,21	2,05	2,24	1,90
Inglés	2,74	3,47	2,55	2,35	2,44
Biología y Geología	2,71	2,71	2,23	2,21	1,90
Música	2,07	1,85	2,16	2,96	2,26
Física y Química	2,69	2,71	2,25	1,96	2,29
Tecnología	2,83	2,87	2,79	2,78	2,99
Lengua Autonómica	2,44	2,97	2,03	2,18	2,03
Matemáticas	2,64	3,26	2,06	1,99	2,62
Educación Física	3,06	2,76	3,43	3,51	3,65
E. Plástica y Visual	2,55	2,16	2,72	2,95	3,36
Cuestión nº 5					
Prácticas de laboratorio	7,39	Trabajos de taller	7,20	Explicaciones teóricas	4,27
Visitas a fábricas, museos...	6,78	Uso de juegos y juguetes	5,89	Problemas numéricos	3,90
Videos educativos	5,61	Comentario de noticias	5,35	Tertulias / debates	6,42
Experiencias demostrativas	6,56	Trabajos de investigación	6,29	Elaboración de murales	5,59
Uso de aplicaciones informáticas (ordenadores)	8,36		Rol-playing	7,33	
Cuestiones nºs 3 y 6					
PROPUESTAS	Recuento	%			
Más debates	5	1,32			
Menos ejercicios y deberes	5	1,32			
Más videos	6	1,59			
Más juegos	6	1,59			
Clases más interesantes	6	1,59			
Más investigaciones	6	1,59			
Explicar mejor	10	2,65			
Menos exámenes	14	3,71			
Más experimentos	15	3,98			
Más proyectos, trabajos taller	16	4,24			
Más divertidas	25	6,63			
Menos teoría	28	7,43			
Más uso ordenadores	34	9,02			
Más salidas, visitas	67	17,77			
Prácticas, laboratorio	88	23,34			
Otros (<5 propuestas)	46	12,20			
TOTAL DE PROPUESTAS	377	100			

(Andalucía, Murcia, Comunidad Valenciana y Baleares, siendo N=64 los cuestionarios con lengua comunitaria propia), garantizándose por tanto un mayor ámbito de aplicación de las conclusiones extraídas.

En la tabla 10 se muestran los resultados obtenidos en dicho cuestionario, en forma de valores promedio y de recuentos.

Al igual que en los anteriores apartados, estos resultados se analizan a través de los datos obtenidos en diferentes indicadores de validez, cuyos valores se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Valores finales de los indicadores obtenidos a partir de los resultados de los cuestionarios de alumnos.

INDICADORES		VALOR
Id23	valor medio de las puntuaciones de los alumnos sobre interés despertado en Ciencia y Tecnología	6,02
Id24 ¹	media puntuaciones motivación intrínseca	5,25
Id24 ²	media puntuaciones motivación extrínseca	5,30
Id25	(nº de respuestas “recreativas” / nº total de respuestas propuestas en cuestiones 3 y 6) · 100	13%
Id26 ¹	media de los valores de los cinco aspectos de Biología y Geología	2,35
Id26 ²	media de los valores de los cinco aspectos de Física y Química	2,37
Id26 ³	media de los valores de los cinco aspectos de Tecnología	2,85
Id27 ¹	media de los valores otorgados al ítem “interesante-sin interés” de Biología y Geología	2,71
Id27 ²	media de los valores otorgados al ítem “interesante-sin interés” de Física y Química	2,69
Id27 ³	media de los valores otorgados al ítem “interesante-sin interés” de Tecnología	2,83
Id28 ¹	media de los valores otorgados al ítem “divertida-aburrida” de Biología y Geología	2,23
Id28 ²	media de los valores otorgados al ítem “divertida-aburrida” de Física y Química	2,25
Id28 ³	media de los valores otorgados al ítem “divertida-aburrida” de Tecnología	2,79
Id29 ¹	media de los valores otorgados al ítem “útil-inútil” de Biología y Geología	2,71
Id29 ²	media de los valores otorgados al ítem “útil-inútil” de Física y Química	2,71
Id29 ³	media de los valores otorgados al ítem “útil-inútil” de Tecnología	2,87
Id30 ¹	media de los valores otorgados al ítem “fácil-difícil” de Biología y Geología	2,21
Id30 ²	media de los valores otorgados al ítem “fácil-difícil” de Física y Química	1,96
Id30 ³	media de los valores otorgados al ítem “fácil-difícil” de Tecnología	2,78
Id31 ¹	media de los valores otorgados al ítem “teórica-práctica” de Biología y Geología	1,90
Id31 ²	media de los valores otorgados al ítem “teórica-práctica” de Física y Química	2,29
Id31 ³	media de los valores otorgados al ítem “teórica-práctica” de Tecnología	2,99
Id32	valor medio asignado al apartado de explicaciones teóricas	4,27
Id33	valor medio asignado al apartado de ejercicios numéricos	3,90
Id34	valor medio asignado al apartado de uso de juegos y juguetes	5,89
Id35	valor medio asignado al apartado de experiencias demostrativas	6,56

Análogamente a lo realizado en los dos apartados anteriores, analizaremos cada aspecto de la subhipótesis propuesto en el capítulo anterior.

- Aspecto E1

El primer aspecto propuesto sólo pretende sacar a la luz una impresión global del alumnado acerca del interés despertado por la ciencia y la tecnología. La cuestión 1 del cuestionario, recoge explícitamente esta cuestión solicitando una valoración (puntuando de 0 a 10). El valor otorgado se recoge como indicador de validez, definido como:

Id23 = *valor medio de las puntuaciones de los alumnos sobre interés despertado en Ciencia y Tecnología*

Como se ve en la Tabla 11, el resultado obtenido es de 6,02. Si bien el resultado no es excesivamente negativo, y por tanto, no concordante con el aspecto de la subhipótesis evaluado, hay que tener en cuenta varios factores. Por un lado, la tendencia a no puntuar demasiado negativamente por parte del alumnado hace que tampoco se pueda considerar este valor como “positivo”. Por otro lado, se debe tener en cuenta que la moda corresponde al 5,00 y que un 36,9% de los encuestados no asignan valores superiores a éste, lo cual supone que un alto porcentaje muestra una actitud “negativa” hacia la educación científica recibida hasta el momento.

Además de este indicador global, la cuestión 3 del cuestionario recoge información variada de las opiniones de los alumnos. En base a ello, se definieron los indicadores:¹

Id26¹ = media de los valores de los cinco aspectos de Biología y Geología

Id26² = media de los valores de los cinco aspectos de Física y Química

Id26³ = media de los valores de los cinco aspectos de Tecnología

Como se ve en la Tabla 11, en una opinión forzada a los valores 1-4, con dos de ellos de carácter “positivo” (3 y 4) y dos de carácter “negativo” (1 y 2), los alumnos han otorgado unas puntuaciones globales cuyas medias son 2,35, 2,37 y 2,85, respectivamente. Conviene

¹ *Los cinco aspectos considerados son: interesante-sin interés, útil-inútil, divertida-aburrida, fácil-difícil y teórica-práctica.*

recordar que las puntuaciones se restringen a los valores 1, 2, 3 y 4, quedando como valor intermedio el 2,50 (y considerando como “aprobado” a los valores iguales o superiores).

Esto supone que la Biología y Geología y la Física y Química provocan en el alumnado una valoración global negativa, mientras que la Tecnología superaría el 2,5 neutral por muy poco. Estos indicadores han sido calculados sobre cinco aspectos concretos y su multiplicidad le otorga autoridad suficiente como para matizar la interpretación del Id23, validando el aspecto E1 inicialmente refutado. Así, podríamos decir que el resultado del Id23 (6,02), en donde no se hacía distinción entre ciencia y tecnología, parece reflejar una compensación, resultando la hipótesis aceptablemente validada para el caso de las Ciencias (tanto Biología y Geología como Física y Química estarían claramente “suspendidas” tras el análisis detallado), y con una validez más discutible para el caso de la Tecnología.

Además, en el capítulo anterior se propuso la generación de un ranking de asignaturas que aportaría aún más claridad a la verdadera opinión del alumnado, si es aceptada la comparación como indicador de algún tipo. Mostramos a continuación dicho ranking:

Tabla 12. Media de los valores de los cinco aspectos (todas las materias).		
1	Música	2,26
2	Lengua Autonómica	2,33
3	<i>Biología y Geología</i>	2,35
4	<i>Física y Química</i>	2,38
5	Lengua castellana	2,38
6	Ciencias Sociales	2,42
“Suspendidas” ↑ / “Aprobadas” ↓		
7	Matemáticas	2,51
8	Inglés	2,71
9	E. Plástica y Visual	2,75
10	<i>Tecnología</i>	2,85
11	Educación Física	3,28

Vemos como la Biología y Geología ocuparía la segunda o tercera peor posición y la Física y Química la cuarta o quinta, en función de si se trata de una comunidad autónoma con lengua propia o no, lo cual verifica todavía más la validez del aspecto obtenida con los datos particulares del Id26. De todos modos, hay que tener en cuenta la buena posición de la Tecnología a la hora de comentar apropiadamente los resultados. Ya se han detallado

ciertos aspectos propios de la Tecnología, que hacen que esta asignatura suela resultar más “atractiva”.

Tanto es así, que parece razonable afirmar que en muchos de los aspectos propuestos, la validez de los mismos quedará demostrada para el caso de las materias científicas, no sucediendo lo mismo con la Tecnología. Posteriormente se retomará este punto al formar parte de un aspecto particular de la subhipótesis.

- Aspecto E2

En este aspecto se hacía referencia a dos facetas ligeramente distintas, pero no exentas de un vínculo razonable. Por una parte, la cuestión 2 del cuestionario requiere del alumnado una valoración de distintos aspectos motivacionales del proceso de enseñanza aprendizaje. Ya se discutió la naturaleza e implicaciones de las motivaciones extrínsecas e intrínsecas, definiendo dos indicadores en función de la pregunta formulada:

Id24¹ = media puntuaciones motivación intrínseca

Id24² = media puntuaciones motivación extrínseca

Los resultados (mostrados en la tabla 11), dan valores de 5,25 y 5,30 respectivamente. La diferencia, aunque mínima, confirma relativamente parte de la hipótesis. El aspecto mejor valorado es el de “encontrar trabajo”, seguido de “saber hacer” y “saber más”, lo que supone similar resultado al obtenido años atrás dónde fue formulada la misma pregunta en un marco de investigación diferente [Ríos 2004].

Por otra parte, se propusieron nuevos indicadores para evaluar la validez de la segunda faceta del aspecto E2:

Id27¹ = media de los valores otorgados al ítem “interesante-sin interés” de Biología y Geología

Id27² = media de los valores otorgados al ítem “interesante-sin interés” de Física y Química

Id27³ = media de los valores otorgados al ítem “interesante-sin interés” de Tecnología

y,

Id28¹ = media de los valores otorgados al ítem “divertida-aburrida” de Biología y Geología

Id28² = media de los valores otorgados al ítem “divertida-aburrida” de Física y Química

Id28³ = media de los valores otorgados al ítem “divertida-aburrida” de Tecnología

Los valores obtenidos para estos indicadores son 2,71, 2,69, 2,83 y 2,23, 2,25, y 2,89, respectivamente. Se observa que la valoración de los alumnos no puede considerarse como positiva, y que indiscutiblemente encuentran a las materias científicas como ligeramente interesantes pero claramente “aburridas”, lo que refuerza considerablemente la hipótesis principal.

El valor global, 6,02, se corresponde con los valores obtenidos en la misma pregunta realizada en investigaciones anteriores [Vilches 1993, Ríos 2004].

Al igual que en aspecto anterior, los ranking comparativos mostrados (Tablas 13 y 14), ratifican la validez del valor absoluto. En el caso de la dualidad aburrida-divertida (y teniendo en cuenta la inexistencia de lengua propia en más de tres cuartas partes de los encuestados), podemos afirmar que las asignaturas científicas son de las más aburridas y poco interesantes, según las opiniones de los alumnos, lo que puede explicar la desmotivación hacia el estudio de las mismas.

Tabla 13. Media de valores otorgados al ítem sin interés-interesante en todas las materias		
SIN INTERES (1) / INTERESANTE (4)		
1	Música	2,07
2	Lengua Autonómica	2,44
“Suspendidas” ↑ / “Aprobadas” ↓		
3	Lengua Castellana	2,50
4	E. Plástica y Visual	2,55
5	Matemáticas	2,64
6	<i>Física y Química</i>	2,69
7	<i>Biología y Geología</i>	2,71
8	Inglés	2,74
9	Ciencias Sociales	2,80
10	<i>Tecnología</i>	2,83
11	Educación Física	3,06

Tabla 14. Media de valores otorgados al ítem aburrida-divertida en todas las materias		
ABURRIDA (1) / DIVERTIDA(4)		
1	Lengua Autonómica	2,03
2	Lengua Castellana	2,05
3	Matemáticas	2,06
4	Música	2,16
5	<i>Biología y Geología</i>	2,23
6	<i>Física y Química</i>	2,25
7	Ciencias Sociales	2,39
“Suspendidas” ↑ / “Aprobadas” ↓		
8	Inglés	2,55
9	E. Plástica y Visual	2,72
10	<i>Tecnología</i>	2,79
11	Educación Física	3,43

- Aspecto E3

En este aspecto se propuso que los estudiantes no reconocieran la utilidad de las materias científicas, resultando dicha visión paradójica al tener en cuenta el notable avance de la ciencia y la tecnología de nuestros días. Se definieron los indicadores:

Id29¹ = media de los valores otorgados al ítem “útil-inútil” de Biología y Geología

Id29² = media de los valores otorgados al ítem “útil-inútil” de Física y Química

Id29³ = media de los valores otorgados al ítem “útil-inútil” de Tecnología

Además de los indicadores mencionados, e igual que se ha realizado en los puntos anteriores, resulta interesante mostrar el ranking de los valores otorgados al resto de asignaturas.

Los valores de los indicadores (2,71, 2,71 y 2,87) confirman que los alumnos consideran las asignaturas científicas ligeramente útiles, pero menos útiles que la mayor parte de las asignaturas, excepto Música y Plástica (Tabla 15).

Se demuestra así la escasa valoración y concienciación de la relevancia que estas áreas del conocimiento han tenido en la construcción de nuestra sociedad actual. Es incluso significativo observar que la Tecnología, en general bien valorada, tampoco escapa a esta visión del alumnado. Quizás valga la pena mencionar (aunque también quede fuera de las intenciones de este trabajo y pueda considerarse políticamente incorrecto), que las asignaturas denominadas “instrumentales” (las lenguas y las matemáticas) y que han obtenido un *trato de favor* en las últimas leyes educativas, y con una mayor valoración social, son las entendidas como de mayor utilidad por parte de los alumnos.

Tabla 15. Media de valores otorgados al ítem inútil-útil en todas las materias.

INÚTIL (1) / ÚTIL(4)		
1	Música	1,85
2	E. Plástica y Visual	2,16
“Suspendidas” ↑ / “Aprobadas” ↓		
3	Física y Química	2,71
4	Biología y Geología	2,71
5	Educación Física	2,76
6	Tecnología	2,87
7	Ciencias Sociales	2,88
8	Lengua Autonómica	2,97
9	Lengua Castellana	3,21
10	Matemáticas	3,26
11	Inglés	3,47

- Aspecto E4

Otro de los aspectos que pueden determinar la motivación de un alumnado hacia el aprendizaje de una determinada materia es el grado de dificultad de la misma. También se ha considerado, y posteriormente se reincidirá en este punto, que las asignaturas de carácter

práctico provocan, en general, una motivación “extra” en los estudiantes. Por ello, se definieron los nuevos indicadores de validez:

Id30¹ = media de los valores otorgados al ítem “fácil-difícil” de Biología y Geología

Id30² = media de los valores otorgados al ítem “fácil-difícil” de Física y Química

Id30³ = media de los valores otorgados al ítem “fácil-difícil” de Tecnología

y

Id31¹ = media de los valores otorgados al ítem “teórica-práctica” de Biología y Geología

Id31² = media de los valores otorgados al ítem “teórica-práctica” de Física y Química

Id31³ = media de los valores otorgados al ítem “teórica-práctica” de Tecnología

Tanto los valores absolutos como las posiciones en el ranking (Tablas 16 y 17) confirman que los alumnos tienen una visión de las asignaturas científicas como algo difícil y excesivamente teórico (nótese que la asignatura considerada como la más difícil es la Física y Química). También en este caso la Tecnología se desmarca de la tendencia del Área de Ciencias de la Naturaleza, obteniendo puntuaciones claramente distintas.

Tabla 16. Media de valores otorgados al ítem difícil-fácil en todas las materias		
DIFÍCIL(1) / FÁCIL (4)		
1	Física y Química	1,96
2	Matemáticas	1,99
3	Lengua Autonómica	2,18
4	Biología y Geología	2,21
5	Lengua Castellana	2,24
6	Inglés	2,35
7	Ciencias Sociales	2,43
“Suspendidas” ↑ / “Aprobadas” ↓		
8	Tecnología	2,78
9	E. Plástica y Visual	2,95
10	Música	2,96
11	Educación Física	3,51

Tabla 17. Media de valores otorgados al ítem teórica-práctica en todas las materias		
TEÓRICA(1) / PRÁCTICA(4)		
1	Ciencias Sociales	1,60
2	Lengua Castellana	1,90
3	Biología y Geología	1,90
4	Lengua Autonómica	2,03
5	Música	2,26
6	Física y Química	2,29
7	Inglés	2,44
“Suspendidas” ↑ / “Aprobadas” ↓		
8	Matemáticas	2,62
9	Tecnología	2,99
10	E. Plástica y Visual	3,36
11	Educación Física	3,65

Obviamente estos valores dan validez a la hipótesis, y pueden, en parte, justificar la desmotivación observada hacia el estudio de estas materias.

- Aspecto E5

Ya se ha comentado repetidamente hasta el momento el aspecto “peculiar” de la asignatura de Tecnología. El carácter eminentemente práctico (todas las horas disponibles suelen

transcurrir en un aula-taller), el habitual trabajo en grupo, y la contextualización propia de la materia, son aspectos que no deben olvidarse a la hora de analizar los resultados. En cualquier caso, y a pesar de ser ésta una de las conclusiones a extraer de esta investigación, no insistiremos excesivamente en este punto ya que, como ya se ha mencionado con anterioridad, los porqués últimos de esta realidad que aquí se constata escapan al ámbito de este trabajo. No obstante, se consideró oportuno incluir un aspecto de la subhipótesis que recogiera esta diferenciación.

Los datos expuestos hasta el momento, referentes a la cuestión 4, en la que se separan las opiniones para cada materia, han confirmado la constante diferencia que existe entre la Tecnología y las materias del Área de Ciencias de la Naturaleza. La Tecnología, ha sido considerada por los alumnos como una de las materias más interesantes, divertidas, y prácticas, ocupando el segundo lugar en el ranking de preferencias global. Sin ánimo de profundizar en este tema, se constatan las mencionadas diferencias y desde aquí, se insta a posibles investigadores futuros a ahondar en las causas de dichas divergencias, en aras de mejorar la inmerecida visión negativa que los alumnos tienen de las asignaturas científicas. También es relevante desde este punto de vista la comparación con las Matemáticas, las cuales obtienen un “aprobado” global y son bien consideradas en términos de interés utilidad, y carácter práctico, resultando por el contrario bastante difíciles y aburridas.

- Aspecto E6

En este aspecto de la subhipótesis se postuló que los alumnos mostrarían mayor interés por aquellas prácticas metodológicas distintas a las características del método expositivo tradicional. Han sido publicados numerosos artículos al respecto, como ya se vio en el primer capítulo de este trabajo. Pese a “apostar sobre seguro”, nos pareció conveniente incluir esta “ya demostrada” faceta de la enseñanza de las ciencias ya que, de alguna manera, aportaría validez a la hipótesis principal. Para cuantificar la opinión de los alumnos, se definieron los indicadores:

Id32 = *valor medio asignado al apartado de explicaciones teóricas*

Id33 = *valor medio asignado al apartado de ejercicios numéricos*

Id34 = *valor medio asignado al apartado de uso de juegos y juguetes*

Id35 = *valor medio asignado al apartado de experiencias demostrativas*

Los valores (mostrados en la Tabla 11) son 4,27, 3,90, 5,89 y 6,56 respectivamente y en principio validan el aspecto de la subhipótesis tratado.

Hay que recalcar que las dos primeras son las dos prácticas metodológicas peor valoradas de las 14 propuestas de la pregunta 5 del cuestionario. Es lógico pensar, especialmente tras los resultados obtenidos con los profesores en formación, que estos dos son, en muchos casos, los únicos recursos metodológicos seguidos por un buen número de docentes y que ello no resulta del agrado de los estudiantes, con la consecuente pérdida de interés y motivación. Además, como se verá en el siguiente punto, los estudiantes no sólo rechazan estas prácticas habituales, sino que incluso las mencionan explícitamente cuando se les formula una pregunta abierta.

Como ya se comentó, los valores relativamente bajos de Id34 e Id35, pueden atribuirse al desconocimiento por parte de los alumnos de estas prácticas metodológicas. Incluso en algunos cuestionarios aparece escrita la pregunta, *¿Qué es uso de juegos y juguetes?*

- Aspecto E7

El último aspecto considerado hace referencia a las opiniones de los alumnos al responder a dos preguntas abiertas (3 y 6), en las que se solicita aspectos y actividades que aumenten el interés hacia las clases de ciencias. Se presupuso que los alumnos propondrían actividades lúdicas o recreativas introduciendo el indicador de validez:

$$I25 = (\text{n}^\circ \text{ de respuestas "recreativas"} / \text{n}^\circ \text{ total de respuestas propuestas en cuestiones 3 y 6}) \cdot 100$$

Dado el carácter abierto de la pregunta, resultó complicado asignar a una respuesta determinada el carácter de recreativa de una manera absolutamente objetiva, como ya se argumentó en el capítulo anterior. No obstante y siguiendo las pautas ya descritas, el valor del indicador es de un 13% de respuestas concretas que hacen referencia a aspectos lúdicos o recreativos, lo cual puede considerarse como coherente con la propuesta. Además, cabe destacar que las palabras “divertida” o “aburrida” aparecen en 25 ocasiones (la quinta propuesta con mayor presencia).

Al hilo de esto último y retomando lo comentado en el apartado anterior, las propuestas de “menos cantidad de teoría” y “más prácticas” o “más laboratorio” suman más del 30% de las respuestas contabilizadas, lo cual refuerza sustancialmente el aspecto relativo de la subhipótesis.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

La investigación en didáctica de las ciencias ha puesto de manifiesto un creciente desinterés hacia las materias científico-tecnológicas por parte de los estudiantes, lo que preferas). Esto ha dado lugar a numerosos trabajos dedicados a la detección de los aspectos concretos de este problema y a la búsqueda de soluciones plausibles y adecuadas a los diferentes contextos (temporales, socioculturales, etc.).

En este trabajo nos hemos centrado en uno de las posibles causas de dicho desinterés: la percepción generalizada de que las materias científicas resultan tediosas y aburridas.

La verificación de este hecho y la búsqueda de soluciones, nos llevaron a emitir la hipótesis principal de este trabajo, expresada como: *El uso de juegos, juguetes y pequeñas experiencias recreativas no es suficientemente tenido en cuenta en la actual enseñanza de las ciencias y la tecnología, lo cual puede generar una imagen de ellas como algo aburrido y contribuir a la desmotivación del alumnado.*

Hemos diseñado un diseño múltiple con el cual analizar el contenido de los textos, así como las opiniones de los profesores y la de los alumnos. En líneas generales, y a la vista de las respuestas obtenidas, podemos concluir que la hipótesis ha quedado demostrada, ya que el análisis de los resultados ha puesto de manifiesto las conclusiones que exponemos a continuación.

1. Libros de texto

Los libros de texto, que son el instrumento más utilizado por los profesores y alumnos en el proceso habitual de enseñanza-aprendizaje, prestan una escasa atención a la ciencia recreativa como recurso metodológico motivador, ya que:

- Aparecen pocas referencias a elementos de ciencia recreativa en los libros de texto analizados (< 10 % de sus páginas). Una buena parte de ellas hacen referencia

exclusiva a deportes, los cuales pueden, sin duda, tener un carácter lúdico, aunque por lo general éste no es su principal objetivo.

- Los libros de texto suelen contener una información gráfica extensa, pero aparecen pocas imágenes referentes a ciencia recreativa. Cuando aparecen este tipo de recursos metodológicos, suelen tener escaso valor educativo, incluyéndose como elementos poco más que “decorativos”.
- Se proponen muy pocas actividades “recreativas” (un 1,61% de las actividades propuestas se pueden considerar como “actividades recreativas”).
- La mayoría de las referencias a ciencia recreativa encontradas pueden catalogarse como de “escaso valor educativo”, ya que suelen aparecer en apartados marginales, como elementos de mera observación o, a lo sumo, como ejemplos puntuales tratados de manera superficial.
- La mayoría de las referencias encontradas aparecen concentradas en pocos temas, estando totalmente ausentes en algunos otros.

2. Profesorado

Los profesores en formación reconocen el escaso uso de elementos “recreativos” durante su etapa de formación académica, pese a encontrar en ellos un interesante recurso metodológico para su futura práctica docente, ya que los profesores encuestados:

- Valoran el uso de juegos y juguetes por parte de sus profesores con un 1,52 y el de pequeñas experiencias demostrativas con un 2,0 (en una escala comprendida entre 0 y 10).
- Otorgan a los elementos considerados como “recreativos” (juegos, juguetes y pequeñas experiencias) una puntuación elevada al preguntarles por el interés en su uso durante su futura etapa docente (un 5,65 y un 8,39 respectivamente en una escala comprendida entre 0 y 10).
- Sugieren el uso de este tipo de recursos como elementos que mejorarán el interés de sus futuros alumnos por las clases de ciencias (más de un 21% de las propuestas realizadas al respecto).

3. Alumnos

Los alumnos muestran una escasa motivación hacia el estudio de las materias científicas al considerar la enseñanza de las mismas aburrida, excesivamente teórica y carente de interés y utilidad, valorando positivamente los recursos metodológicos que potencialmente puedan cambiar esta percepción. Entre las opiniones de los alumnos, encontramos que:

- Las materias científicas resultan aburridas, otorgando a la Física y Química una puntuación de 2,25, al elegir entre cuatro únicas opciones (1=muy aburrida, 2=aburrida, 3=divertida y 4=muy divertida, valor central 2,5). Concretamente, estas valoraciones las sitúan en la 5ª asignatura más aburrida de entre las 10 generales en 3º y 4º de E.S.O. (la 6ª en el caso de haber lengua autonómica).
- La Física y Química resulta muy ligeramente interesante (media de 2,69, de entre 4 opciones graduadas 1=sin interés ... 4=muy interesante).
- La Física y Química, pese a obtener una puntuación aparentemente aceptable en términos de utilidad: 2,71 en una elección de cuatro opciones (1=inútil ... 4=muy útil), es considerada la asignatura más inútil tras la Música y la Educación plástica.
- La asignatura de Física y Química resulta excesivamente teórica, obteniendo un valor medio de 2,29 al elegir entre cuatro opciones (1=muy teórica ... 4=muy práctica).
- En general, las materias científicas son difíciles: 1,96 para Física y Química (1=muy difícil ... 4= muy fácil), resultando ser la asignatura considerada como la más difícil.
- Los elementos metodológicos “tradicionales”, como las explicaciones teóricas y los ejercicios numéricos, son, con mucho, peor valorados que los recursos de ciencia recreativa (como los juegos, juguetes o pequeñas experiencias). La calificación que obtienen, es 4,27 y 3,90, respectivamente, frente a 5,89 y 6,56 (en una escala comprendida entre 0 y 10).
- El uso de juegos y juguetes por parte del profesorado es escaso, ya que se entregaron bastantes cuestionarios con este ítem sin puntuar. Incluso, en algunos casos aparece explícitamente la pregunta “¿qué es uso de juegos y juguetes?”.
- Un 13% de las propuestas solicitadas a los alumnos para conseguir mejorar su interés por las materias científicas tienen alguna relación con hacer estas asignaturas “más entretenidas” o “menos aburridas”.
- La asignatura de Biología y Geología muestra unos resultados muy similares a la de Física y Química, si acaso, muy ligeramente peor en los resultados globales (2,35 frente a 2,38).
- En líneas generales, la asignatura de Tecnología no sigue la pauta mostrada por las materias científicas, resultando aceptablemente valorada por los alumnos en términos de aburrimiento, interés, dificultad, utilidad y utilidad práctica (valor medio global de 2,85, la 2ª mejor valorada tras la Educación física).

Por lo tanto, vemos que todas estas conclusiones verifican la hipótesis, tanto en sus términos de escasa atención prestada a los recursos metodológicos “recreativos”, como a la

visión por parte del alumnado de un área científica excesivamente aburrida y, por ello, una consecuente desmotivación y ausencia de interés en su aprendizaje. El único punto relativamente contrario a la hipótesis es la consideración de la Tecnología. A lo largo del presente trabajo se ha ido perfilando la idea de que la Tecnología no podía ser tratada del mismo modo que las Ciencias de la Naturaleza y efectivamente así se ha confirmado. Aunque el análisis detallado de estas diferencias escapa a las intenciones de este trabajo, no descartamos que la profundización en el análisis de este punto pueda ser una de las perspectivas que se abren tras la realización del presente estudio.

Otros puntos que también consideramos relevantes para analizar en un futuro trabajo son los siguientes:

- Comprobar si los juguetes científicos y juegos, pueden contribuir realmente a cambiar la imagen aburrida de la ciencia y a mejorar la motivación de los estudiantes. Este estudio se realizaría incluso teniendo en cuenta la existencia de diferentes tipos de estudiantes en cuanto a la motivación y, por tanto, serviría para verificar cuál puede ser su contribución en el tratamiento de la diversidad.
- En caso de que así sea, lo cual parece hartamente plausible, se podría realizar un análisis más detallado de los juegos, juguetes o pequeñas experiencias más recomendables para aumentar el interés de los alumnos por las materias científicas.
- Además del aspecto estrictamente motivacional, podemos plantearnos en qué medida los juguetes, juegos y demás elementos recreativos pueden contribuir a mejorar el aprendizaje de conceptos y procedimientos científicos.
- Sería conveniente ampliar la investigación a alumnos de diferentes niveles educativos, incluyendo educación primaria y universitaria.
- Por último, también podría resultar interesante el estudio del uso de estos recursos metodológicos a lo largo de la historia o incluso en diferentes lugares geográficos, ya que parece, a juicio de los autores de este trabajo, que dicho uso ha decaído considerablemente a lo largo de los años.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- ...(2002), Enseñar a los niños física de una forma divertida, *El Periódico Mediterraneo*, 09/04/2002.
- ACCUM, F. (2000). *Recreaciones químicas*, Paris-Valencia, Valencia (facsimil ed. Lecointe, Paris, 1836).
- ACEVEDO DÍAZ, J.A. (1998). Tres criterios para diferenciar entre ciencia y tecnología. En E. Banet y A. de Pro (Eds.), *Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias*, Vol. I. (DM Murcia), 7-16.
- ADAR, L. (1969). *A theoretical framework for the study of motivation in education*, Hebrew University School of Education, Jerusalem.
- ADCOCK, L.H. (1998), The egg in the bottle revisited: Air pressure and Amontons' law (Charles' law), *Journal of Chemical Education*, 75, 1567-68.
- AIKENHEAD, G.S. (1988). An analysis of four ways of assessing student beliefs about STS topics, *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 607-627.
- ALONSO, M., GIL, D. Y MARTÍNEZ-T., J. (1996). Evaluar no es calificar. La evaluación y la calificación en una enseñanza constructivista de las ciencias, *Investigación en la escuela*, 30, 15-26.
- AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE (1993). *Benchmarks for Science Literacy*, American Association for the Advancement of Science.
- AMERY, H. (1976). *Cómo hacer juguetes que funcionen*, PLESA, Madrid.
- AMERY, H. (1978). *Cómo hacer experimentos*, PLESA, Madrid.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. Y HANESIAN, H. (1978). *Educational psychology: a cognitive view*, Holt, Rinehart, and Winston, New York.
- BANET, E. Y NÚÑEZ, F. (1997). Teaching and learning about human nutrition: a constructivist approach, *International Journal of Science Education*, 19, 1169-1194.
- BRANDLI, A. E. (1980). How can we explain physics to a kindergarten student, *American Journal of Physics*, 48, 507-508.
- CALATAYUD, M.^a L., et al. (1994). *La construcción de las ciencias físico-químicas*, La Nau, Valencia.

- CARMEN, L. (1997). *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*, Horsori, Barcelona.
- CARRASCOSA, J. (1987). Errores conceptuales en la enseñanza de las ciencias: revisión bibliográfica, *Enseñanza de las ciencias*, 3, 230-234.
- CARRERES, F. (2002). Lección de física en el todo a 100, *La Verdad, Murcia*, 11/04/2002
- CLAXTON, G. (1984). *Live and learn*, Harper and Row, Londres.
- COPERÍAS, E. M. (2002). *¡Qué divertida es la ciencia!*, Suplemento de la revista *Muy Interesante* n° 249 febrero..
- COSGROVE, M. y OSBORNE, R. (1985). Lesson frameworks for changing children ideas, en R. Osborne, y P. Freyberg (Eds). *Learning in Science: The Implications of Children's Science*, 101-111. Auckland, NZ: Heinemann..
- DAMASIO A. R. (2001). *El error de Descartes*, Crítica, Barcelona.
- DEBOER, G.B (2000). Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform, *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 582-601.
- DECI, E. L., KOESTNER, R. y RYAN, R. M. (2001). Extrinsic rewards and intrinsic motivation in education: Reconsidered once again, *Review of Educational Research*, 71, 1.
- DECLARACIÓN DE BUDAPEST (1999). Marco general de la acción de la declaración de Budapest, en: www.oei.org.co/budapest.dec.htm.
- DOHERTY, P. y CASSIDY, J. (2004). *Magia magnética*, Catapulta, Buenos Aires.
- DRIVER, R. y ODMAN, V. (1986). A constructivism approach to curriculum development in science, *Studies in Science Education*, 13, 105-122.
- DUNBAR, R. (1999). *El miedo a la ciencia*. Madrid, Alianza.
- DUSCHL, R.A. y GITOMER, D.H. (1991). Epistemological perspectives on conceptual change: implications for educational practice, *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 839-858.
- ELLIOT, A. J., y MCGREGOR, H. (2001), A 2x2 achievement goal framework, *Journal of Personality and Social Psychology*, 80, 501-519.
- ELLIOT, A.J. y CHURCH, M.A. (1997). A hierarchical model of approach and avoidance achievement motivation, *Journal of Personality and Social Psychology*, 72, 218-232.
- ESTALELLA, J. (1918). *Ciencia recreativa. Enigmas y problemas, observaciones y experimentos, trabajos de habilidad y paciencia*, Gustavo Gili, Barcelona.
- FEATONBY, D. (2005). Toys and physics, *Physics Education*, 40, 537-543.
- FERRER, C. y CROS, A. (2004). La física en el bolsillo: experimentos sencillos de electricidad, *Alambique*, 39, 79-85.

- FERRER, C. y CROS, A. (2005). ¡Física, maestro! Un recorrido experimental por la física de la música, *Alambique*, 46, 18-33.
- FERSMAN A.E. (1973). *Geoquímica recreativa*, MIR, Moscú.
- FEYNMAN, R. (1969). What's science?, *The Physics Teacher*, 9, 313-320.
- FEYNMAN, R. (2000). ¿Qué es la ciencia?, 139-153 de *El placer de descubrir*, Crítica, Barcelona.
- FINNEY, G.A. (2000). Analysis of water propelled rocket: A problem in honors physics, *American Journal of Physics* 68, 223-227.
- FOX, D.J. (1981). *El proceso de investigación en educación*, Eunsa, Pamplona.
- FURIO, C. (1996), Las concepciones alternativas del alumnado en ciencias: dos décadas de investigación. Resultados y tendencias. *Alambique*, 7, 7-17.
- FURIÓ, C. y GUIASOLA, J. (1999). Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento, *Enseñanza de las Ciencias*, 17, 441-452.
- FURIÓ, C., BARRENETXEA, I. y REYES, J.V. (1994). Contribución de la resolución de problemas como investigación al paradigma constructivista de aprendizaje de las ciencias, *Investigación en la escuela*, 24, 88-99.
- FURIÓ, C., GUIASOLA, J. y ALMUDÍ, J.M. (2004). Electrostatic Phenomena: Historical Hindrances and Students' difficulties, *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 4, 291-314.
- GARCÍA CASTAÑER, J.E. (1989). *La magia blanca descubierta*, Paris Valencia, Valencia (fac símil Cabrerizo, Valencia, 1833).
- GARCIA MOLINA, R. (1998). Física per a regalar, *Revista de física*, 2, 34-38.
- GARCIA MOLINA, R. (2001). La física con humor se enseña (y aprende) mejor, finalista en el Concurso Nacional *Física en Acción 2* (Valencia).
- GARCIA MOLINA, R. (2002). *Teaching Physics With a Smile*, Ponencia presentada en *Physics on Stage 2* (Noordwijk, 2002).
- GARCIA MOLINA, R. (2003a). Teaching Physics With a Smile, *Physics Education*, 38, 57-59.
- GARCIA MOLINA, R. (2003b). Jugando con la física, *Educación en el 2000*, 7, 33-35.
- GARCIA MOLINA, R. (2004). Física de juguete. Divertirse y entender por qué, *El Heraldo de Aragón*, 10/02/2004.
- GARCIA MOLINA, R. (2005a). Simple+mente física, *Revista de Enseñanza de la Física*, 18, 81-82.
- GARCIA MOLINA, R. (2005b). La divulgación sirve para emocionar con la física, *El Heraldo de Aragón*, 31/05/2005.

- GERMANN, P.J. (1988). Development of the attitude toward science in school assessment and its use to investigate the relationship between science achievement and attitude toward science in school, *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 689-703.
- GIL, D. (1986). La metodología científica y la enseñanza de las ciencias: Unas relaciones controvertidas, *Enseñanza de las ciencias*, 4, 111-121.
- GIL, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación, *Enseñanza de las ciencias*, 11, 197-212.
- GIL, D. (1996). New trends in science education, *Journal of Science Education*, 18, 809-901.
- GIL, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ, C. y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. (1991). *Cuadernos de educación*, 5, Horsori, I.C.E.-Universidad de Barcelona.
- GIL, D. (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias, *Enseñanza de las ciencias*, 1, 26-33.
- GLASSON, G.E. y LALIK, R.V. (1993). Reinterpreting the learning cycle from a social constructivist perspective: A qualitative study of teachers' beliefs and practices, *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 187-207.
- GOODSTEIN, D. L. (1992). *El universo mecánico* (video), Arait Multimedia, Madrid.
- GREEN, S.K. (2002). Using an expectancy-value approach to examine teachers' motivational strategies, *Teaching and Teacher Education*, 18, 989-1005.
- GUISASOLA, J., ALMUDÍ, J. y CEBERIO, M. (2003). Concepciones alternativas sobre el campo magnético estacionario. Selección de cuestiones realizadas para su detección, *Enseñanza de las ciencias*, 21, 281-295.
- HANN, J. (1991). *Ciencia en tus manos*, Encuentro editorial, La Caixa, Barcelona.
- HIERREZUELO MORENO, J. (1989). *La ciencia de los alumnos: su utilización en la didáctica de la física y la química*, Laia, MEC Madrid.
- HODSON, D. (1985). Philosophy of science, science and science education, *Studies in Science Education*, 12, 25-57.
- HUBISZ, J. (2003). Middle-school texts don't make the grade, *Physics Today*, 5, 50-54.
- KEMPA, R.F. y DIAZ, M.M. (1990). Motivational traits and preferences for different instructional modes in science. Part 1, *International Journal of Science Education*, 12, 195-201.
- KEMPA, R.F. y DIAZ, M.M. (1990). Students' motivational traits and preferences for different instructional modes in science education. Part 2, *International Journal of Science Education*, 12, 205-216.

- LEPPER, M. y HODELL, M. (1989). Intrinsic motivation in the classroom, *Research on motivation in education*, 3, 73-105.
- LEVINSTEIN, H. (1982). The physics of toys, *The Physics Teacher*, 20, 358-365.
- LIEM, T.L. (1987). *Invitations to science inquiry*, Science Inquiry, California.
- LIONETTI, F. (1951). Valence and formulas taught with playing cards, *Journal of chemical education*, 28, 599-601.
- LÓPEZ GARCÍA, V. (2004). La física de los juguetes, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1, 17-30.
- MANASSERO, M.A., VÁZQUEZ, A. y ACEVEDO, J.A. (2001). *Avaluació dels temes de Ciència, Tecnologia i Societat*, Conselleria d'Educació i Cultura, Illes Balears.
- MANDEL, M. (1976). *Física recreativa*, Altea ed., Madrid.
- MANDELL, M. (1996). *Meteorología recreativa*, Martinez Roca, Barcelona.
- MARTÍNEZ MORENO, H. *et al.* (2004). La ciencia recreativa. Con la ciencia sí se juega, ponencia presentada en el *XXI Encuentro de didáctica de las ciencias experimentales*, Donostia, septiembre, 2004 .
- MARTÍNEZ, E. (2001). La física como juego, *Diario de Navarra*, 21/10/2001.
- MATTHEWS, M.R. (1990). History, Philosophy, and Science Teaching: A rapprochement. *Studies in Science Education*, 18, 25-51.
- MATTHEWS, M.R. (1991). Un lugar para la historia y la filosofía en la enseñanza de las Ciencias *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 11-12, 141-155.
- MCCULLOUGH, J. y MCCULLOUGH, R. (2001). *The Role of Toys in Teaching Physics*, American Association of Physics Teachers, College Park, Maryland.
- MÉNDEZ, R. (2002). Física y vida cotidiana, *El País*, 08/04/2002.
- MORÁN, C. (2005). Física para la vida cotidiana, *El País*, 02/05/2005.
- MORATALLA, P. (2004), Jugar con la magia de la física, *Las provincias*, 22/11/2004.
- MULLIN, V.L. (1963). *Química recreativa*, Santillana, Madrid.
- MUNBY, H. (1997). Issues of validity in science attitude measurement, *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 337-341.
- MUNBY, H. (1983). Thirty studies involving the "Scientific Attitude Inventory": What confidence can we have in this instrument?, *Journal of Research in Science Teaching*, 20, 141-162.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1996). *National Science Education Standards*. Washington D.C., National Academy Press.
- OLIVA MARTÍNEZ, J.M.^a (1999). Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual, *Enseñanza de las Ciencias*, 17, 93-107.

- PALMER, D. (2005). A motivational view of constructivist-informed Teaching, *International Journal of Science Education*, 27, 1853-1881.
- PASTOR, E. (2002). La física con risa entra, *El mundo*, 28/05/2002.
- PERALES PALACIOS, F. J. y VÍLCHEZ GONZÁLEZ, J.M. (2005). The teaching of physics and cartoons: Can they be interrelated in secondary school? *International Journal of Science Education*, 27, 1647-1670.
- PERALES, F.J. y CAÑAL, P. (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales*, Marfil, Alcoy.
- PERELMAN, Y. (1971). *Física Recreativa*, Martínez Roca, Barcelona.
- PÉREZ, H. y SOLBES, J. (2003). Algunos problemas en la enseñanza de la relatividad, *Enseñanza de las Ciencias*, 21, 135-146.
- PÉREZ, H. y SOLBES, J. (2006). Una propuesta sobre la enseñanza de la relatividad en el bachillerato como motivación para el aprendizaje de la física. *Enseñanza de las Ciencias*, 24, 269-285.
- PIAGET, J. (VV.AA.) (1996). La obra de Piaget en educación, *Cuadernos de Pedagogía*, 244, 56-68.
- PIAGET, J.. (1996). *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*, Paidós, Barcelona.
- PIBURN, M. D. y BAKER, D. R. (1993). If I were the teacher... Qualitative study of attitude toward science, *Science Education*, 77, 393-406.
- PINTRICH, P. R., MARX, R.W. y BOYLE, R. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational Beliefs an Classroom Contextual Factors in the Process of Conceptual Change, *Review of Educational Research*, 63, 167-199.
- POSNER, G., STRIKE, K., HEWSON, P. y GERTZOG, W. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change, *Science Education*, 66, 211-227.
- POTTER, J. (1998). *Science in seconds with toys: Over 101 experiments you can do in ten minutes or less*, John Wiley & Sons, New York.
- POZO, J.I. y GÓMEZ CRESPO, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*, Morata, Madrid.
- POZO, J.I., LIMON, M., PÉREZ, M.P. y SANZ, A. (1992). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia como teorías implícitas, *Infancia y Aprendizaje*, 57, 3-22.
- REEVES, J.F.C y PENNELL, A.G. (1987). Science and technology in primary schools, *Physics Bulletin*, 38, 381-383.
- REID, D.J. y HODSON, D. (1997). *Ciencia para todos en secundaria*, Narcea, Madrid.
- REUEN, G. (1969). *Electrónica recreativa*, Santillana, Madrid.
- RHODES, G. (1977). Pictures and toys, *Journal of Chemical Education*, 54, 12-14.
- RIBELLES, R., SOLBES, J. y VILCHES, A. (1995). Las interacciones CTS en la enseñanza de las ciencias. Análisis comparativo de la situación para la Física y Química y la Biología y Geología, *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 28, 135-143.

- RÍOS, E. y SOLBES, J. (2003). Relaciones ciencia, tecnología, sociedad (CTS), punto de encuentro entre ciencia y tecnología, *Alambique*, 38, 62-70.
- RÍOS, E. (2004). *Las Interacciones Ciencia, Tecnología y Sociedad en los Ciclos Formativos de Sistemas Eléctricos*, Tesis Doctoral, Universidad de Valencia.
- RIVERA, A. (2000). Física en Acción busca científicos, *El País*, 29/11/2000
- ROBERT, G. (2004). *Suertes de física recreativa*, Paris Valencia, Valencia 2004 (fac simil Garnier hermanos, París, 1899).
- ROS FERRÉ, R. y FABREGAT FILLET, J. (2005). Popularización y divulgación de la ciencia, *Enseñanza de la Ciencias*, número extra. VII Congreso.
- RUSSELL, J.V. *et al.* (1999). Using games to teach chemistry, *Journal of chemical education*, 76, 481-508.
- RYAN, R.M. y DECI, E.L. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions, *Contemporary Educational Psychology*, 25, 54-67.
- SARQUIS, J. (1996). *Exploring Matter with Toys*, Terrific Science Press, McGraw Hill, Ohio
- SARQUIS, J., HOGUE, L., SARQUIS, M. y WOODWARD, L. (1997). *Investigating solids, liquids, and gases with toys*, Terrific Science Press, McGraw Hill, Ohio.
- SARQUIS, J., SARQUIS, M. y WILLIAMS, J. P. (1995). *Teaching chemistry with toys*, Terrific Science Press, McGraw Hill, Ohio.
- SIMON, M.D., HEFLINGER L.O. y RIGDWAY, S.L. (1997). Spin stabilized magnetic levitation, *American Journal of Physics*, 65, 286-292.
- SJØBERG, S. y SCHREINER, C. (2006). How do students perceive science and technology?, *Science in School*, 1, 66-69.
- SMITH, S.G. y CHABAY, R. (1977). Computer games in chemistry, *Journal of Chemical Education*, 54, 688-689.
- SOLBES, J. (2003). Las complejas relaciones entre Ciencia y Tecnología, *Alambique*, 38, 8.
- SOLBES, J. (1986). *Introducción a los conceptos básicos de la física moderna*, Tesis doctoral, Universidad de Valencia.
- SOLBES, J. y TRAVER, M. (1996). La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química, *Enseñanza de las ciencias*, 14, 103-112.
- SOLBES, J. y TRAVER, M. (2003). Against negative image of science: history of science in the physics & chemistry Education, *Science & Education*, 12, 703-717.
- SOLBES, J. y VILCHES, A. (1989). Interacciones ciencia-técnica-sociedad: un instrumento de cambio actitudinal, *Enseñanza de las Ciencias*, 7, 14-20.
- SOLBES, J. y VILCHES, A. (1997). STS interactions and the teaching of physics and chemistry, *Science Education*, 81, 377-386.
- SRINIVASAN, V. (1981). Physics through games, *American Journal of Physics*, 49, 391.

- TAYLOR, B.A.P. (1998). *Exploring energy with toys*, Terrific Science Press, McGraw Hill, Ohio.
- TAYLOR, B.A.P., WILLIAMS J.P., SARQUIS J. y POTH J. (1990). Teaching Science With Toys: A Model Program for Inservice Teacher Enhancement, *Journal of Science Teacher Education*, 1, 70-73.
- TAYLOR, B.A.P., POTH, J, y PORTMAN, D.J.(1995). *Teaching physics with toys*, Terrific Science Press, McGraw Hill, Ohio.
- TISSANDIER, G. (2003). *Rrecreaciones científicas. La física y la química sin aparatos ni laboratorio y sólo por los juegos del ainfancia*, Alta Fulla, Barcelona (facsimil ed. Carlos Bailly-Bailliere, Madrid 1887).
- TURNER, R.C. (1987). Toys in teaching physics. Balancing man, *American Journal of Physics*, 55, 84-85.
- VANCLEAVE, J. P. (1993). *Magnets*, Spectacular Science Projects, John Wiley & Sons, New York.
- VARELA NIETO, P. y MARTÍNEZ AZNAR, M. (2004). *Los juguetes: un reto para enseñar y divulgar física*, Ponencia presentada en el XXI Encuentro de didáctica de las ciencias experimentales, Donostia, septiembre.
- VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M.A. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual, *Enseñanza de las ciencias*, 13, 337-346.
- VILCHES, A. (1993). *Las Interacciones Ciencia, Técnica y Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias Físico-Químicas*, Tesis doctoral, Universidad de Valencia.
- VINAGRE ARIAS, F., MULERO, M^a R. y GUERRA, J.F. (1998). *Cuestiones curiosas de química*, Alianza Editorial, Madrid.
- VV.AA. (2005). The joy of toys, *Journal of Chemical Education*, special edition, National chemistry week, October.
- VV.AA. (2002-2006). Teaching with Puzzles, Games, and Everyday Objects, *Journal of Chemical Education* (April section).
- WATSON, J.R. y WATSON, N.T. (1987). Physics toy chest, *The Physics Teacher*, 25, 564-589.
- WEINBURGH, M. (1995). Gender differences in student attitudes toward science: a meta-analysis of the literature from 1970 to 1991, *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 387-398.
- WHITE, R. (1959). Motivation reconsidered: The concept of competence, *Psychological Review*, 66, 297-333.
- WORNER, C.H. y ROMERO, A. (1998). Una manera diferente de enseñar física: física y humor, *Enseñanza de las Ciencias*, 16, 187-192.

- YAGER, R.E. y PENICK, J.E. (1986). Perception of four age groups towards science classes, teachers and values of science, *Science Education*, 70, 353-356.
- ZIEGLER, G.R. (1977). Toys in the chemistry classroom, *Journal of Chemical Education*, 54, 629.

ANEXO 1

RELACIÓN DE LIBROS DE TEXTO ANALIZADOS

1. SALIBREA, M. *et al.*, *Física y Química 3º ESO*. Grupo Anaya, Madrid, 2002.
2. AZCONA, R. *et al.*, *Física y Química 3º ESO*. Ed. Octaedro, Barcelona, 1997.
3. ENCISO, E. *et al.*, *Física y Química 4º ESO*. Ed. Ecir, Valencia, 2003.
4. SATOCA, J. y VISQUERT, J.J., *Física y Química 4º ESO*. Anaya, Madrid, 1998.
5. ALONSO, J. DE D. *et al.*, *Física y Química 4º ESO*. Ed. SM, Madrid, 2003.
6. PEÑA, A. *et al.*, *Física y Química 3º ESO*. Ed McGraw Hill, Madrid, 2002.
7. POZAS, A. *et al.*, *Física y Química 4º ESO*. Ed McGraw Hill, Madrid, 1997.
8. FIDALGO, J.A. y FERNÁNDEZ, M.R., *Física y Química 4º ESO*. Everest, León, 1997.
9. CAÑAS, A. *et al.*, *Física y Química 3º ESO*. Ed. SM, Madrid, 2002.
10. CRESPO, E. *et al.*, *Física y Química 4º ESO*. Akal, Madrid, 1997.
11. TORRES, E. *et al.*, *Física y Química 3º ESO*. Algaida, Sevilla, 1993.
12. TORRES, E. *et al.*, *Física y Química 4º ESO*. Algaida, Sevilla, 1993.
13. MARTÍN, J. *et al.*, *Física y Química 4º ESO*. Santillana, Madrid, 1999.
14. CRESPO, E. *et al.*, *Física y Química 3º ESO*. Akal, Madrid, 1998.
15. ONTAÑÓN, E. y ONTAÑÓN, G. *Física y Química 3º ESO*. Bruño, Madrid, 1998.
16. VEJO P., *Tecnología 3º ESO*. McGraw Hill, Madrid, 1998.
17. EQUIPO BISEL, *Tecnología 3º ESO*. Almadraba, Madrid, 2002.
18. GONZALO, R., *Tecnología 3º ESO*. Anaya, Madrid, 1998.
19. ROMERO, A., *Tecnología 4º ESO*. Bruño, Madrid, 2003.
20. LÓPEZ, J., *Tecnología 4º ESO*. Everest, León, 2003.
21. LÓPEZ, J., *Tecnología 3º ESO*. Everest, León, 2001.
22. GONZÁLEZ, R., *Tecnología 4º ESO*. Anaya, Toledo, 1999.
23. MORENO, J., *Tecnología 3º ESO*. Oxford, Madrid, 2002.
24. MORENO, J., *Tecnología 4º ESO*. Oxford, Madrid, 2000.
25. VEJO P., *Tecnología 4º ESO*. McGraw Hill, Madrid, 1999.
26. BARBADOS, C., *Tecnología 4º ESO*. SM, Madrid, 1999.
27. MARTÍN, L., *Tecnología 3º ESO*. SM, Madrid, 2002.
28. BLÁZQUEZ, T., *Tecnología 3º ESO*. Editex, Madrid, 1998.
29. COMERO, A., *Tecnología 3º ESO*. Bruño, Madrid, 2002.
30. NAVARRO, E., *Tecnología 4º ESO*. Ecir, Valencia, 2000.

ANEXO 2

**RESULTADOS OBTENIDOS PARA LOS DIFERENTES INDICADORES
EXTRAIDOS DE LA RED DE ANÁLISIS DE LIBROS DE TEXTO, POR ÁREAS Y
CURSOS**

	FQ 3°	FQ 4°	<i>MEDIA FQ</i>	TEC 3°	TEC 4°	<i>MEDIA TEC</i>	<i>MEDIAS TOTALES</i>
<i>Id1</i>	8,05	10,79	9,42	3,53	2,34	2,94	6,18
<i>Id2</i>	-	-	76,24	-	-	72,04	74,14
<i>Id3</i>	51,01	47,28	49,15	24,85	21,68	23,27	36,21
<i>Id4</i>	32,85	47,30	40,08	66,22	72,70	69,46	54,77
<i>Id5</i>	5,41	6,90	6,16	1,77	1,44	1,61	3,89
<i>Id6</i>	75,32	66,08	70,70	58,69	70,24	64,47	67,59
<i>Id7</i>	24,68	33,92	29,30	41,31	29,76	35,54	32,42
<i>Id8</i>	1,53	2,05	1,79	1,56	1,28	1,42	1,61
<i>Id9</i>	44,72	76,85	60,79	73,21	57,14	65,18	62,99
<i>Id10</i>	55,28	23,15	39,22	26,79	42,86	34,83	37,03
<i>Id11</i>	67,05	61,98	64,52	59,38	50,00	54,69	59,61
<i>Id12</i>	18,66	13,02	15,84	3,13	7,14	5,14	10,49
<i>Id13¹</i>	3,93	0,00	1,97	0,00	0,00	0,00	0,99
<i>Id13²</i>	1,30	23,21	12,26	4,85	0,00	2,43	7,35
<i>Id14</i>	19,39	25,20	22,30	38,07	27,04	32,56	27,43
<i>Id15</i>	34,43	27,29	30,86	9,91	18,37	14,14	22,5

ANEXO 3

INDICADORES DE VALIDEZ DESGLOSADOS POR LIBRO

Nº libro	ld 1	ld3	ld4	ld5	ld6	ld7
1	7,55	16,67	75,00	5,99	80,00	20,00
2	4,44	33,33	16,67	3,59	83,33	16,67
3	6,45	78,57	14,29	5,20	76,92	23,08
4	10,12	36,00	56,00	7,98	71,43	28,57
5	5,90	50,00	37,50	2,05	57,14	42,86
6	4,33	88,89	22,22	4,60	37,50	62,50
7	9,30	50,00	40,00	8,43	80,00	20,00
8	7,11	70,59	29,41	4,74	40,00	60,00
9	10,05	63,64	22,73	5,37	84,21	15,79
10	21,08	37,14	57,14	11,46	54,55	45,45
11	11,40	77,27	18,18	5,31	82,35	17,65
12	17,95	14,29	85,71	7,87	85,00	15,00
13	8,39	41,67	58,33	7,43	63,64	36,36
14	8,65	66,67	27,78	6,11	81,25	18,75
15	9,95	52,63	47,37	6,93	78,57	21,43
16	7,85	0,00	100,00	3,21	78,57	21,43
17	0,81	0,00	50,00	1,23	50,00	50,00
18	2,03	16,67	83,33	1,30	66,67	33,33
19	2,29	25,00	75,00	1,70	50,00	50,00
20	0,90	50,00	50,00	0,62	100,00	0,00
21	3,43	50,00	50,00	1,71	100,00	0,00
22	1,44	25,00	50,00	1,28	75,00	25,00
23	6,51	7,14	71,43	1,92	33,33	66,67
24	3,17	14,29	71,43	0,93	50,00	50,00
25	4,57	12,50	87,50	2,42	50,00	50,00
26	1,58	0,00	100,00	1,46	66,67	33,33
27	5,06	25,00	75,00	3,01	90,91	9,09
28	1,65	0,00	100,00	1,27	0,00	100,00
29	0,90	100,00	0,00	0,50	50,00	50,00
30	2,42	25,00	75,00	1,67	100,00	0,00

(ANEXO 3, cont.)

Nº libro	ld8	ld9	ld10	ld11	ld12	ld13 ¹	ld13 ²	ld14	ld15
1	2,66	33,33	66,67	80,00	20,00	8,33	0,00	8,33	33,33
2	1,42	50,00	50,00	66,67	33,33	0,00	0,00	16,67	33,33
3	0,56	64,29	35,71	100,00	0,00	0,00	7,14	21,43	14,29
4	2,10	64,00	36,00	87,50	12,50	0,00	12,00	32,00	20,00
5	1,43	93,75	6,25	100,00	0,00	0,00	56,25	25,00	6,25
6	0,00	55,56	44,44	0,00	0,00	0,00	0,00	55,56	11,11
7	1,72	70,00	30,00	83,33	16,67	0,00	10,00	20,00	40,00
8	1,36	88,24	11,76	100,00	0,00	0,00	35,29	35,29	29,41
9	1,62	27,27	72,73	71,43	28,57	4,55	0,00	13,64	50,00
10	3,24	82,86	17,14	0,00	0,00	0,00	34,29	31,43	31,43
11	1,30	77,27	22,73	100,00	0,00	9,09	9,09	9,09	27,27
12	4,29	60,00	40,00	25,00	75,00	0,00	5,71	11,43	68,57
13	1,71	91,67	8,33	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00	8,33
14	3,18	22,22	77,78	84,62	15,38	5,56	0,00	16,67	33,33
15	0,56	47,37	52,63	66,67	33,33	0,00	0,00	15,79	52,63
16	4,02	66,67	33,33	100,00	0,00	0,00	6,67	20,00	6,67
17	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	0,00
18	1,28	66,67	33,33	100,00	0,00	0,00	0,00	33,33	16,67
19	0,00	50,00	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	0,00
20	0,28	50,00	50,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
21	3,70	16,67	83,33	100,00	0,00	0,00	16,67	0,00	33,33
22	0,00	75,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	0,00
23	1,80	85,71	14,29	100,00	0,00	0,00	7,14	42,86	14,29
24	1,17	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,29	28,57
25	2,36	62,50	50,00	100,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
26	0,54	50,00	50,00	50,00	50,00	0,00	0,00	25,00	0,00
27	1,45	50,00	50,00	75,00	25,00	0,00	8,33	8,33	8,33
28	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
29	0,24	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	0,00
30	4,60	25,00	75,00	100,00	0,00	0,00	0,00	25,00	50,00