

**Los museos interactivos de ciencias
como recurso didáctico en la formación
inicial del profesorado de Ed. Primaria**

Maite Morentin Pascual

Bilbao, septiembre 2010

**Los museos interactivos de ciencias
como recurso didáctico en la formación
inicial del profesorado de Educación Primaria**

Tesis Doctoral presentada por
MAITE MORENTIN PASCUAL

Director:
JENARO GUIASOLA ARANZABAL

Bilbao, Septiembre 2010

AGRADECIMIENTOS

He leído en alguna ocasión que si bien este tipo de trabajos parecen ser muy personales, realizados de forma cerrada e individual, lo cierto es que son el fruto del trabajo de muchas personas. En este momento quiero hacer mía esa afirmación, no sólo por la cantidad de autores y autoras cuyos escritos he analizado y utilizado en estos años, sino también por la inestimable ayuda de tantas personas que de una manera u otra han colaborado para que esta tesis doctoral haya llegado a su fin.

Quiero agradecer en primer lugar la labor del equipo de investigación al que pertenezco desde hace más de 20 años, sin cuya ayuda no hubiera podido verme inmersa en el excitante mundo de los museos de ciencias. Desde Carmen Pérez y M^a Pilar Díaz que pusieron los cimientos de esta pequeña construcción con sus ideas y proyectos, hasta Isabel Echevarría, Margarita Cuesta y Teresa Zamalloa que a día de hoy siguen animándome para ir descubriendo nuevos aspectos que investigar.

También quiero citar aquí la ayuda proporcionada por los compañeros y compañeras del departamento, gracias a la cual se han construido las sólidas paredes del edificio, en especial Gorka Zabala que me facilitó la docencia en algunas de sus clases para poder poner en práctica la investigación, y Gurutze Maguregi y Aritz Uskola, que como fieles compañeras de fatigas han hecho también de paño de lágrimas en muchas ocasiones.

Y como no, agradecer los ánimos que muchas otras personas de la Escuela me han proporcionado en todo momento, Bego, Ana, Amaia, Cristina, Julián, Ane, Lola, Inma, Carlos... amigas y amigos cuya enumeración sería excesiva para este espacio. Sus ideas y comentarios han servido para ir amueblando poco a poco la construcción que ahora presento, al tiempo que me han proporcionado otros puntos de vista entre café y café.

No puedo olvidar tampoco al alumnado, sin cuya colaboración no hubiera podido llevar a cabo ni ésta ni ninguna otra labor de investigación. En ocasiones no eran conscientes de la importancia de sus respuestas al abordar los cuestionarios presentados, pero gracias a ellos se ha conseguido una decoración ideal para esta pequeña construcción.

Por último, no sé como agradecer el impulso y la siempre pronta y cariñosa ayuda proporcionados por el director de esta tesis, el profesor Jenaro Guisasola, quien –siguiendo con el símil del edificio- no sólo se ocupó de los planos iniciales sino que me ha ayudado en la difícil colocación del tejado, elemento indispensable para finalizar y poder presentar esta memoria.

Por supuesto tengo que terminar citando a mi familia, Kepa, Iratxe e Idoia, que han soportado mis malos ratos, mis horas delante del ordenador, y que incluso me han acompañado en las visitas a muchos museos de ciencia. Sin ellos, la casa no tendría sino el esqueleto, ya que han sido los elementos que han proporcionado un cálido ambiente en el que vivir y desarrollar este trabajo.

Eskerrik asko denoi, bihotzez!

PRESENTACIÓN E ÍNDICE

Hoy en día, la ciencia y la tecnología se han convertido en una parte fundamental de la cultura y tanto las estructuras formales (escuela, universidad...) como los ámbitos no formales (medios de comunicación, museos...) coinciden en su objetivo de formar el pensamiento científico de la ciudadanía respecto al potencial de la ciencia y la tecnología para el bienestar socioeconómico de la sociedad.

En opinión de Osborne y Dillon (2007), la mayoría de los niños entre 5 y 16 años sólo pasan el 18% de su tiempo en la escuela y sin embargo, la sociedad considera a la escuela como el único sitio para aprender, mientras que la realidad es que el aprendizaje tiene lugar principalmente en contextos sociales y culturales que se ofertan fuera de la escuela, es decir, en contextos informales. También Wellington (1990, p.247) decía algo similar hace ya dos décadas: *“el aprendizaje fuera de las instituciones formales está creciendo en importancia en relación al currículum escolar y existe ya evidencia de que los factores extraescolares tienen una gran influencia en los resultados educativos del alumnado”*.

Por estas y otras razones, actualmente se propone la complementariedad de estos contextos formales y no formales, en aras a no limitar las oportunidades de aprendizaje de los estudiantes. En el caso de la enseñanza de las ciencias, los contextos escolares obligatorios deberían incluir experiencias de aprendizaje no formal desde las primeras etapas, de forma que se vaya enriqueciendo la ciencia escolar con aspectos concretos de la vida cotidiana.

Dentro de los contextos no formales de aprendizaje de las ciencias merecen especial atención las salidas de campo y las visitas a instituciones y centros de interés científico, siendo los centros de ciencia interactivos los elegidos para nuestro estudio; estos museos y centros de ciencia son considerados hoy en día recursos educativos y culturales enfocados al aprendizaje del alumnado y al desarrollo profesional del profesorado, además de impulsores de la cultura científica de la ciudadanía¹.

La escuela necesita integrar los contextos extraescolares o no formales para mejorar el aprendizaje de las ciencias y el museo necesita potenciar su labor educativa; por tanto, en

¹ Utilizaremos los términos museo de ciencias o centro de ciencias indistintamente para hacer referencia a los museos que presentan exhibiciones interactivas, creados en los últimos 40 años al estilo del Exploratorium de San Francisco o museos anteriores que han sido remodelados total o parcialmente siguiendo ese modelo.

este trabajo de tesis doctoral, intentaremos diseñar y desarrollar puentes entre ambas necesidades para conseguir que los escolares logren un aprendizaje de las ciencias más relacionado con los objetivos de alfabetización científica que se pretenden en la sociedad actual.

Las investigaciones sobre museos de ciencia y visitas escolares indican que es necesario integrar la visita en la programación del aula para que se obtengan resultados de aprendizaje que vayan más allá de los contenidos actitudinales². De ahí la importancia de implicar al profesorado que organiza la salida con sus estudiantes, en la preparación y adaptación de la oferta del museo a sus propios objetivos de aprendizaje.

Además, dada la naturaleza ocasional de las visitas escolares a museos, es importante examinar formas de incrementar su impacto como experiencias de aprendizaje. Durante los últimos 25 años, las investigaciones sobre el aprendizaje en visitas escolares a museos y centros de ciencias han propuesto una serie de recomendaciones sobre estrategias que el profesorado puede utilizar para mejorar la eficacia de dichas visitas.

En estos estudios se anima a los profesores y profesoras a familiarizarse con el contenido del museo antes de la visita, a orientar a los estudiantes sobre el lugar y la agenda de trabajo así como a clarificar los objetivos de la visita, a planificar actividades pre-visita de acuerdo con los contenidos del currículo, a dejar tiempo a los estudiantes para que exploren y reflexionen durante la visita, a diseñar actividades que apoyen los contenidos del currículo y que se adapten a las características del museo, a planificar y realizar actividades post-visita en el aula para reforzar las experiencias vividas, etc. y todo ello en orden a mejorar la eficacia de la visita al centro de ciencia.

A pesar de la consistencia de todas estas recomendaciones, propuestas específicamente para el aprendizaje en contextos no formales, los resultados de recientes investigaciones sobre las concepciones y el comportamiento del profesorado en las visitas escolares indican que apenas son tenidas en cuenta por los maestros y maestras que visitan este tipo de instituciones. Sin embargo, parece que el profesorado considera las visitas a museos como buenas experiencias educativas, que facilitan experiencias personales y sociales en un entorno científico a la vez que promueven aprendizajes diversos.

² En esta presentación hemos omitido las referencias bibliográficas para facilitar la lectura, ya que todas las ideas expresadas aquí serán explicadas y justificadas en los capítulos posteriores.

Frecuentemente, los profesores y profesoras también reconocen que las visitas pueden motivar a los estudiantes y favorecer actitudes positivas hacia la ciencia y, de igual forma, reconocen el potencial de los museos para que los estudiantes experimenten y observen experiencias científicas difíciles de realizar en el contexto escolar. Además, una parte de esos profesores/as tienen conocimiento de la importancia de preparar el contenido de la visita y de realizar un seguimiento para apoyar la mejora del aprendizaje conceptual y afectivo, pero sin embargo no lo realizan e indican como causas las dificultades de tiempo con el programa oficial y la falta de trasposiciones didácticas que conecten el currículo y la visita propiamente dicha.

Así pues, el problema que se plantea en las visitas realizadas con escolares a museos de ciencias es si se puede hacer algo para animar al profesorado a utilizar el tipo de prácticas que señala la investigación, las cuales posibilitarían un mayor y mejor aprendizaje en las visitas. Este trabajo pretende contribuir a ese propósito. Desde nuestro punto de vista, una forma de aumentar el aprendizaje en las visitas escolares es centrarse en el trabajo del profesorado para mejorar su formación didáctica, para hacer más productivo el tipo de aprendizaje que los contextos no formales posibilitan. Por ejemplo, con una adecuada formación y apoyo el profesorado podrá ser capaz de implicarse con sus estudiantes en interacciones fructíferas para el aprendizaje en el contexto del museo y de sus módulos. Esta práctica contrasta con la que se observa normalmente en los museos, donde el profesorado suele impartir unas instrucciones iniciales sobre normas de comportamiento y, en ocasiones, sobre los contenidos científicos que se van a tratar, pero no se implica en conversaciones o comentarios sobre las experiencias de sus estudiantes durante la visita.

Por tanto, la pregunta que nos planteamos en este trabajo es si la formación del profesorado en nuevas estrategias de enseñanza en contextos no formales, y en utilización de materiales que realicen conexiones entre el currículo escolar y las visitas a museos, puede animar a estos profesionales a seguir las recomendaciones de la investigación en esta área educativa. De acuerdo con el contexto en que se realiza nuestro estudio, nos centraremos en el profesorado de Educación Primaria en formación inicial, así como en las visitas al único museo de ciencias interactivo que tenemos en la CAV, el KutxaEspacio de la Ciencia de Donostia-San Sebastián.

Para intentar responder a esa pregunta nos hemos planteado los siguientes interrogantes iniciales:

- ¿Qué objetivos tiene el profesorado en una visita escolar a un museo de ciencia?
- ¿Cómo preparan los profesores la visita al museo? ¿Diseñan actividades para antes y después de la misma?, ¿Cómo evalúan la visita?
- ¿Qué comportamiento tiene el profesorado durante la visita a un museo?

Si, tal y como indica la investigación y nuestros trabajos previos, el profesorado organiza la salida con una finalidad principalmente lúdica y no utiliza los recursos didácticos adecuados para contextos no formales y para mejorar el aprendizaje en la visita, el problema es que continúa existiendo una necesidad de formar al profesorado en la utilización de dichos recursos de enseñanza. Consecuentemente, uno de los principales objetivos de este estudio será desarrollar un marco teórico, “Visitas Centradas en el Aprendizaje” (VCA), y sus correspondientes recursos, derivados de la investigación en el aprendizaje en contextos no formales y más concretamente, en el aprendizaje de las ciencias en un centro interactivo. Por tanto, este trabajo tiene como hipótesis de partida que la implementación de este marco teórico con futuros profesores de Educación Primaria puede redundar en un mejor conocimiento de las estrategias necesarias para preparar visitas escolares a museos de ciencias. De acuerdo con este planteamiento realizaremos los siguientes pasos:

1. Establecer un marco teórico derivado de un estudio de la bibliografía más relevante en el aprendizaje en contextos no formales y en el aprendizaje de las ciencias.
2. Utilizar dicho marco teórico para el diseño de materiales específicos que ayuden a los futuros profesores de E. Primaria en el conocimiento y puesta en práctica de algunas estrategias de enseñanza en visitas escolares a museos de ciencia.
3. Implementar los materiales diseñados con los futuros maestros y maestras de E. Primaria en una visita al KutxaEspacio de la Ciencia de San Sebastián centrada en un tema concreto del currículo.
4. Evaluar el aprendizaje logrado por los futuros profesores de Primaria en visitas escolares a museos de ciencias.

Así pues, una vez explicitado el planteamiento del problema didáctico que nos proponemos investigar, pasamos a resumir el desglose por capítulos de la presente memoria.

En **la primera parte** procederemos a analizar las recomendaciones de la investigación en orden a diseñar de forma adecuada una visita escolar a un centro de ciencias, visita que genere en los estudiantes aprendizajes significativos, tanto en el aspecto afectivo y procedimental, como en el cognitivo y socio-personal. Este análisis nos permitirá justificar de forma detallada las preguntas fundamentales a las que pretendemos responder con este estudio, así como enunciar las hipótesis que guiarán su desarrollo.

El primer capítulo, por tanto, recoge los problemas que la investigación ha detectado en relación con el aprendizaje en los museos y centros de ciencia, al tiempo que recopila las estrategias que deberían ser tenidas en cuenta para saber integrar el contexto formal del aula con dichas visitas. Esta revisión bibliográfica nos aporta una visión general acerca de las posibilidades que ofertan los museos de ciencias y el aprovechamiento que de ellas obtienen los escolares que los visitan, y nos permite detectar las carencias didácticas y metodológicas que existen en el profesorado cuando organiza una visita de estas características.

En el segundo capítulo se presentan y justifican las dos hipótesis que guiarán este estudio. Si como suponemos, la mayoría del profesorado apenas se implica en la planificación de la visita, podremos decir que los maestros y maestras no tienen una idea clara sobre la utilización del museo como recurso de aprendizaje de las ciencias, y menos aún sobre la forma de relacionarlo con el currículum escolar (1ª hipótesis). Para intentar mejorar esta situación propondremos un marco teórico propio (VCA) sustentado por un conjunto de principios educativos, coherentes con los resultados de la investigación en el aprendizaje de las ciencias y en las visitas escolares a museos de ciencias, y estos principios nos permitirán diseñar una unidad didáctica cuya puesta en práctica contribuirá a mejorar la formación de los futuros maestros de Educación Primaria en cuanto a la integración de las visitas a museos de ciencias en el currículum escolar (2ª hipótesis).

La segunda parte de la memoria (capítulos 3 y 4) aborda la operativización y contrastación de la primera hipótesis. Mientras que en el capítulo 3 se presentan y fundamentan las consecuencias contrastables derivadas de dicha hipótesis, así como los diseños que se utilizarán para el contraste experimental, en el capítulo 4 se analizan los resultados obtenidos en cada una de las consecuencias, resultados que nos permitirán extraer

las conclusiones que ratificarán o no la hipótesis propuesta. Para la contrastación de esta primera hipótesis se ha optado por un diseño múltiple, entrevistas al profesorado y observación de su comportamiento, de forma que la validación de la misma se obtenga a través de distintos enfoques y mediante la coherencia global del conjunto de resultados obtenidos.

Una vez establecidas cuales son las deficiencias de la formación del profesorado en este área, y una vez comprobado que éstas influyen en su comportamiento cuando preparan las visitas, estamos en condiciones de plantear una propuesta innovadora en forma de material didáctico que sirva para proporcionar a los futuros maestros y maestras las estrategias adecuadas para integrar la enseñanza de las ciencias en un contexto no formal con su programación cotidiana. Así, **la tercera parte** de este estudio (capítulos 5 y 6) contiene la presentación, operativización y contraste experimental de la segunda hipótesis.

El capítulo 5 recoge el desglose de la segunda hipótesis en tres hipótesis derivadas, de forma que el tratamiento complementario de las mismas aporte unos resultados válidos. Si la 2ª hipótesis indicaba que la implementación de una unidad didáctica mejorará la formación del alumnado, las hipótesis derivadas especifican que previamente se pueden seleccionar y organizar unos contenidos curriculares en orden a diseñar la citada unidad. Como consecuencia de ello, la puesta en práctica de la UD con un grupo de futuros maestros y maestras será la prueba experimental de su validez. Después de seleccionar las competencias y los contenidos para la UD, se presentan y justifican los diseños experimentales utilizados para poner a prueba dichas hipótesis parciales, así como la metodología a utilizar para el análisis de los resultados.

A continuación, el capítulo 6 presenta los resultados obtenidos, con dos partes bien diferenciadas: resultados obtenidos en la secuencia y organización de los contenidos elegidos, que se concretan en la unidad didáctica titulada “Fuerzas en acción”, y resultados obtenidos tras la implementación de dicha UD en el aula. Esta unidad tiene como centro de interés la visita al KutxaEspacio de la Ciencia, y se apoya en una serie de actividades previas y posteriores que constituyen la propuesta a trabajar con los estudiantes de Magisterio, con el objetivo de mejorar su formación inicial, tanto en la integración de este tipo de visitas en el currículum escolar como en los contenidos científicos elegidos. La implementación de esta UD en el aula nos dará pie a presentar -en la segunda parte del capítulo- los resultados obtenidos, resultados que además de proporcionar información sobre la mejora producida en

los conocimientos del alumnado, servirán para validar en su caso la propia unidad didáctica y el marco teórico en el que se fundamenta.

Finalmente en **la cuarta y última parte** de este informe se presentan a modo de síntesis las conclusiones fundamentales que se desprenden de este estudio así como nuevos interrogantes y algunas propuestas para futuras investigaciones (capítulo 7) y se incluyen además las referencias bibliográficas utilizadas (capítulo 8).

De acuerdo con todo lo expuesto, la estructura general de esta memoria puede visualizarse en el siguiente índice:

| | Páginas |
|--|----------------|
| Cap. 1.- Planteamiento del problema..... | 11 |
| 1.1. Problemas detectados por la investigación sobre las visitas escolares a museos de ciencias..... | 13 |
| 1.2. Preguntas fundamentales que trata de resolver este trabajo..... | 19 |
| 1.2.1. ¿Cómo realiza el profesorado las visitas escolares a los museos de ciencias? ... | 20 |
| 1.2.2. ¿Cómo se puede mejorar la formación inicial del profesorado, para que redunde en una mejora en el aprendizaje de sus estudiantes cuando visitan un museo de ciencias? | 21 |
| Cap. 2.- Enunciado y fundamentación de las hipótesis..... | 27 |
| 2.1. Enunciado de las hipótesis | 29 |
| 2.2. Fundamentación de la primera hipótesis (H.1.): El profesorado no se implica en el diseño de la visita | 31 |
| 2.3. Fundamentación de la segunda hipótesis (H.2.): La puesta en práctica de una UD contribuirá a mejorar la formación de los futuros maestros | 34 |

| | |
|---|-----------|
| Cap. 3.- Operativización de la primera hipótesis y diseños experimentales para su contrastación..... | 51 |
| 3.1. Derivaciones de la 1ª hipótesis y visión general del diseño..... | 53 |
| 3.2. Diseños para contrastar que el profesorado de ciencias de Primaria y Secundaria no concibe las visitas escolares a museos de ciencias como instrumento de aprendizaje dentro del currículum escolar (H.1.1.)..... | 56 |
| 3.2.1. Diseño para comprobar que el profesorado prepara la visita con un objetivo principalmente lúdico y social, sin relación con aspectos concretos del programa escolar (C.1.)..... | 57 |
| 3.2.2. Diseño para comprobar que la mayoría del profesorado no prepara actividades para realizar con sus estudiantes antes, durante y después de la visita al museo (C.2.)..... | 58 |
| 3.2.3. Metodología para el análisis de las respuestas a los Cuestionarios I y II..... | 59 |
| 3.3. Diseños para comprobar que el profesorado no sigue las pautas recomendadas por la investigación educativa en las visitas escolares y que su evaluación sobre la visita no contempla los aspectos esenciales para promover el aprendizaje de los estudiantes (H.1.2.).... | 62 |
| 3.3.1. Diseño para comprobar que la mayoría del profesorado no evalúa la visita de acuerdo con las propuestas de la investigación (C.3.)..... | 62 |
| 3.3.2. Diseño para comprobar que la mayoría del profesorado no se implica en las actividades de enseñanza-aprendizaje en el museo (C.4.)..... | 63 |
| 3.3.3. Metodología para el análisis de las observaciones realizadas con el fin de identificar los comportamientos del profesorado durante la visita..... | 65 |
| | |
| Cap. 4.- Presentación y análisis de los resultados obtenidos al contrastar la primera hipótesis..... | 69 |
| 4.1. Resultados obtenidos en relación a que el profesorado organiza la visita con un objetivo principalmente lúdico y social (C.1.)..... | 73 |
| 4.2. Resultados obtenidos en relación a que la mayoría del profesorado no integra la visita dentro del currículum escolar (C.2.)..... | 75 |
| 4.3. Resultados obtenidos en la evaluación que el profesorado realiza sobre la visita (C.3.) | 83 |
| 4.4. Resultados obtenidos en relación a la actitud del profesorado durante la visita (C.4.)..... | 89 |
| 4.5. Conclusiones referentes a la primera hipótesis..... | 91 |

| | |
|--|------------|
| Cap. 5.- Operativización de la segunda hipótesis y diseños experimentales para su contrastación..... | 95 |
| 5.1. Operativización de la 2ª hipótesis..... | 98 |
| 5.1.1. Selección de un microcurrículum sobre “las fuerzas” que sirva de base curricular a la visita al KutxaEspacio de la Ciencia (H.2.1)..... | 100 |
| 5.1.2. Organización de contenidos y elaboración de un programa-guia de actividades centrado en “las fuerzas” y en la visita al KutxaEspacio (H.2.2)..... | 105 |
| 5.1.3. La implementación de la UD con un grupo experimental de estudiantes de Magisterio conseguirá ganancias significativas en el conocimiento de cómo hacer visitas a un museo de ciencias y además, en el conocimiento sobre el concepto de fuerza y sus aplicaciones (H.2.3.)..... | 113 |
| 5.2. Diseños experimentales para comprobar las hipótesis parciales derivadas de la segunda hipótesis..... | 114 |
| 5.2.1. Diseño centrado en la unidad didáctica (H.2.1. y H.2.2.)..... | 114 |
| 5.2.2. Diseños experimentales que avalen la aplicación del programa de actividades en el grupo experimental (H.2.3.)..... | 117 |
| 5.2.2.1. Diseño para comprobar la eficacia de la UD respecto a la concepción del alumnado sobre la realización de visitas a museos de ciencias (c.1.)..... | 117 |
| 5.2.2.2. Diseño para comprobar la eficacia de la UD respecto a la forma de relacionar la práctica escolar con la visita al museo de ciencia..... | 120 |
| 5.2.2.3. Diseño para comprobar la eficacia de la implementación de la UD respecto al concepto de “fuerza” (c.2.)..... | 121 |
| 5.3. Metodología para el análisis de los diseños propuestos..... | 125 |
| | |
| Cap. 6.- Presentación y análisis de los resultados obtenidos en la contrastación experimental de la segunda hipótesis..... | 133 |
| 6.1. Resultados obtenidos en relación a las hipótesis derivadas H.2.1. y H.2.2.: elaboración de una UD basada en las recomendaciones de la investigación sobre visitas escolares a museos de ciencias..... | 135 |
| 6.1.1. Presentación y justificación del programa-guía de actividades..... | 138 |
| 6.1.2. Implementación de la unidad didáctica: temporalización y metodología..... | 164 |

| | |
|---|------------|
| 6.2. Análisis de los resultados obtenidos para comprobar la mejora producida por la implementación de la UD (H.2.3.)..... | 169 |
| 6.2.1. Resultados obtenidos en relación con las concepciones de los estudiantes sobre la realización de visitas a un museo de ciencia (c.1.)..... | 170 |
| 6.2.2. Resultados obtenidos en relación con las concepciones sobre la forma de relacionar la práctica escolar con la visita al museo..... | 188 |
| 6.2.3. Resultados obtenidos en relación a las concepciones de los estudiantes sobre el concepto de fuerza (c.2.)..... | 197 |
| 6.3. Conclusiones referentes a la segunda hipótesis..... | 222 |
| | |
| Cap. 7.- Conclusiones y nuevas perspectivas..... | 225 |
| 7.1. Conclusiones en relación con la primera hipótesis..... | 228 |
| 7.1.1. Conclusiones sobre la concepción del profesorado acerca de las visitas escolares a un museo de ciencias..... | 228 |
| 7.1.2. Conclusiones sobre el comportamiento del profesorado en las visitas escolares a un museo de ciencias..... | 229 |
| 7.1.3. Concepciones del profesorado sobre la visita al KutxaEspacio..... | 229 |
| 7.2. Conclusiones en relación con la segunda hipótesis..... | 231 |
| 7.2.1. Conclusiones respecto a la elaboración de la UD “Fuerzas en acción”..... | 231 |
| 7.2.2. Conclusiones sobre la implementación de la UD “Fuerzas en acción”..... | 232 |
| 7.2.3. Concepciones del alumnado de Magisterio después de la docencia..... | 236 |
| 7.3. Implicaciones didácticas y perspectivas de futuro..... | 237 |
| | |
| Cap. 8.- Referencias bibliográficas..... | 243 |

Capítulo 1

Planteamiento del problema

Desde la década de los años 70 del siglo pasado, se han realizado numerosas investigaciones sobre la efectividad de los Museos y Centros de Ciencia en el aprendizaje de las ciencias, siendo muy variados los aspectos analizados. Los primeros trabajos fueron principalmente estudios de audiencia, dirigidos a conocer el tipo de público que visitaba el centro, y posteriormente las investigaciones se centraron sobretodo en el comportamiento del público visitante. En la actualidad los estudios tienen como finalidad analizar estos centros como espacios de aprendizaje, así como las estrategias más adecuadas para favorecerlo.

Este trabajo de tesis doctoral intenta profundizar en esta última línea, y por ello realizaremos en primer lugar una revisión y análisis de las investigaciones en este campo, en orden a justificarlo dentro de un marco teórico actual y consensuado, para posteriormente plantear las preguntas que trataremos de responder mediante este trabajo de investigación.

1.1. PROBLEMAS DETECTADOS POR LA INVESTIGACIÓN SOBRE LAS VISITAS ESCOLARES A MUSEOS DE CIENCIAS

La enseñanza de las ciencias en el marco escolar se caracteriza porque el material curricular y las estrategias didácticas se deben diseñar teniendo en cuenta las habilidades y aptitudes de los estudiantes en cada etapa educativa; de esta forma, el principal objetivo es crear ambientes de aprendizaje que permitan involucrar al alumnado en una tarea que le lleve a interactuar físicamente e intelectualmente con los materiales, a través de la resolución de situaciones problemáticas utilizando la metodología científica. Para conseguirlo, el profesorado tendrá que diseñar estrategias didácticas variadas, tanto en ambientes escolares como en extraescolares, y es en este punto donde los ambientes no formales de aprendizaje de las ciencias aportarán sus recursos para mejorar la motivación del alumnado e incrementar la eficacia de la enseñanza.

De igual forma, los organismos oficiales y las reformas educativas están queriendo impulsar al profesorado para que tenga en cuenta en sus programaciones curriculares las salidas de campo, las visitas a museos y centros de ciencia, acuarios, etc.; para ello, los maestros y maestras deberán concienciarse de que se puede aprender mucho en esos contextos no formales, y deberán preparar a su alumnado para dicho aprendizaje (Price y Hein, 1991; Smith et al., 1998).

Los museos y centros de ciencia interactivos constituyen contextos no formales donde se invita a los visitantes a elegir sus experiencias, donde las ideas no siguen necesariamente una secuencia, donde el aprendizaje puede ser casual y no estructurado, y son un lugar en el que ese aprendizaje se realiza tanto de forma individual como colectiva. Como dice Linda Ramey-Gassert (1997) los museos de ciencia tienen un potencial para favorecer el aprendizaje que no puede reproducirse en la escuela: experiencias usando elementos reales, temas relacionados con la vida cotidiana, diversión, interactividad, posibilidad de libre elección, interacción social, etc. Sin embargo, esta misma autora cita a Feher y Rice (1988) para recordar que *“aunque la inmersión en estos ambientes ricos en estímulos es muy necesaria para que el aprendizaje tenga lugar, no es condición suficiente”* (p.438).

Así pues, un primer consenso que emerge y que es señalado en diferentes investigaciones sobre centros de ciencias (Hofstein y Rosenfeld, 1996), es la necesidad de integrar los contenidos del currículum escolar en la visita al centro, para que la complementariedad de ambos contextos logre un aprendizaje eficaz y duradero.

Al analizar las investigaciones sobre la problemática general de los museos de ciencia se observa una evolución tanto en los objetivos como en la metodología de investigación. Se asume un cambio progresivo en la concepción del aprendizaje de la ciencias desde posiciones transmisivas, pasando por concepciones inductivistas, hacia posiciones de modelos de aprendizaje constructivista y de aprendizaje colaborativo (Anderson, Lucas y Ginns, 2003; Falk y Dierking, 1992; Lucas, 1983; Rennie y Johnston, 2004). Se muestra la insuficiencia de los métodos de investigación de la enseñanza formal para realizar investigaciones en contextos no formales (Beetlestone et al., 1998; Osborne y Dillon, 2007) y las dificultades de metodologías excesivamente intervencionistas o con alto grado de inferencia (Lucas et al., 1986; McManus, 1992). Así mismo, los objetivos de las investigaciones se han ido diversificando desde estudios de audiencia y una atención casi exclusiva a la interacción visitante-módulo y el aprendizaje producido (Feher y Rice, 1992; Tuckey, 1992), hacia el análisis de otros aspectos como las actitudes del visitante respecto a la ciencia (Salmi, 2003; Talisayon, 1998), el papel de profesores y monitores (Griffin y Symington, 1997; Lemelin y Bencze, 2004) y el diseño de tiempos y espacios para visitas estructuradas que permitan controlar el propio aprendizaje (Cox-Petersen et al., 2003).

Dentro de este panorama tan amplio, nos centraremos en los estudios relacionados con los contenidos de los museos y su relación con el curriculum escolar (Morentin y Guisasola, 2004; Tomlin, 1990), el aprendizaje logrado en las visitas escolares (Bamberger y Tal., 2006) y la influencia de un diseño adecuado de la visita en dicho aprendizaje (Henriksen y Jorde, 2001; Lucas, 2000). Así mismo enumeraremos algunos de los problemas educativos relacionados con dichos aspectos, que nos servirán para enfocar nuestro estudio. No se trata de ser exhaustivos en la relación de problemas sino de identificar aquellos que con mayor frecuencia y con mayor número de evidencias empíricas se encuentran en la bibliografía.

Los museos de ciencia proporcionan un amplio número de oportunidades para diferentes formas y estrategias de aprendizaje pero, como apuntan Brooke y Solomon (2001), existen algunas controversias al respecto, una de las cuales es la dicotomía entre *explorar* que incluye curiosidad y juego, y *aprender fenómenos naturales* que generalmente incluye actividades guiadas además de explicaciones complementarias. Para responder a esta disyuntiva hay que aclarar que la naturaleza del aprendizaje en los museos es difícil de definir (primer problema): es un proceso espontáneo, individualizado, y que no puede ser impuesto al visitante ya que cada cual llega con un bagaje de conocimientos, experiencias e intereses muy diferentes. Además, desde el constructivismo social se interpreta el aprendizaje como un proceso que ocurre mediante la discusión con los otros dentro de contextos específicos y, por otra parte, cuando los estudiantes aprenden ciencia deben adoptar una forma de pensar que incluye ser socializados, en mayor o menor grado, en las prácticas de la comunidad científica. Por ello, la interacción social que se produce en el museo puede acrecentar los procesos cognitivos del alumnado mejorando la comprensión de muchos fenómenos científicos.

Hay numerosas investigaciones que apoyan estas afirmaciones (Falk et al., 2004; Yahya, 1996) indicando que tanto el personal de los museos como los propios visitantes suelen citar la educación y la diversión como razones para visitar un museo de ciencias, en contraposición con algún otro autor que dice que cuando educación y entretenimiento conviven en un mismo espacio, la educación siempre será la perdedora (Shortland, 1987). Así pues, el segundo problema educativo de las visitas escolares a museos de ciencias es la forma de combinar el aspecto lúdico con el educativo, es decir, conseguir que la visita tenga unos objetivos educativos sin perder la diversión que la hace tan atractiva para los escolares, mejorar el aprendizaje en el alumnado manteniendo la naturaleza informal del museo.

Es importante señalar que en primer lugar, existe consenso respecto a que el aprendizaje de conceptos y la comprensión de problemas complejos no se ven favorecidos de igual manera por las exposiciones de los museos. Aunque al parecer, algunos escolares adquieren información factual y conceptual después de interactuar con un conjunto de módulos que contienen conceptos científicos interrelacionados, y otros refuerzan sus conocimientos e incluso reemplazan algunas de sus ideas de sentido común, en algunos casos también se generan otras concepciones alternativas y la mayoría de los estudiantes son incapaces de integrar nuevos conceptos en explicaciones y justificaciones científicas de los problemas planteados en las exposiciones. Esas mismas investigaciones advierten de que no se debe esperar de una única visita cambios estructurales espectaculares en el aprendizaje de los visitantes, a pesar de lo cual un desarrollo conceptual significativo también puede tener lugar, pero sólo en determinadas condiciones.

Así pues, el aprendizaje que ocurre tras una visita a un centro de ciencias no es fácil de medir. Como ya hemos comentado, cada estudiante tendrá unos intereses y unas vivencias previas a la visita que condicionarán fuertemente su participación y su implicación en las exhibiciones. Además, las relaciones que establezcan entre sus propias ideas y la experiencia en el museo serán también diferentes para cada uno de ellos, lo que contribuirá a aprendizajes diversos en cada caso (Hooper-Greenhill, 1995). Esto hace que el nivel de desarrollo de las capacidades de cada estudiante tras la visita sea muy difícil de medir, incluso en aquellos casos en los que el grupo ha participado de las mismas actividades y en las mismas condiciones. Por tanto, nos encontramos con un tercer problema educativo referido a la dificultad de medir el aprendizaje logrado en los centros de ciencias.

Una segunda consideración es que este aprendizaje del que estamos hablando no es sólo conceptual. Hay estudios (Griffin, 1998; Talisayon, 1998) que apoyan la idea de que las experiencias interactivas realizadas en un centro de ciencia refuerzan la autoestima y la motivación intrínseca de los estudiantes, a la vez que contribuyen muy positivamente al desarrollo de habilidades y destrezas. El profesorado puede aprovechar el entusiasmo y el interés generado en el centro de ciencia para mejorar el trabajo en el aula; así, podemos ver nuevamente la complementariedad entre ambos contextos, formal y no formal, para conseguir aprendizajes (Aguirre y Vázquez, 2004; Cuesta et al., 2000).

A la vista de estas consideraciones podemos concluir que las visitas aumentan la motivación intrínseca de los estudiantes, ya que la propia interacción exitosa con los módulos y con los compañeros/as incrementa la autoestima y mejora la disposición hacia el aprendizaje, pero el problema al que se enfrenta el profesorado es que mejoras significativas en contenidos conceptuales y procedimentales sólo tendrán lugar si las visitas escolares están planificadas para conseguirlos. Diferentes investigaciones han mostrado que las visitas a museos y a exposiciones de ciencias, organizadas con actividades para realizar durante las mismas pero planteando también actividades previas y posteriores para el aula, pueden aumentar considerablemente el interés y el aprendizaje de los estudiantes (Anderson et al., 2000; Henriksen y Jorde, 2001). Por ejemplo, Anderson, Lucas y Ginns (2000, 2003) realizaron varias investigaciones con escolares en Australia (Sciencentre de Brisbane) y comprobaron que si la visita a un centro de ciencia estaba diseñada según las recomendaciones de la bibliografía ya citadas, el aprendizaje mejoraba visiblemente. Sus resultados, además, son consistentes con el punto de vista constructivista del aprendizaje, ya que casi todos los estudiantes consiguieron comprender los principios científicos incluidos en los módulos del museo, e incluso comenzaron a formular teorías personales sobre los mismos, si bien en algunos casos éstas teorías no estaban de acuerdo con la concepción científica actual: el aprendizaje fue incrementado unas veces y otras implicó una reestructuración del conocimiento dentro del tema elegido (Electricidad y Magnetismo, en este caso). La eficacia de esta visión del aprendizaje se evidencia por su capacidad para unir el conocimiento previo de los individuos, las experiencias del museo, las actividades post-visita y otras experiencias, para favorecer el desarrollo del conocimiento. Así mismo, se pueden detectar cambios no adecuados en la construcción del conocimiento científico que mediante la enseñanza tradicional no se hubieran detectado.

Igualmente, Guisasola, Solbes, Barragués, Moreno y Morentin (2007) en un estudio realizado en el KutxaEspacio de la Ciencia de San Sebastián concluyeron que la visita a la exposición, juntamente con un programa guía de actividades complementarias para antes y después, aumentó claramente el conocimiento y la comprensión de los estudiantes sobre la Teoría especial de la Relatividad y sus aplicaciones. Sin embargo, también se detectaron algunos problemas respecto a la introducción de nuevos conceptos en el museo y a su integración en un modelo científico, lo que implica la necesidad de una colaboración más

estrecha entre los educadores del museo, los diseñadores de los módulos y exposiciones y el propio profesorado.

En resumen, podemos decir que una buena planificación de la visita a un centro de ciencias y la necesidad de guiar a los estudiantes a través de su experimentación constituye otro de los problemas educativos que nos señala la investigación.

El diseño de visitas escolares que sirvan de puente entre el conocimiento escolar (currículum) y el no formal (alfabetización científica) no es una tarea fácil, ni obvia, y exige del profesorado un trabajo adicional para el cual no siempre está capacitado. Por ello, es necesario poner a su disposición materiales didácticos en los que se definan explícitamente los objetivos de aprendizaje actitudinales, procedimentales y conceptuales, de forma que al hacer los diseños para relacionar el museo con su currículum del aula, vayan más allá de las tradicionales visitas escolares “tipo excursión” a los museos de ciencias (Guisasola, Azcona, Etxaniz, Mujika y Morentin, 2005; Mortensen y Smart, 2007; Parcerisa, 2006; Pedretti, 2004). Por ejemplo, los materiales que oferte el museo deberán poner especial énfasis en cuestiones relacionadas con el enfoque C/T/S/A y con las características contemporáneas de la naturaleza de la Ciencia y la Tecnología, aspectos que en la enseñanza escolar tienen dificultades para ser desarrollados por falta de medios apropiados, tiempo, etc.

Finalmente, los problemas señalados nos llevan a considerar la formación didáctica del profesorado en relación a su instrucción en procesos de enseñanza/aprendizaje en contextos no formales y particularmente en visitas a centros de ciencia. En la formación inicial y continua en Enseñanza de las Ciencias, se analizan aspectos relativos a la educación formal (unidades didácticas, materiales y estrategias, actividades, etc. para desarrollar en el aula), pero no se reflexiona sobre la importancia de relacionar todos los aprendizajes que los alumnos y alumnas obtienen de fuentes no formales con el currículum establecido; además, tampoco se suelen realizar trasposiciones didácticas (relación teoría-práctica) en las que el futuro profesorado tenga que integrar dentro de su programación concreta de aula, salidas de campo o visitas a museos, centros de ciencia u otro tipo de instituciones (Furió et al., 2001; Wamba et al., 2006).

Por tanto, teniendo en cuenta la importancia que la enseñanza no formal está adquiriendo y los resultados de la investigación en este área, pensamos que será necesario proveer al futuro profesorado de ciencias de las habilidades y conocimientos necesarios para

diseñar visitas a centros interactivos de ciencia que produzcan en los escolares aprendizajes significativos, tanto en los aspectos afectivo y procedimental, como en el cognitivo y el socio-personal.

1.2. PREGUNTAS FUNDAMENTALES QUE TRATA DE RESOLVER ESTE TRABAJO

Como hemos visto en el apartado anterior, son muchas las investigaciones que han puesto de manifiesto el reto que supone para el profesorado la educación científica en contextos no formales como museos o centros de ciencias, y han sugerido la importancia de integrar estos contextos de aprendizaje dentro del currículo escolar mediante una adecuada preparación de las visitas (Guisasola y Morentin, 2007b).

En ocasiones, se ha criticado que algunos profesores, aunque llevan a su alumnado al museo, no se implican en la preparación integrada de la visita porque consideran que ésta no es una actividad incluida en sus tareas profesionales diarias. En otros casos, sin embargo, el profesorado sí intenta complementar la salida del aula con otras actividades, pero es consciente de sus propias carencias tanto en estrategias de enseñanza en contextos no formales, como en la forma de integrar en el currículum escolar el aprendizaje a desarrollar en el museo de ciencia.

Ahora bien, ¿cual de esas razones tiene mayor incidencia en el profesorado? Con el ánimo de superar esta situación, no demasiado optimista, pasamos a cuestionarnos si los maestros y maestras que visitan los museos de ciencias con su alumnado siguen las recomendaciones de la investigación a la hora de diseñar y organizar las visitas. Así pues, las preguntas en las que se fundamenta nuestra investigación son:

- ¿Cómo realiza el profesorado las visitas escolares a los museos de ciencias?
- ¿Cómo se puede mejorar la formación inicial del profesorado, para que redunde en una mejora en el aprendizaje de sus estudiantes cuando visitan un museo de ciencias?

A continuación expondremos algunas orientaciones propuestas por la investigación educativa en contextos fuera de la escuela, para posteriormente afrontar, con rigurosidad y fundamentación teórica, la respuesta a las cuestiones planteadas.

1.2.1. ¿Cómo realiza el profesorado las visitas escolares a los museos de ciencias?

Las visitas escolares a los museos de ciencias se han incrementando notablemente en las dos últimas décadas, de forma que los grupos de estudiantes constituyen la mayoría de visitantes durante la semana. Las razones pueden ser varias: las nuevas propuestas curriculares indican que se debe complementar la enseñanza formal con actividades extraescolares, los centros interactivos de ciencia han ganado popularidad debido a su oferta educativa y lúdica, el profesorado va tomando conciencia de la validez de estos centros para mejorar el desarrollo integral de su alumnado, etc.

Sin embargo, los estudios realizados sobre el aprendizaje en las visitas escolares a museos y centros de ciencia señalan que un desarrollo conceptual significativo sólo tiene lugar cuando la visita está explícitamente conectada con los objetivos de aprendizaje que relacionan la actividad escolar y la visita al museo. Esto implica considerar la importancia del profesorado en la organización de la salida con sus estudiantes, y en la preparación y adaptación de la oferta del museo a sus propios objetivos de aprendizaje (Anderson y Lucas, 1997; Lemelin y Bencze, 2004).

Las escuelas y los profesores suelen atribuir un alto valor formativo a las visitas, pero la bibliografía señala que la mayoría de los profesores, cuando organizan una salida, se limitan a organizarla como una actividad extraescolar más y no definen los objetivos de la visita, ni preparan actividades previas, durante y post-visita (Guisasola y Morentin, 2010; Tal et al., 2005). Varias investigaciones señalan que el profesorado, tanto de Educación Primaria como de Secundaria, utiliza en ocasiones estrategias centradas en tareas concretas (por ej, completar fichas) pero realmente no relacionan los módulos del museo con las unidades trabajadas en clase (Griffin y Symington, 1997), y en otras ocasiones presentan comportamientos típicos de la educación formal durante la visita, estrategias que no suelen ser efectivas en contextos no formales (Griffin, 2004). Podemos decir por tanto, que la mayoría del profesorado no tiene una idea clara de cómo usar el museo como recurso no formal de aprendizaje.

Por otra parte, Cox-Petersen y colaboradores (2003) señalan que la falta de disponibilidad del profesorado para involucrarse en la preparación y desarrollo de la visita al museo puede atribuirse a diferentes causas: los profesores están limitados por el tiempo que necesitan para explicar el programa escolar, no tienen formación en estrategias de enseñanza en contextos no formales y muestran una actitud poco favorable para realizar actividades previas y post visita que acumulan más carga de trabajo a sus múltiples tareas en el aula.

En definitiva, involucrar al profesorado en la preparación de la visita, analizar las condiciones en las que podrán desarrollar mejor esa preparación, así como proporcionarles materiales didácticos que les permitan realizar su trabajo en contextos fuera de la escuela de forma más adecuada, suponen un problema complejo que se abordará en este trabajo de investigación.

1.2.2. ¿Cómo se puede mejorar la formación inicial del profesorado, para que redunde en una mejora en el aprendizaje de sus estudiantes cuando visitan un museo de ciencias?

Al explicar los problemas que se han detectado en las visitas escolares y en la eficacia de las mismas para mejorar el aprendizaje de las ciencias, hemos visto que la implicación del profesorado es una de las claves para convertir las salidas del aula en auténticas actividades de enseñanza de las ciencias. Para conseguirlo, hay diversas posibilidades: por una parte, se pueden organizar –y de hecho ya se organizan en algunos museos y centros de ciencia- programas especiales de formación del profesorado, en los que se trabajen las estrategias más adecuadas para relacionar ambos contextos, formal y no formal, a la vez que se mejoran la confianza y la competencia de estos profesionales para enseñar ciencias (Ramey-Gassert, 1997).

Por otra parte, consideramos que es necesaria una preparación específica de los profesores y profesoras, de forma que sepan integrar la enseñanza no formal en el currículum escolar de los diferentes niveles educativos. A continuación vamos a concretar los aspectos didácticos y metodológicos que, a modo de orientaciones, podrían guiar la respuesta a la pregunta de esta sección, orientaciones que tienen su origen en una revisión de diversas investigaciones realizadas en este área educativa, y en concreto en visitas a museos y centros de ciencias.

- *El aprendizaje en los centros de ciencia*

El aprendizaje en los museos tiene características especiales, similar a lo que ocurre en otros contextos de aprendizaje no formal. Es un proceso espontáneo, individualizado, que no puede ser impuesto al visitante ya que cada cual llega con un bagaje de conocimientos, experiencias e intereses muy diferentes. Esto, que se puede afirmar de cualquier tipo de museo, es especialmente aplicable a los Centros de Ciencia y Tecnología cuyos objetivos y actividades tienen como finalidad principal acercar la ciencia al visitante y facilitar la alfabetización científica, sobre todo a los escolares, por medio de experiencias interactivas, demostraciones, etc. que permitan una mayor comprensión de los fenómenos que tienen lugar en la naturaleza (Cuesta et al., 2000). El aprendizaje está también influenciado por los aspectos físicos de los lugares en los que ocurre, de ahí la importancia de los contextos extraescolares que proporcionan mayor variedad y riqueza de condiciones. En un museo de ciencias, el espacio, la arquitectura, la orientación espacial, las exhibiciones, etc. condicionan de forma importante los aprendizajes (Pérez et al., 1998).

Ahora bien, el aprendizaje no siempre se consigue en el propio museo. Se ha comprobado que el aprendizaje puede ocurrir a largo plazo y el recuerdo de la visita a un centro de ciencia puede activar un aprendizaje posterior (Afonso y Gilbert, 2007; Falk et al., 2004; Stevenson, 1991). Este hecho es aún más evidente en el caso de las visitas escolares, que pueden complementarse con actividades posteriores en el aula, e incluso con vivencias relacionadas con la visita, mejorando significativamente los aprendizajes implicados (Morentin et al., 2009).

Mirar la experiencia en el museo como si fuera una instantánea en el tiempo, incluso una instantánea muy larga (por ej. el tiempo que un visitante pasa en el museo) es una posibilidad lamentablemente inadecuada (Dierking et al., 2003). Para comprender el aprendizaje, cualquier aprendizaje, se requiere perspectiva; es como si se necesitara para tomar una panorámica echar la cámara hacia atrás en el tiempo y en el espacio, de forma que se pueda ver a los visitantes en un largo periodo de su vida y se pueda ver el museo dentro de un gran contexto de comunidad y sociedad. “*El aprendizaje que ocurre hoy depende del que se dio ayer y es la base del aprendizaje que ocurrirá mañana*” según Rennie (2008, p.130), de donde se deduce la importancia del tiempo en el proceso de aprendizaje. Por lo tanto, el aprendizaje puede ser visto como un proceso acumulativo a largo plazo, un proceso de hacer

significados y encontrar conexiones, una integración y una interacción nunca acabada de diferentes contextos (personal, físico y social) a lo largo del tiempo (Falk y Storksdieck, 2005).

- ***Importancia del aprendizaje procedimental y actitudinal***

Siguiendo con las características del aprendizaje en los museos de ciencia, y aunque está demostrado que los contenidos conceptuales reciben un tratamiento importante en estos centros, diremos que son quizá los contenidos procedimentales y actitudinales los más favorecidos por la visita (Wellington, 1990). La contribución al área cognitiva incluye el conocimiento de hechos, fenómenos, principios y teorías, así como la aplicación de dichos conocimientos a las situaciones cotidianas. Es interesante además, la distinción que hace este mismo autor dentro del área cognitiva entre el conocimiento del “qué, del cómo y el por qué de los fenómenos”; en su opinión, los centros de ciencia contribuyen sobre todo al conocimiento de qué ocurre, y sólo en ocasiones al cómo y al por qué, aspectos éstos que aflorarán más tarde, de forma que aunque la contribución de los centros interactivos al aprendizaje no sea siempre inmediata y directa, puede tener un efecto indirecto y a largo plazo muy importante, tal y como habíamos comentado.

En el caso de los contenidos procedimentales, los centros de ciencia contribuyen muy positivamente al desarrollo de habilidades y destrezas (Griffin, 1998), a la vez que estimulan la observación y la experimentación, la habilidad de sintetizar y emitir hipótesis o de realizar nuevas preguntas... de forma que la interactividad realizada por el visitante no sea solamente manual (hands-on) sino también mental (minds-on) y emocional (heart-on) como propone Jorge Wagensberg (1998).

Estas mismas ideas han sido avaladas por Rix y McSorley (1999), concluyendo que, aunque es difícil describir el comportamiento del alumnado en términos de experimentación sistemática o investigación científica, sí que son capaces de modificar variables y observar los efectos de dichos cambios, leer informaciones y aplicarlas para explicar el funcionamiento del módulo, probar distintos caminos de resolución e incluso usan el lenguaje científico, es decir, utilizan habilidades y procesos científicos en su interacción con los módulos del museo.

Pero es quizá en el área afectiva donde los centros de ciencia tienen una mayor influencia ya que pueden provocar emoción, curiosidad, sorpresa... y los sentimientos y emociones juegan un papel muy importante en el aprendizaje (Pedretti, 2004). Este área comprende el desarrollo del interés, el entusiasmo, el deseo de aprender, la creatividad, la apertura hacia los otros y hacia el ambiente... e incluso el deseo de llegar a ser científico (Shields, 1992). Muchas veces estos valores no han sido suficientemente tenidos en cuenta en la enseñanza tradicional, al menos explícitamente, aunque hoy en día son muy apreciados como factores importantes que influyen en el aprendizaje tanto formal como informal, ya que la excitación y el interés que provocan en el visitante pueden inducir en muchos casos la comprensión y la búsqueda del cómo y el por qué suceden algunos fenómenos (Rix y McSorley, 1999; Tulley y Lucas, 1991).

Hay estudios muy interesantes que apoyan incluso la idea de que las experiencias interactivas refuerzan la autoestima y la motivación intrínseca de los visitantes, ya que el feed-back que surge tras la realización con éxito de una experiencia de este tipo puede dejar satisfecho al visitante y con más confianza en sí mismo, consiguiendo así una actitud hacia la ciencia e incluso hacia las clases de ciencias mucho más favorable (Rennie, 2008; Salmi, 2003).

- Construcción social del conocimiento

Aunque como ya hemos dicho, el aprendizaje es un proceso personalizado, pocas veces se realiza estando sólo. Las personas somos seres sociales y, en una visita a un centro de esas características, normalmente interactuamos no solo con otras personas (el grupo, otros visitantes, los monitores...) sino también con construcciones sociales como artefactos, módulos, lenguajes, símbolos, convenciones, etc. (Dierking et al., 2004; Falk y Dierking, 2000). Incluso cuando un visitante está solo y no hay interacción social directa, puede existir una interacción indirecta mediante la lectura de paneles, la manipulación de módulos, el recuerdo de experiencias anteriores, el intento de encontrar significados, la vivencia de emociones, etc. El aprendizaje es una forma especial de comportamiento social y los museos representan un tipo de institución que facilita dicho aprendizaje (Meisner et al., 2007).

La visita de un grupo de alumnos y alumnas a un museo interactivo facilita la interacción y el comportamiento activo entre ellos, mejorando sus propias habilidades psicomotoras y comportamentales, a la vez que se fomenta la comunicación interpersonal y se amplían las experiencias sociales debido a que generalmente trabajan en equipo (Gilbert y Priest, 1997; Rennie y Johnston, 2004). Además, la interacción social indirecta se verá reforzada ya que los estudiantes participan más y se implican de forma más activa en la realización de las actividades. Es importante, por tanto, considerar el aprendizaje conseguido en los ámbitos social y de comportamiento, lo que avala la idea de que la construcción social del conocimiento en los museos es un recurso a tener en cuenta por todo el profesorado.

Aunque de acuerdo con Pedretti (2002) o Bradburne (2001) hacen falta más investigaciones que contrasten estas buenas perspectivas e incluso mejoren las posibilidades de aprender ciencia en los museos, podemos concluir diciendo que los centros interactivos de ciencia contribuyen al aprendizaje en dos sentidos: directamente, proporcionando nuevos conocimientos y experiencias sobre ciertos fenómenos que suceden en circunstancias concretas y dando sentido a hechos de la vida cotidiana, e indirectamente, sembrando semillas y dejando recuerdos que pueden conducir al aprendizaje posterior (Díaz et al., 2005).

La mayoría de las experiencias e investigaciones realizadas en centros de ciencia han tenido una fundamentación basada en la teoría constructivista del aprendizaje (Anderson et al., 2000; Hein, 1998) si bien existen también otras propuestas, como el “Contextual Model of Learning” de Falk y Dierking (2000), fundamentadas en un conjunto de principios más amplio (constructivismo social) y contextualizadas para la práctica educativa en contextos no formales.

- Diseño, implementación y evaluación de materiales didácticos para centros de ciencia

Como ya hemos comentado en apartados anteriores, la bibliografía sobre visitas escolares a museos de ciencias muestra que también es importante que el profesorado disponga de materiales didácticos que les faciliten la preparación de la visita al museo y les permita orientar el aprendizaje de sus estudiantes hacia aspectos relevantes de los fenómenos naturales que se exponen. Si además, dichos materiales incluyen las recomendaciones para “aprender ciencia y aprender sobre ciencia” que los currículum proponen, es factible pensar que la tarea del profesorado se verá ampliamente favorecida.

Sin embargo, existen muy pocos trabajos de diseño y elaboración de materiales didácticos que hayan sido realizados y valorados de acuerdo con las orientaciones indicadas (Mortensen y Smart, 2007). En algunos museos y centros de ciencia están tomando conciencia de la utilidad de dichos materiales, llegando a ser considerados no sólo una herramienta o recurso fundamental para la integración de la visita en los programas educativos escolares, sino un vínculo necesario entre el centro de ciencia y el alumnado visitante. En este sentido, se está produciendo un cambio en la concepción de los materiales didácticos, pasando de los que amplían informaciones y no provocan ninguna reacción en los escolares a los llamados “materiales interactivos”, aquellos en los que la interacción con el alumno se convierte en la clave para potenciar el proceso de aprendizaje (Serrat, 2007). Estos nuevos materiales, para cumplir su función, deberán tener en cuenta una serie de requisitos: evitar procesos unidireccionales en los que el museo “sabe” y el alumno “aprende”, ayudar a que los visitantes interpreten los mensajes que cada módulo o exhibición intenta comunicar, presentar propuestas abiertas facilitando la búsqueda de información por medios diferentes, considerar los aspectos emocionales de los y las estudiantes así como la relación con sus propias vivencias, ser simples y fáciles de usar lo que no excluye el planteamiento de retos o dificultades dependiendo de la edad del alumnado, etc. Así, la elaboración y diseño de materiales didácticos interactivos en los museos de ciencia es una de las puntas de lanza del presente y el futuro de estas instituciones.

En conclusión, la investigación que aquí se presenta pretende elaborar una propuesta encaminada a una mejor formación inicial del profesorado en enseñanza y aprendizaje de las ciencias en contextos no formales, en concreto en centros de ciencia interactivos. Esta propuesta se basa en el análisis de las investigaciones realizadas en este campo, algunas ya mencionadas, e incluye una amalgama de ideas de diferentes puntos de vista teóricos, combinados con las orientaciones derivadas de las evidencias empíricas de la investigación. Dichas orientaciones tienen como fundamento las investigaciones sobre la forma de integrar la escuela y el aprendizaje en el museo, y pretenden proporcionar condiciones para un aprendizaje auto-dirigido, así como facilitar estrategias de aprendizaje apropiadas para ese contexto extraescolar.

Capítulo 2

Enunciado y fundamentación de las hipótesis

En el capítulo anterior hemos realizado la presentación general del trabajo, hemos fundamentado las bases teóricas del mismo, y hemos concluido que es necesario modificar la formación inicial del profesorado introduciendo estrategias de enseñanza no formal, y en especial, en lo que a nuestros propósitos respecta, es necesario integrar la visita a un museo de ciencia en la programación concreta de un tema de didáctica de las ciencias, en la formación de maestros de Educación Primaria.

El análisis de la situación realizado hasta aquí nos permite suponer que cuando la visita que realiza un grupo escolar a un museo de ciencia está integrada en la programación del aula, y tiene como material de apoyo una guía didáctica formada por actividades diversas para realizar antes de la visita, durante y después de la misma, entonces el aprendizaje de esos alumnos y alumnas será mucho más significativo, y no será sólo actitudinal, sino también cognitivo y procedimental.

En esta investigación explicitaremos dos hipótesis interrelacionadas, que nos permitirán aportar mejoras a la realización de visitas escolares a centros de ciencia, sacando el máximo rendimiento a los módulos y exhibiciones interactivas que se pueden encontrar en ellos, a la vez que contribuimos a desarrollar la cultura científica tanto del alumnado como del profesorado.

2.1. ENUNCIADO DE LAS HIPÓTESIS

Como ya hemos indicado con anterioridad, las visitas escolares a museos de ciencias se han incrementando notablemente en los últimos años, de forma que los grupos de estudiantes constituyen la mayoría de visitantes durante el curso escolar. Esto significa que el profesorado intenta seguir las recomendaciones de los Diseños Curriculares en cuanto a incorporar a su docencia estrategias de enseñanza en contextos no formales.

Sin embargo, tras la realización de la visita, el aprendizaje logrado por los estudiantes no es el que el profesorado esperaba ni incluso el que el personal del museo había previsto. Todos ellos coinciden en calificar la visita como interesante, divertida, e incluso afirman haber aprendido “cosas de ciencias”, pero en pocas ocasiones se consiguen resultados positivos en otros ámbitos que no sea el actitudinal. Por ello, nos planteamos la siguiente cuestión: ¿Cómo se puede mejorar el impacto de dichas visitas en el caso de grupos escolares?

La bibliografía dice que una posibilidad de aumentar la eficacia de las visitas a museos de ciencias es la implicación del profesorado en el diseño de las mismas, lo que nos lleva a emitir la primera hipótesis de esta investigación:

H.1. El profesorado no se implica en el diseño de la visita que realiza con su alumnado a un centro de ciencia, es decir, no sigue las recomendaciones de la bibliografía para mejorar la contribución del museo al aprendizaje de las ciencias de sus estudiantes.

Si esta primera hipótesis se verifica, estaremos en situación de afirmar que los objetivos de los museos interactivos de ciencias no se están cumpliendo en su totalidad, y que la finalidad que plantean de acercar la ciencia a los escolares y facilitar su alfabetización científica por medio de experiencias interactivas, demostraciones, etc. no está siendo debidamente orientada. Si el profesorado no diseña actividades que permitan crear puentes entre los conocimientos científicos que se trabajan en el aula y la exposición a visitar en el museo, el alumnado no podrá adecuar sus modelos cognitivos a las nuevas experiencias y en la mayoría de los casos, la visita no pasará de ser una simple actividad extraescolar. Por ello, nos planteamos otra cuestión: ¿Qué podemos hacer para cambiar esta situación y mejorar la implicación del profesorado?

Según la bibliografía, en muchas ocasiones el profesorado no diseña actividades complementarias para la visita al museo porque no dispone de las estrategias necesarias para ello, porque no conoce las recomendaciones de la bibliografía y porque en la formación inicial no han tenido la oportunidad de integrar experiencias de aprendizaje no formal en los diseños didácticos del área de ciencias. Esta afirmación nos permite plantear la segunda hipótesis de esta investigación:

H.2. La puesta en práctica de una unidad didáctica basada en el marco teórico elegido y con los materiales diseñados según las recomendaciones de la investigación, contribuirá a mejorar el conocimiento de los futuros maestros en cuanto a la integración de las visitas a museos de ciencias en el currículum escolar.

En el caso de que se verifique esta hipótesis, estaremos en condiciones de ratificar que los futuros maestros y maestras disponen de mejores estrategias didácticas para planificar una visita a un museo de ciencias y además, podremos realizar propuestas concretas a estos centros para que diseñen materiales didácticos específicos que sirvan al profesorado para integrar sus visitas dentro de la docencia habitual del aula en la etapa correspondiente.

2.2. FUNDAMENTACIÓN DE LA PRIMERA HIPÓTESIS

Las visitas a los museos de ciencias de grupos de alumnos y alumnas han aumentado de forma exponencial en las dos últimas décadas hasta el punto que los escolares son una de las audiencias más presentes en la mayoría de los centros, además de constituir, en muchos casos, la prioridad de los servicios educativos del museo. Los niños, no sólo son los futuros visitantes de los museos, sino también ciudadanos y miembros de la comunidad que se encuentran en una edad caracterizada por la imperiosa necesidad y la gran capacidad de aprender.

Como hemos explicado, una de las razones de este éxito de los museos de ciencias es que crean ambientes que facilitan la interacción social y que generan actitudes positivas hacia la ciencia y su aprendizaje (Salmi, 2003). Sin embargo, Falk y Dierking (1992) indican que, aunque la gran mayoría de los módulos de los museos tienen su información bien estructurada y secuenciada para que el aprendizaje sea construido con facilidad, pocos estudiantes utilizan la información en el sentido que los diseñadores pensaron. Por la razón que sea, se sienten atraídos por un módulo o exhibición en particular y no siempre utilizan las estrategias de comunicación previstas; así es difícil que el escolar structure la información con la intencionalidad que se pretende y en ocasiones, incluso se pueden generar modelos explicativos inadecuados ya que pueden quedar reforzadas sus concepciones iniciales que quizá no eran totalmente correctas (Tuckey, 1992). Como Lemelin y Bencze (2004) señalan, para que el desarrollo conceptual producido por la visita sea realmente significativo tienen que existir conexiones que relacionen la actividad escolar en el área de ciencias con dicha visita al museo, que los escolares encuentren sentido a la nueva información porque pueden relacionarla con experiencias ya conocidas, de forma que su modelo cognitivo pueda seguir reconstruyéndose.

En este punto es imprescindible considerar la importancia del rol del profesorado, que además de organizar la salida con sus estudiantes, tendrá que planificarla con la finalidad de integrar dicha visita en su docencia diaria, adaptando la oferta del museo a sus propios objetivos de aprendizaje (Jarvis y Pell, 2005). Ahora bien, ¿que se entiende por planificación? Como hemos visto, en las visitas a centros de ciencia los estudiantes experimentan fenómenos y comparten situaciones que, en general, son nuevas para ellos lo que implica que, de acuerdo con las teorías constructivistas del aprendizaje, es necesario guiar a los estudiantes en la comprensión de las nuevas experiencias y conocimientos que abordan en la visita, de forma que al abandonar el museo cuenten con unas vivencias que no tenían al entrar (Hein, 1998; Roschelle, 1995). Por tanto, será necesario que el profesor diseñe un plan de actividades para ‘antes, durante y después’ de la visita que proporcione al alumnado oportunidades para situarse en el propio contexto de la visita, conocer sus objetivos y poderlos discutir en relación con las conclusiones obtenidas una vez realizada (Díaz y Morentin, 2006).

Sin embargo, el profesorado considera, en la mayoría de los casos, que su papel en la planificación y ejecución de la visita al museo es pequeño, y dejan como responsabilidad del propio centro de ciencias la creación de relaciones entre la visita y el currículum, e incluso el dotar al alumnado de materiales, fichas, etc. para la realización de actividades complementarias (Griffin y Symington, 1997). Estos mismos autores comprobaron que las fichas que en ocasiones el centro de ciencia proporciona a los estudiantes para que rellenen durante la visita o para que puedan trabajar posteriormente en clase, son bien recibidas por los maestros y maestras (que piensan que ésta puede ser una actividad de aprendizaje) pero no son positivamente valoradas por el alumnado: opinan que estas tareas restringen la libertad de acción en el museo y dirigen excesivamente las actividades a realizar, reduciendo el tiempo de interacción con los módulos.

Aunque la bibliografía (Pérez et al., 1998; Price y Hein, 1991) propone una serie de recomendaciones para que la visita sea exitosa -tales como diseñar un plan de aprendizaje, tener en cuenta que es una oportunidad única de experimentar, observar y aprender in-situ, hacer actividades variadas durante la visita y no excederse en el uso de tareas escritas o fichas-, se han hecho pocos estudios sobre el comportamiento del profesorado (Kisiel, 2005; Viladot, 2009). Algunas experiencias muestran que, en general, a los estudiantes no se les proporcionan oportunidades óptimas para aprender en un museo de ciencias, pero sin

embargo, tanto el profesorado como los propios alumnos y alumnas consideran que las visitas tienen un alto valor formativo y las califican como interesantes y útiles a la vez que divertidas (Kubota y Olstad, 1991; Tal et al., 2005).

En general, el profesorado se siente un poco intimidado cuando lleva a su grupo de clase a un centro de estas características. Piensan que no tienen estrategias suficientes para facilitarles el aprendizaje correspondiente y, aunque en muchos casos realizan una preparación de la visita en el aula, ésta se suele reducir a informar sobre las características de la salida, explicar la agenda del día y recordar las normas de conducta. Pocas veces definen objetivos de aprendizaje (en ocasiones los tienen pero no los explicitan en el aula) ni preparan actividades previas a la visita que sirvan de nexo de unión entre los contenidos estudiados en clase y las exhibiciones del museo (Guisasola y Morentin, 2010). Muchos estudios han demostrado (Lemelin y Bencze, 2004) que los estudiantes que han realizado algún trabajo previo en la escuela en relación con los contenidos que se tratarán en el museo, y los que han recibido preparación adecuada para la visita, aprenden más de la experiencia que aquellos que no han tenido ninguna preparación, pero sin embargo, los maestros y maestras se implican poco; a lo sumo, como hemos apuntado, explican la situación del museo, la duración de la salida, los objetos que deberán llevar, solicitan los permisos de los padres, etc. es decir, se limitan a los aspectos organizativos sin alusiones al aprendizaje.

En cuanto a las actividades posteriores a la visita, que podrían servir para seleccionar y acotar informaciones, obtener conclusiones, etc. diremos que son aún más escasas. El profesorado se limita a corregir las fichas –cuando han tenido ocasión de hacerlas- y en el mejor de los casos, a recordar algunas de las actividades realizadas, pero éstas no suelen ser estrategias suficientes para conseguir un aprendizaje útil en sus estudiantes (Rennie, 2008).

La consecuencia de esta forma de trabajar es que el profesorado está utilizando tareas de aprendizaje formal en un contexto no formal, y esto no es adecuado en la mayoría de las ocasiones (Olson et al., 2001). El museo, como recurso docente, funciona de forma diferente al aula pero esto se debe considerar como un elemento enriquecedor más que como un problema; el proceso de aprendizaje durante la visita al museo se basa en la exploración visual y multisensorial de módulos, objetos y fenómenos, un proceso en el que un educador (el propio profesor o un monitor del museo) guía al grupo de estudiantes, facilitándoles la comprensión de los fenómenos implicados. Por estas razones se deduce que las competencias

que necesita el profesorado para hacer un uso adecuado del museo serán diferentes a las que utiliza habitualmente en las clases.

En resumen hemos dicho que la mayoría del profesorado, cuando organiza una visita a un centro de ciencias, no se implica apenas en la planificación de la misma, es decir, no orienta la visita como una experiencia de aprendizaje de las ciencias sino más bien como una actividad lúdica y social. Esto nos lleva a decir que los maestros y maestras no tienen una idea clara sobre cómo utilizar el museo como recurso de aprendizaje de las ciencias, y menos aún sobre la forma de relacionarlo con el currículum escolar.

¿Cuáles pueden ser las razones que explican esta situación? Es bien conocido que el currículum escolar no sólo se limita al área de ciencias y además es extenso; los profesores están limitados por el tiempo que necesitan para trabajar todo el programa, sujetos a los requisitos de los planes de estudios del propio centro que también incluye la programación de actividades extraescolares, influidos por la necesidad de conseguir unos resultados académicos aceptables... pero además la mayoría del profesorado no tiene formación en estrategias de enseñanza en contextos no formales y por todo ello, muestran una actitud poco favorable para realizar actividades previas y post visita que acumulan más carga de trabajo a sus múltiples tareas en el aula (Cox-Petersen et al., 2003).

Desde esta perspectiva, un primer paso para lograr que el profesorado se implique en esta tarea de utilizar las visitas a museos de ciencia como un instrumento de aprendizaje será conocer qué piensa el profesorado sobre las visitas escolares a museos de ciencia, y cuál es el papel que desempeñan en las visitas que realizan con sus estudiantes. Así pues, el trabajo que presentamos se centra, en su primera parte, en analizar el papel desarrollado por los profesores y profesoras de los distintos niveles al planificar y llevar a cabo una visita escolar a un museo de ciencia.

2.3. FUNDAMENTACIÓN DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS

La segunda hipótesis de nuestro estudio tiene como objetivo proporcionar al profesorado de Educación Primaria la formación y los materiales didácticos que le permitan utilizar las visitas a los museos y centros de ciencias como instrumentos de enseñanza-aprendizaje. Esto implica tener en cuenta los resultados y recomendaciones de la investigación en Enseñanza de las Ciencias y en concreto las investigaciones realizadas en

contextos fuera de la escuela (Mortensen y Smart, 2007; Rennie, 2008). Así pues, en este apartado haremos una síntesis de los resultados de la investigación en el aprendizaje en contextos no formales, organizándolos en un conjunto de principios coherentes con una buena práctica docente en las visitas escolares a museos y centros de ciencia. Esta síntesis la hemos estructurado en un marco teórico propio que hemos denominado “Visitas Centradas en el Aprendizaje” (VCA) (Guisasola, Azcona, Etxaniz, Mujika y Morentin, 2005; Guisasola, Furió y Ceberio, 2008; Guisasola y Morentin, 2010; Guisasola, Solbes, Barragués, Moreno y Morentin, 2007).

Este marco teórico ofrece tres principios -extraídos de la revisión de investigaciones en el aprendizaje en museos y centros de ciencias y, en experiencias y recursos didácticos para visitas escolares-, que son los que se utilizan para guiar el diseño de actividades y la propuesta de estrategias que ayuden al profesorado en su labor de planificación de la visita.

Dichos principios son:

- 1) Integrar el aprendizaje de la escuela en la visita al museo.
- 2) Estructurar las actividades de la visita para facilitar el aprendizaje del alumnado.
- 3) Facilitar estrategias de enseñanza de las ciencias apropiadas para el contexto del museo.

El primer principio parte de reconocer los contextos de aprendizaje en los que se desarrollará el proceso: la escuela y el museo de ciencias, contextos realmente diferentes entre los que se debe crear una relación sólida para que haya un aprendizaje útil y significativo. Ya hemos indicado que es necesario integrar la visita en la programación del aula y de ahí la importancia de implicar al profesorado que organiza la salida en la preparación y adaptación de la oferta del museo a sus propios objetivos de enseñanza.

Los procesos de aprendizaje en contextos no formales son diferentes en muchos aspectos de aquellos asociados con la escuela; por ejemplo, el aprendizaje no formal se caracteriza por su libre elección y por su falta de estructuración y secuenciación, así como por su carácter abierto, social y no sometido a pruebas formales de evaluación (Ramey-Gassert y Walberg, 1994). Los museos constituyen contextos no formales donde se invita a los visitantes a elegir sus experiencias, donde las ideas no siguen necesariamente una

secuencia, donde el aprendizaje puede ser fragmentario y no estructurado, y además se realiza principalmente de forma colectiva.

Como dicen Falk y Dierking (2000, p.10) *“aprender no es una experiencia abstracta que puede ser aislada e investigada sino una experiencia integrada que ocurre en el mundo real”*. Por tanto estos autores definen el aprendizaje como un producto y un proceso en el que se combinan los contextos personal, sociocultural y físico del aprendiz. Esta idea es la base del “Contextual Model of Learning” (Modelo contextual del aprendizaje) que ellos mismos proponen, y aunque indican que pueden existir varios tipos de aprendizaje, enfatizan también que *“el aprendizaje es un proceso activo y continuo de asimilación y acomodación de informaciones, siempre dentro de esos tres contextos”* (Falk y Dierking, 1992, p.113). Además, este modelo introduce el dinamismo del proceso en el tiempo, utilizando el símil de un aprendizaje por capas en el que estas capas, una vez creadas, no son estáticas ni permanentes, sino que interactúan e influyen directamente en la forma de las siguientes capas; así el aprendiz forma y es formado por su ambiente y su aprendizaje es siempre cambiante y nunca finalizado (long-life learning).

Teniendo en cuenta estos aspectos del aprendizaje conseguido fuera de la escuela, se debe prestar atención también al propio contexto escolar (currículo, horarios, problemas organizativos, etc.) donde el profesorado desarrolla su labor habitual, y a las relaciones escuela-museo, principalmente cuando se piensa en recursos de apoyo que integren la visita en el aprendizaje de la escuela, es decir, recursos que sirvan no sólo para la visita propiamente dicha, sino también para su utilización en el aula (DeWitt y Osborne, 2007; Xanthoudaki, 2003). Así pues, este primer principio proporciona una mayor atención a las necesidades del profesorado, teniendo en cuenta que el diseño de visitas escolares que sirvan de puente entre el conocimiento escolar (currículo) y el no formal (alfabetización científica) no es tarea fácil ni obvia, y exige colaboración entre los propios maestros y maestras, los educadores del museo e incluso los investigadores en enseñanza de las ciencias.

En muchas ocasiones se ha utilizado el argumento de que principalmente el profesorado de Primaria, está poco preparado para enseñar ciencias o se siente inseguro frente a algunos temas científicos. Enseñar en primaria es un hecho complejo y requiere contemplar conocimientos que abarcan todas las áreas del saber; ahora bien, puesto que un maestro o maestra de primaria no puede ser especialista en todas las materias, es imprescindible que posea una gran curiosidad y deseo de aprender en todos los campos, entre ellos el científico.

En este punto, la aportación de los centros y museos de ciencia puede ser insustituible, ya que en ocasiones ofertan actividades complementarias para profesores, con recursos que hacen la ciencia más divertida, interesante y excitante. Con ellos el profesorado puede comprender el contenido científico de las exhibiciones, conocer estrategias para el trabajo del museo y aprender cómo enseñar ciencias más eficazmente usando las exhibiciones.

La bibliografía sobre visitas escolares a museos de ciencias también muestra que es importante que el profesorado disponga de recursos que les faciliten la preparación de la visita y les permita orientar el aprendizaje de sus estudiantes hacia aspectos relevantes de los fenómenos naturales que se exponen en el museo (Kubota y Olstad, 1991). Para ello, situar la visita al museo dentro de una o de varias unidades didácticas contribuye a marcar unos objetivos concretos de aprendizaje que relacionen ambos contextos, e implica que los profesores deberán conocer bien las secciones del museo para poderlas adecuar a su grupo y sus necesidades, e incluso tendrán que acordar con los monitores el recorrido a realizar –si se trata de una visita guiada- en función de los aspectos científicos concretos que quieran trabajar en esa visita (Tran, 2007).

El segundo principio se basa en considerar la necesidad de una estructura para desarrollar las actividades de la visita, así como la importancia de estimular conexiones entre las experiencias a realizar en el museo y lo que sucede antes y después en la clase. Debido a que la finalidad última es facilitar el aprendizaje, este segundo principio propone una estructura general de actividades que consiste en:

- a) Actividades y recursos para antes de la visita
- b) Actividades para la interacción con los módulos del museo durante la visita
- c) Actividades de reflexión sobre las experiencias en el museo para después de la visita.

Esta estructura no supone un esquema rígido sino que trata de actividades y recursos a elegir por el profesorado en relación con el interés de los estudiantes y los objetivos del curriculum. La estructura que se propone es flexible de acuerdo con dos aspectos: los relativos a la enseñanza por un lado (objetivos del profesor, limitaciones de tiempo, nivel de enseñanza, currículo, etc.) y por otro, los relativos al aprendizaje, poniendo el énfasis en la autonomía del estudiante (Guisasola et al., 2007a).

Sin querer ser exhaustivos, vamos a explicar algunas de las posibilidades de los tres tipos de actividades:

a) Actividades previas a la visita

En primer lugar, y dentro del contexto personal de la visita, es primordial para el profesor conocer lo que sus estudiantes pretenden en esa salida, sus expectativas e intereses, etc. ya que, como hemos apuntado, influirán decisivamente en el aprendizaje obtenido (Falk et al., 1986, 1998). Esta “predisposición del visitante” es una variable muy importante a considerar; en el caso de los adultos, llegan al museo con intención de aprender y seguramente lo consiguen en la mayor parte de los casos; los escolares, en cambio, acceden al museo sobretodo para divertirse, y lograr que además aprendan algo, es tarea de los educadores y del propio museo.

Al tiempo que el profesorado indaga en los intereses de sus alumnos y alumnas, deberá explicarles los fines de la visita e incluso consensuar con ellos aquellos aspectos de la misma que puedan ser de su interés; si los estudiantes comprenden los objetivos de la visita y los comparten, se implicarán de forma especial en la realización de cualquier actividad durante la misma (Lucas, 2000). Como Falk y Dierking (1997) afirman, la experiencia es más provechosa y el aprendizaje es más significativo cuando la visita está explícitamente conectada con objetivos de aprendizaje que la relacionan con la actividad escolar, al igual que ocurre en cualquier otra actividad de aula en la que el alumnado debe haber asumido los objetivos del profesorado para que la realización de la misma tenga sentido para ellos.

También Feher y Rice (1992) coinciden en esa idea: aunque los módulos más interactivos estimulan y facilitan el aprendizaje, tiene que haber un punto de contacto entre los contenidos conceptuales de la exhibición y las ideas del escolar al respecto, para que se produzca algún aprendizaje cognitivo durante la visita. Atendiendo a esta recomendación, al realizar las actividades previas será el momento de trabajar conceptos científicos concretos que se correspondan con las exhibiciones del centro de ciencia, para que una vez allí el alumnado pueda incorporar nuevas informaciones a su estructura conceptual. Concretando, los estudiantes tienen que tener las ideas previas “adecuadas”, y así la visita mejorará su comprensión del fenómeno y le ayudará a hacer conexiones; sin embargo, una sola visita no podrá enseñar conceptos “no familiares” y totalmente desconocidos. Así pues, para que los beneficios de la visita sean máximos, el profesorado deberá integrar la visita dentro de la programación de aula, y antes de la visita “hacer familiares” los conceptos que se trabajarán en la misma.

Este contexto personal al que hemos hecho referencia está estrechamente relacionado con los contextos físico y social; todos ellos juegan un papel importante en la selección de lo que observarán y/o experimentarán los visitantes, durante cuanto tiempo, la forma de interactuar (sólo o acompañado), etc. aspectos que influirán en la variedad de las experiencias obtenidas. Además, si los escolares visitan por primera vez un museo de ciencia, podemos afirmar que sin una preparación y orientación específicas se concentrarán más en aspectos irrelevantes del contexto que en aspectos centrales del aprendizaje (Rahm, 2004; Ramey-Gassert y Walberg, 1994). Así, maestros y maestras deberán utilizar las clases previas a la visita para familiarizar al alumnado con la nueva experiencia y las características del museo, al tiempo que reducen la variable “novedad” (bien sea novedad cognitiva, psicológica o geográfica), que influye negativamente en el aprendizaje ya que puede causar ansiedad, desconcierto e inhibición durante la visita, y ello impedirá una realización adecuada de la misma (Anderson y Lucas, 1997; Orion y Hofstein, 1994).

Para tener en cuenta estas variables, el profesorado necesitará recursos y por supuesto, conocer el centro previamente. Es importante que los centros de ciencia organicen presentaciones y/o seminarios para el profesorado, en los que además de explicar los conocimientos científicos que subyacen a las exhibiciones de las distintas salas, les animen a relacionarlos y adaptarlos a su propia programación de aula. Incidiendo en este punto, serán muy útiles todos los materiales que el museo les pueda aportar (vídeo de presentación, guías didácticas, lecturas complementarias, direcciones on-line...) de forma que el profesorado pueda adaptar y trabajar con suficiente detalle los contenidos de la visita, no sólo en lo referente a conceptos científicos sino también en sus aspectos motivadores y de interés, así como las habilidades científicas que se puedan practicar (DeWitt y Osborne, 2007).

b) Actividades para realizar en el museo

La visita propiamente dicha implica un tiempo corto de interacción, por lo que se considera indispensable el disponer de un programa bien diseñado para realizarla, maximizando su aprovechamiento de forma que se valore más la calidad que la cantidad del aprendizaje. Las actividades a realizar en el museo de ciencia pueden ser variadas, y muchas veces complementarias (talleres, visita guiada, sesión de planetario, etc.); ahora bien, cuando el profesor ha elegido actividades semi-estructuradas de interacción con algunos módulos,

generalmente a realizar en grupo por sus escolares, hay varios aspectos a tener en cuenta para optimizar el aprendizaje (Griffin, 1998):

1. Elegir aquellas experiencias o módulos que sirvan para profundizar en la comprensión de las ideas científicas, reforzar conceptos conocidos o dar sentido a fenómenos cotidianos, familiarizándose con ellos.
2. Durante la visita, intentar que alumnos y alumnas utilicen procedimientos científicos (plantear preguntas, confrontar respuestas, llegar a consensos, conocer técnicas específicas, etc.) acercándoles a los procesos mediante los que los científicos han generado nuevos conocimientos.
3. Realizar actividades dirigidas a la adquisición de habilidades de investigación científica, como por ej. obtener información, seleccionarla y analizarla, proponer hipótesis y buscar soluciones, e incluso aplicarlas a nuevas situaciones.

Estas actividades deberán estar orientadas a responder preguntas o a buscar la información que previamente se haya acordado en el aula. Se trata de desarrollar la autonomía de los estudiantes en su proceso de aprendizaje, siempre dentro de sus posibilidades, estimulándoles para que realicen su propia indagación en el museo de acuerdo con la información que tengan sobre las preguntas planteadas en clase antes de la visita y en base a las hipótesis que se hayan formulado (Azcona et al., 2002). Además, proporcionando a los estudiantes algo de autoridad sobre su aprendizaje (dándoles una agenda clara y elección en su aprendizaje) y permitiéndoles los mismos derechos para aprender que se dan a los adultos en el museo, se les facilitará el aprendizaje de una forma notoria (Griffin, 2004).

En este punto sería bueno que el profesorado pudiera utilizar materiales didácticos que le facilitaran la adecuación de la visita y le permitieran orientar el aprendizaje de sus estudiantes hacia aspectos relevantes de los fenómenos y aplicaciones tecnológicas que se muestran en el centro.

Así mismo, los profesores y profesoras deben considerar la visita como una oportunidad de aprendizaje para su alumnado, diferente al escolar, y no prepararla exclusivamente bajo los parámetros del comportamiento reglado habituales (rellenar fichas, activismo manipulativo para anotar respuestas cerradas, etc.) sino dirigirla a que alumnos y alumnas intenten explicar los fenómenos observados, relacionarlos con otras experiencias, etc. (Rix y McSorley, 1999). Para ello, los escolares deben ser debidamente orientados y las

actividades deberán estar más centradas en la motivación y la indagación que en instrucciones de manipulación de módulos. Además, los estudiantes pondrán en práctica estas actividades de forma colectiva, en un grupo de trabajo que intercambia ideas y en el que emergen nuevas preguntas, lo que dará al trabajo el aspecto social y procedimental propio de la actividad científica (Mortensen y Smart, 2007).

Por otra parte, los profesores tienen que tener en cuenta las posibilidades de observar y experimentar fenómenos que el alumnado tiene ante sí, que pueden ser únicos ya que, la mayoría de las veces, son difíciles de reproducir en el aula. Igualmente, deberán adecuar y regular los tiempos y los espacios durante la realización de las actividades. Las investigaciones sobre visitas escolares señalan que los estudiantes se distraen a partir de la primera hora de actividad (Allen, 2004), por lo que recomiendan que se habilite un tiempo de familiarización con la estructura física del museo, posteriormente se realizará el trabajo de campo en una sala o en varias con una duración nunca superior a la hora, y finalmente se podría realizar un descanso antes de visitar otras instalaciones o servicios del museo.

c) Actividades post-visita

Como ya hemos señalado con anterioridad, estas actividades deberán ser reflexivas principalmente, diseñadas para poder evaluar la consecución de los objetivos propuestos al inicio. Los resultados de la investigación aconsejan facilitar el aprendizaje en el contexto escolar después de la visita con diferentes recursos y actividades (Orion y Hofstein, 1994). Los más utilizados por el profesorado son cuestionarios cerrados e informes o dossiers a los que los estudiantes deben responder con datos concretos, generalidades sobre la visita, los detalles más llamativos, etc. Sin minusvalorar estas actividades, más bien de tipo formal, pensamos que repetir experiencias científicas relevantes, hacerlas interactuar con los conocimientos previos, diseñar experimentos relacionados, buscar información complementaria, obtener conclusiones, responder a nuevos interrogantes, etc. pueden ser otras posibilidades más adecuadas para aprender ciencias y su relación con la vida cotidiana (Anderson et al., 2000, 2003).

En el caso de escolares, existen también competencias transversales de vital importancia como la comunicación escrita y oral, que fácilmente se podrían trabajar mediante estas actividades. Algunos estudios concluyen que cuando los escolares tienen oportunidades de explicar lo que han visto o aprendido a otras personas (también escolares o adultos),

posteriormente recuerdan mejor dichos aprendizajes e incluso muestran mayor tendencia a transferirlos a nuevas situaciones, lo que implica decir que la comunicación es la base de todo aprendizaje (Sanmartí, 2002; Tuckey, 1992). Asimismo, el intercambio de ideas sobre la visita será doblemente enriquecedor ya que cada alumno aportará su punto de vista –diferente al de sus compañeros- y se podrán complementar los aspectos peor comprendidos o de mayor dificultad, a la vez que se consensúan las conclusiones más significativas, siempre bajo la supervisión del profesor.

Según esto, las actividades post-visita tienen un valor importante para la posterior construcción del conocimiento de los estudiantes, como resultado de su implicación en las experiencias del museo; es importante, sin embargo, que dichas actividades sean planeadas y puestas en práctica usando las experiencias de los estudiantes en el museo, así como sus conocimientos previos, para detectar los cambios experimentados y trabajar sobre ellos; por ello, el profesorado necesitará comprender el conocimiento de sus estudiantes respecto a las exhibiciones del museo, tanto antes como después de la visita, para poder desarrollar actividades post-visita eficaces que impulsen el aprendizaje, enriqueciendo así el currículum escolar.

El tercer principio en que se fundamente nuestro marco teórico (VCA) propone facilitar al profesorado estrategias de enseñanza adecuadas para el contexto del museo – estrategias estructuradas o no-, que sirvan para orientar a los estudiantes en la utilización de procedimientos científicos, así como en la comprensión de los fenómenos naturales y su relación con el currículum escolar. Algunas de estas estrategias de enseñanza son las mismas que se trabajan en la educación formal (preparar cuestionarios, proponer búsqueda de información, facilitar la relación de contenidos...) pero deberán ser adaptadas al contexto del museo (Kisiel, 2006).

La ideología dominante que ha guiado la práctica educativa en los contextos no formales ha sido el constructivismo y desde ese punto de vista, las situaciones de aprendizaje constructivista serían -según Hein (1998)- las basadas en dos componentes:

- reconocer que para aprender es necesaria la participación activa del aprendiz; por ello, la experimentación es crucial, pero entendiendo por experimento una situación en la que son posibles y aceptables diferentes resultados.

- reconocer que las conclusiones obtenidas por el aprendiz no deben ser validadas con la concepción estándar de “verdad” externa, sino que serán válidas si tienen sentido dentro de la realidad construida por el propio estudiante. De esta forma, no habrá “errores conceptuales” sino concepciones privadas o personales, y los errores serán conclusiones que no corresponden con la evidencia o que no son razonables para el propio estudiante.

Teniendo en cuenta estas características, varios autores (Rennie y Johnston, 2004; Anderson et al., 2003) indican que los museos pueden ser los entornos perfectos para poner en práctica estrategias de enseñanza basadas en la teoría constructivista y facilitar un aprendizaje significativo. La eficacia de esta visión del aprendizaje se evidencia por su capacidad para unir el conocimiento previo de los estudiantes, las experiencias del museo, las actividades post-visita y otras experiencias cotidianas, en aras de favorecer el desarrollo del conocimiento. Sin embargo, interpretaciones simplistas sobre el significado de la teoría del aprendizaje constructivista en museos y centros de ciencias, y su confusión con el ‘aprendizaje por descubrimiento’ y las exhibiciones exclusivamente hands-on (manipulativas), han llevado a una extensa polémica en el área sobre las estrategias constructivistas de enseñanza de las ciencias en los museos (Hooper-Greenhill, 1995; Pedretti, 2002).

Según estas interpretaciones, el término “aprendizaje por descubrimiento” se usa como sinónimo de cualquier forma de educación que atribuya al aprendiz una participación activa, lo cual a menudo se confunde con actividad física (hands-on). En algunos museos se han creado “Discovery Rooms” en las que los visitantes pueden explorar los módulos e interactuar con ellos, aunque a veces no lleguen a conclusiones ni aprendan nada en particular. Sin embargo, las teorías constructivistas reivindican que esta interacción física tiene que arrastrar al visitante a pensar, a plantearse nuevas preguntas, a buscar informaciones...; la actividad de la que hablan estas teorías es actividad mental “minds-on” e incluso “heart-on” como dice Wagensberg (2000), en atención a los aspectos afectivos del aprendizaje.

Los museos organizados según este modelo tendrán (Hein, 1998):

- exhibiciones que permitan la exploración, con varios puntos de acercamiento, sin itinerarios concretos,
- un amplio abanico de formas activas de aprendizaje, presentando puntos de vista variados e incluso controvertidos,
- componentes didácticos (carteles, paneles) que hacen preguntas e inducen a los visitantes a encontrar las respuestas, en relación con la vida cotidiana principalmente, y
- experiencias y materiales que permitan a los estudiantes experimentar, proponer hipótesis y sacar conclusiones.

Aunque, como señala Membiela (2001) no existen estrategias de enseñanza exclusivas de un tipo concreto de orientación didáctica, sí queremos insistir en la importancia de algunas de ellas para la integración de la visita a un museo de ciencias en el currículum del aula. No vamos a valorar ahora la eficacia de técnicas metodológicas que se utilizan habitualmente en la enseñanza de las ciencias (lecciones magistrales, resoluciones de ejercicios/problemas de lápiz y papel, experiencias de laboratorio, etc.), pero sí queremos proponer la mayor utilización de otras actividades que suponen una implicación personal y activa del alumnado, la adopción del trabajo colaborativo como base de las tareas, y la utilización de la comunicación en todas las fases del proceso de aprendizaje.

Las estrategias a las que hacemos referencia serían, entre otras, la elaboración de proyectos en pequeños grupos, la resolución de problemas abiertos, la realización de trabajos prácticos, la participación en foros y debates, etc. Así pues, el tercer principio que proponemos para fundamentar nuestro trabajo se basa en un conjunto de resultados aportados por la investigación empírica sobre enseñanza-aprendizaje de las ciencias en contextos no formales (Guisasola y Morentin, 2007b; Pedretti, 2004; Rennie, 2008), que nos han llevado a considerar las siguientes características en las estrategias de enseñanza:

- ***Implicar activamente a los estudiantes en las tareas:***

Numerosos estudios empíricos muestran que cuando los estudiantes se implican activamente en la tarea de clase el aprendizaje en ciencias aumenta (Furió et al., 2003; Guisasola et al., 2008), por tanto la utilización de actividades que involucren a los estudiantes y les hagan participar de forma activa es fundamental, no sólo para desarrollar los modelos científicos correspondientes al currículum sino también para aprovechar la “naturaleza

interesante” de los museos. En este caso, se podría plantear el tema como una actividad de indagación en la que, previamente a la visita, se estimula a los estudiantes para que hagan preguntas, planteen hipótesis y diseñen la forma de encontrar las soluciones necesarias, siempre en base a la información que tienen sobre el museo.

El hecho de integrar la visita al museo dentro de la programación del aula puede facilitar que los estudiantes sean más responsables de su propio aprendizaje, ya que podrán planificar la visita, elegir lo que más les interese para investigar en función de los aspectos específicos del tema de clase en los que tengan un interés particular –seleccionando unos módulos o un área del museo-, decidir la forma de organizar la información dentro del desarrollo de este proyecto, y trabajar en pequeños grupos semi-autónomos que pueden moverse por el museo como deseen –siempre dentro de lo establecido por el profesor y según la edad o nivel educativo del alumnado (Griffin, 2004).

En una visita de esas características, los monitores (bien sea un guía del centro o el propio profesor) fácilmente podrán animar al alumnado a explorar activamente, dadas las características interactivas de las exhibiciones, en contraposición con algunas visitas guiadas en las que únicamente se proporcionan datos e instrucciones (Cox-Petersen et al., 2003). Así, si se consigue que alumnos y alumnas disfruten y reconozcan a los museos de ciencias como lugares interesantes para el aprendizaje, les habremos ayudado a ver la ciencia como algo más que una asignatura escolar (Griffin, 1998).

Ahora bien, que los alumnos y alumnas se comprometan en una tarea nueva y diferente dependerá en buena parte de la capacidad de estímulo y convencimiento del profesorado (Sanmartí, 2002). Los profesores puede apoyar la implicación de los estudiantes con el tipo de preguntas que realicen (preguntas generadoras) y las tareas que se desarrollen (pequeñas investigaciones, análisis de situaciones cotidianas...), teniendo en cuenta los intereses propios del estudiante y los contenidos del currículo. Pero es importante que el profesorado esté convencido del interés didáctico de lo que pretende enseñar y que intente innovar permanentemente, ya que esto promoverá el desarrollo de su propia creatividad y favorecerá la obtención de placer en el ejercicio de su profesión ayudando a su mejora.

- ***Trabajar en equipo, potenciando la comunicación oral y escrita:***

Como ya hemos comentado las estrategias de trabajo colaborativo o en equipo son imprescindibles para conseguir un aprendizaje significativo. Para avanzar en el conocimiento es necesario comprender que hay diferentes formas de ver y comprender los fenómenos que nos rodean, y que contrastar los diferentes puntos de vista, explicarlos, defenderlos e incluso modificarlos, es decisivo y enriquecedor al mismo tiempo (Sanmartí, 2002). Sin embargo, queremos señalar que el trabajo en equipo no lleva inevitablemente al aprendizaje conceptual. Es por esto que Vigostky (citado en Roschelle, 1995), que dio a la escuela un papel importante como agente facilitador del desarrollo de los individuos, indicó que para que las interacciones entre personas (bien entre iguales o alumno-profesor) sean efectivas en relación con el aprendizaje, dichas interacciones deben situarse en la “zona de desarrollo próximo” del aprendiz (ZDP: conjunto de actividades que una persona es capaz de realizar con la ayuda de las otras).

Es difícil precisar cuál es la ZDP de cada alumno, incluso para los profesores más expertos, por lo que la comunicación tendrá un papel fundamental. Una de las tareas del profesorado será plantear preguntas y debates, tanto para conocer las ideas previas del alumnado como para reconstruirlas; pero éstas deberán ser unas interrogantes que estimulen al alumno, que no le parezcan obvias o inabordables sino que requieran de su inventiva, de su creatividad y de sus conocimientos conceptuales y metodológicos para la búsqueda de soluciones, de forma que las acciones intelectuales y operativas que el alumnado movilice sean las pertenecientes a la ZDP de la que Vigostky hablaba. Para ello, el clima del aula deberá permitir la libre exposición de las ideas, la discusión y contraste de opiniones, las posibilidades de alcanzar consensos, etc. siempre bajo la orientación del profesor.

Conseguir un ambiente colaborativo en el aula es algo que va más allá de trabajar una serie de actividades, y en ello, el profesorado tiene un papel fundamental. Se trata de crear un entorno en el que no haya miedo a expresarse, animando al alumnado a pensar sobre sus propias opiniones y ofreciéndoles caminos para revisarlas, promoviendo el intercambio de puntos de vista y facilitando los acuerdos que permitan avanzar. De esta forma el trabajo en grupo colaborativo se convierte en un elemento clave de la dinámica de la educación científica (Pujol, 2003).

En este punto consideramos de especial relevancia que el alumnado aprenda a “hablar ciencias” y a “leer y escribir ciencias”, que utilice de forma adecuada el lenguaje de las ciencias, no sólo para la transmisión de contenidos sino como una dimensión complementaria que contribuye a mejorar la construcción del conocimiento científico. Aprender ciencias es experimentar, pero también escribir informes, hacer preguntas, resumir ideas, comunicarlas a una audiencia... competencias todas ellas que se relacionan con el aprendizaje del lenguaje de la ciencia, y es también importante que el alumnado vaya tomando conciencia de la relación entre su pensamiento y el lenguaje que utiliza para expresarlo (Marbá et al., 2009; Reid y Hodson, 1993).

Para ello, el profesorado deberá promover destrezas argumentativas que sirvan para mejorar algunas competencias científicas tales como “obtener conclusiones basadas en pruebas”, “criticar los argumentos de otros y justificar los propios”, etc. al tiempo que apoyan el desarrollo de competencias comunicativas y en particular del pensamiento crítico (Jiménez Aleixandre, 2010). La argumentación, entendida como el proceso mediante el que se relacionan las pruebas disponibles con las explicaciones o enunciados teóricos, servirá para hacer públicos los razonamientos de los alumnos y alumnas, apoyando sus procesos cognitivos y metacognitivos, y según se desprende de recientes investigaciones (López Rodríguez y Jiménez Aleixandre, 2007) existe una relación evidente entre la competencia argumentativa y el desempeño cognitivo de los estudiantes, lo que ratifica la idea de que al trabajar estas competencias relacionadas con el uso de pruebas y la justificación de afirmaciones están haciendo ciencia.

En conclusión, se trata de que los estudiantes trabajen en equipo y realicen análisis de propuestas y validación o refutación de las mismas -de acuerdo con los procedimientos característicos del trabajo científico- al tiempo que desarrollan sus capacidades en función del propio estilo cognitivo de cada uno y de su motivación personal. Con este objetivo, el profesorado deberá diseñar actividades variadas que posibiliten las interacciones entre todos y planteen situaciones que obliguen al alumnado a actuar (Kisiel, 2006).

Estas estrategias de enseñanza que ya están siendo utilizadas en la educación formal tienen una fundamentación aún mayor en el caso de las visitas a museos. Como ya hemos apuntado, el carácter social de estas instituciones empuja a los visitantes a interactuar con otras personas, bien directa bien indirectamente, y en el caso de los escolares aún es más evidente por la importancia de los intercambios de opiniones, informaciones, etc. que se dan

durante la visita; es conocido que la propia estructura del centro y el atractivo de los módulos interactivos hacen que se estimulen el diálogo y el debate entre los estudiantes –y con el profesor o monitor-, al tiempo que se promueve la reflexión sobre los conceptos implicados (Pedretti, 2004). Se han investigado también las conversaciones que tienen lugar entre alumnos y alumnas durante una visita a un museo de ciencia (Gilbert y Priest, 1997; Tunnicliffe, 2000), llegando a la conclusión de que el aprendizaje cognitivo mejora mucho al aumentar el número de interacciones sociales, y también se ha comprobado que la influencia del guía o maestro en el contenido de dichas conversaciones es altamente positiva.

- ***Fomentar el interés, la curiosidad y la motivación:***

Los estudiantes tienen sentimientos muy diferentes en relación con la ciencia y su aprendizaje; para algunos las ciencias son difíciles y aburridas mientras que para otros son apasionantes, y esta actitud con la que se enfrentarán al estudio de un tema determinado es una variable muy importante en relación con el éxito que obtendrán en su aprendizaje. Sin motivación es difícil llegar a aprender, pero el darse cuenta de que se va aprendiendo y de que se es capaz de dar explicaciones usando las ideas científicas, es un aspecto que incidirá directamente en dicha motivación.

En este punto los museos y centros de ciencia pueden jugar un papel importante. En general, las exhibiciones son atractivas, invitan al juego y a la experimentación, y ofrecen oportunidades únicas de experimentar y observar in-situ objetos y fenómenos; además proporcionan al visitante un feedback rápido, lo que conlleva un aumento de la curiosidad y el interés hacia ese módulo, produciendo un enganche mayor en esa actividad y por tanto un aumento de la motivación intrínseca (Allen, 2004; Rennie y McClafferty, 1996). Por otra parte, también la autoestima de los alumnos y alumnas se ve favorecida por la realización exitosa de la actividad interactiva con los módulos, lo cual redundará en la mejora de la motivación, aspecto básico para que el estudiante quiera aprender.

En la educación formal, en general, la motivación suele ser extrínseca (graduación, exámenes, aprobación del profesor, futuros trabajos...) pero los factores intrínsecos tales como curiosidad, diversión aprendiendo y autoestima son herramientas motivacionales importantes; se pueden comparar con la escalada de una montaña, donde la meta puede estar

cerca pero exige esfuerzo y superación, ahora bien, el feedback que se consigue tras alcanzarla es gratificante e inmediato (Semper, 1990).

Como Oliva y colaboradores (2002, p.522) han recogido *“las necesidades humanas básicas están jerarquizadas, de manera que se deben satisfacer primero las de nivel más bajo antes de intentar las de nivel superior (Maslow, 1975)”*. Así por ejemplo, resulta esencial que se satisfagan necesidades correspondientes a las relaciones afectivas, la autoestima y el desarrollo personal, entre otras, antes de poder conseguir progresos en el ámbito cognitivo; por tanto, la creación de un ambiente emocional estable, como el que proporcionan los centros de ciencia, se considera esencial para el crecimiento cognitivo, sobre todo en los alumnos y alumnas de bajo rendimiento.

En este sentido, la propia visita al museo servirá para promover el interés y la curiosidad en los estudiantes, y las estrategias a usar por el profesorado tendrán como base orientar dichas expectativas hacia el aprendizaje y aprovechar estas características de los museos para facilitar la relación de la visita con el currículum del aula y explicitar las relaciones existentes con fenómenos de la vida cotidiana (Cuesta et al., 2002). Como ya hemos apuntado, las actividades a realizar previamente a la visita serán las adecuadas para estos fines, sin olvidar que las actividades posteriores a la misma deberán servir para que esos sentimientos no decaigan y el interés por las ciencias y los fenómenos naturales siga en aumento.

Como conclusión diremos que aunque los educadores de los museos de ciencias y los profesores de ciencias trabajan en sistemas diferentes, las estrategias y recursos que se diseñen según este marco teórico (VCA) servirán como puente entre ellos; así este VCA pretende ser no sólo una guía para el personal del museo sino también una base para el diseño de recursos y materiales que relacionen las exhibiciones del museo con el currículum escolar (Azcona et al., 2002; Guisasola et al., 2005b), al tiempo que proporciona unas recomendaciones que pueden ser seguidas por el profesorado para adaptar dichos recursos a su propia situación didáctica, de forma que permitan un mayor y mejor aprendizaje de los estudiantes sobre la ciencia y sus características.

Capítulo 3

Operativización de la primera hipótesis y diseños experimentales para su contrastación

Según la primera hipótesis de este trabajo, ya enunciada en el capítulo anterior, el profesorado no sigue habitualmente las recomendaciones de la investigación en enseñanza de las ciencias en contextos no escolares y en particular, sobre el desarrollo de visitas escolares a museos y centros de ciencias. A continuación vamos a exponer el diseño elaborado para contrastar esta primera hipótesis. Comienza este capítulo operativizando la hipótesis y dando una primera visión global del diseño, para posteriormente presentar con detalle cada uno de los diseños particulares que se elaboraron para contrastarla y cada uno de los instrumentos en que se concretaron dichos diseños.

3.1. DERIVACIONES DE LA 1ª HIPÓTESIS Y VISIÓN GENERAL DEL DISEÑO

Al elaborar los diseños destinados a contrastar las dos hipótesis que vertebran este trabajo, se tuvo en cuenta que en investigación educativa no es, en general, el tamaño de la muestra lo más relevante, sino la medida en que el mismo es capaz de explorar diversas facetas o implicaciones de la hipótesis. Como indican Cohen, Manion y Morrison (2007) *“En ambos casos, cualitativa o cuantitativa, el requisito esencial es que la muestra sea representativa de la población de la que se ha extraído”* (p.105). Sobre esta cuestión también Larkin y Rainard (1984) expresan que encuestar a 500 individuos, en vez de 10, de una población de 5000, para determinar la presencia o no de una determinada variable, sólo disminuye en un factor 1,1 la desviación estándar; de ahí se deduce que dependiendo del tipo de investigación no se precisan grandes muestras para aumentar su generalidad. En lugar de ello, *“las decisiones sobre la elección de la muestra deben venir enjuiciadas en función de cuatro características clave: a) el tamaño; b) la representatividad y los parámetros de la muestra; c) el acceso a la muestra; d) y la estrategia probabilística o no, utilizada en la elección de la muestra”* (p. 100; Cohen et al., 2007).

Este ha sido el tipo de planteamiento utilizado en este trabajo de tesis doctoral en el que, de acuerdo con lo expuesto en el párrafo anterior, se decidió recabar en primer lugar las opiniones de los profesores y profesoras que visitaban un museo de ciencias una vez terminada la visita con su grupo, considerando que conformaban una muestra representativa del profesorado de nuestro entorno. En segundo lugar, se acordó conocer también las ideas de los futuros maestros y maestras sobre dichas visitas. Para ello se confeccionaron sendos diseños que intentarán validar las dos hipótesis mediante diferentes abordajes con el fin de establecer la coherencia global del conjunto de resultados obtenidos.

Hacer operativa la primera hipótesis supone enumerar y analizar aquellos factores implicados en cómo el profesorado concibe las visitas a museos de ciencias, qué objetivos educativos tiene, cómo evalúa la visita realizada y qué papel juega durante la visita. El análisis, por tanto, se ha centrado por una parte, en las concepciones del profesorado sobre visitas escolares a museos de ciencias y por otra, en el comportamiento de esos profesores durante la visita y en cómo la evalúan respecto al aprendizaje logrado. Este planteamiento nos ha permitido operativizar la primera hipótesis mediante dos hipótesis parciales derivadas de ella y cuatro consecuencias, de forma que verificar que *el profesorado no sigue las recomendaciones de la investigación en enseñanza de las ciencias en contextos no escolares* es equivalente a comprobar que:

H.1.1. El profesorado de E. Primaria y Secundaria mantiene una concepción de las visitas escolares a museos de ciencias muy alejada de la idea de las visitas concebidas como instrumentos de aprendizaje dentro del currículum de ciencias. Esto implica que:

C.1. El profesorado organiza la visita con un objetivo principalmente lúdico y social, sin un planteamiento didáctico relacionado con temas o modelos científicos concretos, o con competencias transversales.

C.2. La mayoría del profesorado no integrará la visita dentro del currículum escolar por lo que no preparará actividades de aula para realizar con sus estudiantes antes y después de la visita al museo, y tampoco preparará una guía de trabajo en el propio museo.

H.1.2. El comportamiento habitual del profesorado en las visitas escolares no seguirá las pautas recomendadas por la investigación educativa y su evaluación de la visita no contemplará la mayoría de los aspectos esenciales para promover el aprendizaje de los estudiantes en la visita. Esto implica que:

C.3. La mayoría del profesorado centrará su evaluación en la interacción y el atractivo de los módulos, así como en la calidad de la información proporcionada por el personal del museo. Sin embargo, no valorará aspectos resaltados por la investigación tales como la conexión explícita entre los contenidos del museo y los contenidos escolares, mediante materiales didácticos y actividades.

C.4. La actitud del profesorado durante la visita será pasiva en el sentido de delegar en el personal del Museo los aspectos relacionados con la información de los módulos y el equipamiento del Museo. Sus intervenciones mayoritariamente se centrarán en aspectos organizativos y de comportamiento de los estudiantes.

Como vemos las 4 consecuencias contrastables que hemos derivado de la hipótesis principal se refieren a aspectos fuertemente interrelacionados y, por tanto, susceptibles de ser estudiados por separado y también mediante análisis conjuntos.

Antes de presentar de forma concreta los elementos del diseño conviene decir, para enmarcar la significación de los datos del análisis, que por motivos de ubicación de este trabajo, el museo de ciencias elegido para nuestro estudio es el museo “Kutxaespacio de la Ciencia” de San Sebastián, ya que es el único museo interactivo de ciencias existente en el País Vasco desde el año 2001. Hay que señalar también que la muestra de profesorado de Primaria y Secundaria que ha tomado parte en los diferentes diseños son profesores y profesoras que estaban realizando de forma voluntaria la visita al Kutxaespacio de la Ciencia; por tanto, se puede suponer que dicho profesorado está concienciado sobre la importancia educativa de las visitas a los museos de ciencias ya que ha llevado allí a su grupo-clase. Esta elección de la muestra (“non-probability samples” p. 113; Cohen, Manion y Morrison, 2007) se hizo con la intención de conferir a dichas muestras un cierto sesgo contrario a la hipótesis y aumentar así la validez y significación de los resultados.

Vamos a presentar ahora los diversos instrumentos (cuestionarios, protocolos) que se elaboraron para realizar estos análisis y lo que, de acuerdo con la hipótesis, se esperaba comprobar con cada uno de ellos.

3.2. DISEÑOS PARA CONTRASTAR QUE EL PROFESORADO DE CIENCIAS DE PRIMARIA Y SECUNDARIA NO CONCIBE LAS VISITAS ESCOLARES A MUSEOS DE CIENCIAS COMO INSTRUMENTO DE APRENDIZAJE DENTRO DEL CURRÍCULO ESCOLAR (H.1.1.)

Cualquier intento de renovación del modo de desarrollar las visitas escolares a museos de ciencias que vaya más allá de querer una jornada de diversión para los estudiantes, debe tener en cuenta los resultados de la investigación en enseñanza de las ciencias en contextos no escolares que ha ido desarrollándose como una línea de investigación emergente en los últimos 20 años. Del mismo modo que para el diseño e implementación de unidades didácticas basadas en la investigación es necesario tener en cuenta las dificultades y formas de razonamiento de los estudiantes sobre el tema a enseñar (Duit, Treagust y Mansfield, 1996), también la innovación en el desarrollo de visitas escolares en contextos no formales exige conocer las concepciones del profesorado sobre el papel que desarrollan dichas visitas en la formación científica de los estudiantes dentro del currículum escolar. Por tanto, es esencial para este trabajo caracterizar con detalle las concepciones de los profesores de estos niveles y su comportamiento en las visitas escolares, para obtener un diagnóstico de la situación y poder ofertar elementos de formación que sean eficaces para el profesorado.

Teniendo en cuenta lo anterior, los diseños destinados a mostrar las concepciones del profesorado no se elaboraron buscando tan sólo verificar que el profesorado no concibe las visitas a museos de ciencias como instrumentos de aprendizaje, sino pretendiendo también caracterizar de forma precisa ese pensamiento y la actuación de los docentes en las visitas, para mostrar que las ideas y comportamientos del profesorado forman parte de un contexto de enseñanza no adaptado a los cambios sociales y que pueden ser también achacados a una falta de formación inicial en la enseñanza-aprendizaje en contextos no escolares.

Para ello se acordó la utilización de entrevistas estructuradas como una de las técnicas de recogida de datos, teniendo en cuenta que presentan diversas ventajas frente a los cuestionarios escritos, como la flexibilidad que proporciona la presencia del entrevistador para aclarar conceptos confusos, precisar las preguntas, adecuar el ritmo a las características del entrevistado, etc. o la mejora que supone en la recogida de respuestas válidas ya que en pocas ocasiones se producen “respuestas en blanco”. Además, se decidió que las cuestiones que conformaban dicha entrevista deberían ser abiertas, para que el profesorado pudiera

responder siguiendo sus intuiciones y con sus propias palabras, en oposición a la elección de opciones fijadas previamente.

A continuación explicaremos los diseños utilizados para intentar evidenciar las ideas del profesorado que hemos expuesto y desglosado en cuatro consecuencias contrastables.

3.2.1. Diseño para comprobar que el profesorado prepara la visita con un objetivo principalmente lúdico y social sin relación con aspectos concretos del programa escolar (C.1.)

Para intentar verificar la primera consecuencia, C1, se elaboró un *Cuestionario I* consistente en una pregunta abierta que solicitaba directamente al profesorado que expresara cuáles eran los principales objetivos que se plantearon para la visita al Kutxaespacio. Lo que pretendíamos conseguir con esta cuestión era que verbalizaran el propósito que les había llevado a organizar esta visita, sin acotarla a una sola respuesta para que pudieran surgir ideas diferentes, complementarias o no.

CUESTIONARIO I

OBJETIVOS DEL PROFESORADO AL REALIZAR VISITAS ESCOLARES A MUSEOS DE CIENCIAS

Estamos realizando un trabajo sobre las visitas escolares a museos de ciencias con la intención de mejorar su implementación y recoger los objetivos del profesorado sobre las mismas, así como la forma en que se preparan estas visitas. Con este fin te pedimos que respondas con el máximo detalle a las siguientes cuestiones.

¿Cuáles son los principales objetivos para esta visita al museo?

Objetivo 1: _____

Objetivo 2: _____

Objetivo 3: _____

3.2.2. Diseño para comprobar que la mayoría del profesorado no prepara actividades para realizar con sus estudiantes antes, durante y después de la visita al museo (C.2.).

El segundo estudio para evidenciar las deficiencias que predice la consecuencia C2 de la 1ª hipótesis, estaba orientado a mostrar que el profesorado no prepara actividades que puedan servir de puente para los estudiantes entre los contenidos del museo y los contenidos del programa escolar. Así pues, se diseñó el *Cuestionario II* con 4 preguntas semi-abiertas, para saber si el profesorado conocía la oferta educativa del museo -tanto en lo referente a la propuesta de actividades a realizar en el centro, como en relación con los materiales existentes para desarrollar algunos temas curriculares- y si la utilizaba para el diseño de actividades complementarias a la visita, en caso de preparar dichas actividades.

CUESTIONARIO II

ACTIVIDADES DEL PROFESORADO ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DE REALIZAR VISITAS ESCOLARES A MUSEOS DE CIENCIAS

1.- *¿Conoces los materiales didácticos del museo, de apoyo a la visita escolar?*

la oferta escolar *las guías didácticas*

¿Cómo has accedido a ellos? _____

¿Has utilizado el material en algún momento? *Sí* *No*

Valoración del material utilizado:

2.- *Antes de esta visita ¿has realizado alguna actividad preparatoria en la escuela?*

Sí *No*

Si la respuesta es afirmativa, indica el tipo de actividad preparatoria realizada:

Actividad _____

Actividad _____

Actividad _____

3.- La visita al museo la has realizado Por libre Visita guiada

¿Por qué la has realizado así? _____

4.- ¿Después de la visita tienes programado realizar actividades relacionadas con ella?

Sí No

Si la respuesta es afirmativa indica qué tipo de actividades: _____

Las cuestiones solicitan respuestas directas así como indicar tipos de actividades concretas preparadas por el profesorado. Con este diseño se trata de contrastar la coherencia y viabilidad entre los objetivos que el profesorado dice perseguir (Cuestionario I) y los medios que utiliza para conseguirlos. Así, en la cuestión 1 se solicita su opinión sobre la oferta didáctica del museo, para posteriormente indagar sobre la utilización que han podido hacer de estos materiales en la preparación de actividades (cuestiones 2 y 4); de igual forma, la pregunta 3 está dirigida a conocer las razones que les han llevado a elegir la forma de realizar la visita y su implicación en la misma.

3.2.3. Metodología para el análisis de las respuestas a los Cuestionarios I y II

Antes del diseño definitivo de los Cuestionarios I y II se realizó un estudio previo con 57 profesores/as de Enseñanza Primaria del País Vasco que habían visitado este museo con su grupo-clase; la finalidad principal era realizar una prueba piloto que nos permitiera validar el cuestionario para indagar sobre los objetivos del profesorado al concertar la visita escolar así como la valoración que realizaban respecto a la utilidad de la visita en el aprendizaje de sus estudiantes. Este trabajo nos sirvió para modificar y ampliar los cuestionarios utilizados, en función de los resultados obtenidos, así como para validar y complementar la forma de recoger la información.

Brevemente explicaremos el diseño y los resultados de este estudio previo.

Se utilizó un cuestionario con 5 preguntas abiertas, basado en los trabajos de Griffin y Symington (1997) y Olson, Cox-Petersen y McComas (2001), que los maestros y maestras tenían que completar por escrito al finalizar la visita. Al analizar las respuestas encontramos que estos profesores percibían el museo como un espacio para el aprendizaje basado más en la experimentación lúdica que en el aprendizaje no formal de las ciencias, un espacio donde los libros de texto y los apuntes no eran necesarios y donde el programa de la visita complementaba el currículo del aula (Guisasola y Morentin, 2005). Estos resultados nos mostraron también que era necesario profundizar sobre el pensamiento del profesorado respecto a los objetivos de la visita al KutxaEspacio, sobre las decisiones que tomaban para organizarla y sobre los aspectos que tenían en cuenta a la hora de evaluar dicha visita, para lo cual deberíamos utilizar entrevistas personales focalizadas. Así mismo, esos resultados nos indicaron que debíamos matizar y concretar algunos aspectos de la entrevista, lo que nos llevó a adaptar el cuestionario y dirigir las preguntas iniciales de la entrevista hacia el objetivo de conocer y hacer un seguimiento más específico de la preparación y las actividades que los profesores diseñaban para antes y después de la visita, dejando para la segunda parte la valoración de la misma.

La planificación de los cuestionarios definitivos se realizó de acuerdo con los resultados de la bibliografía (Cox-Petersen et al., 2003; Tal et al., 2005) y teniendo en cuenta los siete pasos que, según Kvale (1996), pueden ser utilizados para diseñar una investigación mediante entrevistas: concreción del tema, diseño, entrevista, transcripción, análisis, verificación y comunicación.

Tras las entrevistas, las respuestas generadas -mediante los Cuestionarios I y II- fueron analizadas cualitativamente, es decir, el análisis de los datos obtenidos en las entrevistas fue inevitablemente interpretativo, ya que estaba basado en una interacción reflexiva entre el entrevistador y los datos transcritos, que son ya interpretaciones de un encuentro social más que una representación exacta del mismo (Cohen et al., 2007). Al tratarse de entrevistas estructuradas, la secuencia de preguntas estaba previamente establecida y todos los entrevistados debían responder a las mismas cuestiones, lo que facilitaba la comparación de las respuestas con el fin de encontrar regularidades y hacer generalizaciones.

Para generar significado de los datos de las entrevistas se han seguido las recomendaciones de Miles y Huberman (1994) citadas en el libro de Cohen et al. "Research methods in education" (2007). En concreto se han utilizado tres estrategias: 1) codificar la

frecuencia con que aparecían determinadas ideas o temas; 2) anotar patrones que pueden proceder de explicaciones causales o de determinadas ideas; 3) agrupar en categorías las principales concepciones o características anotadas. De esta forma, la información relevante para cada cuestión fue clasificada e interpretada en consecuencia por la autora de esta tesis y el director de la misma, analizando los datos de forma consensuada ya que al tratarse de cuestiones abiertas la codificación y cuantificación de las respuestas implicaba mayor dificultad.

Al agrupar los datos en categorías utilizamos como referencia las ya usadas y publicadas en trabajos previos (Cox-Petersen et al., 2003; Tal et al., 2005), que fueron clarificadas y reformuladas durante el proceso de análisis. Se identificaron tendencias comunes y esto llevó a la definición de patrones específicos y categorías asociadas con

- a) los objetivos del profesorado sobre la visita al museo,
- b) la preparación que realiza el profesorado para esa visita (antes, durante y después),
- c) la compatibilidad de la visita realizada con las recomendaciones de la investigación en enseñanza de las ciencias en contextos no formales, concretamente en los aspectos de integración de la visita en la programación de aula.

Para identificar tendencias hemos elegido la fenomenografía como metodología de investigación (Buck et al., 2003; Marton, 1981; Marton y Booth, 1997). Esta metodología ha sido propuesta y utilizada en la investigación educativa para entender las diferentes formas en que una persona experimenta, percibe o entiende un mismo fenómeno, las cuales pueden llegar a ser consideradas como categorías de descripción de dicha realidad. Estas categorías se pueden observar en un gran número de individuos, de forma que el conjunto de las representaciones denota un tipo de intelecto colectivo: *"la misma categoría de descripción aparece en diferentes situaciones; el conjunto de categorías es estable y generalizable entre situaciones, incluso si los individuos se 'mueven' de una categoría a otra, en diferentes situaciones"* (Marton 1981, p.195). En este marco teórico, las concepciones de los estudiantes/ profesores pueden considerarse como "categorías explicativas" o "categorías descriptivas", que no son vistas como cualidades individuales, sino que pueden utilizarse para facilitar las características de las interpretaciones que hacen las personas de su interacción con el entorno natural. Las explicaciones obtenidas sobre un fenómeno son parte de la descripción que hace el colectivo, y en este sentido no se tienen en cuenta las aportaciones individuales.

3.3. DISEÑOS PARA COMPROBAR QUE EL PROFESORADO NO SIGUE LAS PAUTAS RECOMENDADAS POR LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA EN LAS VISITAS ESCOLARES Y QUE SU EVALUACIÓN SOBRE LA VISITA NO CONTEMPLA LOS ASPECTOS ESENCIALES PARA PROMOVER EL APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES (H.1.2.)

Al intentar describir los patrones de comportamiento de los maestros y maestras que visitaban el KutxaEspacio detectamos una carencia en nuestro trabajo ¿Cómo evaluaban los propios profesores su visita al Museo? ¿Utilizaban los parámetros recomendados por la investigación didáctica?

Por otra parte, los análisis realizados en los cuestionarios anteriores se basan en las respuestas del profesorado, en sus propias apreciaciones, pero ¿cómo se comportan realmente estos profesores cuando acompañan a su alumnado durante la visita al centro?

Para responder al primer interrogante se decidió solicitar al profesorado que valorara la visita que acababa de realizar con el objeto de evaluar su utilidad para la educación científica de sus alumnos y alumnas. En el caso del segundo interrogante, se elaboró un protocolo de observación del comportamiento del profesorado durante la visita escolar. A continuación desarrollamos con más detalle cada uno de los diseños.

3.3.1. Diseño para comprobar que la mayoría del profesorado no evalúa la visita de acuerdo con las propuestas de la investigación (C.3.)

Como hemos señalado anteriormente, esta parte del estudio (Consecuencia C3) trata de poner de manifiesto los aspectos de la visita que los profesores valoran mejor una vez finalizada la misma. En este sentido queremos resaltar la importancia de esta valoración, ya que nos permitirá relacionar las respuestas con los objetivos que el profesorado proponía inicialmente. Con intención de evidenciar tales aspectos se elaboró el *Cuestionario III*, consistente en tres preguntas en las que se les solicitaba que describieran los aspectos más positivos y negativos de la visita y si les gustaría volver a realizar la visita con otro grupo de estudiantes en el siguiente curso escolar. Además en la tercera cuestión se indaga en el interés del profesorado por mejorar sus conocimientos sobre el propio museo y sus posibilidades educativas.

CUESTIONARIO III**EVALUACIÓN QUE HACE EL PROFESORADO DE LA VISITA REALIZADA**

1.- Indica los 2 aspectos más positivos y los 2 más negativos de la visita:

aspecto positivo: _____

aspecto positivo: _____

aspecto negativo: _____

aspecto negativo: _____

2.- ¿Tienes intención de regresar el próximo curso escolar? Sí No

Explicación de la respuesta:.....

3.-¿Estarías dispuesto a realizar un cursillo de 2 días (6 horas aproximadamente) de experimentación "in situ" en el KutxaEspacio de la Ciencia?

Sí No

Explicación de la respuesta:.....

3.3.2. Diseño para comprobar que la mayoría del profesorado no se implica en las actividades de enseñanza-aprendizaje en el museo (C.4.)

Este diseño pretende indagar sobre los diferentes roles que desempeña el profesorado durante la visita, para lo cual la autora de este trabajo y el director del mismo observaron a varios profesores y profesoras durante su recorrido por el museo con su grupo de clase. En esta parte del estudio tomaron parte 29 profesores/as (13 de E. Primaria y 16 de Secundaria), los cuales inicialmente no sabían que iban a ser acompañados y observados, pero a los que se les notificó el objetivo de la investigación al finalizar la visita.

La elección del método de recogida de datos limita el tipo de información que el investigador puede obtener, pero en nuestro estudio elegimos esta metodología observacional directa con el fin de tener la menor interferencia posible con el grupo y su profesor o profesora, para que el comportamiento fuera lo más natural posible, es decir, optamos por preservar el contexto de la visita guiada tal y como estaba pensada para que los resultados fueran válidos. De acuerdo con Lucas et al. (1986) la interferencia que detecta cualquier visitante cuando se siente observado produce un cambio en su comportamiento, lo que proporciona unos resultados no generalizables, mientras que la observación discreta, además de proporcionar información sobre los comportamientos (la secuencia de movimientos, el

tipo de interacción social, la propia interacción con los módulos, el tiempo transcurrido en cada actividad...), también facilita la anotación de expresiones o conversaciones cortas que aportan informaciones de interés. Por el contrario, las grabaciones (vídeo o audio) proporcionan mayor cantidad de datos, pero exigen informar previamente al visitante, ya que pueden revelar informaciones privadas, y sin duda producirán un cambio de comportamiento que habrá que tener en cuenta al interpretar los datos.

Para el análisis de las observaciones se utilizó un estadillo que se presenta a continuación. Este estadillo se realizó a partir de la bibliografía (Kisiel, 2006; Lucas, 2000) y de algunas observaciones previamente realizadas con una muestra reducida de profesores. Los aspectos que nos interesaban a priori eran la forma en la que el maestro o maestra acompañaba al grupo escolar durante la visita, así como la interacción que tiene lugar entre estos maestros y su alumnado.

ESTADILLO PARA ANALIZAR LAS OBSERVACIONES REALIZAS AL PROFESORADO EN LA VISITA AL MUSEO, CON EL OBJETIVO DE ASIGNAR CARACTERÍSTICAS DE COMPORTAMIENTO

| ACTITUDES DEL PROFESORADO EN LAS VISITAS GUIADAS AL KUTXAESPACIO | | | | | | |
|--|---|--|---|---|--|--|
| Nivel Educativo: | | | | | | |
| Curso: | | | | | | |
| Roles | Dirige la visita con su grupo, explicando los módulos (no hay guía) | Acompaña al guía y hace contribuciones de tipo conceptual o metodológico sobre los módulos | Acompaña al guía y hace contribuciones de tipo actitudinal (atención, comportamiento ...) | Acompaña al guía y hace observaciones sobre actividades realizadas antes y/o después (cuestiones, fichas...) de la visita | No participa en la visita guiada, aunque acompaña al grupo | No acompaña al grupo en la visita guiada |
| Comentarios | | | | | | |

3.3.3. Metodología para el análisis de las observaciones realizadas con el fin de identificar los comportamientos del profesorado durante la visita.

Como hemos indicado anteriormente la técnica de recogida de datos utilizada en esta parte de la investigación fue la observación estructurada de la visita guiada que realizaban los grupos escolares, focalizando dicha observación en el comportamiento del profesor o profesora.

Estas observaciones directas nos permitieron ver in-situ cómo actúan los maestros y maestras cuando acompañan a su alumnado ya que, como Robson (2002) indica, lo que las personas hacen difiere bastante de lo que dicen que hacen. En este sentido, otra de las ventajas de esta técnica es que se pudieron conocer aspectos comportamentales del profesorado sobre los que no hubieran hablado libremente durante las entrevistas. Además, puesto que la observación se realizaba de forma estructurada, siguiendo un protocolo y con unas hipótesis de partida que habían sido enunciadas gracias a una prueba piloto, la recogida de datos pudo ser más ágil (toma de datos in-situ y ampliación de las mismas tan pronto como era posible), al igual que el análisis posterior basado en unas categorías preestablecidas que facilitaban el cálculo de frecuencias y la obtención de patrones o modelos de comportamiento.

Entre las dificultades que presenta esta metodología queremos citar la subjetividad del observador, quien inevitablemente interpreta las situaciones que observa, y esto puede incidir en la validez de los datos; para evitarlo se decidió acompañar al grupo durante la visita completa, con el fin de poder realizar las observaciones en diversos momentos y en diferentes salas del museo, consiguiendo de esta forma datos más reales (Cohen et al., 2007). Además se concretaron los indicadores a observar para evitar variaciones en las interpretaciones de los mismos, posibilitando una observación consistente.

Otro aspecto a subrayar es el papel pasivo y no ingerente del observador/investigador, que implica algunas consideraciones éticas dignas de tener en cuenta. Este tipo de metodología es utilizada en aquellas investigaciones en las que se presuponen problemas en la reacción del grupo observado, problemas debidos a los cambios de comportamiento que pueden ocurrir en los individuos al sentirse observados (Falk y Storksdieck, 2005). En nuestro estudio, la observación discreta era fácil de llevar a cabo debido a que durante las visitas al museo siempre existe público en las salas que hace que el observador sea un

visitante más, que en momentos concretos se acerca a un grupo u otro simplemente para interactuar con los módulos presentes en las salas o para oír las explicaciones de los monitores. Sin embargo, como ya hemos indicado, al final de la visita se le explicaba al profesor el motivo de nuestra presencia y se le solicitaba autorización para utilizar los datos.

Finalmente, se analizaron los datos obtenidos identificando los tipos de comportamientos y se categorizaron tras concretar las variables que diferenciaban una categoría de otra. De acuerdo con Marton y Booth (1997) la creación de categorías debe seguir unos criterios que podemos resumir en: a) cada categoría debe indicar algo diferente sobre la forma particular de explicar la situación, b) las categorías deben estar en orden jerárquico, es decir, deben progresar de explicaciones simples a complejas, y c) el sistema de categorización debe ser sencillo, con un número razonablemente pequeño de categorías.

De esta forma se generó nuestro sistema de categorías, para que fuera un sistema válido desde el punto de vista teórico y pedagógico, y se pudieron establecer los patrones de comportamiento que expondremos junto a los resultados en el capítulo siguiente.

Como resumen de todo lo expuesto, presentamos a continuación un esquema con los diseños empleados para cada una de las hipótesis parciales. Mediante un abordaje múltiple se pretende verificar que las visitas habituales que realizan los grupos escolares a los museos de ciencias no se conciben por parte del profesorado como un instrumento de aprendizaje dentro del programa escolar, ni se tienen en cuenta las características que recomienda la investigación en enseñanza de las ciencias en contextos no escolares.

| <p>1ª hipótesis: El profesorado no se implica en el diseño de la visita que realiza con su alumnado a un centro de ciencia, es decir, no sigue las recomendaciones de la bibliografía para mejorar la contribución del museo al aprendizaje de las ciencias de sus estudiantes.</p> | | |
|--|--|---|
| DERIVACIONES Lo que supondrá que ... | CONSECUENCIAS CONTRASTABLES Por lo que ... | INSTRUMENTOS |
| <p>H.1.1.- El profesorado mostrará concepciones de las visitas muy alejadas de la idea de visita como instrumento de aprendizaje para el curriculum de ciencias</p> | <p>C.1. El profesorado organizará la visita con objetivos lúdicos y sociales, sin un planteamiento didáctico que la relacione con aspectos concretos del programa escolar.</p> <p>C.2. La mayoría del profesorado no integrará la visita dentro del currículum escolar por lo que no preparará actividades de aula para realizar con sus estudiantes antes y después de la visita al museo y tampoco preparará una guía de trabajo en el propio museo.</p> | <p>Cuestionario I para entrevista</p> <p>Cuestionario II para entrevista</p> |
| <p>H.1.2.- El profesorado no se implicará en aspectos de enseñanza-aprendizaje en el Museo y no resaltarán dichos aspectos en su evaluación de la visita.</p> | <p>C.3. La mayoría del profesorado no valorará aspectos de la visita relacionados con el aprendizaje escolar, tales como la conexión explícita entre contenidos mediante materiales didácticos y actividades.</p> <p>C.4. La actitud del profesorado durante la visita será pasiva en el sentido de delegar en el personal del Museo los aspectos relacionados con la información de los módulos y el equipamiento del Museo.</p> | <p>Cuestionario III para entrevista</p> <p>Estadillo para análisis del comportamiento en la visita.</p> |

Capítulo 4

Presentación y análisis de los resultados obtenidos al contrastar la primera hipótesis

Nuestra preocupación porque el profesorado de los niveles obligatorios no sigue habitualmente las recomendaciones de la investigación sobre la planificación de visitas escolares a museos de ciencias, nos hizo plantearnos la realización de un diagnóstico de la situación real en nuestro entorno más cercano (primera hipótesis), para posteriormente verificar la eficacia de una propuesta didáctica dirigida a mejorar el conocimiento de los futuros maestros y maestras respecto a la integración de dichas visitas en el currículum escolar (segunda hipótesis).

En este capítulo vamos a presentar y analizar los resultados obtenidos a partir de los diseños elaborados para la contrastación de la primera de las hipótesis.

Según hemos detallado en el capítulo anterior, la primera hipótesis de nuestro trabajo se desglosa en cuatro consecuencias contrastables, las cuales fueron analizadas de forma independiente, procediendo al análisis conjunto posteriormente ya que las relaciones que se establecen entre ellas son también un punto de apoyo en la afirmación o refutación de dicha hipótesis. Recordemos que dichas consecuencias completan las hipótesis parciales siguientes:

H.1.1. El profesorado de E. Primaria y Secundaria mantiene una concepción de las visitas escolares a museos de ciencias muy alejada de la idea de visitas concebidas como instrumentos de aprendizaje dentro del currículum de ciencias.

H.1.2. El comportamiento habitual del profesorado en las visitas escolares no seguirá las pautas recomendadas por la investigación educativa y su evaluación de la visita no contemplará la mayoría de los aspectos esenciales para promover el aprendizaje de los estudiantes en la visita.

Los criterios seguidos en la elaboración de los diseños experimentales correspondientes han sido descritos en el capítulo anterior, pero podemos concretarlos en dos instrumentos principales, la entrevista estructurada y la observación directa.

Las entrevistas fueron realizadas a 158 profesores y profesoras de más de 100 centros escolares de la Comunidad Autónoma Vasca y Navarra (durante el primer trimestre de 2008), de los cuales 87 eran profesores de Educación Primaria y 71 de Secundaria.

El profesorado que fue entrevistado no había sido contactado previamente, ni tenía conocimiento antes de la visita sobre dicha entrevista. Cuando el profesor o profesora

terminaba la visita con su grupo era requerida por la entrevistadora que solicitaba su colaboración en una entrevista sobre la visita realizada y los objetivos que tenía para la misma. La gran mayoría del profesorado no opuso ninguna objeción a ser entrevistado (sólo 2 personas se negaron) y las entrevistas se realizaron en un ambiente relajado en la cafetería del centro, durante el período de tiempo libre que tenían los estudiantes para visitar otras áreas del museo. Así pues, la duración de la entrevista no se vio condicionada por motivos externos de horario; es más, cuando los profesores solicitaban aclaraciones para entender el significado de alguna pregunta, la entrevistadora explicaba más detenidamente la intención de dicha cuestión pero teniendo cuidado de no condicionar la respuesta, ya que es bien conocida en la investigación la tendencia del entrevistado a responder lo que quiere el entrevistador y no lo que realmente piensa (White y Gunstone, 1992). Sin embargo, las respuestas fueron breves y concisas, sin demasiadas explicaciones, con el ánimo de terminar cuanto antes esta actividad.

Por otra parte, las observaciones in-situ fueron realizadas con 29 profesores/as (13 de E. Primaria y 16 de Secundaria), los cuales inicialmente no sabían que iban a ser acompañados y observados, pero a los que se les notificó el objetivo de la investigación al finalizar la visita (en el primer trimestre de 2009). En todos los casos, las muestras se consideraron representativas atendiendo a los criterios citados en la página 53 del capítulo 3.

Como resumen, presentamos en la Tabla 4.1 el número de profesores participantes en relación con la técnica de recogida de datos utilizada:

| Número | Profesorado | Instrumento de toma de datos | |
|--------------|-------------------------------|------------------------------|-------------|
| | | Entrevista | Observación |
| 87 | E. Primaria (6-12 años) | Cuestionario | |
| 71 | E. Secundaria (12-18 años) | Cuestionario | |
| 13 | E. Primaria (6-12 años) | | Protocolo |
| 16 | E. Secundaria (12-18 años) | | Protocolo |
| Total | 187 | 158 | 29 |

Tabla 4.1. Muestra de profesorado

A continuación expondremos los resultados obtenidos, desglosados según las cuatro consecuencias que intentamos verificar.

4.1. RESULTADOS OBTENIDOS EN RELACIÓN A QUE EL PROFESORADO ORGANIZA LA VISITA CON UN OBJETIVO PRINCIPALMENTE LÚDICO Y SOCIAL (C.1.)

La pregunta que planteábamos al profesorado entrevistado para conocer el tipo de objetivo con el que habían preparado su visita era la siguiente: *¿Cuáles son los objetivos que tenías al planificar la visita al museo?* (Ver Cuestionario I, pág. 57).

Los datos obtenidos se han agrupado en tres categorías de respuesta que se representan en la tabla 4.2. Los profesores y profesoras podían señalar hasta tres objetivos para su visita, por lo que la suma de los porcentajes de esta tabla es superior al 100%.

| Objetivo | Profesorado Primaria N=87 | Profesorado Secundaria N=71 | Total Profesorado N=158 |
|---|------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| A. Facilitar experiencias personales y sociales en un entorno científico que promuevan aprendizaje y actitudes positivas hacia la ciencia | 67% 58 | 51% 36 | 59,5% 94 |
| B. Experimentar/Interactuar con los módulos del museo y participar en experimentos científicos | 32% 28 | 28% 20 | 30,4% 48 |
| C. Complemento experimental a los conceptos y teoría estudiados en clase | 50,5% 44 | 56% 40 | 53,2% 84 |
| D. No se han planteado objetivos o no contestan | 2,3% 2 | 1,4% 1 | 1,9% 3 |

Tabla 4.2. Resultados del Cuestionario I

La categoría A recoge el tipo de respuesta con objetivos más generales y principalmente relacionados con aproximar la ciencia al entorno social de los estudiantes. Es el objetivo mayoritariamente mencionado por el profesorado (casi 60 %) y muchas de estas respuestas incluyen comentarios sobre el efecto motivador de la visita en los estudiantes, que promoverá un mayor interés por los conocimientos científicos ya que consideran que el museo muestra los aspectos lúdicos y divertidos de la ciencia. Algunos ejemplos son:

- *La visita tiene como objetivo acercarles al mundo de la ciencia, motivarles (ESO)*
- *Uno de los objetivos es conocer la ciencia de una manera atractiva (Primaria)*
- *En la visita tenemos como objetivo suscitar el interés por la ciencia (Bachillerato)*
- *En la visita aprenden cosas sobre ciencia y lo pasan bien (Primaria)*
- *Uno de los objetivos es aumentar la motivación por las ciencias para que las estudien y aprendan (ESO)*

Estas respuestas consideran que la visita al museo tiene valor intrínseco y hace que los estudiantes se ‘acerquen’ al mundo de la ciencia, promoviendo actitudes favorables y ‘aprendizaje’, pero en las respuestas no se concreta el tipo de aprendizaje que el profesorado pretende promover ni los contenidos que se quieren aprender.

En la categoría B se han agrupado aquellas respuestas (30%) que consideran que uno de los objetivos principales de la visita es que los alumnos ‘experimenten’, interactúen y manipulen los módulos al tiempo que ven experiencias llamativas. Ejemplos de este tipo de respuestas son los siguientes:

- *Uno de los objetivos de la visita es experimentar con la electricidad (ESO)*
- *Queremos aprender temas relacionados con la ciencia a nivel experimental (ESO)*
- *El objetivo principal es experimentar, manipular y observar (Primaria)*
- *Se trata de ver experimentos especiales que no podemos ver en el colegio (Primaria)*
- *Hacer algo diferente, experimentos (Primaria)*

En nuestra opinión, esta categoría de respuesta entiende la visita como una forma de aprendizaje experimental con ventajas añadidas, como la espectacularidad de los experimentos y la imposibilidad de hacerlos en el centro educativo. Quizá este tipo de respuestas sea debido a una concepción ingenua del aprendizaje en ciencias, que considera que realizar experimentos o simplemente verlos produce el aprendizaje de los contenidos implicados. Autores como García Díaz (2006) y Caamaño (1999) entre otros, han mostrado que este tipo de concepciones sobre el aprendizaje son frecuentes en el profesorado.

En la categoría C se han incluido aquellas respuestas en las que el objetivo principal es complementar la teoría enseñada en clase con experimentos y módulos del museo. Más de la mitad del profesorado de ambos niveles incluye en sus respuestas este objetivo. Un ejemplo estándar de este tipo de respuesta es: *“la visita es para complementar los conceptos y teorías trabajados en clase”* (ESO). Sin embargo, estas respuestas no explicitan cómo se consigue en el museo la conexión entre lo explicado en clase y el recorrido de la visita.

Las respuestas de esta categoría coinciden con una visión tradicional de la enseñanza de las ciencias en la que ‘la teoría’ enseñada en clase se ‘comprueba’ mediante experimentos. Los resultados de la investigación muestran que esta forma de concebir la enseñanza de las ciencias aparece muy a menudo entre el profesorado de casi todos los niveles (Furió y Carnicer, 2002).

Se ha aplicado el estadístico Chi cuadrado a los datos de la tabla 4.2. para comprobar si existen diferencias significativas entre el profesorado de E. Primaria y el de Secundaria. Los valores de la probabilidad p (0,169) son mayores que el valor de significación (0,05) por lo que no se rechaza la independencia de ambas muestras (Viedma, 1999), es decir, podemos considerar que respecto a los objetivos de la visita no hay diferencias significativas entre el profesorado de ambos niveles. El objetivo más mencionado por el profesorado de Primaria (67%) es el relacionado con ‘acercar’ la ciencia a los estudiantes y favorecer actitudes positivas hacia la misma, pero también es citado por la mitad de los profesores de Secundaria. En el caso del profesorado de Secundaria, el objetivo con mayor porcentaje es el relacionado con ‘mostrar experimentalmente’ la teoría estudiada en clase (56%), pero también lo incluyen la mitad del profesorado de Primaria.

Como conclusión, podemos decir que la consecuencia C.1. se verifica parcialmente. El objetivo más mencionado por estos profesores y profesoras (respuesta A) tiene que ver con los aspectos lúdicos y sociales de la visita como habíamos pensado, pero existe también un porcentaje muy elevado de respuestas que indican que el profesorado organiza la visita para complementar la teoría estudiada en el aula (respuesta C); en ambos casos, es de destacar la ausencia de indicaciones acerca de un planteamiento didáctico concreto que relacione la visita con los temas del currículum escolar. El análisis de las demás consecuencias nos servirá para completar y/o ratificar esta primera conclusión.

4.2. RESULTADOS OBTENIDOS EN RELACIÓN A QUE LA MAYORÍA DEL PROFESORADO NO INTEGRA LA VISITA DENTRO DEL CURRÍCULUM ESCOLAR (C.2.)

Este apartado corresponde a la segunda consecuencia que habíamos propuesto, referente a la indagación acerca de las actividades que planifica y desarrolla el profesorado antes, durante y después de la visita al museo; para ello se utilizaron las 4 preguntas del *Cuestionario II* (pag.58).

En primer lugar vamos a analizar las acciones del profesorado antes de la visita al KutxaEspacio. Para ello, se han agrupado los resultados de las cuestiones 1 y 2 de acuerdo con la información relevante obtenida respecto a las preguntas de la investigación, según aparecen en la tabla 4.3.

| Acciones del profesorado antes de la visita | Profesorado Primaria N=87 | Profesorado Secundaria N=71 | Total Profesorado N=158 |
|---|--------------------------------------|--|------------------------------------|
| A. Conoce la 'oferta escolar' del museo | 46% 40 | 41% 29 | 43,6% 69 |
| B.1. Conoce los materiales didácticos del museo | 10% 9 | 51% 36 | 28,5% 45 |
| B.2. Ha utilizado los materiales didácticos en la preparación de la visita | 7% 6 | 32% 23 | 18,3% 29 |
| C. Realiza en clase alguna actividad previa a la visita | 43,7% 38 | 45% 32 | 44,5% 70 |
| C.1. Concretan tipo de actividad: explicar el programa de la visita y las características del museo | 8% 7 | 4'3% 3 | 6'3% 10 |
| C.2. Concretan tipo de actividad: realizar experiencias relacionadas con los contenidos del museo | 4'6% 4 | 2'8%+4'3% 2+3 | 5'7% 9 |

Tabla 4.3. Resultados de las cuestiones 1 y 2 del Cuestionario II

Según se desprende de la categoría A, la mayoría del profesorado de Educación Primaria (54%) y de Secundaria (59%) que visita el museo no conoce la oferta escolar que el museo envía a sus escuelas y que también se encuentra en la web del museo. En dicha oferta aparecen, entre otros datos, los objetivos de las visitas guiadas, los talleres y actividades para escolares, las sesiones de Planetario, etc.

Estos resultados indican que algo más de la mitad del profesorado ha acudido al museo sin conocer su oferta, aunque ha optado por la visita guiada e incluso ha realizado algún taller complementario con su alumnado como veremos más adelante.

El número de profesores y profesoras que conoce los materiales didácticos (categoría B.1.) desciende notablemente respecto a los datos anteriores (28,5%, algo más de la cuarta parte del total), aunque hay una gran diferencia según la etapa educativa. La casi totalidad del profesorado de Educación Primaria (90%) indica que no conoce los materiales didácticos; sin embargo, la mitad del profesorado de Secundaria sí los conoce. Una razón para explicar esta diferencia puede ser que los materiales para la etapa de Secundaria se ofertan en la web del Museo desde el año 2004, mientras que los materiales para la etapa de educación Primaria son más recientes y están en la web desde el año 2006; quizá por este motivo el profesorado de Primaria aún no ha tenido ocasión de conocerlos.

De los 45 profesores de Primaria y Secundaria que indican que sí conocen los materiales didácticos del museo, sólo 29 (7% Primaria y 32% Secundaria) dicen haberlos utilizado en algún momento de la preparación de la visita (B.2.); además, afirman que las guías les han sido útiles en la planificación de la visita o las valoran como adecuadas para dicho fin. El resto del profesorado (81,7%) no ha utilizado las guías didácticas.

En el nivel de Secundaria hay que destacar que son más los profesores que conocen los materiales didácticos (51% en B.1.) que los que conocen la oferta escolar general del KutxaEspacio (41% en A), aunque posteriormente sólo el 32% los utilice en la planificación de la visita. Parece que el profesorado de Secundaria está más interesado en conocer los fundamentos científicos de la oferta del museo (funcionamiento de los módulos, conceptos y leyes que se presentan, etc.) que las actividades concretas (visitas guiadas, talleres...) que sus estudiantes podrán realizar en dicho centro.

Respecto a la realización de actividades previas a la visita (categoría C), más de la mitad del profesorado de Primaria (56,3%) y Secundaria (55%) dice no realizar ninguna actividad. Los datos parecen indicar que la mayoría del profesorado ha organizado –que no preparado- la visita al museo: saben lo que encontrarán en el centro y conocen la agenda de la visita, pero no han realizado la preparación en los aspectos de relación con el currículo del aula o por lo menos no lo han hecho con los materiales/guías que el museo ofrece.

Dentro del 44,5% (N=70) del profesorado que declara que sí hace en clase actividades previas a la visita, la mayoría (45/70; 65%) responde que han trabajado –en ocasiones hace varias semanas- en el aula la teoría relacionada con el taller o con la sala de exposición que iban a visitar, es decir, habían visto en clase la teoría relacionada con los contenidos conceptuales que iban a trabajar en el museo y consideran que esto ya es suficiente para acceder al centro. Sin embargo, no explicitan el tipo de actividad previa que han realizado, ni concretan el contenido de la misma, sino que la describen de forma muy general. Algunos ejemplos de estas respuestas son:

- *En ciencias de la naturaleza a principio de curso ya trabajamos contenidos de astronomía. La visita al Museo es un complemento (Primaria)*
- *Hemos trabajado el conocimiento del medio y la electricidad (Primaria)*
- *Venimos a trabajar el tema de Genética que ya hemos estudiado en clase (Bach.)*
- *Trabajar el tema de Electricidad que hemos estudiado en clase (ESO)*

- *Han visto Fuerzas en las clases previas (ESO)*
- *Hemos estudiado en clase lo que van a experimentar en el museo (Bach.)*

Entre las pocas respuestas que sí concretan las actividades previas realizadas, 7 profesores de Primaria y 3 de Secundaria explican que dichas actividades estaban relacionadas con el contexto físico del museo, que habían hablado con alumnos y alumnas sobre lo que encontrarían en el centro de ciencia y les habían explicado el programa de la visita. Algunas frases que ilustran este tipo de respuestas son:

- *Preparar un guión para lo que van a ver.*
- *Hablarles del Museo y explicarles lo que vamos a ver allí.*

Seis profesores/as (4 de Primaria y 2 de Secundaria) dicen que han hecho experimentos en clase, como base o adelanto a lo que tendrán que realizar en el museo y sólo tres profesores de ESO-Bachiller (4,3%) indican que “*Hemos preparado en clase la visita, mediante lecturas y cuestiones que hay en los materiales del museo*”. Así pues, podemos decir que únicamente estos 9 profesores/as (5’7% del total entrevistado) han intentado relacionar la visita con la programación concreta del aula.

Para indagar sobre el tipo de visita realizada y las razones que justifican dicha elección, se diseñó la pregunta 3 del *Cuestionario II (La visita al museo ¿ha sido libre o guiada? ¿Por qué?)* y los resultados son los siguientes:

| | Ed. Primaria (N=87) | Ed. Secundaria (N=71) | Total (N=158) |
|---------------|---------------------|-----------------------|---------------|
| VISITA LIBRE | 11 (13%) | 8 (11’3%) | 19 (12%) |
| VISITA GUIADA | 76 (87%) | 63 (88’7%) | 139 (88%) |

Tabla 4.4. Resultados del ítem 3 del Cuestionario II

Cuando se pregunta al profesorado si ha elegido realizar la visita de forma libre, o bien, ha solicitado que sea una visita guiada por un monitor del museo, la gran mayoría (87% en Primaria y casi 89% en Secundaria) responde que optó por una visita guiada, como se puede ver. La elección la justifican en base a tres razones principales, como se muestra en la tabla 4.5:

| Razones para justificar la elección de visita guiada | Profesorado Primaria N°=76 | Profesorado Secundaria N°=63 | Total Profesorado N°=139 |
|--|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| A. Los monitores conocen mejor los contenidos del museo y saben explicarlos. | 39'5% 30 | 36'5% 23 | 38% 53 |
| B. Los estudiantes aprenden más y aprovechan mejor la visita | 30% 23 | 44% 28 | 36'7% 51 |
| C. Comodidad del profesorado | 14,5% 11 | 9'5% 6 | 12,2% 17 |
| D. Otras respuestas | 16% 12 | 9'5% 6 | 13% 18 |

Tabla 4.5. Resultados de la cuestión 3 del Cuestionario II

- A. La mayor competencia en el conocimiento de los contenidos del museo por parte de los monitores es la razón aportada por algo más de la tercera parte del profesorado entrevistado (39'5% en Primaria, 36'5% en Secundaria). Estos profesores opinan que los monitores/as conocen el museo mejor que ellos mismos y proporcionan informaciones y explicaciones más adecuadas. Sin embargo, no tienen en cuenta que estos profesionales no conocen el currículo del grupo visitante y por tanto no pueden adecuar dichas explicaciones a las características de los niños y niñas, ni efectuar las relaciones con el curriculum concreto que se trabaja en el aula; las explicaciones son adecuadas a un intervalo de edad (6-12 años; 12-16 años; 16-18 años) del alumnado, pero no son específicas para cada curso y nivel escolar.
- B. En esta categoría se han agrupado las respuestas que ponen como foco central del razonamiento al propio alumnado visitante. Un tercio del profesorado dice, en general, que los estudiantes aprenden más y aprovechan mejor la visita (30% en Primaria y 44% en Secundaria), aunque la mayoría no indica razones concretas sino su creencia de que es mejor una visita guiada en oposición a la visita libre, pero al parecer no se plantean la posibilidad de ser ellos mismos quienes guíen a su grupo y den las explicaciones oportunas. En algunos casos (15 profesores, la mayoría de ellos de Primaria) señalan razones de tipo organizativo o de disciplina, por ejemplo, *“en la visita guiada el grupo está más organizado”*, *“en la visita guiada se portan mejor”*. Es de destacar que en esta categoría sí se aprecia una diferencia importante entre el profesorado de ambos ciclos:

al parecer el profesorado de Secundaria está más preocupado por el aprendizaje de su grupo, mientras que los de Primaria lo están por los aspectos de disciplina.

- C. La elección de la modalidad guiada se debió, en este apartado, a motivos de comodidad para el profesorado (12%), ya que en unos casos, no conocían el museo con anterioridad (8 profesores) y no se sentían capacitados para explicarlo, y en otros simplemente consideraban que la visita guiada *“es más cómoda”* (9 profesores).
- D. El 13% final de las respuestas lo constituyen aquellas en las que el profesorado parece no haber reflexionado apenas sobre los pros y los contras de cada tipo de visita. Las respuestas obtenidas son del tipo de *“porque lo venimos haciendo así todos los años”*, *“porque me pareció lo más adecuado”*, *“porque me lo propusieron por teléfono y no lo pensé”*, e incluso *“la reserva la hicieron desde la escuela”*.

Como hemos señalado anteriormente, una minoría de profesores y profesoras eligió una visita libre, sin monitor (11 en Primaria y 8 en Secundaria). Las razones para elegir la visita libre fueron organizativas principalmente, es decir, porque *“al reservar la hora no había monitores disponibles”* (7 profesores) o porque *“no sabía que existía esa posibilidad”* (4 profesores). Solamente 8 profesores/as (4 de Primaria y 4 de Secundaria) eligieron esta modalidad de forma consciente, pensando en *“la mayor libertad del alumnado para visitar el centro”* (2 respuestas, Primaria), en la *“poca eficacia de la visita guiada puesto que el alumnado no presta atención”* (3 respuestas, 2+1) o en *“la posibilidad de hacer exactamente lo que traíamos preparado”* (3 respuestas, 1+2).

Como conclusión diremos que la mayoría de las razones aportadas por el profesorado para la elección de la modalidad de visita convergen en mencionar aspectos relacionados con la transmisión de conocimientos por parte del monitor (categ. A) y el aprovechamiento de la visita por parte del alumnado, junto con el necesario control y disciplina de los estudiantes (categ. B). Hay que tener en cuenta que la suma de estas dos categorías hacen casi un 75% del total de respuestas (74'7%). Este tipo de justificaciones pueden entrar en contradicción con un aprendizaje basado en los aspectos lúdicos y sociales de la visita, que era el objetivo propuesto mayoritariamente cuando se les preguntaba por las razones que justificaban la visita al centro (59,5%, tabla 4.2.) pero sin embargo coinciden con el otro objetivo mayoritario que pretendía completar en el museo lo aprendido en el aula (53'2%, tabla 4.2.).

Para indagar sobre las actividades que realiza el profesorado después de la visita se diseñó la pregunta 4 del *Cuestionario II (Después de la visita, ¿tienes programadas actividades relacionadas con ella? ¿De qué tipo?)*, y las respuestas y su categorización se recogen en la tabla 4.6.

| Actividades después de la visita | Profesorado Primaria N=87 | Profesorado Secundaria N=71 | Total Profesorado N=158 |
|---|------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| A. No realizan ninguna actividad | 32% 28 | 38% 27 | 34,8% 55 |
| B. Realizan alguna actividad | 68% 59 | 62% 44 | 65,2% 103 |
| B.1. Hablan en general de la visita y sus aspectos lúdicos, sin mencionar actividades concretas relacionadas con el currículo | 58,6% 51 | 48% 34 | 54% 85 |
| B.2. Realizarán experiencias similares a las vistas en el museo, mandarían que hagan un informe de la visita | 7% 6 | 8,5% 6 | 7,5% 12 |
| B.3. Trabajarán los materiales didácticos del museo | 2,3% 2 | 5,5% 4 | 3,8% 6 |

Tabla 4.6. Resultados del ítem 4, Cuestionario II

Como puede deducirse de estos datos, un tercio del profesorado indica que no realizará actividad alguna tras la visita (categoría A).

Aunque 59 profesores de Primaria (68% en B) dicen tener programada la realización de actividades post-visita, muy pocos indican las actividades concretas a realizar: 6 dicen que repetirán algunas de las experiencias vistas en el museo y 2 que realizarán las propuestas de las guías didácticas, pero la gran mayoría (51 profesores en B.1.) da respuestas generales tales como “*terminaremos el tema*” (20 respuestas), “*repasaremos lo visto en el museo*” (19 respuestas), “*todavía no las hemos preparado*” (12 respuestas).

Algo similar ocurre con el profesorado de ESO y Bachiller que, aunque son 44 (62%) los que aseguran que realizarán actividades post-visita, 34 de ellos no citan ninguna en concreto. Algunos ejemplos de estas respuestas generales son:

- *Trabajaremos Biología, algo relacionado con las plantas (ESO)*
- *Profundizaremos en aspectos relacionados con la presión (Bachillerato)*

- *Recordaremos los módulos de las salas “chispas de energía y juegos de luz” que hemos visto (ESO)*
- *Haremos una puesta en común y reflexión sobre la visita (Bachillerato)*

En el caso de los 10 profesores de Secundaria y 8 de Primaria que sí indican actividades post-visita (B.2. y B.3. de la tabla 4.6.), 12 proponen repetir en clase algunas de las experiencias del museo y/o completar un informe, mientras que 6 profesores indican que trabajarán con las guías proporcionadas por el propio museo.

Así pues, en este análisis de las actividades que el profesorado menciona para después de la visita encontramos que sólo el 14% del profesorado de Secundaria (10 profesores de 71) y el 9'3% de Primaria (8 profesores de 87) plantea tareas concretas para realizar con los estudiantes tras la visita, mientras que la inmensa mayoría no menciona ninguna tarea concreta o bien, se remite a actividades recordatorias dentro de la actividad docente habitual.

En resumen, los datos parecen indicar que la gran mayoría de los profesores que visitan el museo (alrededor del 89%) no diseñan tareas específicas –relacionadas con el currículum escolar- para trabajar en el aula después de la visita realizada al mismo. Este dato unido al escaso porcentaje que planificaban actividades previas para la visita al museo (5'7%) nos lleva a concluir que el profesorado, en general, no integra la visita en su propia programación de aula, es decir, se verifica la segunda consecuencia que habíamos presentado.

Este resultado no sería sorprendente si los objetivos propuestos por el profesorado hubieran sido de tipo lúdico y actitudinal exclusivamente, pero sin embargo entra en contradicción con algunos de los que ellos mismos exponían, cuyo componente fundamental era procedimental y conceptual (cat. B y C, tabla 4.2., pag. 73); recordemos que más del 50% explicitaban que uno de los objetivos principales era complementar lo estudiado en clase y, que un tercio de las respuestas apuntaban como objetivo que los estudiantes se familiaricen con los experimentos científicos. Una razón para explicar esta situación es la creencia del profesorado de que los alumnos y alumnas, con sus propios recursos, serán capaces de relacionar los contenidos científicos trabajados en clase con la visita al museo – con los módulos experimentados, los talleres realizados, las explicaciones de la visita guiada, etc.- que es considerada como la parte práctica y/o experimental complementaria. Sin embargo, hay numerosos estudios que nos dicen que esto no es así y que el alumnado necesita ser guiado para realizar este tipo de conexión (Anderson y Lucas, 1997; Tunnicliffe, 2000).

4.3. RESULTADOS OBTENIDOS EN RELACIÓN A LA EVALUACIÓN QUE EL PROFESORADO REALIZA SOBRE LA VISITA (C.3.)

Esta tercera consecuencia incide en la valoración que realiza el profesorado sobre la visita una vez finalizada la misma, en orden a comprobar si sus objetivos iniciales se ven satisfechos o no. Para evidenciar estos aspectos se elaboró el *Cuestionario III* (pag. 63), consistente en tres preguntas: la primera era una pregunta abierta en la que se solicitaba que describieran los aspectos más positivos y negativos de la visita, con el objetivo de no dirigir las respuestas hacia ningún aspecto concreto. La 2ª cuestión pretendía ratificar la valoración preguntándoles si se justificaría volver al KutxaEspacio con otro grupo de estudiantes en el siguiente curso escolar. Además, mediante la 3ª cuestión pretendíamos indagar en el interés del profesorado por mejorar sus conocimientos sobre el propio museo y sus posibilidades educativas.

Las respuestas sobre el grado de satisfacción se encuentran agrupadas en la tabla 4.7. En todos los casos los porcentajes son superiores al 100% debido a que la mayoría del profesorado aportaba más de una respuesta.

| Aspectos positivos de la visita realizada | Profesorado Primaria N= 87 | Profesorado Secundaria N= 71 | Total Profesorado N= 158 |
|--|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| A. Aspectos técnicos: duración de la visita, organización, distribución de módulos y salas, lugares de ocio... | 13'7% 12 | 9'9% 7 | 12'1 % 19 |
| B. Aspectos didácticos: buenas cualidades de comunicación del monitor, fácil comprensión en la visita guiada, talleres, etc. | 39,1% 34 | 43'6% 31 | 41,1 % 65 |
| C. Aspectos de contenido: buena relación de la visita con los contenidos del currículo | 19'5% 17 | 12'7% 9 | 16'5 % 26 |
| D. Aspectos procedimentales: interactividad de los módulos, experimentación, etc. | 18'4% 16 | 35'2% 25 | 25'9% 41 |
| E. Aspectos lúdico-sociales: los estudiantes se han divertido, buena cooperación en el grupo, buena actitud de los estudiantes ... | 35'6% 31 | 30'9% 22 | 33'5 % 53 |
| Otras respuestas | 3 | 2 | 3% 5 |

Tabla 4.7. Respuestas a la pregunta 1, Cuestionario III

Aunque hay un elevado porcentaje de respuestas muy generales, del tipo de “*todo ha sido positivo*”, “*la visita ha sido muy interesante*”, o “*el museo es divertido*”, las cuales aportan pocos datos a nuestra investigación, la respuesta mayoritaria -dentro de los aspectos concretos señalados- es que lo más positivo de la visita ha sido el aspecto didáctico del museo y la visita guiada o los talleres (categoría B, 41'1%). En muchas de las respuestas de este tipo se resalta la claridad de las explicaciones aportadas por los monitores durante el transcurso de la visita guiada.

Por otra parte, 19 profesores han citado como positivos aspectos técnicos referentes a la organización de la visita, la adecuada distribución de las salas, etc. (categ. A), aspectos todos ellos atribuibles al propio museo al igual que los anteriores. Sumando estas aportaciones podemos concluir que un 53'2% del profesorado entrevistado considera positivos aquellos aspectos que están bajo la propia responsabilidad del museo, lo cual nos sirve para concluir que el museo y sus actividades están muy bien considerados.

El segundo punto positivo atendiendo a las respuestas mayoritarias, ya que es mencionado aproximadamente por un tercio del profesorado, es el aspecto lúdico de la visita y su influencia en una actitud más positiva de los estudiantes (categoría E). Así, 31 profesores de Primaria y 22 de Secundaria indican que “*el alumnado lo ha pasado bien*”, “*los alumnos se han divertido*”, etc., aspecto éste que también puede ser atribuible a la propia motivación que proporciona la salida del aula.

Ahora bien el porcentaje de respuestas desciende hasta el 26% en lo referente a las oportunidades que tienen los estudiantes de experimentar en los talleres e interactuar con los módulos del museo (cat. D). Estos aspectos procedimentales que están en la base de la propuesta de actividades de cualquier museo interactivo de ciencias, es decir, que no son atribuibles exclusivamente a este centro, no han sido tan valorados por el profesorado.

Finalmente, la categoría menos valorada es la C, en la que se incluyen los aspectos que relacionan la visita con los contenidos curriculares (16'5%). Concretamente, 17 profesores de Primaria y 9 de Secundaria dicen que es positivo que el museo esté relacionado con el currículum escolar y que “*los niños y niñas han aprendido mucho*” durante su visita al museo; además, 14 de estas respuestas citan explícitamente la complementariedad de la visita respecto al aprendizaje en el aula, con respuestas del tipo:

- *Sirve para acercar la teoría vista en clase (Primaria)*
- *Está relacionado con el tema trabajado en el aula (ESO)*
- *Ver aquí lo que no pueden hacer en el laboratorio (Bachillerato)*

Este resultado coincide con el ya comentado en la 2ª consecuencia anteriormente definida: si el profesorado –en su mayoría- no diseña actividades complementarias a la visita, en orden a relacionarla con el currículum del aula, es lógico que no valore la adecuación de la visita a dicho currículum.

Se podría pensar que otra razón para explicar este resultado pudiera ser que realmente los módulos del KutxaEspacio no tuvieran apenas relación con los contenidos curriculares de estos niveles, pero sabemos que no es así. En los inicios de este trabajo de tesis doctoral, realizamos un estudio previo para analizar la relación existente entre los módulos de dicho centro y el currículum propuesto en el Diseño Curricular Base de la CAV para el 3º ciclo de la E. Primaria concretamente (Morentin y Guisasola, 2004). Este análisis nos permitió comprobar que existen numerosos módulos, principalmente en las salas de “La nave Tierra” y “Mundos sorprendentes”, que pueden ser fácilmente utilizados para trabajar aspectos conceptuales y procedimentales del currículum de Primaria. Se analizó esta etapa puesto que se consideraba la más problemática para poder establecer estas relaciones, dado el peso que tienen en estos cursos los temas sobre “Los seres vivos y sus funciones vitales”, así como aspectos transversales de Educación Ambiental y Educación para la Salud, temas que no tienen una gran presencia en el museo dado que son muy difíciles de plantear de manera interactiva por su dificultad de mantenimiento, peligrosidad, etc. En cuanto a los niveles de Educación Secundaria y Bachillerato, hemos podido comprobar que las relaciones son aún más abundantes (Azcona et al., 2002), dada la amplitud de los temarios de ciencias en estas etapas, destacando salas como “Mundo mecánico” o “Chispas de energía”, entre otras (ver web del KutxaEspacio, www.miramón.org).

En lo referente a este punto, algunos autores (Ramey-Gassert y Walberg, 1994; Tuckey, 1992) opinan que un museo de ciencias debe ofrecer una gran variedad de actividades y conocimientos que no tienen por qué estar reflejados en el currículum escolar de un nivel determinado y además aducen, entre otras razones, que los visitantes de un centro de ciencia constituyen un grupo plural, heterogéneo y diverso por lo que no se puede diseñar la exhibición como si los visitantes fueran escolares exclusivamente. Sin embargo, estamos de acuerdo con Wellington (1990) en que, aún reconociendo que es imposible desarrollar en un

museo experiencias interactivas para cubrir todos los conceptos del currículo, ignorarlo sería una equivocación.

Para ultimar el análisis de las respuestas obtenidas, diremos que hay muy pocos aspectos negativos en ellas; sólo el 11% de los profesores (17 respuestas) mencionan algún aspecto negativo acerca de la visita. Cabe destacar que dos profesores opinan que el alumnado “*juega mucho pero aprende poco*” y otros tres consideran que la visita debería ser más larga, pero no son porcentajes significativos. Así mismo, cinco profesores se lamentan de que sus estudiantes no han tenido un buen comportamiento.

A continuación, presentamos la relación que existe entre los aspectos valorados como positivos por el profesorado y los objetivos que ellos mismos pretendían para la visita, lo que nos dará una idea de en qué medida se han cumplido sus expectativas.

| Objetivos | Total Profesorado (N=158) | Aspectos positivos de la visita realizada | Total Profesorado N= 158 |
|--|----------------------------------|--|---------------------------------|
| A. Facilitar experiencias personales y sociales que promuevan aprendizaje y actitudes positivas hacia la ciencia | 59,5% 94 | A. Aspectos técnicos: duración de la visita, organización, distribución de módulos y salas, lugares de ocio... | 12'1 % 19 |
| B. Experimentar/Interactuar con los módulos del museo | 30,4% 48 | B. Aspectos didácticos: buenas cualidades de comunicación del monitor, fácil comprensión en la visita guiada, talleres, etc. | 41,1 % 65 |
| C. Complemento experimental a los conceptos y teoría estudiados en clase | 53,2% 84 | C. Aspectos de contenido: buena relación de la visita con los contenidos del currículo | 16'5 % 26 |
| | | D. Aspectos procedimentales: interactividad de los módulos, experimentación, etc. | 25'9% 41 |
| | | E. Aspectos lúdico-sociales: los estudiantes se han divertido, buena cooperación en el grupo, buena actitud de los estudiantes ... | 33'5 % 53 |

La categoría A de los objetivos hace referencia a los aspectos lúdicos y sociales de la visita y era la mayoritaria, citada por casi un 60% del profesorado entrevistado. Al compararla con los aspectos positivos que han surgido tras la visita, comprobamos que la

categoría E –que sería la que daría respuesta a dicho objetivo- aún siendo muy mayoritaria sólo es citada por el 33'5%. El profesorado valora la parte actitudinal de la visita pero no en un porcentaje tan elevado como cabía esperar.

En 2º lugar, se situaban los objetivos que hacían referencia a la posibilidad de complementar en el museo la teoría estudiada en el aula (53'2% en cat. C). Tras la visita, esta idea es mencionada como aspecto positivo sólo por un 16,5% del profesorado (categoría C). Esta diferencia sí es muy significativa; se podría decir que en referencia a la idea de que la visita complementará por sí sola la teoría estudiada en clase, las expectativas no se han visto cumplidas. Como ya habíamos previsto, esta idea ingenua de que la visita realizada al museo servirá de puente entre la teoría y la práctica queda invalidada, ya que la única forma de conectar el aprendizaje producido en el museo con los aspectos formales trabajados en el aula sería la realización de actividades conectoras diseñadas por el propio profesorado.

En ambos casos, las diferencias entre los objetivos previstos y los rendimientos conseguidos son significativas. Se puede interpretar que el profesorado esperaba que la visita tuviera una gran incidencia en los aspectos lúdico-sociales y conceptuales pero que finalmente no ha sido así, lo que se podría traducir en un cierto grado de insatisfacción.

Finalmente, el tercer grupo de objetivos elegidos por el profesorado es el referido a las oportunidades que tienen los estudiantes de experimentar en los talleres e interactuar con los módulos (categoría B, 30'4%). Como puede verse ahora, este aspecto es mencionado como aspecto positivo por la cuarta parte del profesorado (categoría D, 25'9%). Aunque desciende un poco el porcentaje no es una diferencia grande, por lo que podemos decir que es el único aspecto en el que el profesorado ha quedado satisfecho, ya que los que esperaban que la experimentación se produjera consideran, tras la visita, que este ha sido un aspecto positivo de la misma.

Hasta aquí nos hemos centrado en el análisis de los aspectos que el profesorado cita como positivos o negativos de la visita al museo, pero como ya hemos explicado, en el *Cuestionario III* había otros dos ítems para conocer la valoración general sobre dicha visita. La pregunta 2 era: *¿Tienes intención de regresar el próximo curso escolar? Si/ No. Explica tu respuesta*, y los resultados han sido muy positivos: el 88% del profesorado contesta afirmativamente, lo cual indica una valoración muy satisfactoria de la visita.

| | Ed. Primaria (N=87) | Ed. Secundaria (N=71) | Total (N=158) |
|----|---------------------|-----------------------|---------------|
| SI | 75 (86'2%) | 64 (90'1%) | 139 (88%) |
| NO | 12 (13'8%) | 7 (9'9%) | 19 (12%) |

Tabla 4.8. Resultados de la cuestión 2, Cuestionario III

Las razones que aportan para justificar su intención de volver son nuevamente generalidades: *“porque merece la pena”, “porque es interesante”,* etc. que inciden en la idea de valoración positiva para la visita que antes hemos mencionado. En cambio, las razones que explican su intención de no volver son ajenas a su propia elección: *“porque el año próximo tenemos que realizar una salida diferente”, “porque solo hacemos una salida en cada ciclo”,* etc. Tenemos que subrayar que son pocos los profesores que justifican la respuesta; en general responden de forma afirmativa, pero a la pregunta de *¿por qué?* se reiteran en muchas de las explicaciones proporcionadas en preguntas anteriores.

Si tras analizar los aspectos positivos de la visita en relación con los objetivos que profesores y profesoras explicitan se podía pensar que existía cierta insatisfacción, esta idea queda totalmente desechada con los resultados expuestos ahora ya que, aunque no responden explícitamente que *“tienen intención de volver porque sus objetivos se han cumplido”,* sí consideran que la visita satisface ampliamente sus intenciones iniciales.

La tercera y última pregunta de este cuestionario incidía en el interés que estos profesores y profesoras tenían por formarse en aspectos didácticos relacionados con el museo y sus contenidos científicos (*¿Estarías dispuesto/a a realizar un cursillo de 2 días (6h) de experimentación “in situ” en el KutxaEspacio? Si/ No. Explica tu respuesta*). He aquí los resultados obtenidos:

| | Ed. Primaria (N=87) | Ed. Secundaria (N=71) | Total (N=158) |
|----|---------------------|-----------------------|---------------|
| SI | 56 (64'4%) | 49 (69%) | 105 (66'5%) |
| NO | 31 (35'6%) | 22 (31%) | 53 (33'5%) |

Tabla 4.9. Resultados de la 3ª pregunta, Cuestionario III

Como puede observarse, dos tercios del profesorado (64% de Primaria y 69% de Secundaria) se mostraron interesados en participar en cursos de formación sobre los contenidos del museo. La mayoría del profesorado parece reconocer limitaciones a la hora de comprender los contenidos científicos de algunos módulos del museo y expresa su interés por mejorar su formación científica y didáctica.

Finalmente, podemos decir que los resultados de esta parte del estudio proporcionan evidencias empíricas que confirman ampliamente la tercera consecuencia que habíamos planteado. Los aspectos mejor valorados tras la visita han sido los relacionados con la aportación didáctica del personal del museo y la parte lúdica del mismo, quedando muy infravalorada la relación currículum escolar vs. contenidos del museo.

4.4. RESULTADOS OBTENIDOS EN RELACIÓN A LA ACTITUD DEL PROFESORADO DURANTE LA VISITA (C.4.)

Los resultados comentados hasta ahora fueron obtenidos a partir de las respuestas del profesorado que visitaba el museo con su grupo de alumnos y alumnas, pero sin embargo, nos interesaba también saber cómo se comportaban estos profesores durante la visita guiada. Para ello, como ya hemos explicado en el capítulo 3, se diseñó un protocolo de observación y se analizaron los recorridos de 24 grupos de diferentes niveles educativos (29 profesores), prestando especial atención al rol del profesor/ profesora durante la visita. Los datos se analizaron de acuerdo al estadillo que aparece en la pag. 64, y a continuación presentamos los resultados obtenidos:

| Nivel Educativo/ Nº de profesores/as | Profesorado Primaria N= 13 | Profesorado Secundaria N= 16 | Total Profesorado N= 29 |
|---|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| A. Visita libre (el profesor guía al grupo) | 5 | 2 | 7 24% |
| B. El profesor acompaña al guía haciendo contribuciones de tipo conceptual o metodológico | 3 | 1 | 4 18% (de las guiadas) |
| C. El profesor acompaña al grupo haciendo contribuciones de tipo actitudinal (disciplina) | 5 | 5 | 10 45% (de las guiadas) |
| D. El profesor acompaña al grupo pero no hace ningún tipo de contribución | - | 6 | 6 27% (de las guiadas) |
| E. El profesor no acompaña al grupo durante la visita guiada | - | 2 | 2 9% (de las guiadas) |

Tabla 4.10. Resultados del protocolo de observación

Como se puede comprobar sólo el 24% del profesorado observado realizaba la visita de forma libre, sin personal de apoyo que explicara los módulos y su funcionamiento, siendo los maestros y maestras los responsables de dicha tarea, porcentaje algo superior al que habíamos obtenido en la primera parte del estudio (tabla 4.4., pag.79). Hay que destacar que de estos 7 profesores, 5 eran de Educación Primaria, lo que parece indicar que en los niveles inferiores el profesorado es más proclive a guiar a su alumnado o siente menos inseguridad dado el nivel de los contenidos implicados, mientras que los profesores de los cursos superiores optan porque el personal del museo realice las explicaciones científicas de las exposiciones. En el caso de estas dos profesoras de Secundaria y Bachillerato, una de ellas estaba realizando la visita de forma libre (el alumnado buscaba las respuestas a cuestiones que traían preparadas de clase y ella explicaba algunos módulos) porque así lo habían previsto, pero posteriormente también iban a realizar una visita guiada a alguna de las salas del centro.

Al analizar el papel que juega el profesorado cuando acompaña a su grupo durante la visita guiada encontramos 3 categorías: B, C y D en la tabla. El profesorado de la categoría D tiene un comportamiento pasivo a lo largo de la visita, ya que no se implica personalmente y delega la acción educativa en el monitor del museo (27%), lo que unido al 9% que ni siquiera acompaña a sus escolares (categoría E) nos indica que más de un tercio (36%) del profesorado que elige visita guiada adopta un papel pasivo en esta actividad. Sin embargo es de destacar que todos estos profesores son de Secundaria y Bachillerato, dato que parece indicar que estos profesionales tienen mayor confianza en su alumnado y en su comportamiento, mientras que los maestros y maestras de Primaria tienen que atender con mayor dedicación a su grupo dada la edad de estos escolares.

El profesorado de la categoría C es el mayoritario; acompaña a sus estudiantes en la visita guiada por el monitor, no suele hacer intervenciones relacionadas con los contenidos y se limita a intervenir cuando hay problemas de orden o actitudes negativas de los estudiantes (45%). En este apartado el número de profesores en las dos etapas estudiadas es el mismo.

Finalmente, los 4 profesores que se incluyen en la categoría B (18%) participan activamente en las explicaciones de la visita y estimulan a sus estudiantes cuando interaccionan con los módulos, si bien se mantienen en un segundo plano respecto al monitor del museo. Estos profesores conocen relativamente bien las relaciones entre el contenido de los módulos y los contenidos del currículo de su nivel educativo, y es remarcable que 3 de

ellos pertenecen nuevamente a la etapa de E. Primaria, incidiendo en los aspectos ya mencionados anteriormente, es decir, estos maestros y maestras parecen tener mayor seguridad en sus conocimientos: repetían las preguntas de la monitora o recordaban lo explicado en clase para que los alumnos pudieran relacionarlo, manteniendo de esta forma la atención y la participación del grupo.

Durante las observaciones no se identificaron interacciones profesor-monitor del museo, siendo el rol principal del profesorado el de mantener la disciplina del grupo, como ya hemos comentado.

Estos datos muestran que, durante el recorrido, la implicación del profesorado es muy pequeña, como se preveía en la cuarta consecuencia de nuestro estudio. Si la mayoría del profesorado no prepara explícitamente la visita en relación con el currículum del aula (tablas 4.3. y 4.6.), y además elige la visita guiada por un monitor (88% en tabla 4.4.), las observaciones muestran, convergentemente, que durante el recorrido por el museo el profesorado tiene un rol secundario, con poca implicación didáctica o social y, con un carácter principalmente organizador y controlador del comportamiento de su alumnado.

4.5. CONCLUSIONES REFERENTES A LA PRIMERA HIPÓTESIS

En esta primera parte de la investigación hemos tratado de conocer las concepciones del profesorado cuando realiza con sus estudiantes una visita al KutxaEspacio de la Ciencia. Los resultados obtenidos muestran que la mayoría del profesorado de Educación Primaria y Secundaria mantiene una concepción de dicha visita muy alejada de la propuesta por la investigación en esta área, es decir, no conciben la visita al museo como un instrumento que aporte mejoras al aprendizaje de las ciencias de su alumnado. Aunque citan dicho aprendizaje como uno de los objetivos de la visita –en una proporción elevada-, no realizan una preparación adecuada de la misma con actividades previas y posteriores, lo que parece implicar que el propio alumnado tendrá que relacionar ambos contextos en orden a conseguir los avances necesarios en su nivel cognitivo. Sin embargo, estos profesores hacen una valoración muy positiva de la visita, lo cual es bueno porque les animará a volver con su alumnado, pero tiene un aspecto negativo importante, ya que esa satisfacción dificultará enormemente cualquier cambio que se les sugiera introducir en la planificación de la visita (Guisasola y Morentin, 2010).

En general, estos profesores y profesoras eligen la visita guiada al museo, y durante la misma acompañan a su grupo para ocuparse de los aspectos organizativos y de disciplina principalmente; este comportamiento incide en la poca implicación ya comentada, de forma que podemos considerar que las dos hipótesis parciales que habíamos enunciado inicialmente han sido apoyadas por las evidencias empíricas del estudio.

Una de las razones que podría explicar esta situación es que el profesorado no considera la preparación y diseño de la visita como un cometido propio de sus tareas profesionales. Los datos de nuestro estudio indican que el profesorado se siente implicado en la visita sólo a nivel organizativo y la contempla como una excursión lúdica en el área de ciencias, como una “actividad extraescolar” en la que los estudiantes observan y hacen cosas interesantes a la vez que se divierten.

Una vez analizadas las respuestas y los comportamientos de estos profesores, hemos identificado tres tendencias correspondientes a tres concepciones distintas del profesorado, en relación con las visitas escolares a museos de ciencias. Esto no significa que cada profesor o profesora se sitúe exclusivamente en una de las categorías establecidas cuando trata de explicar cada una de las cuestiones planteadas, sino que dadas las características de las respuestas éstas son las tendencias principales que se pueden encontrar en el colectivo de profesorado de estos niveles. Así pues, la descripción de las categorías hay que interpretarla con este enfoque y teniendo en cuenta, como ya se ha dicho en capítulos anteriores, que hay múltiples factores que inciden en la visita y que no han sido tenidos en cuenta en este estudio.

La primera categoría establecida es la del ‘profesor como organizador’ de la visita al museo. Se caracteriza por considerar que su papel es organizar la salida con el objetivo de que los estudiantes tengan experiencias sociales y personales relacionadas con la ciencia. No obstante, su tarea termina en la organización de la visita al museo, cuyo departamento de educación se encargará del alumnado. Por tanto no se plantean realizar con los estudiantes actividades pre y/o post-visita, ni consultan los materiales didácticos del museo. Parece pues, que el profesorado con este tipo de concepciones se centra en los aspectos organizativos y lúdicos de la visita y no presta atención al posible aprendizaje concreto de temas o procedimientos científicos.

La segunda categoría la hemos denominado el “profesor tradicional”, que se preocupa no sólo por los aspectos organizativos y lúdicos de la visita, sino también por la

experimentación y el aprendizaje de conceptos científicos. El profesorado de esta categoría piensa que la visita al museo es una buena oportunidad para ‘comprobar’ la teoría estudiada en clase. Por tanto, aunque no hacen actividades concretas para preparar la salida, consideran que la visita tiene una relación evidente con su enseñanza en el aula. Este profesorado reconoce las oportunidades que oferta el museo para ver experimentos y poderlos realizar. Así mismo, estos profesores y profesoras estarían dispuestos a aumentar sus conocimientos sobre los contenidos científicos del museo.

La tercera categoría es la denominada “profesorado innovador”, que se preocupa no sólo de los aspectos lúdicos y experimentales, sino también del aprendizaje de conceptos y procedimientos concretos del curriculum del curso. Por tanto, considera que debe preparar la visita con actividades concretas para que los estudiantes establezcan un puente entre los contenidos que se pretende que aprendan y las experiencias en el museo. El profesorado de esta categoría utiliza los materiales didácticos del museo para preparar la visita con actividades para antes y después de la misma. Igualmente se preocupa por saber si los estudiantes relacionan los contenidos curriculares con dicha visita.

Los resultados de esta primera parte del estudio sobre las concepciones del profesorado en las visitas escolares a museos de ciencias están apoyados por los resultados de otras investigaciones en otros museos y países (Cox-Petersen y otros, 2003; Griffin y Symington, 1997; Hein, 1998; Kisiel, 2005, 2006). Sin embargo, en nuestro trabajo, a diferencia de los resultados de Tal y Steiner (2006), no hemos encontrado diferencias significativas entre el profesorado de E. Primaria y el de Secundaria respecto a los objetivos y la preparación de la visita (la significatividad de las diferencias se ha calculado en todos los casos con el operador Chi cuadrado al nivel menor que 0,05), aunque sí ha habido diferentes comportamientos cuando acompañan al grupo durante la visita guiada (Guisasola y Morentin, 2010).

En nuestra opinión, este hecho puede explicarse debido a que las diferencias entre las etapas de E. Primaria y Secundaria surgen principalmente en el contexto del programa escolar y en los comportamientos ligados a la edad. Si el profesorado diseñara actividades complementarias para realizar antes y después de la visita, deberían ser de diferentes tipos, tanto en los aspectos cognitivos y procedimentales implicados como en el nivel de complejidad exigido, pero como esto no se ha dado no hemos podido apreciar diferencias destacables.

Por otra parte, es necesario resaltar que el profesorado de los niveles de la educación obligatoria lucha con problemas de tiempo, logística, necesidades de los estudiantes y presiones económicas, factores que limitan tanto sus posibilidades como su buena disposición para realizar la preparación adecuada y las actividades post-visita que serían de desear para favorecer el aprendizaje de sus estudiantes, tanto desde el punto de vista cognitivo, como desde el social y afectivo (Griffin, 2004; Tal et al., 2005).

Además, existe otra razón importante para comprender esta situación: casi todos los programas de formación inicial del profesorado de Educación Primaria y Secundaria en España se basan en la enseñanza en el aula, y en los últimos años en el aprendizaje constructivista y el uso de nuevas tecnologías; pero pocos programas implican a los futuros docentes en experiencias de aprendizaje fuera del aula. Por esta razón, los profesores de estos niveles no disponen de estrategias ni recursos metodológicos que sirvan para construir puentes entre la oferta de los museos de ciencias y el currículum escolar.

Así pues, consideramos que es necesario incorporar estos ‘nuevos contenidos’ en la formación inicial del profesorado, tanto de E. Primaria como de Secundaria, con temas tales como la importancia de la educación en contextos no formales, la formulación de objetivos de enseñanza en dichos contextos, la selección de contenidos y la elección de métodos apropiados para el aprendizaje en los museos. Igualmente, será también necesario diseñar programas especiales de formación continua (DeWitt y Osborne, 2007; Phillips et al., 2007) que posibiliten al profesorado en activo hacer mejor uso de las oportunidades de aprendizaje que ofertan las visitas a un museo de ciencias, maximizando el impacto que tienen las experiencias sobre el aprendizaje, tanto conceptual como afectivo y social de los estudiantes.

Capítulo 5

Operativización de la segunda hipótesis y diseños experimentales para su contrastación

Como ya hemos explicado en los capítulos anteriores, las salidas escolares están consideradas como experiencias que mejoran el aprendizaje, promueven el interés de los estudiantes y complementan la instrucción escolar. Para ello, es imprescindible que el profesorado estructure la salida deliberadamente, integrándola en la programación del aula para de esta forma optimizar el aprendizaje. Esta afirmación general es aún más válida en el caso de las visitas a centros de ciencia, que suelen ser contextos menos conocidos para el alumnado de los niveles inferiores de la educación obligatoria.

La investigación indica –como hemos visto- que la utilización de actividades pre-visita, tanto de orientación como de preparación de contenidos, afecta al comportamiento de los estudiantes durante la visita; así mismo, las actividades posteriores sirven para profundizar y recordar aspectos importantes, por lo que tendrán una influencia significativa principalmente en los aprendizajes conceptuales. De ahí la importancia del profesorado en el diseño de actividades para antes y después de la visita, que sirvan para mejorar el potencial de aprendizaje cognitivo y afectivo. Como algunos responsables y educadores de museos de ciencia indican (Allen, 2004; Tran, 2007; Weber, 2003), el objetivo principal del centro no es que los visitantes aprendan conceptos, ya que sería muy pretencioso en una visita de una hora de duración; ese debería ser el objetivo del profesorado o del propio alumno o alumna, y el museo le aportará las condiciones para que dicho aprendizaje sea posible.

A pesar de esto, ya hemos comprobado que la mayoría del profesorado no prepara la salida de la forma que la investigación sugiere, e incluso muchos de ellos se comportan de forma no adecuada durante la visita, lo que nos lleva a concluir que estos profesores y profesoras no se implican en relacionar los contenidos del currículum escolar con los módulos del museo, e incluso consideran las salidas como un evento lúdico, no como una experiencia educativa.

A la vista de esta situación pensamos que una forma de mejorar la implicación del profesorado, y animarle a utilizar las visitas al museo de ciencias en relación con la programación de aula, era proporcionarle estrategias didácticas para enseñar ciencias en contextos no formales. Esta tarea de formación del profesorado tiene dos vertientes: la formación permanente del profesorado en activo y la formación inicial. Teniendo en cuenta el contexto de nuestra labor profesional, decidimos centrar este estudio en la formación

inicial del profesorado de Educación Primaria, ya que estos alumnos y alumnas serán los futuros maestros que llevarán a sus estudiantes al museo de ciencias.

En este sentido nos planteamos una pregunta clave para esta segunda parte de la investigación: ¿Qué podemos cambiar en la formación inicial del profesorado de Magisterio para que realicen visitas a museos de acuerdo con las recomendaciones de la investigación en Enseñanza de las Ciencias?

Para buscar la respuesta más adecuada a esta pregunta tuvimos que considerar dos aspectos:

- El profesorado no podrá enseñar ni poner en práctica aquello que no sabe, por lo que habrá que trabajar en el aula, de forma explícita e implícita, la importancia de integrar en el currículum las visitas a museos para mejorar el aprendizaje significativo de los conocimientos científicos.
- No será suficiente con planificar el proceso de enseñanza en base a actividades dirigidas a aumentar los conocimientos e informaciones de los futuros maestros y maestras, sino que deberemos intentar modificar los modelos epistemológicos y didácticos del alumnado mediante el diseño de una secuencia didáctica que incorpore diferentes tipos de actividades, además de la propia visita al centro de ciencias.

Así pues, estamos en condiciones de enunciar la segunda hipótesis de nuestro trabajo: **La puesta en práctica de una unidad didáctica basada en el marco teórico elegido y con los materiales diseñados según las recomendaciones de la investigación, contribuirá a mejorar el conocimiento de los futuros maestros en cuanto a la integración de las visitas a museos de ciencias en el currículum escolar.**

5.1. OPERATIVIZACIÓN DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS

Para hacer operativa la segunda hipótesis de esta investigación consideramos que era conveniente analizar los factores implicados en el diseño de unidades didácticas, qué tipos de contenidos se debían trabajar, las posibilidades de integración de la visita al museo dentro de la unidad y las estrategias didácticas que facilitarían la futura trasposición al aula de

Primaria. Este planteamiento nos permitió desglosar la segunda hipótesis en tres subhipótesis derivadas, tal y como exponemos a continuación:

H.2.1. Es posible elaborar una secuenciación y organización de contenidos dentro del programa de “Ciencias de la Naturaleza y su didáctica” (asignatura troncal de la titulación de Maestro: Educación Primaria) basada en las recomendaciones de la investigación sobre visitas escolares a museos de ciencias.

Como ya vimos en el capítulo 1, las orientaciones extraídas de los trabajos realizados en los últimos años sobre visitas escolares se basan en la idea principal de que en los centros de ciencia se aprende, si bien los contenidos aprendidos pueden ser de diferentes tipos, y este aprendizaje se puede ver muy beneficiado si la visita se prepara explícitamente. Desde este punto de vista consideramos que la concreción para nuestro estudio se fundamenta en tres recomendaciones:

- 1.- Si hay que hacer puentes entre el currículum y la experiencia en el museo, deberemos diseñar una unidad didáctica centrada en un contenido concreto del currículum de la citada asignatura. Así pues, hemos elegido un tema perteneciente al currículo de E. Primaria que además tiene relación con varios módulos del museo: “las fuerzas”.
- 2.- Si la visita debe ser explícitamente preparada, deberemos incluir actividades para “antes”, “durante” y “después” de la visita al museo.
- 3.- Si se trata de superar concepciones ingenuas sobre “la ciencia” y no limitar el aprendizaje a contenidos conceptuales, deberemos introducir algunos elementos sobre procedimientos y actitudes hacia la ciencia y su aprendizaje. Los aspectos elegidos para incluir en la unidad están relacionados principalmente con la realización de experimentos y el papel de éstos en la metodología científica.

H.2.2. Es posible concretar la propuesta/ secuencia de contenidos en una Unidad Didáctica que englobe aspectos científicos y didácticos, con sus correspondientes actividades.

Planificar y organizar las actividades de enseñanza y aprendizaje es algo mucho más complejo que pensar en cómo explicar los contenidos y qué ejercicio o preguntas proponer

para que el alumnado las responda. Es necesario organizar una secuencia de enseñanza que incorpore diferentes tipos de actividades, por lo que la Unidad Didáctica que pretendemos diseñar estará basada en un programa guía de actividades a tres niveles: lo que los futuros maestros deben saber, lo que el alumnado de Primaria debe saber y cómo realizar la trasposición didáctica entre estos dos niveles. Como Furió (2001) indica “*este programa estructurado de actividades constituirá un verdadero programa de investigación que puede orientar el trabajo de los estudiantes y que tendrá un hilo conductor que dé sentido a lo que hacen (pag. 33)*”.

H.2.3. La implementación y vivencia de las actividades en clase y en el museo generará un mayor conocimiento de cómo realizar la visita a un centro de ciencia, así como un mayor conocimiento de los contenidos científicos incluidos en la unidad didáctica.

Esta tercera hipótesis parcial es la que dará lugar a las consecuencias contrastables que nos indicarán si el proceso ha sido eficaz y si las concepciones de los futuros maestros y maestras de Primaria han sido modificadas y se acercan más a las propuestas por la investigación. Aunque somos conscientes de que una única situación didáctica no es suficiente para cambiar concepciones tan arraigadas, pensamos que sí servirá para comenzar a concienciar a estos alumnos y alumnas –futuros maestros y maestras- de los beneficios de integrar la enseñanza formal y la no formal.

A continuación vamos a detallar los elementos que componen cada una de estas hipótesis parciales, al tiempo que justificaremos las concreciones realizadas.

5.1.1. Selección de un microcurrículum sobre “las fuerzas” que sirva de base curricular para la visita al KutxaEspacio de la Ciencia (H.2.1.)

Con el fin de elaborar una secuencia de contenidos, elegimos el tema de “fuerzas” debido a varias razones: *fuerza* es uno de los contenidos presentes en el currículum de Educación Primaria cuya concepción, aún no siendo sencilla, debe ser trabajada desde dicha etapa dado su carácter estructurante, su potencial interpretativo y su utilización posterior en distintas áreas y niveles (Lopes Coelho, 2010). Además, sabemos que uno de los temas del currículum de Primaria que más representado está en los museos de ciencias en general, y en el KutxaEspacio de San Sebastián en particular, es el de “fuerzas, máquinas y tecnología”,

con un elevado número de módulos repartidos en varias salas (Morentin y Guisasola, 2004). Por otra parte, queremos subrayar que aunque estos conceptos aparecen en el currículum de E. Primaria, hemos podido comprobar en varios libros de texto que la idea de fuerza como interacción no se trabaja en esta etapa; se estudian los efectos de las fuerzas, los imanes y las máquinas sencillas en el 3º ciclo y posteriormente, en Secundaria, se comienza con las leyes de Newton, por lo que -al parecer- el concepto de fuerza propiamente dicho se debe inferir de esos conocimientos, sin tratarlo específicamente y sin diferenciarlo de otros como energía o presión (Hierrezuelo y Montero, 1988).

Para terminar de justificar la elección del tema diremos que *fuerza* es uno de los conceptos más investigados desde el punto de vista de las ideas alternativas, y la bibliografía nos dice que los malos resultados que se encuentran en las concepciones del alumnado podrían mejorar trabajando el modelo de fuerza desde la educación primaria (Duit, 2007; Furió, Solbes y Carrascosa, 2006; Savinainen et al., 2005).

Actualmente, las propuestas de mejora de la enseñanza se apoyan, entre otros factores, en la selección y organización de los contenidos a desarrollar mediante el uso de secuencias problematizadas en relación con el currículum, tal y como se ha hecho en otros trabajos anteriores (Guisasola, Furió y Ceberio, 2008; Verdú, Martínez-Torregrosa y Osuna, 2002). Esta estrategia de enseñanza tiene como punto de partida el planteamiento de una situación problemática como podría ser: *¿Cómo podemos explicar el efecto de las fuerzas en nuestro entorno?* O de otra más contextualizada socialmente: *¿Cómo ayudan las máquinas a ejercer y controlar las fuerzas?* Pero también se puede partir del planteamiento de una serie de situaciones que introducen nuevos conceptos, situaciones cotidianas que posibilitan que, al mismo tiempo que se trabajan dichos contenidos, se analicen las aplicaciones tecnológicas en algunos contextos sociales y también en un museo de ciencias. Esta última posibilidad será la que contemplemos en esta investigación bajo el título de ***Fuerzas en acción***.

Además la secuencia de enseñanza deberá ser coherente con el enfoque del currículum por competencias. Este enfoque, en el que se basa el nuevo currículum de Primaria y Secundaria Obligatoria, persigue prioritariamente que los alumnos y alumnas de estas etapas pasen “del saber” al “saber hacer”, es decir, que sean capaces de transferir los conocimientos adquiridos a la resolución de problemas reales. En general, las competencias básicas se entienden como “el conjunto de conocimientos, destrezas y actitudes esenciales para que

todos los individuos puedan tener una vida plena como miembros activos de la sociedad” (Decreto 175/ 2007 para la Comunidad Autónoma Vasca).

En el caso de la competencia científica, ésta se define como “la habilidad para interactuar con el mundo físico, tanto en los aspectos naturales como en los generados por la acción humana, de tal modo que se posibilita la comprensión de sucesos, la predicción de consecuencias y la actividad dirigida a la mejora y preservación de las condiciones de vida propia, de las demás personas y del resto de los seres vivos” (Real Decreto 1513/2006). La adquisición de esta competencia tan general conlleva el desarrollo de diferentes capacidades y además, para desarrollar estas capacidades es necesario aprender unos contenidos sobre el mundo natural y sobre la propia ciencia, elegir unos contextos de interés de la vida cotidiana donde ubicarlos, y generar actitudes como el interés hacia la ciencia y su investigación, la reflexión y la toma de decisiones respecto a temas científicos de interés personal y social (Cañas et al., 2009).

Las competencias básicas se solapan e interrelacionan entre sí, pero todas se sustentan en la competencia de “aprender a aprender”, cuya adquisición depende de la aportación de todas las áreas curriculares. Así pues, aunque algunas competencias tienen una relación más estrecha con una u otra disciplina, hay otras que son aplicables en casi todas las situaciones de aprendizaje, como por ejemplo el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la toma de decisiones, la creatividad, etc. (Carretero y Fuentes, 2010; Escamilla, 2009).

En cuanto a la formación de maestros y maestras de E. Primaria, somos conscientes de que la enumeración de todas las competencias a conseguir sería excesiva, pero sí queremos citar cuatro que dan significado a la asignatura de “Ciencias de la Naturaleza y su didáctica” (Propuesta de Grado: Educación Primaria. Universidad del País Vasco. Documento oficial aprobado por la ANECA, marzo 2010), en la que encuadramos nuestro estudio:

- Valorar las ciencias como un hecho cultural.
- Reconocer la mutua influencia entre ciencia, sociedad y desarrollo tecnológico, así como las conductas ciudadanas pertinentes, para procurar un futuro sostenible.
- Completar el aprendizaje de los principios básicos y las leyes fundamentales de las ciencias experimentales en base al planteamiento y resolución de problemas asociados a la vida cotidiana.
- Diseñar, desarrollar y evaluar contenidos del currículo de ciencias mediante recursos didácticos apropiados para promover la adquisición de competencias básicas en el alumnado de Educación Primaria.

Teniendo en cuenta estas competencias generales, a continuación concretaremos las capacidades que pretendemos desarrollar con los futuros maestros y maestras de E. Primaria mediante la unidad didáctica elegida “Fuerzas en acción”:

| Capacidades a adquirir (Que sean capaces de...) | Dificultades que se pueden presentar |
|---|--|
| 1. Valorar la necesidad de que la visita al museo de ciencia vaya unida al currículum para que haya mayor aprendizaje. | Las visitas que recuerdan no estaban bien diseñadas. No son conscientes del aprendizaje conseguido durante la visita. |
| 2. Analizar de forma crítica materiales fundamentados didácticamente para realizar una visita al museo de ciencias, y adaptarlos al aula de Primaria. | No conocen materiales diseñados para las visitas a museos de ciencias, ni las características que deben tener. No están motivados para analizar materiales. |
| 3. Describir e interpretar científicamente fenómenos en los que intervienen fuerzas. | Errores conceptuales - fuerza = esfuerzo y/o propiedad de los objetos - fuerza = causa del movimiento |
| 4. Aplicar los conocimientos científicos adquiridos a la explicación de situaciones cotidianas. | Dificultades en procedimientos propios de la actividad científica y su forma de razonar. |
| 5. Diseñar experimentos, interpretar pruebas científicas, y elaborar y comunicar conclusiones, mejorando la actitud hacia la ciencia y el trabajo científico. | Confusión entre evidencias e interpretaciones. No valoran la emisión de hipótesis. |

Tabla 5.1. Competencias y dificultades de aprendizaje de la UD “Fuerzas en acción”.

Al tiempo que hemos enumerado las competencias que pretendemos trabajar, hemos pensado sobre los problemas o dificultades que podemos encontrar en cada caso, para de esta forma poder ir concretando los contenidos de aprendizaje, es decir cuáles serán las competencias específicas que tendrán que dominar, ejercer y conocer los futuros maestros y maestras para ser capaces de actuar competentemente (Zabala y Arnau, 2007), competencias específicas que deberán incluir los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales seleccionados.

Las competencias no son directamente evaluables ya que la adquisición de una competencia está íntimamente asociada a la adquisición de una serie de conocimientos, habilidades, actitudes, etc. así pues, conviene especificar unos indicadores de aprendizaje o de evaluación que son las tareas u operaciones concretas que se espera que el alumnado sea capaz de desarrollar. He aquí los indicadores seleccionados:

| Indicadores de aprendizaje | Compet. |
|---|----------------|
| 1. Valorar de forma positiva la visita a un museo de ciencia | C1 |
| 2. Incluir la visita al museo entre los recursos didácticos para un mejor aprendizaje de las ciencias | C1 |
| 3. Valorar la preparación de la visita (incluidas las actividades posteriores) como herramienta indispensable para que dicho aprendizaje sea significativo | C1, C2 |
| 4. Utilizar materiales didácticos (relacionados con las fuerzas y las máquinas simples) adaptados al aula de primaria que incluyan una visita al museo de ciencia | C2 |
| 5. Comprender el concepto de fuerza, que sirve para caracterizar la interacción entre dos cuerpos y aplicarlo a la descripción de situaciones cotidianas. | C3, C4 |
| 6. Identificar fuerzas de contacto y fuerzas a distancia, así como los efectos de las fuerzas: <ul style="list-style-type: none"> ○ ejercen tracción o empuje entre cuerpos ○ producen cambios en el movimiento de los cuerpos. | C3, C4 |
| 7. Reconocer que la fuerza es una magnitud y por tanto es una propiedad que se puede medir, y comprender la relación entre la fuerza realizada y la elongación del muelle utilizado para la medición | C3, C5 |
| 8. Representar las fuerzas mediante vectores y definir correctamente su punto de aplicación, dirección y sentido | C3 |
| 9. Identificar el peso de los cuerpos como la fuerza de atracción a distancia que existe entre la tierra y los cuerpos | C4 |
| 10. Utilizar razonamientos y procedimientos propios del trabajo científico como emitir hipótesis, seleccionar variables, contrastar los datos experimentales con las hipótesis y establecer conclusiones. | C5 |
| 11. Utilizar e identificar algunas de las características de la ciencia (dinámica, experimental, influida por los movimientos sociales,...) | C5 |
| 12. Lograr una actitud más positiva hacia la ciencia y la tecnología. | C5, C1 |

Tabla 5.2. Indicadores de aprendizaje para la UD, en relación con las capacidades que contribuyen a desarrollar

5.1.2. Organización de contenidos y elaboración de un programa-guía de actividades centrado en “las fuerzas” y en la visita al KutxaEspacio (H.2.2.)

La unidad didáctica que vamos a diseñar constituirá la guía de trabajo que oriente el proceso de enseñanza-aprendizaje durante un período preciso. El diseño estará de acuerdo con la fundamentación epistemológica y didáctica del enfoque basado en *la enseñanza como desarrollo de investigaciones orientadas*, ya presentado en otros trabajos (Furió, 2001; Guisasola et al., 2007b; Martínez-Torregrosa et al., 2005), y que es coherente con los resultados de la investigación en enseñanza de las ciencias.

El énfasis de este enfoque es dirigir a los estudiantes a una posición donde la secuencia de actividades tiene que tener sentido para ellos y debe guiarles en el uso de sus propios procedimientos de trabajo hasta conseguir familiarizarles con los argumentos científicos. Así pues, la propuesta gira en torno al profesorado que usa las características del trabajo científico ya mencionadas y las pone en práctica en el aula. No sirve presentarse ante los estudiantes con una serie de reglas para ser usadas como un algoritmo sino que, al contrario, en la medida en que los estudiantes se involucran en este tipo de práctica, van desarrollando una forma de pensar que se aproxima a cómo la comunidad científica trabaja actualmente y pueden aplicarlo a diferentes contextos para analizar situaciones y tomar decisiones personales y sociales relacionadas con la ciencia (Gil-Pérez et al., 2002).

En esta propuesta distinguimos 3 fases, las cuales vamos a desarrollar a continuación para poderlas aplicar en el aula (Furió, Azcona y Guisasola, 2006).

En un primer período desarrollamos actividades de enseñanza-aprendizaje que asignan a los estudiantes un problema general con referencias socio-culturales. Estas actividades tienen un objetivo doble: intentan hacer que el problema sea interesante para los estudiantes, de forma que se impliquen en su resolución, y además les hace conscientes de los objetivos propuestos para que así el proceso de enseñanza-aprendizaje tenga más sentido para ellos y puedan construir o acomodar el nuevo conocimiento de forma comprensible. Estas actividades iniciales guían a los estudiantes para que puedan hacer una aproximación cualitativa y puedan tomar decisiones dirigidas a concretar el problema; al mismo tiempo explicitan sus concepciones y definen los objetivos específicos. De esta forma, los nuevos conceptos, leyes y teorías que se introduzcan responderán a dichos objetivos, y su construcción y aceptación estarán basadas en su utilidad para conseguirlos.

En esta primera fase, el aspecto de investigación dirigida que se trabaja es el hecho de que el proceso de enseñanza-aprendizaje no parte de un esquema teórico, como usualmente ocurre en los libros de texto, sino de una propuesta de situaciones problemáticas que son interesantes de resolver por sus implicaciones tecno-científicas. Hay que señalar que esta serie de actividades iniciales sirve también de transición entre el problema general relacionado con la vida cotidiana y un nivel específico más cualitativo que define los objetivos a cumplir; además, estas actividades tienen que familiarizar a los estudiantes con los experimentos y fenómenos naturales que pretendemos trabajar así como con los contextos en los que se desarrollará dicho trabajo.

Esta aproximación cualitativa a los objetivos de la investigación indica que los estudiantes pueden explicar sus propias concepciones y analizarlas de forma crítica con referencia al problema específico a resolver. En este punto, el profesor tiene que tener en cuenta las ideas alternativas de los estudiantes y prever las posibles dificultades que pueden aparecer mientras se construye la teoría científica. Al diseñar las actividades no se busca un conflicto cognitivo de las ideas sino que los estudiantes discutan y analicen la viabilidad de sus concepciones, para que puedan ser más útiles. Deberán ser los propios alumnos quienes detecten sus errores y regulen su acción, es decir, se autorregulen, ya que sólo así se conseguirá que aprendan a ser autónomos o, dicho de otra forma, que aprendan a aprender (Pujol, 2003; Sanmartí et al., 2006). Desde el punto de vista de la evaluación formadora se dice que el profesorado no “corrige” sino que detecta errores, pero sólo los puede corregir el propio alumno, con la ayuda de los demás (compañeros, profesor...), ideas que coinciden en muchos puntos con la línea de trabajo sobre metacognición y aprendizaje propugnada por diferentes investigadores en didáctica de las ciencias (Osborne y Freyberg, 1991).

Por esta razón, la clase se organiza en pequeños grupos que trabajan como equipos de investigación, guiados por el profesor. Esta estructura organizativa hace más fáciles los procesos de razonamiento ya que las ideas se discuten entre iguales y con el profesor. Ahora bien, los grupos de estudiantes no trabajan de forma autónoma sino que tienen que ser guiados sobre cómo usar los procedimientos de trabajo científico, sobre las diferentes fuentes de información, etc. Tiene que haber un equilibrio entre la libertad que los estudiantes necesitan para expresar sus ideas y la orientación necesaria para que progresen en su proceso de construcción y/o acomodación de conocimientos de forma que ellos mismos los puedan comprender.

Esta propuesta no pretende que los estudiantes construyan por su cuenta el conocimiento que la comunidad científica ha tardado tanto en descubrir y explicar. Es mejor ponerles en una situación en la que, ayudados por el profesor, puedan familiarizarse con el trabajo científico y sus resultados, proporcionándoles problemas conocidos que han sido previamente planeados por el profesor.

En la segunda fase se diseñan actividades para que los estudiantes puedan abordar los problemas desde una perspectiva científica. Esta es una fase compleja que implica la búsqueda y el análisis de informaciones, la lectura crítica de documentos –lectura como proceso activo de construcción de significados (Marbá et al., 2009)-, la realización de experimentos -diseñados con criterios adecuados para producir hipótesis mediante la imaginación y la creatividad- y la propuesta de posibles estrategias de resolución de los problemas. Estas actividades están basadas en dos aspectos fundamentales:

1. las actividades se deben enmarcar dentro de un determinado contexto teórico para que se puedan usar para construir un cuerpo de conocimientos consistente.
2. las actividades deben requerir que los estudiantes usen acciones intelectuales basadas en procesos que pertenezcan a lo que Vygotsky llamaba “zona de desarrollo próximo”. Vygotsky (1989) define el nivel evolutivo potencial como el resultado de los procesos evolutivos cognitivos que se encuentran en los procesos de maduración, y que un individuo puede desarrollar mediante acciones operativas e intelectuales guiadas por un experto o en colaboración con compañeros más capaces, es decir, es la zona a la cual el aprendiz puede acceder si es guiado adecuadamente.

En este segundo nivel de trabajo, las actividades involucrarán a los estudiantes en el análisis funcional de las variables que consideren que intervienen en la resolución del problema, así como en la emisión de hipótesis, la búsqueda de información complementaria y en el diseño de experimentos que establezcan evidencias empíricas sobre cómo trabaja la teoría explicativa. Las actividades dirigidas al análisis de resultados pueden también llevar a conflicto entre las diferentes posiciones explicativas, por lo que la secuencia debe guiar a los estudiantes para decidir sobre el marco explicativo correcto y, en caso necesario, el profesorado puede mediar introduciendo los nuevos conceptos requeridos. Cuando esta fase termina, se espera que haya un marco explicativo consensuado en la clase, cuyos elementos esenciales coincidan con los objetivos curriculares. Es razonable suponer que la teoría

explicativa consensuada en la clase contendrá elementos de las explicaciones previas, que habrán sido reformulados y adaptados a la nueva teoría, y es importante que todos los alumnos y alumnas tomen conciencia de los cambios producidos en sus propios esquemas cognitivos.

En este punto debemos indicar que algunas de las actividades deberán incidir en la construcción de justificaciones a partir de los datos o evidencias, ya que durante todo el curso se debe trabajar con el alumnado la competencia argumentativa que favorecerá la construcción de explicaciones científicas. Según indican los resultados de esta línea de investigación (Bravo y Jiménez Aleixandre, 2010; Solbes et al., 2010), el alumnado tiene un nivel bajo de competencia argumentativa, tanto oral como escrita, y su potenciación implicará una mejora importante en la fundamentación de sus razones utilizando los conocimientos aprendidos en las clases de ciencias.

En la tercera fase, las actividades de aula se diseñan para que los estudiantes usen sus nuevos conocimientos en diferentes situaciones. Los problemas se presentan con una orientación CTSA que hace que los estudiantes puedan aplicar los nuevos conocimientos a otras situaciones cotidianas, reforzando el interés de las tareas. También se concede importancia a las situaciones que permiten analizar el rango de validez y las limitaciones del marco explicativo consensuado; la resolución de estas situaciones dará lugar a nuevas preguntas que conducirán a la construcción de marcos explicativos más complejos y generales, al tiempo que servirán para (auto)evaluar las competencias inicialmente seleccionadas (Guisasola y Santos, 2009). Finalmente, por la especificidad de la titulación de nuestro alumnado, algunas actividades tendrán un enfoque decididamente didáctico ya que los conocimientos trabajados deberán posibilitar la adaptación al aula de primaria y no siempre es sencillo realizar transposiciones didácticas adecuadas.

Ahora bien, esta unidad didáctica tendrá la particularidad de que uno de sus objetivos principales es servir de puente entre el currículum formal de ciencias y la visita al museo. Desde este punto de vista, resumiremos ahora otras características que también deberá tener esta unidad de aprendizaje (DeWitt y Osborne, 2007; Griffin y Symington, 1997):

- integrar la visita al museo en la unidad de aprendizaje de aula, mediante el diseño de actividades relevantes y relacionadas con las vivencias del alumnado.

- usar un modelo centrado en el aprendiz, en el que los estudiantes busquen las respuestas a sus propias preguntas más que a las preguntas del profesorado, de forma que refuercen sus propias habilidades de investigación.
- animar a los estudiantes a conseguir nuevas preguntas en el museo, es decir, usar la visita para estimular el interés y buscar nuevas informaciones que sirvan para contrastar sus ideas y las de sus compañeros/as.
- desarrollar estilos de aprendizaje y estrategias que reconozcan la importancia de la interacción social así como la necesidad de los estudiantes de adaptarse a este contexto de aprendizaje tan diferente del aula.

Atendiendo a todas estas recomendaciones, el programa de actividades deberá inspirarse en el trabajo científico, en el que leer un texto o escuchar al profesorado no responde a la recepción de un conocimiento ya elaborado, sino que aparecerá asociado a una búsqueda bibliográfica para fundamentar una hipótesis, a la comprobación de unos resultados, etc. Coincidimos con Mortimer (2000) en que no hay oposición entre transmitir y construir el conocimiento en clase, sino que pueden ser aspectos complementarios siempre y cuando exista un discurso dialógico y persuasivo, pero no autoritario. De igual forma, se recurrirá al trabajo experimental cuando la situación lo requiera –no únicamente para comprobar la información teórica- y para ello se deberá diseñar la experiencia, sea una actividad de aula o la propia visita al museo, realizarla e interpretarla dando origen a nuevas actividades (Nieda y Macedo, 1998). Así mismo se elaborarán conclusiones o informes escritos, ya que si bien la comunicación oral es muy importante para intercambiar información, comparar resultados y llegar a conclusiones, la escritura es una parte esencial del proceso de aprendizaje ya que exige reflexión, selección y síntesis de contenidos, etc. (Márquez y Prat, 2010).

Aunque en el capítulo siguiente presentaremos la unidad didáctica diseñada, explicitando y justificando todas las actividades, podemos decir que éstas son de diferentes tipos (explicitación de ideas, descripción y análisis de situaciones, experiencias, refuerzo, etc.) y giran en torno a la visita al KutxaEspacio de la Ciencia, por lo que cobra especial importancia su secuenciación: actividades previas a la visita y actividades posteriores.

Así pues, el diseño del programa de actividades tratará de concretar la secuencia de problemas que hemos mencionado en el apartado anterior, y que se explicitan a continuación en la tabla 5.3. En la 1ª columna se exponen los problemas elegidos, que además de constituir el eje central de la unidad, orientarán a los estudiantes respecto a los objetivos que se persiguen en cada apartado. En la 2ª columna se hace énfasis en las aproximaciones empíricas y procedimentales a trabajar, que constituyen los aspectos fundamentales en la (re)construcción de conocimientos científicos por los estudiantes y, finalmente, la 3ª columna se centra en los aspectos axiológicos y conceptuales, útiles para valorar y explicar con los conceptos y leyes físicas los fenómenos y situaciones estudiados.

| Selección de problemas | Procedimientos a trabajar con los estudiantes | Modelos y explicaciones a comprender |
|---|--|--|
| ¿Qué son las fuerzas? | Análisis e identificación de fuerzas actuando de diferentes formas sobre algunos objetos. Construcción a título de hipótesis de un modelo de fuerza. | Concepto de fuerza como interacción entre dos o más objetos |
| ¿Qué efectos producen las fuerzas? | Realización de experiencias y obtención de resultados (en clase y en el museo de ciencia). | Las fuerzas producen deformaciones y cambios en el movimiento |
| ¿Cómo se miden las fuerzas y cómo se representan? | Puesta a prueba del modelo. Diseño de experimentos en los que intervienen fuerzas. Medición usando dinamómetros. Representación gráfica. Análisis de materiales de E. Primaria. | Las fuerzas son magnitudes que pueden medirse de forma indirecta. Representación vectorial. Diseño experimental. |
| ¿Qué tipo de fuerza es el peso? ¿Qué medimos con una balanza? | Diseñar experiencias. Elegir y usar el equipamiento correcto. Proponer hipótesis antes de comenzar a trabajar. Identificar explicaciones científicas para diferentes resultados. Hacer predicciones y sacar conclusiones. | Masa es la cantidad de materia. La balanza mide el peso de los objetos. Concepto de gravedad y gravedad “cero”. |
| ¿Para qué sirven las máquinas simples? | Búsqueda de información. Análisis de materiales de E. Primaria. Realización de experiencias (en clase y en el museo de ciencia) | Fundamentos científicos del funcionamiento de algunas máquinas simples. Utilización social. |

| | | |
|--|---|---|
| ¿Cómo integrar una visita al Kutxaespacio en la UD de Fuerzas? | Trabajar una visita al Kutxaespacio atendiendo al modelo de “visitas centradas en el aprendizaje” | Importancia de la preparación de la visita para mejorar el aprendizaje de los estudiantes |
| ¿Qué se aprende en la visita al Kutxaespacio? | Analizar la visita realizada en relación con el modelo ‘visita centrada en el aprendizaje’ | Principales características del modelo “visitas centradas en el aprendizaje”. |

Tabla 5.3. Problemas didácticos elegidos en la secuencia de enseñanza para el estudio de las fuerzas. (Introducción significativa del concepto de fuerza y sus aplicaciones en contextos sociales cotidianos)

Cuando el profesorado de educación primaria en formación comienza sus estudios universitarios, lo hace con unos conocimientos, valores, creencias y actitudes sobre la ciencia, la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, etc. fruto de sus años previos de escolaridad. Durante su etapa de formación inicial, tiene que aprender una serie de conocimientos que incluyen la componente académica (conocimientos sobre las materias de curriculum, conocimientos psicopedagógicos, conocimientos de didácticas específicas) y la componente profesional (implicación y reflexión personal sobre la práctica de la enseñanza de las materias en un contexto escolar) (Mellado, 1996).

En el caso concreto de nuestra unidad didáctica, si bien los futuros profesores y profesoras de E. Primaria tendrán que tener sólidos conocimientos de otros temas de ciencias (englobados en el área del Conocimiento del Medio), tanto en su estructura interna como en su fundamentación, los aspectos conceptuales implicados serán los relacionados con el “modelo de fuerza” y sus aplicaciones, como ya hemos dicho.

Pero además, la Didáctica de las Ciencias ha reconocido que la formación en la filosofía e historia de la ciencia debe ser uno de los componentes fundamentales de la alfabetización científica general de la población (Abd-El-Khalick y Lederman, 2000). En este ámbito, la importancia del aprendizaje escolar acerca de la naturaleza de la ciencia, así como de su relación con la sociedad y la cultura, se traduce en la necesidad de introducir los contenidos metacientíficos en el currículo de formación inicial del profesorado de ciencias. Por ello, en la selección de contenidos y competencias que hemos realizado se incluyen aspectos de la metodología científica como la importancia de las hipótesis y los experimentos (ver tabla 5.1.).

Por otra parte, los profesores en formación tendrán que conocer los aspectos de didáctica de las ciencias más relevantes para su nivel de enseñanza: teorías del aprendizaje, ideas de los estudiantes de distintas edades sobre cada tópico específico, estrategias de enseñanza de las ciencias, conocimiento del currículo escolar, los recursos en la clase de ciencias, la evaluación, etc. (Mellado y González, 2000). Entre los contenidos que hemos seleccionado para este estudio incluimos el conocimiento de las ideas previas de los estudiantes sobre el concepto de fuerza, la importancia de relacionar las actividades con situaciones de la vida cotidiana y la preparación de la visita al museo de ciencias como recurso para la enseñanza de las ciencias en la etapa de Educación Primaria.

Finalmente, en lo relativo al desarrollo profesional y desde un marco constructivista se puede concebir la formación inicial como una reestructuración de las creencias, las actitudes y los comportamientos del profesorado sobre la ciencia y la educación científica (evolución didáctica). La investigación ha puesto de relieve la existencia de una epistemología personal docente construida a través de la experiencia durante los años vividos como alumno, que mediatiza las actitudes y los comportamientos que presenta el docente en clase (Furió y Carnicer, 2002). Esta epistemología personal docente puede ser un obstáculo para el cambio didáctico pero también ha de considerarse el punto de partida para nuevas construcciones didácticas.

Por este motivo, la metodología a utilizar en el desarrollo de estas actividades será una metodología activa, basada en el aprendizaje cooperativo y en el modelo de investigación dirigida como ya hemos explicado, que le sirva al alumnado de Magisterio para su futuro profesional. Las posibles adaptaciones de materiales o trasposiciones didácticas para los niveles de primaria proporcionarán a los futuros docentes la posibilidad de trabajar sobre problemas o situaciones vinculadas a su práctica futura, reflexionar sobre las opciones más adecuadas y tomar decisiones poniéndose en la situación del maestro/a, lo que favorecerá la integración de los conocimientos trabajados (Porlán y Martín del Pozo, 2008).

5.1.3. La implementación de esta unidad didáctica con un grupo experimental de estudiantes de Magisterio conseguirá ganancias significativas en el conocimiento de cómo hacer visitas a un museo de ciencias y además, en el conocimiento sobre el concepto de fuerza y sus aplicaciones (H.2.3.)

Una vez diseñada la secuencia de actividades se procederá a su aplicación en el aula. La muestra la componen los alumnos y alumnas de 2º curso de Magisterio, titulación de Educación Primaria, y la unidad queda incluida en la asignatura troncal “Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica”, única asignatura que se ofrece en la titulación para trabajar las ciencias y su didáctica en los niveles de primaria. La docencia se lleva a cabo en sesiones de 90 min. a razón de dos clases semanales, y se utilizarán 6 sesiones para el desarrollo de la unidad “Fuerzas en acción” (incluida la visita al museo).

Tras las sesiones correspondientes pensamos que los conocimientos de los estudiantes, futuros maestros y maestras de primaria, habrán sido modificados consiguiendo ganancias significativas en los ámbitos propuestos. Esta hipótesis se puede concretar en dos consecuencias contrastables, que facilitarán el análisis de los datos de la investigación ya que pueden estudiarse de forma independiente, y que enunciamos a continuación:

- c.1.** Habrá una mejora sustancial en la concepción de cómo realizar visitas a museos de ciencias en relación con el curriculum de primaria.

Puesto que la unidad didáctica diseñada utiliza como recurso didáctico la visita al KutxaEspacio de la Ciencia e incluye actividades para realizar antes y después de la visita, algunas de ellas específicamente dirigidas al diseño de dicha experiencia, parece lógico pensar que los estudiantes adaptarán esta visión a sus esquemas cognitivos e interiorizarán la necesidad de organizar las visitas a museos según este modelo (visita centrada en el aprendizaje).

- c.2.** Se conseguirá una ganancia significativa en el conocimiento del concepto de fuerza contextualizado en el curriculum de primaria.

La secuencia de actividades gira en torno al modelo de fuerza como interacción entre objetos; este modelo debe facilitar al alumnado la interpretación de los fenómenos implicados y ayudarle a desarrollar la capacidad de elaborar predicciones y tomar decisiones (Bonil y Pujol, 2008). Además, algunos de los contenidos procedimentales de la unidad se

relacionan con el análisis de las ideas alternativas de los estudiantes en este tema y de las propuestas de los libros de texto. Por tanto, suponemos que habrá una mejora importante en la comprensión y asimilación del concepto de fuerza.

Vamos a presentar ahora los diseños que se elaboraron para realizar estos análisis y lo que, de acuerdo con la 2ª hipótesis, se esperaba comprobar con cada uno de ellos.

5.2. DISEÑOS EXPERIMENTALES PARA COMPROBAR LAS HIPÓTESIS PARCIALES DERIVADAS DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS

Las consecuencias derivadas de la segunda hipótesis que se han expuesto en el apartado anterior han de ser cuestionadas y puestas a prueba mediante los correspondientes diseños experimentales y en este apartado vamos a presentar y justificar dichos diseños.

Aunque la hipótesis principal incide en la modificación de las concepciones de los futuros maestros y maestras sobre la realización de visitas a un museo de ciencias, habíamos desglosado esta idea en tres hipótesis parciales (pag. 99) que pretenden aplicar las propuestas que hace la investigación sobre visitas escolares a museos de ciencias al caso concreto de una unidad didáctica. En consecuencia, los diseños experimentales para comprobar dichas hipótesis parciales son también de dos tipos:

- el diseño que nos servirá para saber si la unidad didáctica diseñada responde al modelo de enseñanza-aprendizaje elegido.
- el diseño o diseños que destinaremos a comprobar si la implementación de la unidad didáctica ha sido eficaz para modificar las concepciones de los futuros maestros y maestras.

5.2.1. Diseño centrado en la unidad didáctica “Fuerzas en acción”

En el primer caso, para poner a prueba las hipótesis parciales H.2.1. y H.2.2. y comprobar que la UD “Fuerzas en acción” responde al modelo elegido, se propone un hilo conductor de la unidad didáctica basado en las competencias y problemas elegidos (tablas 5.1. y 5.3. en páginas 103 y 110). Como ya se ha comentado con anterioridad, esta estrategia de enseñanza en forma problematizada favorece la construcción de un índice de contenidos conceptuales formado por las siguientes cuestiones:

1. ¿Por qué es importante conocer las fuerzas que actúan en la naturaleza?
2. ¿Qué son las fuerzas?
3. ¿Hay diferentes tipos de fuerzas? ¿Qué efectos producen?
4. ¿Se pueden medir las fuerzas? ¿Cómo?
5. ¿Se pueden representar las fuerzas? ¿Cómo?
6. ¿Qué tipo de magnitud es el peso? ¿Qué medimos con una balanza?
7. ¿El aire ejerce fuerza? ¿Y el agua?
8. ¿Para qué sirven las máquinas simples?
9. ¿Qué se aprende en la escuela y qué se aprende fuera de ella (museos de C.)?
10. ¿Cómo se pueden unir el aprendizaje escolar con el conseguido en los museos de ciencia?

Una vez definido el índice de contenidos conceptuales es necesario explicitar las actividades que se han elaborado y los objetivos de enseñanza que, si bien coinciden básicamente con los problemas planteados en la tabla 5.3., explicitan también la metodología y el contexto de trabajo, ya que hay actividades para realizar en el aula, actividades para realizar en casa y actividades para realizar en la visita al museo de ciencia. Aunque el programa de actividades definitivo y los correspondientes comentarios de su aplicación en el aula se expondrán como primer resultado concreto en el siguiente capítulo, los objetivos de enseñanza de cada apartado de la unidad didáctica y sus correspondientes actividades se incluyen en el siguiente cuadro:

| Objetivos de enseñanza | Actividades |
|---|--|
| <p>Primer apartado</p> <p>-Explicitar ideas sobre el concepto de fuerza, y la importancia de su estudio en E. Primaria.</p> <p>-Analizar el tratamiento de las fuerzas en algunos libros de texto de E. Primaria</p> | <p>Lectura de un texto (individual), lluvia de ideas (en gran grupo), reflexiones y comentarios (grupo pequeño).</p> <p>Análisis de libros de texto diferentes (en grupos); posterior puesta en común.</p> |
| <p>Segundo apartado</p> <p>-Consensuar un modelo de fuerza.</p> <p>-Identificar fuerzas y describir situaciones cotidianas en “términos de fuerzas”.</p> | <p>Búsqueda de información, debate, realización de mapa conceptual (en grupos), puesta en común.</p> <p>Análisis de viñetas y fotos (en grupos); posterior puesta en común.</p> |

| | |
|---|--|
| -Medir y representar fuerzas. -Utilizar procedimientos científicos para diseñar experiencias. | Experiencias y dibujos. Problemas a resolver mediante la emisión de hipótesis y posterior diseño de experimentos. |
| Tercer apartado -Analizar situaciones especiales: gravedad, empuje del agua, concepto de presión (aplicar el modelo a otras situaciones). -Aplicar el modelo de fuerza al funcionamiento de las máquinas simples. | En grupos pequeños responder a las preguntas planteadas, posterior consenso en gran grupo. Experimento y visita al museo. Lectura, debate en pequeño grupo y puesta en común. Visita al centro de ciencia. |
| Cuarto apartado -Preparar la visita al KutxaEspacio. -Diseñar cuestiones para búsqueda de información en el museo. -Analizar materiales didácticos para la visita al museo. -Realizar la visita según el guión previsto -Comunicar los resultados tras la visita al museo, y consensuar las respuestas. | Artículo, vídeo, fotografías y web del museo. Debate y conclusiones. Análisis de módulos del museo y búsqueda de información complementaria (en grupos). Concretar preguntas. Lectura y análisis de documentos. Visita guiada y tiempo libre para obtener datos sobre los módulos elegidos. Explicación (oral y escrita) de resultados, realización de un experimento visto en el museo y posterior puesta en común. |
| Quinto apartado -Adaptar la visita al Kutxaespacio para poderla realizar con alumnado de E. Primaria -Adaptar actividades para la integración de la visita en el currículum | Reflexión sobre la UD en general, y la visita al museo en particular. Debate en pequeño grupo sobre las posibles adaptaciones a realizar. Búsqueda y análisis de actividades adecuadas para el 3º ciclo de E. Primaria |

Tabla 5.4. Actividades propuestas para conseguir los objetivos de enseñanza.

Estos objetivos de aprendizaje responden a las competencias que habíamos seleccionado en la Tabla 5.1. (pag. 103) pero son más fácilmente evaluables, por lo que juntamente con los indicadores de aprendizaje servirán para la evaluación y autorregulación de los aprendizajes conseguidos.

5.2.2. Diseños experimentales que avalen la eficacia de la aplicación del programa de actividades en el grupo experimental.

En relación con la comprobación de la hipótesis parcial H.2.3., que pretendía conseguir ganancias significativas en los conocimientos de un grupo experimental de estudiantes de Magisterio, mediante la implementación de la unidad didáctica “Fuerzas en acción”, habíamos definido dos consecuencias contrastables (c.1. y c.2., pag. 113), las cuales nos posibilitan un mejor acercamiento a los distintos tipos de conocimientos implicados en el estudio, es decir, a los relacionados con la propia visita al museo y a los correspondientes a la concepción de fuerza.

En ambos casos se optó por diseños pretest-postest para poder comprobar las mejoras producidas en los modelos cognitivos y didácticos de los estudiantes y, en consecuencia, la propia validez de la unidad didáctica (Cohen et al., 2007). Además, para validar la consecuencia c.1. se utilizarán también los informes escritos presentados por el alumnado al finalizar la docencia de la UD.

A continuación pasamos a presentar los instrumentos diseñados para contrastar cada una de esas consecuencias, junto con los criterios que se utilizarán para la corrección.

5.2.2.1. Diseño para comprobar la eficacia de la UD respecto a la concepción del alumnado sobre la realización de visitas a museos de ciencias (c.1.)

Es de suponer que los contenidos relacionados con la didáctica de las ciencias serán sin duda los más desconocidos para el alumnado universitario: habrán trabajado ya –en 1º curso– la didáctica general y las principales teorías del aprendizaje, pero las estrategias y recursos para la enseñanza de las ciencias, el conocimiento del currículo escolar en este área, etc. son temas a los que aún no se han enfrentado.

En el caso concreto de las visitas a un museo de ciencias y la forma de diseñarlas, contamos con una aportación muy importante: casi todos los estudiantes han visitado un museo de este tipo en sus años de escolaridad o en jornadas vacacionales (Díaz et al., 2007) y el recuerdo que tengan de dicha visita será el punto de partida para nuestro diseño.

Así pues, elaboramos un cuestionario (Cuestionario 1) con 5 preguntas abiertas dirigido a conocer sus puntos de vista sobre dos aspectos principales: la validez de dichas visitas para el aprendizaje de las ciencias, y las características que debe tener la visita para ser realmente significativa para el alumnado. Este cuestionario se pasó a los estudiantes del grupo experimental antes (pre-test) y después (postest) de la implementación de la unidad didáctica, sin ninguna variación en las preguntas, de forma que los criterios de corrección fueran los mismos en ambos casos.

Cuestionario 1

El interés de la sociedad y de los gobiernos por la Ciencia y la Tecnología es creciente y se pone de manifiesto, entre otros factores, en el número de Centros y Museos de Ciencias que en las dos últimas décadas han ido surgiendo en nuestro entorno. El objetivo de estos Centros y Museos de Ciencias es acercar a la ciudadanía los avances científico-tecnológicos, a la vez que contribuyen a la educación escolar.

Este cuestionario trata de **conocer tu punto de vista** sobre el interés y la utilidad de estos museos para la enseñanza de las ciencias en la escuela. Te pedimos que lo leas con atención y nos des tu opinión.

Muchas gracias.

P1. ¿Te parecen útiles las visitas escolares a Centros y Museos de Ciencia y Tecnología?, ¿en una escala de 0 a 10 qué valor les darías? Justifica tu puntuación indicando qué aspectos has tenido en cuenta al hacer la valoración.

P2. ¿Crees necesario que durante la Educación Primaria se programe una visita obligatoria a un Centro/Museo de Ciencia dentro de cada curso escolar? ¿Por qué?

P3. En tu opinión ¿qué ventajas e inconvenientes presenta una visita a un Museo de Ciencia dentro del programa escolar?

P4. ¿Qué condiciones y/o características crees que debería reunir una visita escolar a un Centro/Museo de Ciencia para ser provechosa para el alumnado de E. Primaria?

P5. Enumera los Centros/Museos de Ciencia/Tecnología que conoces, indicando si los has visitado o no, y en caso positivo escribe tu opinión sobre dicho centro y sobre la visita.

Como se puede observar, con estas 5 preguntas pretendemos conocer las opiniones y concepciones de los futuros maestros y maestras, ya que para elaborar las respuestas deberán utilizar razonamientos y justificaciones basados en sus conocimientos sobre la utilización didáctica de este contexto no formal y en sus propias experiencias escolares. Este tipo de

cuestión nos pareció el más adecuado para indagar en las propias vivencias de los estudiantes y, en base a las ideas obtenidas, poder categorizar sus respuestas. Además, las preguntas abiertas posibilitan que pretest y postest sean iguales ya que, aunque recuerden la pregunta al realizar el cuestionario por segunda vez, seguramente utilizarán diferentes argumentos y justificaciones para responderla (Cohen et al., 2007).

Las dos primeras preguntas tratan de conocer la valoración que hacen los estudiantes de este tipo de centros y si consideran que la visita debe formar parte de la programación escolar. En este caso pretendemos que ellos mismos diferencien las visitas con objetivos exclusivamente lúdicos de las que forman parte del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Se han diseñado dos preguntas con un objetivo similar para obtener respuestas complementarias que nos indiquen la concepción real del alumnado en el aspecto concreto a indagar.

Las cuestiones 3 y 4 se centran en las características que debería tener la visita para ser considerada un recurso de aprendizaje, por tanto una de las finalidades es que ellos mismos reflexionen sobre la necesidad de integrar la visita en el currículum concreto del aula mediante actividades complementarias y materiales didácticos; la otra finalidad es que consideren la importancia de una adecuada preparación y/o formación del profesorado para poder llevar a cabo dicha integración.

La 5ª cuestión está encaminada a conocer -en el caso del pre-test- si las respuestas están influenciadas por alguna visita previa a un centro de ciencia, o si por el contrario responden sin conocer un museo de estas características. Además, se obtendrán sus opiniones sobre lo que recuerden de dichas visitas.

Los criterios de valoración de las respuestas están relacionados con las competencias y los indicadores de aprendizaje que hemos enumerado en la tabla 5.2., en concreto con los indicadores i1, i2, i3 e i4, y las competencias C1 y C2 (pag. 104).

Como nos interesa conocer la mejora o evolución producida por la UD en las concepciones del alumnado sobre las visitas a un museo de ciencias, compararemos las ideas detectadas en la primera aplicación del cuestionario (pretest) con las obtenidas en la segunda aplicación (postest), es decir, después de categorizar las respuestas realizaremos una comparación entre categorías y expresaremos las frecuencias en ambas aplicaciones (f1 y f2 en cada ítem). Es de esperar que “f2 post” > “f1 pre” en las respuestas más cercanas al

modelo “Visitas Centradas en el Aprendizaje”, y que ocurra lo contrario en las respuestas más alejadas del modelo, lo que implicará que ha habido una mejora tras la instrucción que mediremos mediante un índice de ganancia estadístico (índice de ganancia de Hake,1998).

5.2.2.2. Diseño para comprobar la eficacia de la UD respecto a la forma de relacionar la práctica escolar con la visita al museo de ciencia

Cuando hemos reflexionado acerca de las competencias que debe adquirir un maestro o maestra hemos visto la importancia que tienen las relacionadas con los aspectos didácticos, es decir, que pasen “del saber” al “saber hacer” de forma que sean capaces de transferir los conocimientos adquiridos durante la formación inicial a la resolución de problemas profesionales reales.

En el caso concreto de la UD que vamos a utilizar para que los futuros maestros de Primaria consigan mejorar sus concepciones acerca de la preparación de la visita al museo de ciencia, los conocimientos trabajados durante el tiempo que dediquemos a este tema deberán ser adaptados al aula de primaria y, como sabemos, no siempre es sencillo realizar transposiciones didácticas adecuadas. Por esta razón, algunas de las actividades estarán dedicadas a analizar materiales adecuados al tercer ciclo de primaria, a hacer propuestas de mejora sobre los mismos, realizar adaptaciones de los propios materiales utilizados en nuestra UD, etc. de forma que al finalizar la docencia sean más competentes para diseñar una secuencia de actividades sencilla, que incluya una visita al KutxaEspacio de la Ciencia.

Es necesario por tanto, contar con un diseño que nos sirva para valorar las secuencias elaboradas por nuestros estudiantes al finalizar la implementación de la UD, de modo que se pueda realizar una valoración objetiva de las mismas y que los resultados sean complementarios a los conseguidos mediante el Cuestionario 1 del apartado anterior. Para ello diseñamos el estadillo que presentamos a continuación:

ESTADILLO PARA VALORAR LAS SECUENCIAS DIDÁCTICAS ELABORADAS POR EL ALUMNADO DE MAGISTERIO

| Aspectos a valorar | SI / NO | Tipo de actividad |
|--|----------------|--------------------------|
| Explicitan los objetivos de la visita al museo | | |

| | | |
|--|--|--|
| Los objetivos son educativos además de lúdicos | | |
| Presentan una selección de módulos del museo en relación con el tema | | |
| Incluyen actividades previas a la visita en relación con el tema | | |
| Proponen actividades semi-dirigidas para realizar en el museo | | |
| Incluyen actividades posteriores a la visita en relación con el tema | | |
| Presentan algún material para dichas actividades | | |

Los criterios seleccionados para realizar el análisis de los informes presentados por el alumnado se corresponden con la presencia explícita de los objetivos, actividades, materiales, etc. que deben acompañar a la programación de la visita al museo de ciencia. Además, será importante conocer los tipos de actividades que proponen en cada uno de los apartados. De esta forma estaremos evaluando los indicadores i2, i3 e i4 que se relacionan directamente con las competencias C1 y C2 (pag. 104), mediante las cuales pretendíamos conseguir una concepción sobre la preparación de visitas a museos de ciencia más adecuada a la propuesta por la investigación en el área. Si las secuencias diseñadas por los estudiantes de Magisterio cumplen con las recomendaciones de la investigación, estaremos en condiciones de ratificar la 3ª hipótesis parcial planteada en nuestro estudio (H.2.3.), de forma que los resultados obtenidos mediante este diseño serán complementarios con los del apartado anterior.

5.2.2.3. Diseño para comprobar la eficacia de la implementación de la UD respecto al concepto de “fuerza” (c.2.)

Como ya hemos explicado con anterioridad, en esta parte del estudio elegimos el tema de “las fuerzas”, y más concretamente el concepto de “interacción”, debido a que consideramos que es fundamental para construir otros contenidos científicos; además, es un término muy utilizado en la vida cotidiana pero con un significado ambiguo, bastante diferente del aceptado por la comunidad científica, y esta puede ser una de las razones de la dificultad que presenta su aprendizaje (Jiménez-Aleixandre, 1999).

Existen numerosas investigaciones (Driver et al., 1989; Duit, 2003) que indican que en general, el alumnado no comprende estos conceptos ya que durante la enseñanza elemental y media, cuando se introducen las nociones fundamentales, es frecuente no realizar una definición y diferenciación detenida de los conceptos, lo que conduce a una formación confusa de los mismos.

El profesorado de los niveles obligatorios, acuciado por la amplitud de los programas y repitiendo en muchos casos el tipo de enseñanza recibida, no dedica el tiempo necesario para aclarar los significados de las ideas básicas, limitando su enseñanza a la memorización de fórmulas y la aplicación mecánica de las mismas en cierto número de ejemplos tipo. En el caso del concepto “fuerza”, las actividades que suelen realizarse casi exclusivamente son ejercicios de composición de fuerzas o cálculos en los que se aplica la segunda ley de Newton, pero se dedica poco tiempo a actividades cualitativas para analizar las fuerzas presentes en diferentes situaciones o a diferenciar el término de otros como “energía”, “presión”, etc. (Carrascosa y Gil, 1992; Heywood y Parker, 2001).

En el caso de los estudiantes de Magisterio, se añade una variable más a todas estas: una gran parte de este alumnado no ha realizado el Bachillerato científico sino que proceden de ciclos humanísticos e incluso artísticos, lo que nos lleva a pensar que la diversidad de concepciones sobre “las fuerzas” antes de la instrucción será amplia.

En resumen, en esta parte del estudio intentamos responder a los siguientes interrogantes: ¿Cuáles son las interpretaciones que los estudiantes de 2º curso de Magisterio realizan de los procesos de interacción entre dos o más cuerpos? ¿Utilizan el concepto de fuerza para describir dichas interacciones? ¿Qué diferencias se aprecian en las respuestas antes y después del desarrollo de la unidad didáctica “Fuerzas en acción”?

Para responder a estas preguntas se diseñó un cuestionario con cinco preguntas (Cuestionario 2) que nuevamente ponen el énfasis en las explicaciones de los estudiantes, con el objetivo de poder analizar cualquier línea de razonamiento inesperada cuando explican fenómenos de interacción entre dos cuerpos en situaciones de la vida cotidiana. Este cuestionario había sido utilizado como prueba piloto en el curso 2007/08 y, además de su utilidad para conseguir unos resultados iniciales sobre los que diseñar la unidad didáctica, nos sirvió también para valorar la coherencia del cuestionario como instrumento de toma de datos (Morentin y Guisasola, 2008).

Al igual que hemos explicado en el apartado anterior, este cuestionario se utilizó como pretest y como postest con muy pequeñas variaciones.

CUESTIONARIO 2

P.1.- ¿Te gustan los temas de ciencias? Si/No

Ordena los siguientes temas según tus preferencias:

- el sistema solar y la Tierra
- el agua: características y el ciclo del agua
- características y funciones de los seres vivos
- fuerzas y máquinas simples
- importancia y utilización de los minerales
- el ser humano: funciones principales

P.2.- ¿Consideras interesante estudiar las fuerzas que actúan en la Naturaleza?
¿Por qué?

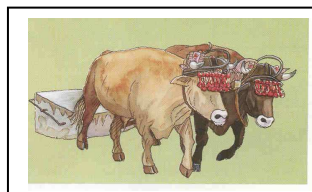
P.3.- ¿Qué son las fuerzas? ¿Cómo se lo explicarías a un amigo/a?

P.4.- ¿Cuáles son los efectos que producen las fuerzas?

P.5.- Describe las siguientes situaciones utilizando el término "fuerza"



a



b



c



d



e



f

La primera pregunta se centra en las preferencias de los estudiantes ante diferentes temas de ciencias, ya que no todos han estudiado asignaturas de ciencias en su opción de Bachillerato y además, sabemos que los temas más cercanos a la física son los que menos conectan con el alumnado en general (Pozo y Gómez Crespo, 1998) e incluso que esta actitud es aún más negativa en las chicas. Posteriormente, la segunda cuestión pretende conocer la importancia que le conceden al tema, lo que nos dará una referencia del interés con el que inicialmente abordarán su estudio y si esta actitud mejoró tras la implementación de la unidad didáctica.

Las dos cuestiones siguientes, cuestiones 3 y 4, hacen referencia al significado del concepto de fuerza y a las consecuencias de la aplicación de fuerzas. A diferencia de la vida cotidiana, donde el concepto de fuerza tiene un significado polisémico, en ciencia es un concepto bien definido que sirve para expresar la interacción entre dos o más cuerpos. Así mismo, las consecuencias de la acción de fuerzas se describen en ciencia en dos categorías: deformar los objetos y cambiar el estado del movimiento (Heywood y Parker, 2001), pero son bien conocidas por los investigadores en didáctica de las ciencias las relaciones erróneas que establecen los estudiantes entre fuerza y velocidad (Carrascosa, 2005; Driver et al., 1989; Hierrezuelo y Montero, 1988). Igual que en los casos anteriores, pretendemos que se produzca una mejora significativa tras el tratamiento didáctico del tema, si bien somos conscientes de la dificultad de erradicar estas concepciones.

Finalmente, en la cuestión 5 se presentan unas viñetas con diferentes situaciones en las que intervienen interacciones conocidas: en unas aparecen fuerzas de contacto (a, b, c, f) y otras se pueden describir mediante fuerzas de acción a distancia (d, e). Además, en unos casos las consecuencias o efectos de la interacción son perceptibles a nivel macroscópico (a, b, d, e) y en otras no (c, f). Se pretende que el alumnado explique la situación utilizando una terminología sencilla –la misma que podría utilizar con estudiantes de primaria– en la que se incluya la palabra “fuerza” y no “interacción”, lo que nos indicará si su concepción es adecuada o no, y si aporta otros datos para caracterizarla (quién la realiza, punto de aplicación, efecto, etc.).

Aunque las viñetas presentadas representan situaciones sencillas de la vida cotidiana, podrían interpretarse en relación a la fuerza resultante que actúa sobre el elemento principal, pero nuestro objetivo era simplemente que el dibujo provocara en el alumnado una “representación” de la situación en términos de fuerzas; por ello, previamente a la realización

del cuestionario se explicará al alumnado el objetivo de la cuestión, y se aportarán especificaciones complementarias en el caso de que algún estudiante las necesite.

Los criterios de corrección se corresponden con las competencias y los indicadores de aprendizaje de la tabla 5.2., en concreto con los indicadores i5, i6, i7, i8, i9 e i12, y las competencias C3, C4 y C5 (pag. 104). Ahora bien, en el caso de la última cuestión y para que no memorizaran las situaciones presentes en las viñetas, se cambiaron algunos de los dibujos para el postest, manteniendo las características de la acción presentada (mismo tipo de fuerza y efectos similares) de forma que respondieran a los mismos criterios e indicadores.

Al igual que ocurría con la primera consecuencia de esta 2ª hipótesis, nos interesa comprobar que ha habido mejoras significativas tras la implementación de la unidad “Fuerzas en acción”. Por tanto, realizaremos un análisis similar de los pretest y los postest, comparando las frecuencias con las que aparecen ciertas respuestas; igualmente, esperamos que las $f_2 > f_1$ en las respuestas más cercanas al modelo científico de fuerza, y que ocurra lo contrario en las respuestas más alejadas del modelo, de forma que el índice de ganancia estadístico nos indique la eficacia de la unidad didáctica y su aplicación.

5.3. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LOS DISEÑOS PROPUESTOS.

En primer lugar hemos presentado el diseño centrado en la unidad didáctica “Fuerzas en acción”, y la metodología que utilizaremos para saber que dicha UD constituye una posibilidad válida para mejorar los conocimientos del alumnado será comprobar que las actividades planteadas responden adecuadamente a los indicadores de enseñanza/ aprendizaje que se habían seleccionado, así como a las competencias que se pretendían trabajar.

En segundo lugar se han presentado los diseños experimentales propuestos para avalar la eficacia de la instrucción de los estudiantes, cuestionarios diseñados específicamente para conocer las concepciones del alumnado en cada uno de los aspectos investigados, y que habían sido previamente utilizados en estudios piloto para probar su validez. Estos cuestionarios se utilizaron en un diseño pre y postest al trabajar la UD, por lo que son útiles para comprobar si realmente se produce una mejora en los conocimientos de los estudiantes y, en caso afirmativo, nos permitirán concluir a su vez que la unidad didáctica que hemos diseñado ha cumplido su objetivo.

En las investigaciones educativas es importante reducir los efectos que produce en los participantes el saber que forman parte de un grupo experimental (Cohen et al., 2007). Por este motivo no se informó al alumnado ni sobre el propósito real de los cuestionarios ni sobre la especificidad de la unidad didáctica -centrada en la visita al museo-, para que su comportamiento habitual no se viera alterado. En el caso de los pre-test, se les hizo saber que éste era el sistema a utilizar para conocer sus ideas previas respecto a los contenidos a tratar, hecho habitual que conocen y comparten por su importancia en la didáctica de cualquier área de conocimiento. La explicación para justificar los cuestionarios posteriores hacía referencia a la evaluación y la autorregulación de los conocimientos implicados, estrategia bien conocida por todos los estudiantes de Magisterio.

Como ya hemos explicado anteriormente, optamos por diseños pre y postest para comprobar las hipótesis derivadas que teníamos planteadas; consideramos que estos diseños son los más adecuados para medir los cambios que se producen en la variable dependiente (en nuestro caso los conocimientos de los estudiantes) por causa del tratamiento experimental (en nuestro caso la implementación de la unidad didáctica). Somos conscientes de que durante la puesta en práctica de la secuencia de actividades ha habido otras situaciones y han influido otras variables, pero pensamos que este método cuasi-experimental nos permitirá obtener conclusiones básicas fundamentadas en evidencias, aunque deberemos ser prudentes al realizar generalizaciones.

Además, hemos buscado respuestas abiertas en casi todas las cuestiones, de forma que aparezcan las argumentaciones y justificaciones de los estudiantes, si bien estas respuestas deben ser breves y concisas (Bisquerra, 2004). En nuestro caso, esta opción ha ocasionado que las respuestas hayan sido numerosas y heterogéneas lo que ha hecho más costoso el proceso de categorización.

Una vez recogidos los cuestionarios, todas las respuestas fueron analizadas cualitativamente, tratando de encontrar regularidades que sirvieran para clasificarlas. Al igual que hemos indicado en la primera parte de esta investigación (cap. 3, pag. 60), se han seguido las indicaciones de Miles y Huberman (1994) citadas en Cohen et al. "*Research methods in education*" (2007) para la categorización de respuestas: en primer lugar codificar la frecuencia con que aparecen determinadas ideas o temas; después anotar los patrones que pueden proceder de dichas ideas o de explicaciones causales, y finalmente agrupar en categorías los principales items anotados.

De esta forma fue clasificada e interpretada la información relevante para cada cuestión, analizando los datos y estableciendo categorías mediante consenso entre la autora de este estudio y el director del mismo, ya que al tratarse de cuestiones abiertas la codificación y cuantificación de las respuestas implicaba mayor dificultad. En todos los casos las discrepancias fueron menores al 5%, dato que aporta fiabilidad al estudio. Posteriormente se establecieron relaciones entre las categorías de respuestas, que dieron lugar a una jerarquización basada principalmente en la “distancia” con la concepción propuesta por la investigación en el área (respuestas correctas, intermedias e intuitivas), es decir, se analizaron las respuestas del alumnado buscando similitudes y diferencias con respecto a las que daría un experto.

En ocasiones, algunos estudiantes aportaban más de una idea en su respuesta, lo que nos llevó a categorizarlas teniendo en cuenta la tendencia principal. Como ya hemos señalado en el capítulo 3 (pag. 61), hemos utilizado la metodología fenomenográfica (Marton y Booth, 1997) para este análisis, dado que se trata de una aproximación empírica que intenta identificar los diferentes puntos de vista cualitativos que tienen los estudiantes a la hora de percibir y entender un fenómeno concreto. La fenomenografía muestra cuales son las percepciones y las formas de entender la realidad (conceptos y formas de razonamiento asociados) y que pueden ser consideradas como categorías que describen la realidad; cada categoría puede englobar los puntos de vista de muchas personas y, por tanto, el ensamblaje de cada una de estas representaciones indica un tipo de intelecto colectivo (Marton, 1981).

Teniendo en cuenta estos aspectos, y con el fin de facilitar las comparaciones entre los test anteriores a la implementación de la secuencia didáctica y los posteriores, se consensuaron las categorías de forma que tuviéramos 4 niveles de respuesta en todos los casos, que se corresponden con:

- respuestas correctas o deseables, que incluyen las características esenciales del modelo.
- respuestas incompletas, aquellas que reflejan solamente algunas de las características del modelo.
- concepciones alternativas al modelo científico o respuestas incorrectas que no se corresponden con los resultados de la investigación.
- respuestas incoherentes o NS/NC

Así, tras la categorización de las respuestas, se midieron las frecuencias con las que aparecían ciertas respuestas para poder utilizar este parámetro en la comparación de los pretest y los postest. Como hemos indicado previamente, en todos los casos era de esperar que las $f_2 > f_1$ en las respuestas más cercanas al modelo científico en cuestión, lo que implicará una mejora de los resultados tras la instrucción ya que las respuestas adecuadas habrán aumentado; igualmente parece lógico que ocurra lo contrario en las respuestas más alejadas del modelo, es decir que disminuya la frecuencia con la que aparecen, ya que al tratarse de ideas erróneas o alejadas de lo que pretendemos nos indicará también una mejora significativa en los resultados.

Para resumir todos estos resultados y para ver en qué medida han sido modificadas las concepciones de los estudiantes se ha calculado –en todos los casos- el índice de ganancia intrínseca de Hake (1998), g_x , que se define como la fracción de máxima ganancia conseguida por la instrucción:

$$g_x = \frac{f_x(\text{post}) - f_x(\text{pre})}{1 - f_x(\text{pre})}$$

Con este índice se comparan las respuestas de los pretest y de los postest, como hemos indicado, y debemos explicar que una ganancia inferior a 0.10 (ganancia del 10%) implicará que la mejora no ha sido sustancial y que no se han conseguido avances importantes en las concepciones de los estudiantes como consecuencia de la docencia (Hake, 1998, 2000).

Todos los análisis que acabamos de comentar hacen referencia al grupo experimental, como hemos señalado. Ahora bien, si –como esperamos- los resultados finales son mejores que los iniciales ¿podremos asegurar que la unidad didáctica puesta en práctica ha sido la única razón de ese cambio? Se puede argumentar que hay muchos otros factores que han podido influir en el aprendizaje producido. Por ello, pensamos que sería interesante conocer las concepciones de un grupo similar de estudiantes que habían trabajado el mismo programa con otros materiales.

En consecuencia hemos aplicado los mismos cuestionarios a un grupo control al finalizar el cuatrimestre (postest). Este grupo lo constituyen alumnos y alumnas de 2º curso de Magisterio, que han cursado la misma asignatura con otra metodología (otro profesor) y que también han realizado la visita al KutxaEspacio de la Ciencia, pero sin una preparación previa específica. Tras el correspondiente análisis y la categorización de las respuestas, se

utilizará el parámetro chi cuadrado, χ^2 , como estadístico para comprobar si hay diferencias significativas entre el grupo control y el experimental al comparar los resultados obtenidos en cada cuestión. La chi cuadrado se calcula de la siguiente forma:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

En esta fórmula O es el porcentaje de respuestas observadas (correctas e incorrectas para el grupo control y el grupo experimental) y E es el porcentaje de respuestas esperadas, la mediana de las respuestas correctas e incorrectas. El valor de la chi cuadrado en este caso se obtiene de la suma de los cuatro sumandos que se derivan de los dos grupos (experimental y control) y las dos posibles respuestas (correctas e incorrectas).

Mediante este parámetro tratamos de contrastar si existen diferencias significativas entre los resultados porcentuales de ambos grupos (experimental y control), porque podría ocurrir que las eventuales diferencias que se observaran entre uno y otro grupo se debieran a fluctuaciones aleatorias y no a la diferencia significativa que estamos contemplando: la docencia recibida. Así, partimos de la “hipótesis nula” de que los valores porcentuales observados son independientes del grupo de alumnos, y mediante el test chi cuadrado con un nivel de significación del 5% se buscará rechazar dicha hipótesis.

Ciertamente este resultado no asegura que *la “hipótesis nula” de la que hemos partido sea realmente falsa, pero aporta la garantía probabilística de que en menos de un 5% de las ocasiones en que sea cierta, el test indicará que debe rechazarse* (Viedma, 1999, p. 198) y, utilizando el valor p de la probabilidad, se rechazará dicha hipótesis para un ítem si $p < 0.05$. En este caso, los resultados serán contrarios a la hipótesis nula y podremos decir que dichos resultados dependen del método de enseñanza utilizado y que las diferencias entre los grupos son significativas.

Finalmente, haremos una breve referencia al diseño propuesto para ratificar la mejora producida por la implementación de la UD respecto a la forma de relacionar la práctica escolar con la visita al museo de ciencia.

Como hemos indicado en la presentación del diseño (pag. 120) se trata de analizar los informes presentados por los estudiantes al finalizar la docencia de esta unidad, en los que se les solicita realizar una adaptación didáctica al aula de Primaria que incluya una visita al

museo. Dichos informes serán valorados de acuerdo con el estadillo que hemos diseñado al efecto, cuyos componentes hacen referencia a las recomendaciones que la investigación aporta respecto a las visitas escolares a museos y que se habrán trabajado en el aula al preparar la visita al KutxaEspacio. No se trata de realizar un análisis exhaustivo del contenido de dichos informes, sino de comprobar la aparición o no de las unidades de categoría seleccionadas, así como sus características (Mckernan, 1999). Estos resultados nos aportarán datos complementarios a los obtenidos mediante el Cuestionario 1 en el grupo experimental.

Como compendio de lo expuesto en este capítulo, presentamos a continuación un resumen de los diseños empleados para cada una de las hipótesis parciales:

| 2ª hipótesis: La puesta en práctica de una UD basada en el marco teórico elegido, contribuirá a mejorar el conocimiento de los futuros maestros y maestras en cuanto a la integración de las visitas a museos de ciencias en el currículum escolar. | | |
|--|--|---|
| DERIVACIONES Lo que supondrá que ... | CONSECUENCIAS CONTRASTABLES Por lo que ... | INSTRUMENTOS/ DISEÑOS EXPERIMENTALES |
| H.2.1.- Es posible elaborar una secuenciación de contenidos, dentro de la asignatura de “Ciencias de la Naturaleza y su didáctica”, basada en las recomendaciones de la investigación sobre visitas escolares a museos de ciencias. | <ul style="list-style-type: none"> - Los contenidos conceptuales y didácticos elegidos para la UD, servirán para trabajar algunas de las competencias a desarrollar en esa asignatura. - El grado de consecución de las competencias seleccionadas se podrá evaluar mediante la elección de unos indicadores de aprendizaje. | Diseño de actividades en relación con los objetivos de enseñanza seleccionados. |
| H.2.2.- Es posible concretar la propuesta de contenidos en una unidad didáctica que englobe aspectos científicos y didácticos, con sus correspondientes actividades. | - La selección de las situaciones problemáticas que servirán de fundamentación para la UD, constituirá el hilo conductor del programa de actividades. | Diseño de actividades en relación con los objetivos de enseñanza seleccionados. |

| | | |
|--|--|--|
| <p>H.2.3. La implementación y vivencia de las actividades en el aula y en el museo generarán un mayor conocimiento de cómo realizar la visita a un centro de ciencia, así como un mayor conocimiento de los contenidos científicos incluidos en la UD</p> | <p>c.1. Habrá una mejora sustancial en la concepción de cómo realizar visitas a museos de ciencias en relación con el currículum de primaria.</p> <p>c.2. Se conseguirá una ganancia en el conocimiento del concepto de fuerza contextualizado en el currículum de primaria.</p> | <p>Cuestionario 1 (5 preguntas)</p> <p>Análisis de los informes finales del alumnado</p> <p>Cuestionario 2 (5 preguntas)</p> |
|--|--|--|

En resumen mediante estos instrumentos se pretende verificar que es posible diseñar una unidad didáctica para integrar la visita al KutxaEspacio en el currículum escolar, y que la implementación de dicha UD con un grupo de estudiantes de Magisterio supone una mejora tanto en sus conocimientos científicos como en su concepción acerca de las visitas escolares a museos de ciencias.

Capítulo 6
Presentación y análisis de los resultados
obtenidos en la contrastación
experimental de la segunda hipótesis

Como ya hemos expuesto en capítulos anteriores, el objetivo último de este trabajo de investigación es mejorar la formación inicial del futuro profesorado de Educación Primaria en los aspectos relativos a la integración de las visitas a museos de ciencias dentro del currículum escolar. Esta idea se concreta en la segunda hipótesis de la investigación, cuyo fundamento es el diseño de una unidad didáctica -según los principios del marco teórico elegido y que incluya una visita a un centro de ciencia- y su posterior puesta en práctica, aspectos complementarios que contribuirán a la mejora de los conocimientos implicados en la mayoría de esos alumnos y alumnas.

En este capítulo vamos a presentar y analizar los resultados obtenidos en relación con las hipótesis derivadas que habíamos expuesto. En primer lugar presentaremos la unidad didáctica “Fuerzas en acción”, y analizaremos las actividades que la componen, justificando su relación con las competencias que se pretenden trabajar así como su adecuación al marco didáctico elegido (“*la enseñanza como desarrollo de investigaciones orientadas*”). Posteriormente, pasaremos a presentar los resultados obtenidos en relación a los conocimientos del alumnado tras la implementación de la unidad didáctica en el aula, y analizaremos los cambios producidos y sus posibles causas.

6.1. RESULTADOS OBTENIDOS EN RELACIÓN A LAS HIPÓTESIS DERIVADAS H.2.1. y H.2.2.: ELABORACIÓN DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA BASADA EN LAS RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN SOBRE VISITAS ESCOLARES A MUSEOS DE CIENCIAS

La segunda hipótesis de este estudio se desglosó en tres hipótesis derivadas, siendo las dos primeras las correspondientes a la posibilidad de seleccionar unos contenidos y diseñar una guía de actividades que sirviera para trabajar tanto aspectos científicos como didácticos en relación con la visita a un museo de ciencia (pag. 99).

La unidad didáctica que presentamos a continuación es la concreción de dichas hipótesis parciales y tiene como eje fundamental la visita al KutxaEspacio de la Ciencia de San Sebastián, único museo interactivo de ciencias existente en la Comunidad Autónoma Vasca.

Este es un museo de tamaño medio, cuya exposición permanente cuenta con unos 120 módulos repartidos en 8 áreas que incluyen temas como la luz (Juegos de luz), electricidad

(Chispas de energía), los sentidos (Sentido y sensibilidad), mecánica (Mundo mecánico), fenómenos naturales (La nave Tierra), etc. (www.miramon.org; Stengler y Ares, 2002). Como ya hemos explicado, el museo oferta visitas guiadas a varias salas del mismo en las que los monitores/as proporcionan información científica sobre algunos de los módulos y animan al alumnado a interactuar y realizar preguntas. Además, junto a las exhibiciones existen carteles y/o paneles informativos con instrucciones y explicaciones sobre el fenómeno implicado.

Para facilitar la integración de la visita a este centro en el currículum de Educación Primaria elegimos el tema de “las fuerzas” como ya hemos explicado en el capítulo 5 (pag. 100), si bien consideramos necesario completar la unidad con otros aspectos complementarios que vamos a comentar someramente.

La UD elegida tiene entre sus objetivos la consecución de las competencias específicas ya seleccionadas (pag. 103), pero sin olvidar el tratamiento de otras capacidades básicas y transversales (Feasey et al., 2001). Tenemos que recordar que, junto con el conocimiento de contenidos de la materia (*qué* tienen que aprender los estudiantes) y pedagógicos (*cómo* facilitar la información a los estudiantes de primaria), es importante incluir también conocimientos sobre las concepciones contemporáneas de la naturaleza de la ciencia. Como se desprende de algunas investigaciones recientes (Abd-El-Khalick, 2001; Acevedo et al., 2002), las ideas de nuestro alumnado al iniciar sus estudios universitarios serán similares a las que presentan los estudiantes de secundaria y a las obtenidas en otros países, es decir, predominarán las concepciones empírico-inductivistas en las que el término ciencia indica un conocimiento cierto y objetivo, que se organiza en torno a leyes y se representa mediante fórmulas.

Como pudimos comprobar en un estudio anterior, la mayoría de los futuros profesores de Primaria consideran que la ciencia es un cuerpo de conocimientos verdaderos, formado por datos y teorías, que sirve para explicar los fenómenos naturales (Guisasola y Morentin, 2007a; Guisasola, Morentin y Zuza, 2008). Este estudio nos ha servido asimismo para adecuar algunas de las actividades de la unidad de *fuerzas* y contextualizarlas mejor, de forma que provoquen en el alumnado una reflexión sobre los conceptos implicados: la importancia de la emisión de hipótesis y la función de los experimentos, principalmente. Sin embargo, el conocimiento de la metodología científica y la elaboración de una imagen de la ciencia más acorde con la realidad serán aspectos a trabajar durante todo el curso a lo largo

de la asignatura Ciencias de la Naturaleza y su didáctica, ya que son concepciones difíciles de modificar incluso con intervenciones específicas para ello (Carrascosa et al., 2008).

El objetivo de los museos de ciencias en general, no es tanto conseguir aprendizajes concretos sobre determinados módulos o exhibiciones, sino mejorar la comprensión de la ciencia y de los fenómenos científicos que presentan, y la investigación indica que tras una visita a un centro de estas características, los estudiantes se sienten más seguros para hablar de ciencias con sus amigos y amigas, y más interesados hacia temas científicos (Rennie y Williams, 2002). Así mismo, ya hemos justificado en capítulos anteriores que el aprendizaje debe ser el objetivo del profesorado, que tendrá que utilizar la visita al museo como herramienta mediadora para la (re)construcción de las concepciones seleccionadas. En este sentido, en nuestra UD “Fuerzas en acción” hemos incluido una introducción a las características de los contextos no formales y su importancia para el aprendizaje, como podrá verse a continuación.

Finalmente, nos parece necesario indicar que la UD que presentamos es el resultado de un amplio trabajo de planificación y diseño, que incluye un estudio piloto realizado con anterioridad. Tras la elección de las competencias y su concreción en los indicadores de aprendizaje ya presentados (pag. 104) se elaboró una primera secuencia de actividades y se diseñaron los materiales necesarios para la aplicación en el aula, teniendo en cuenta su posible adaptación al 3er ciclo de Primaria. Esta UD se utilizó con un grupo de estudiantes de la titulación de Magisterio: Educación Primaria durante el curso 2007/2008 (Morentin y Guisasola, 2008). La propia situación docente y los resultados obtenidos en esta primera aplicación nos permitieron ajustar mejor la propuesta en su desarrollo temporal, así como adecuar algunas de las actividades a los conocimientos previos del alumnado y relacionarlas con sus intereses y necesidades. Estas pequeñas modificaciones se incorporaron a la unidad didáctica “Fuerzas en acción”, y su segunda versión –que presentamos a continuación- es la que se ha utilizado en el curso 2008/2009 con otro grupo de la misma titulación.

Esta unidad didáctica incluye actividades previas a la visita al KutxaEspacio en las que se abordan tanto los conceptos científicos fundamentales como la preparación de la visita propiamente dicha y algunas estrategias didácticas (4 sesiones de clase). La quinta sesión es la correspondiente a la visita al museo y, finalmente, hay una sexta y última en la que se realizarán actividades de aplicación, obtención de conclusiones y reflexión sobre la visita y los contenidos implicados en ella.

6.1.1. Presentación y justificación de la unidad didáctica:

FUERZAS EN ACCIÓN

En este apartado, además de presentar las actividades propuestas al alumnado –tal y como se utilizaron en el aula ([guía de actividades, en color azul](#))-, vamos a explicar los objetivos que, en nuestra opinión, cumplen dichas actividades, así como las competencias que se trabajarán en relación con los indicadores de aprendizaje (guía para el profesorado). Posteriormente, incluiremos algunos comentarios acerca de la implementación y la participación del alumnado.

1.- INTRODUCCIÓN

Al presentar el tema se indicará al alumnado que el objetivo principal del mismo es utilizar la visita al KutxaEspacio de la Ciencia como recurso didáctico para el aprendizaje, y en concreto, para el tema de las fuerzas. Se pretende sensibilizar a los estudiantes acerca de la importancia de la educación no formal para complementar el aprendizaje del aula, así como la necesidad de trabajar los contenidos científicos para su futura transposición didáctica.

A.1. Educación formal y educación no formal

Responder a las siguientes preguntas, en pequeño grupo; posterior puesta en común.

- ¿A qué llamamos educación formal? ¿Y educación no formal?
- ¿Cuáles son las diferencias y similitudes entre ambos tipos de educación?
- ¿Dónde se aprende más, en los contextos formales o en los no formales?
- ¿Qué contextos no formales conocéis?
- ¿Qué habéis aprendido en esos contextos no formales? Poned ejemplos.
- ¿Cómo se relacionan los contextos no formales con la escuela?

En esta unidad didáctica utilizaremos un contexto no formal para complementar las actividades que desarrollaremos en clase, y hemos elegido el KutxaEspacio de la Ciencia de San Sebastián.



En esta primera actividad, A.1., se plantean varias preguntas en orden a conocer las ideas del alumnado sobre la educación no formal, los contextos no formales –en concreto los museos de ciencias- y el aprendizaje que se produce en ellos. Partiendo de sus propias concepciones pretendemos que, tras el trabajo con esta UD, lleguen a considerar que los museos de ciencia pueden ser recursos didácticos muy adecuados para el aprendizaje de las ciencias (indicador 1) y que lleguen a valorar las visitas a estos centros de forma positiva (í 2). En pequeños grupos darán respuesta a las cuestiones planteadas y para seguir profundizando en estos aspectos se les propone la lectura de un artículo, A.2. (resumen preparado por la profesora tomando como base varios artículos publicados al respecto), que se analizará posteriormente.

A.2. Lectura del artículo “Educación formal/ Educación no formal”.

Lectura individual (no presencial) para el próximo día.

ARTÍCULO: EDUCACIÓN FORMAL/ EDUCACIÓN NO FORMAL

La mayoría de los niños entre 5 y 16 años sólo pasan el 18% de su tiempo en la escuela. Sin embargo, la sociedad considera a la escuela como el único sitio para aprender, mientras que la realidad es que el aprendizaje tiene lugar principalmente en contextos sociales y culturales que se ofertan fuera de la escuela, contextos no formales.

En el caso de las ciencias, además, la información que se les presenta en la escuela suele estar descontextualizada. Por el contrario, el conocimiento obtenido en el propio contexto de uso o aplicación tiene significado y en general, es recordado y comprendido. Por ello, hoy en día se considera que los ambientes no formales de aprendizaje de las ciencias tienen gran importancia para mejorar la motivación del alumnado e incrementar la eficacia de la enseñanza. Pero, ¿qué es un aprendizaje no formal?

No existe acuerdo entre los expertos para definir el “*aprendizaje no formal*” de las ciencias, siendo la principal dificultad determinar si el aprendizaje no formal puede ocurrir en ambientes formales de aprendizaje y viceversa. ¿Hay que entender el término como opuesto a aprendizaje formal (en cuyo caso sólo podría ocurrir en ambientes no formales)?.

Revisando la bibliografía sobre el tema podemos identificar dos aproximaciones a este problema:

- a) Dicotomía entre aprendizaje formal y no formal. Es una aproximación muy simplificada en la cual ambos aprendizajes se definirían por términos contrapuestos.

| Aprendizaje no formal | Aprendizaje formal |
|------------------------------|---------------------------|
| voluntario | obligatorio |
| no estructurado | estructurado |
| no evaluado | evaluado |
| fuera de la escuela | en el aula |

- b) Aproximación híbrida, en la que el aprendizaje no formal se refiere a actividades que ocurren fuera del ambiente escolar y no forman parte de un currículum específico y jerárquico ni tienen que ser evaluadas al finalizar, sino que se caracterizan por ser voluntarias, desestructuradas, etc. Sin embargo, estas actividades sirven como complemento al aprendizaje formal y pueden ser usadas en la escuela teniendo en cuenta sus características.

En principio, adoptaremos este segundo enfoque, de forma que las experiencias de aprendizaje no formal puedan ocurrir también en contextos formales de aprendizaje. Como dice Hein (1998): "los términos formal e informal no sirven para distinguir las características de la educación que tiene lugar ni las cualidades pedagógicas", sino que se refieren a los contextos de aprendizaje y en ambos tipos de contexto se puede facilitar el aprendizaje de manera similar: a través del uso de objetos y diseño de experiencias, teniendo en cuenta el interés de los estudiantes, dándoles oportunidades para el descubrimiento y/o construcción de significados y dejando que ellos sean los responsables de sus propios aprendizajes.

Como conclusión diremos que formal o no formal no es el aprendizaje en sí, sino el contexto en el que éste ocurre. Se puede considerar que según la segunda aproximación, entre el aprendizaje en contexto formal y el no formal hay un "continuum" en el cual se pueden encontrar desde las estrategias más obligatorias y estructuradas como las salidas de campo escolares, hasta las de mayor libertad de elección como la prensa y los medios electrónicos, pasando por posibilidades intermedias como las visitas casuales a museos, zoológicos, etc. Por ejemplo, las salidas escolares (al monte, a un museo,...) están organizadas por el propio centro escolar y tienen un claro propósito educativo. Se desarrollan fuera del aula y proporcionan al estudiante experiencias concretas imposibles de trabajar dentro del aula.

Sin embargo sería un error relacionar un contexto de aprendizaje obligatorio con métodos de aprendizaje formal; queremos diferenciar también los contextos de los métodos. Los contextos escolares obligatorios deberían incluir –y de hecho ya lo hacen- experiencias de aprendizaje no formal, de forma que se fuera enriqueciendo la ciencia escolar con aspectos concretos de la vida cotidiana. Como Wellington (1990) preveía hace más de dos décadas, "el aprendizaje fuera de las instituciones formales crecerá en importancia en relación al currículum escolar y existe ya evidencia de que los factores extraescolares tendrán una gran influencia en los resultados educativos del alumnado".

En el caso de los museos y centros de ciencia, esta influencia positiva ya se está notando. Como dicen algunos autores, los museos de ciencia tienen un potencial para favorecer el aprendizaje que no puede reproducirse en la escuela: experiencias usando elementos reales, temas relacionados con la vida real, diversión, interactividad, posibilidad de libre elección, interacción social, etc. Sin embargo, añaden que aunque la inmersión en estos ambientes ricos en estímulos es muy necesaria para que el aprendizaje tenga lugar, no es condición suficiente. Hace falta que la visita al centro quede integrada dentro del currículum escolar, para que la complementariedad de ambos contextos logre un aprendizaje eficaz y duradero.

Las personas aprendemos ciencias (o contenidos de cualquier otra área) de diferentes fuentes, en diferentes contextos y por diferentes razones. Puesto que los ámbitos complementarios para el aprendizaje de las ciencias son el formal y el no formal, tenemos que buscar la mejor forma de integrar ambos y, en concreto, la conexión "escuela-museos de ciencia".

HEIN, G.E. (1998) *Learning in the museum*. London: Routledge.

OSBORNE, J. y DILLON, J. (2007) "Research on learning in informal contexts". *International Journal of Science Education* 29, 1441-1445.

WELLINGTON, J. (1990) "Formal and informal learning in science: the role of the Interactive science centres". *Physics Education* 25, 247-252.

2.- ¿QUÉ SON LAS FUERZAS?

A.3. Leer el siguiente texto, e identificar las fuerzas que aparecen en las viñetas.

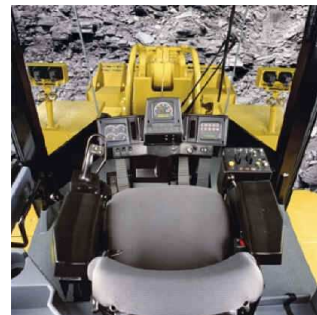
El País Vasco es bastante singular comparado con otras culturas, no sólo por su idioma, gastronomía... sino también por algunas de sus costumbres tradicionales. Todos conocemos juegos y deportes que surgieron como actividades laborales y se han convertido en actividades lúdicas e incluso competitivas con el paso del tiempo. En casi todos ellos se necesitan deportistas fuertes: levantadores de piedra, tiradores de soka-tira, pelotaris, etc.



En otros casos, los y las deportistas suelen tener la ayuda de la fuerza del viento o de las olas para poder conseguir mejores rendimientos con su esfuerzo, como en las regatas, e incluso se aprovecha la fuerza de los animales para organizar competiciones, como las pruebas de bueyes.



La sociedad, en su intento de avanzar en el conocimiento, ha dedicado mucho esfuerzo a analizar las fuerzas con el objetivo de facilitar el trabajo físico; así, tras utilizar a algunos animales en las labores más duras, se inventaron máquinas simples en un principio y máquinas más complejas posteriormente, y éstas son las que utilizamos hoy día para que “hagan fuerza” por nosotros y nos ayuden a realizar algunos trabajos de forma más cómoda. Ejemplos son las poleas, palancas, etc.



Los científicos cuando tienen que enfrentarse a un problema o situación desconocida, lo primero que hacen para comenzar su trabajo es **expresar lo que ya saben sobre dicho problema**. En nuestro caso, queremos saber qué son las fuerzas y cómo actúan, éste es nuestro problema principal en esta unidad. Además, en ciencia, **cada concepto tiene un significado concreto y único**, cosa que no ocurre en la vida diaria en la que pueden coexistir diferentes significados para una misma palabra.

A.4. Ya hemos analizado algunas ideas sobre qué son las fuerzas, pero ¿qué definiciones de fuerza aparecen en los libros de texto o en Internet? ¿Son fácilmente comprensibles? ¿Coinciden con lo que vosotros pensáis sobre dicho concepto? Comentar en pequeño grupo; posterior puesta en común.

La finalidad de las dos actividades propuestas (A.3. y A.4.) es introducir el concepto de fuerza como interacción entre dos objetos. Previamente al inicio de la unidad los alumnos y alumnas del grupo habrán realizado un pretest para explicitar sus ideas (planteamiento del problema), por lo que en este momento en el aula se comentarán las respuestas más numerosas –que suponemos serán coincidentes con los resultados obtenidos en la bibliografía (Driver et al., 1989; Duit, 2007; Hierrezuelo y Montero, 1988)- y se clarificarán las ideas para poder consensuar una definición de fuerza aceptable.

Según pudimos comprobar ya en el curso anterior, las concepciones alternativas vendrán caracterizadas por alguna de las siguientes descripciones, que serán las que se comenten en clase: no conciben la fuerza como interacción sino que asocian fuerza con esfuerzo físico y esa fuerza la realizan generalmente personas o animales; piensan que los objetos “poseen” fuerza y de ahí su capacidad de acción o capacidad para ejercer un empuje a su alrededor; relacionan fuerza con movimiento –no con cambios en el estado de movimiento-, y no poseen un concepto definido de gravedad.

Para relacionar el tema con las situaciones cotidianas y profundizar en su conceptualización (i 5) se les propone una pequeña lectura, así como el análisis de unas imágenes que deberán explicar en relación a las fuerzas presentes (A.3.). Posteriormente, la búsqueda en Internet o en libros de texto de posibles definiciones del término “fuerza” (A.4.) pretende además que el alumnado compruebe el tratamiento que los libros de E. Primaria hacen de este término, para poder realizar una crítica constructiva de algunas de las propuestas publicadas (i 4).

Uno de los objetivos es que al finalizar la unidad los estudiantes lleguen a comprender que una definición de fuerza con un significado concreto (no polisémico) y medible (operativo) es una condición necesaria para poder realizar aplicaciones tecnológicas que nos facilitan nuestro modo de vida. El salto industrial, basado en la tecnología mecánica que se inició en el siglo XVII, tiene su origen en una concepción científica del concepto de fuerza que es radicalmente diferente de la concepción polisémica de fuerza que se usa en la vida ordinaria. Para aclarar estas ideas se pueden comentar la evolución histórica de algunos conceptos científicos, el papel de los modelos en el desarrollo de la ciencia (i 11) y las relaciones CTS en este caso concreto, contribuyendo a aumentar el interés de los estudiantes hacia las ciencias, a la vez que a mostrar una imagen más completa y contextualizada del conocimiento científico (Solbes y Vilches, 2002).

3.- ¿QUÉ HACEN LAS FUERZAS?

A.5. Identifica en las viñetas las fuerzas existentes, indicando qué/ quién las realiza, sobre qué las realiza y cuáles son los efectos conseguidos.



En este apartado se plantea una actividad mixta (A.5.) en la que se deben explicar varias imágenes describiendo las fuerzas presentes y sobre todo sus efectos. El objetivo es recordar que las fuerzas producen deformaciones y también incidir en que otro efecto de las fuerzas es el cambio del estado de movimiento del objeto (i 6), aspecto éste que deberá ser trabajado también en otras actividades por su carácter complejo.

El alumnado piensa, generalmente, que la fuerza se necesita para causar el movimiento pero no para mantenerlo, y si hay reposo lo explican mediante la igualdad de las fuerzas mientras que si hay movimiento piensan que debe ser mayor la fuerza que tiene la dirección de dicho movimiento (Pozo y Gómez Crespo, 1998).

Así pues, en esta actividad incidiremos en cuatro ideas, que deberán ser identificadas al final de la actividad como conclusiones:

- Estamos analizando fuerzas de contacto (empuje o tracción)
- Estas fuerzas puede modificar la forma de las cosas.
- Una fuerza puede conseguir que el movimiento de un objeto sea más lento o más rápido y también puede conseguir parar dicho objeto e incluso iniciar su movimiento.
- Cuanto mayor sea la fuerza de empuje o de tracción realizada, mayor será el cambio de forma conseguido o mayor será el cambio de movimiento producido en ese objeto.

4.- ¿ES NECESARIO EL CONTACTO PARA QUE HAYA FUERZA?

A.6. En los ejemplos anteriores hemos visto fuerzas de contacto pero, ¿es necesario ese contacto para que haya fuerzas? Poned ejemplos para justificar las respuestas.

Actividad en pequeño grupo y posterior puesta en común.

A.7. Emisión de hipótesis y experiencia de magnetismo.

Imaginad que tenéis un imán y bolas de diferentes materiales (metal, cristal, plástico...). ¿Qué ocurrirá al acercar las bolas al imán? ¿Por qué? ¿Es suficiente la presencia del imán para que haya atracción? Si colocáis otro material entre las bolas y el imán (agua, papel...), ¿qué ocurrirá? Escribid todas las ideas/ hipótesis.

A continuación comprobad todas las ideas con los materiales a vuestra disposición.

¿Se han cumplido vuestras hipótesis? En caso negativo, explicar la situación.

¿Podemos decir que esta experiencia es un experimento? ¿Por qué?

Actividad en pequeño grupo y posterior puesta en común.

En la mayoría de los ejemplos utilizados en las actividades precedentes aparecían fuerzas de contacto, por lo que se han diseñado dos actividades (A.6. y A.7.) para trabajar también las fuerzas a distancia (magnetismo, en este caso) así como sus efectos (i 6), de forma que se analicen a lo largo de la UD los tipos de fuerzas más importantes a nivel macroscópico. En la primera de estas actividades se pretende que reflexionen y consensúen sus ideas al respecto ya que, en nuestra opinión, éste es un contenido que conocen.

La segunda actividad, en cambio, es eminentemente práctica y dirigida a trabajar el magnetismo de la misma forma que lo podrían hacer en el aula de Primaria (i 4); en este caso el alumnado observará de forma práctica que efectivamente una bola de hierro es atraída por un imán y que al sustituirla por una de cristal o de plástico no se produce la atracción. Esto llevará a los estudiantes a concluir que el imán atrae a materiales ferromagnéticos pero no a otro tipo de materiales, lo que implica que para que existan fuerzas magnéticas no es suficiente con que haya un imán sino que es necesario que haya otro cuerpo con unas propiedades determinadas (i 5, i 6). Este hecho se puede interpretar como una evidencia de que las fuerzas no son propiedad de un cuerpo (el imán) sino una consecuencia de la interacción-relación entre dos cuerpos. Esta idea la podrán generalizar: lo mismo que ocurre con las fuerzas magnéticas ocurre con cualquier otro tipo de fuerza (incluida la gravitatoria), que siempre expresan una relación entre dos cuerpos.

Además de trabajar los conceptos referidos, en esta actividad se les dan orientaciones para que utilicen procedimientos científicos (emisión de hipótesis) en orden a conseguir una mejor conceptualización de la metodología científica (i 10).

A.8. Repasa los contenidos que hemos trabajado hasta ahora. ¿Cuáles de ellos trabajarías en un aula de Primaria? Busca en algún libro de 3º ciclo las actividades que utilizan para trabajar dichos contenidos.

Actividad individual, no presencial. Próximo día, puesta en común.

Esta actividad A.8. está dirigida a relacionar los contenidos trabajados hasta ahora, con los que se proponen en el currículum de E. Primaria. Se trata de una actividad no presencial de carácter aplicado, ya que servirá para analizar los contenidos didácticos de la unidad en relación con las propuestas de los libros de texto de esa etapa (i 4) al tiempo que se reflexiona sobre los conceptos implicados (i 5, i 6).

5.- ¿CÓMO PODEMOS MEDIR LAS FUERZAS?

A.9. En los libros de texto podemos leer que “fuerza es una magnitud”. ¿Cuál es el significado de esta frase? Todas las actividades de esta sección se realizarán en grupos pequeños con posterior puesta en común.

A.10. ¿Qué se nota al comprimir un muelle? ¿Y al estirarlo? ¿Cuáles son las fuerzas que actúan en cada caso? ¿Podríamos usar un muelle para medir fuerzas? ¿Cómo?



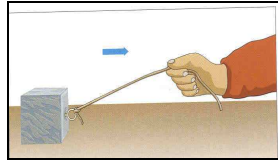
En este apartado hemos planteado unas actividades eminentemente prácticas. Las dos primeras (A.9. y A.10.) pretenden recordar la importancia de la medición y constituyen la introducción a las experiencias que se les proponen a continuación.

A.11. En vuestra opinión, ¿cómo es la relación entre la fuerza realizada al estirar y la elongación producida en el muelle? Diseñad una actividad práctica para comprobar vuestras hipótesis (escribir el guión de la práctica antes de realizarla).

Una vez diseñada la actividad, podéis realizarla con el material a vuestra disposición, siguiendo el guión que habéis consensuado.

Tras analizar los datos, ¿qué conclusión habéis obtenido? ¿Coincide con vuestra hipótesis de partida? Si no es así, ¿a qué puede deberse? ¿Cuál será el siguiente paso?

Esta actividad ¿es un experimento? ¿Por qué?



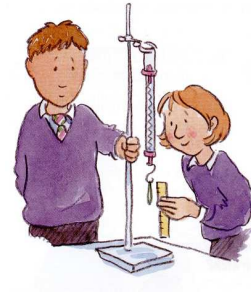
A.12. Ahora vamos a utilizar dinamómetros.

Los dinamómetros son aparatos para medir fuerzas, mejor dicho, mediante la elongación del muelle interno miden la fuerza realizada por el objeto que se cuelga de ellos. Se trata de una medición indirecta y la unidad de medida es el newton (N).

- Medir las masas de algunos objetos y la fuerza necesaria para moverlos.
- Medir con el dinamómetro los pesos de esos mismos objetos y comparad los datos con los anteriores. (Poner todos los datos en tablas y hacer los gráficos siempre que sea posible)
- ¿Esperabais estos resultados? ¿Cuál es la conclusión? ¿Coincide con la de los otros grupos?



- 0 - 2 N
- 0 - 5 N
- 0 - 10 N
- 0 - 20 N
- 0 - 50 N



En este punto hemos planteado dos actividades dirigidas (A.11. y A.12.), cuyo objetivo es proponer una metodología que el alumnado pueda aplicar en su futuro profesional como maestros de primaria. Pensamos que son actividades sencillas ya que la mayoría de los futuros maestros y maestras saben medir fuerzas mediante dinamómetros, por lo que sus reflexiones deberán orientarse a comprender la relación entre la fuerza realizada y la elongación del muelle –Ley de Hooke- (i 7) al tiempo que se incide nuevamente en los procedimientos científicos a utilizar (i 10).

Nos interesan sobre todo los contenidos procedimentales relacionados con el trabajo científico, por lo que partiendo de un problema “¿cómo medir fuerzas?” se les pide que propongan un diseño experimental con el objetivo de medir fuerzas (Sherman y Sherman, 2004). Deberán diseñar la actividad en primer lugar y posteriormente la llevarán a cabo para comprobar si sus hipótesis han sido las adecuadas; después agruparán y analizarán los datos obtenidos y deberán reflexionar sobre si esta actividad es un experimento o no lo es (i 10,

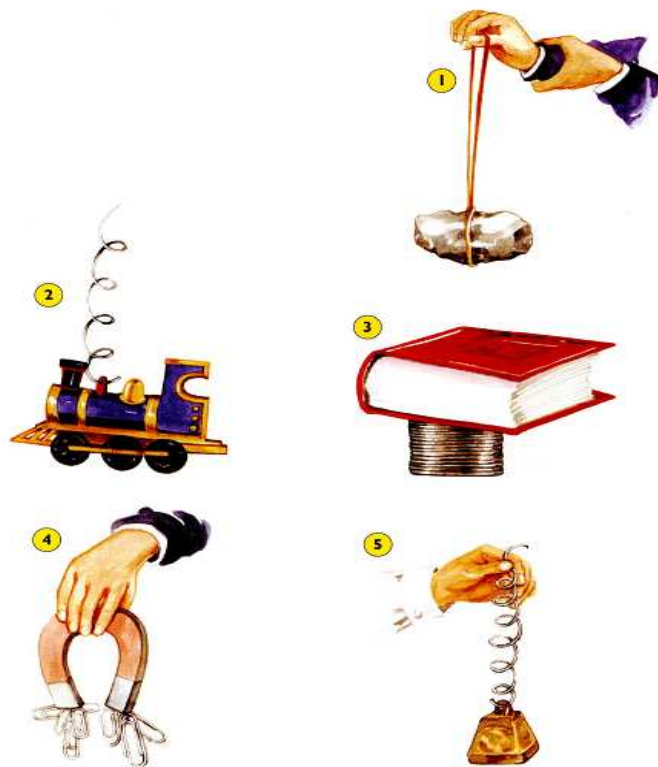
i 11), justificando sus respuestas (Driver et al., 1996). Finalmente entregarán los informes al profesor/profesora para su corrección y evaluación.

6.- ¿CÓMO SE DIBUJAN LAS FUERZAS?

Las fuerzas que actúan sobre un objeto se pueden representar con flechas (vectores) que indicarán la magnitud, la dirección y sentido así como el punto de aplicación.

A.13. Dibujad todas las fuerzas que imagináis en los siguientes ejemplos.

Todas las actividades de esta sección se realizarán en grupos pequeños con posterior puesta en común.



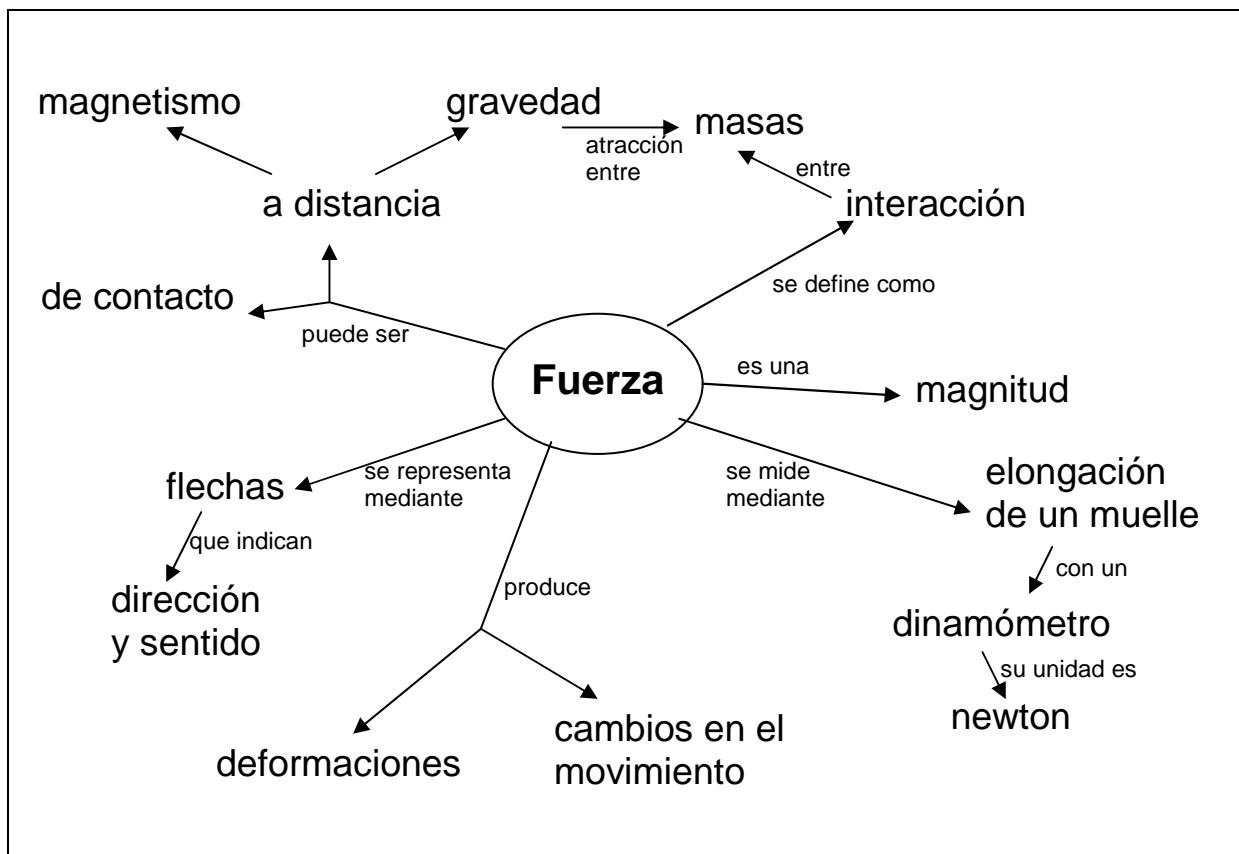
Esta actividad A.13. servirá para repasar mediante la representación de fuerzas los conceptos trabajados con anterioridad (i 5, i 6, i 8), al tiempo que se puede utilizar para co-evaluación y regulación de los aprendizajes. Podrá ser presencial o no presencial dependiendo del ajuste temporal del resto de actividades.

A. 14. Hacer un mapa conceptual con las siguientes palabras: fuerza, magnitud, masa, elongación, dirección, dinamómetro, fuerzas de contacto, fuerzas a distancia, interacción, cambio de movimiento, newton, flechas, deformación, magnetismo y gravedad.

Actividad para evaluación

Las actividades A.14. y A.15. se plantean para interpretar y aplicar los conocimientos adquiridos, y podrán ser presenciales o no, pero servirán también para realizar una evaluación durante el proceso y que el alumnado autorregule su propio aprendizaje. Todas estas actividades se trabajarán siguiendo el esquema habitual de trabajo en pequeño grupo con posterior puesta en común, si bien los resultados serán entregados para ser también evaluados por parte del profesor/a.

En A.14. hay que precisar que los estudiantes de 2º curso de las titulaciones de Magisterio ya han utilizado los mapas conceptuales en 1º curso (Didáctica General), por lo que pensamos que no será necesario explicar la forma de realizarlos. En este caso concreto, pretendemos que lleguen a construir un mapa que incluya y relacione todos los conceptos propuestos. Aunque es sabido que puede haber varias propuestas válidas, presentamos a continuación una posibilidad:



A.15. En la mayoría de los ejemplos analizados sólo actúa una fuerza sobre los objetos pero lo más común es que haya varias fuerzas actuando al mismo tiempo. En ese caso, ¿cómo se calcula la fuerza total/ resultante?

Dibujar las fuerzas resultantes en los siguientes ejemplos.



En esta actividad sólo se pretende recordar la suma/ resta de fuerzas y las aplicaciones correspondientes, pero sirve igualmente para la autorregulación/ evaluación de los aprendizajes de forma similar a la anterior.

A. 16. Analiza la siguiente ficha (Efectos de los imanes).

¿Te parece adecuada para el 3º ciclo de Primaria? ¿Por qué? En caso afirmativo, ¿cómo la utilizarías, es decir, qué se trabajaría antes y qué después? En caso negativo, ¿qué cambios realizarías para poderla utilizar? Actividad individual, no presencial. Próximo día, puesta en común.

EFFECTOS DE LOS IMANES

Los imanes ejercen fuerzas sobre algunos objetos. Vamos a aprender algo más sobre su funcionamiento.


¿Un imán puede atraer a distancia? Piensa la respuesta y para verificarla construye con tus compañeros/as de grupo el juego que se explica a continuación.

Materiales

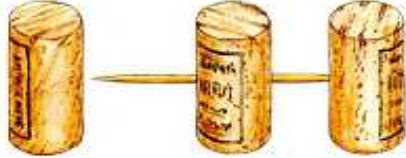
- dos varillas de unos 40 cm de longitud
- dos imanes
- dos hilos de unos 30 cm de longitud
- agujas
- papel de color
- tijeras
- 6 tapones de corcho
- palillos
- cinta adhesiva
- un barreño de grandes dimensiones
- agua

Cómo lo hacemos


1 fabrica dos "cañas de pescar": toma los dos hilos y ata un cabo al extremo de la varilla y el otro al imán



2 haz dos barquitos: une entre sí tres tapones de corcho, fijándolos con un palillo, como muestra la figura

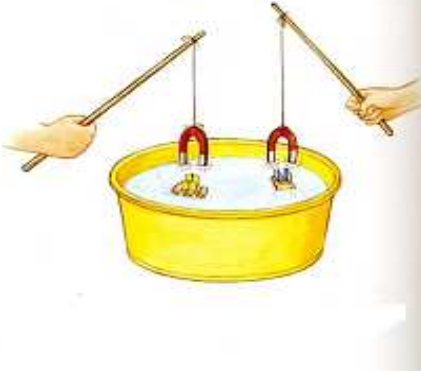


3 clava dos agujas en el tapón central: serán los palos de la embarcación; para hacer las velas pega sobre ellos hojas de papel de color con la cinta adhesiva



4 llena de agua el barreño y haz flotar las embarcaciones; mantén tu caña sobre uno de los barquitos y entrega la otra caña a un amigo

¿Qué ocurre? ¿Por qué?



- Describe brevemente lo que ha ocurrido en esta experiencia y explica el por qué de dicho comportamiento.
 - ¿Los imanes funcionan a través de los materiales? ¿Qué harías para comprobarlo?

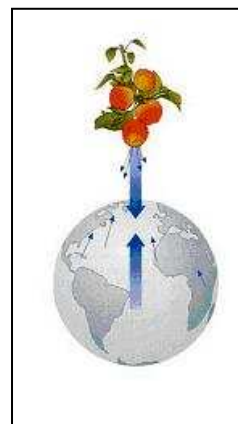
Como se puede observar, esta actividad A.16., pretende nuevamente crear relaciones con el currículum escolar de primaria. Se les proporciona una ficha con una experiencia práctica, y se les pide una reflexión argumentada sobre la posible utilización de este material con el alumnado de esas edades (i 4, i 11, i 12). Es una actividad metacognitiva en la que, en primer lugar, los estudiantes deben realizar un análisis didáctico de la ficha propuesta para, a continuación, decidir la conveniencia de utilizarla en el tercer ciclo de primaria o no, en función de sus propios conocimientos conceptuales.

La ficha en cuestión describe una actividad eminentemente lúdica, que puede ser realizada en parte en el ámbito artístico o de pretecnología; sin embargo, la fase final está dirigida a que los niños y niñas de 10-11 años reflexionen sobre lo que está ocurriendo, es decir, sobre los efectos de una fuerza a distancia (el magnetismo concretamente). Así pues, pensamos que es una práctica válida para estudiar dichos conceptos en esos niveles.

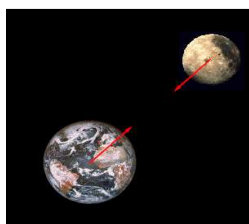
Ahora bien, otra de las finalidades de la actividad A.16. es que los futuros maestros y maestras decidan cómo utilizarla y que concluyan que puede ser una actividad inicial en el tema de “las fuerzas”. Esta conclusión implica realizar la citada actividad para que los niños expliciten sus ideas sobre el magnetismo y las fuerzas en general, o para que reflexionen sobre sus efectos, rompiendo así con la metodología más tradicional basada en que “*tras la teoría se realizan las prácticas como comprobación*” (Pujol, 2003, pag. 73).

7.- ¿QUÉ ES EL PESO? ¿QUÉ ES LA MASA?

**A.17. ¿Es el peso una fuerza? ¿De qué tipo? ¿Quién la hace?
¿Cómo se puede medir?
Y la masa, ¿qué es? ¿Qué relación hay entre peso y masa?
Todas las actividades de esta sección se realizarán en grupos pequeños con posterior puesta en común.**



**A.18. ¿Existe fuerza de atracción entre dos manzanas?
¿Y entre la Tierra y la Luna? Justificar las respuestas.**

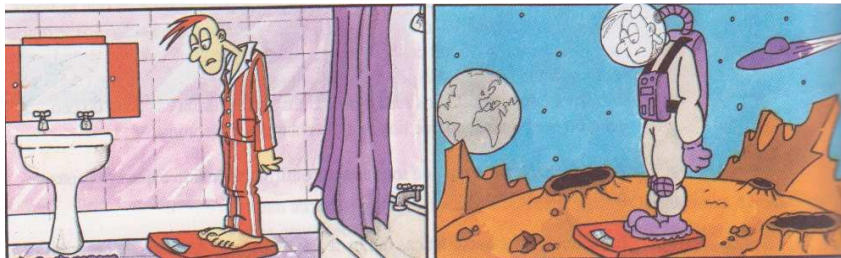


A.19. ¿De qué factores depende la gravedad?

En los apartados anteriores le hemos dado protagonismo al magnetismo debido a que es un contenido que aparece explícitamente en el currículum oficial y en los libros de texto de primaria. En este apartado hemos considerado imprescindible trabajar la gravedad y los conceptos de peso y masa (i 5, i 6, i 9), no por la razón anterior, sino debido a que en la docencia piloto realizada durante el curso 07/08 pudimos comprobar que existían serios problemas entre el alumnado con estos contenidos. Durante la escolaridad previa, nuestros estudiantes han memorizado que el peso es una fuerza, pero no saben quién la realiza ni la conciben como interacción entre cuerpos, resultado que queda ratificado en la bibliografía sobre concepciones alternativas (Duit, 2003; Hierrezuelo y Montero, 1988). Por este motivo hemos incluido un apartado específico para trabajar dichos conceptos.

Todas estas actividades tienen como objetivo que los estudiantes comprendan de forma significativa que la fuerza gravitatoria sobre un cuerpo también depende del otro cuerpo con el que se establece la atracción gravitatoria, es decir, incidir en la necesidad del segundo objeto para que exista interacción, igual que habíamos concluido en el caso del magnetismo. Además, seguramente saben que un cuerpo es atraído con distinta fuerza cuando está en la superficie de la Tierra que cuando está en la superficie de otro planeta (su peso es distinto), ejemplo muy útil por su cotidianeidad. Así pues, en estas actividades (A.17., A. 18., A.19.) se han planteado una serie de preguntas con las que se pretende dirigir las argumentaciones de los estudiantes, teniendo en cuenta las evidencias, hasta alcanzar un consenso que coincida con el modelo científico (i 10, i 11). Suponemos que las aportaciones individuales y los debates grupales serán suficiente para obtener las conclusiones necesarias para avanzar.

A.20. En vuestra opinión ¿cuál será el peso de este hombre? Si va a la Luna y se vuelve a pesar con la misma balanza, ¿cómo será su peso, mayor, menor o igual? ¿Qué le ha ocurrido, ha engordado o ha adelgazado en el viaje? Explicar y justificar la respuesta.



A. 21. En el espacio, muy lejos de los planetas y de las estrellas, los objetos pueden flotar sin peso, por la ausencia de gravedad. Leer esta noticia. ¿Es correcta? ¿A qué llamamos “gravedad cero”?

Stephen Hawking flotó en el espacio

El astrofísico británico pudo por algún tiempo escapar a su parálisis y flotar libre con gravedad cero en un viaje realizado fuera de la atmósfera terrestre.

Finalmente, en las dos últimas actividades de este apartado (A.20., A.21) el objetivo es relacionar los conceptos anteriores con una situación real a la vez que controvertida: la gravedad cero (i 5, i 9, i 11, i 12). Se aprovechará esta actividad también para incidir en la lectura crítica de las noticias periodísticas (se adjuntarán otras informaciones sobre temas científicos, si el ajuste de la temporalización lo permite), al igual que ocurre con películas o vídeos sobre temas espaciales.

8.- LAS MÁQUINAS SIMPLES, ¿SIRVEN PARA HACER MENOS FUERZA?

Las máquinas simples son utensilios que el ser humano ha utilizado desde la antigüedad para realizar el trabajo físico más fácilmente, con menos esfuerzo. Sin embargo, estas máquinas necesitan la intervención humana para funcionar y para poder subir, mover, repartir...objetos.

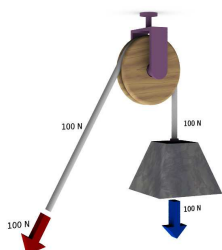
Se llaman máquinas simples porque tienen un único punto de apoyo, mientras que las máquinas compuestas están formadas por más de una máquina simple.

Las máquinas simples más conocidas son: la palanca, la polea, la rueda, el plano inclinado, el torno, las tijeras, ...

A. 22. ¿Cuáles de estas máquinas simples conoces? ¿Cómo funciona cada una de ellas? ¿Cómo varía la fuerza que hay que ejercer al utilizarlas?

Completad la información buscando en libros de texto o en Internet.

Actividad a realizar en pequeño grupo; posterior puesta en común.



En este apartado, además de intentar responder a la pregunta que le da título, se recordarán las máquinas simples más conocidas y su funcionamiento (i 4, i 5), así como su aplicación a situaciones cotidianas y su evolución tecnológica a lo largo de la historia (i 11, i 12). Estos contenidos forman parte del currículum de primaria y servirán de nexo de unión para la visita al museo de ciencia. Inicialmente el alumnado explicitará sus ideas y tras una búsqueda de información por grupos, se procederá a la obtención de conclusiones en una puesta en común posterior (A.22.). Se valorará la posibilidad de tener algunas de estas máquinas simples en el aula para su análisis y utilización (tijeras, cascanueces, destornillador...).

9.- VISITA AL KUTXAESPACIO, ¿CÓMO LA PREPARAMOS?

A.23. Educación formal/ Educación no formal. Comentarios sobre el artículo.

¿Qué información/ documentación necesitaríais para preparar una visita al KutxEspacio con un grupo de niños y niñas de Educación Primaria (5º/6º curso)?

¿Qué tipo de visita elegiríais? ¿Libre, guiada, total, parcial...? ¿Por qué?

Todas las actividades de este apartado se realizarán en pequeño grupo; posterior debate.

Esta actividad está enfocada al análisis del texto sobre “Educación formal/ Educación no formal” que el alumnado ha leído previamente (A.2.). Como ya hemos indicado, su objetivo principal es –además de conocer las diferentes características de esos dos ambientes complementarios- que reconozcan la importancia de la visita al museo para un mejor aprendizaje de las ciencias (i 1, i 2). Además, mediante unas preguntas sencillas se pretende dirigir el debate hacia el tipo de visita más adecuado para un grupo de escolares de primaria, y la forma de preparar la visita con actividades previas y posteriores a la misma (i 3).

A. 24. Presentación del KutxaEspacio.

Se visionarán algunas fotografías, vídeos, así como la página web del Centro (www.miramon.org) para conocer las instalaciones y la estructura física del museo. Se explicarán también algunos de los módulos.

En este momento se presenta el KutxaEspacio de la Ciencia con varios propósitos: conocer el contexto de la visita para centrar el trabajo a realizar y evitar el efecto sorpresa, buscar información relevante sobre dicho centro (exposiciones temporales, oferta de actividades, materiales didácticos...) y analizar sus características comparándolo con otros museos de ciencia que los alumnos y alumnas hayan visitado (i 1, i 2, i 3).

A.25. ¿Qué módulos del KutxaEspacio elegiríais para trabajar el tema de fuerzas con el grupo de Primaria? Elegid seis módulos, justificando la elección.

A continuación, retomando la idea de que preparen una visita con un hipotético grupo de escolares de primaria, se les solicita que elijan los módulos más adecuados para trabajar el tema de fuerzas en el museo (i 3, i 4). De esta forma, analizarán nuevamente los módulos que han visionado y repasarán los contenidos conceptuales trabajados hasta la fecha, con el fin de consensuar justificadamente aquellos módulos que mejor se adapten a sus objetivos (i 5, i 6, i 7, i 8, i 9).

A.26. Propuesta para la visita.

A continuación encontraréis la descripción de varios módulos del museo. Además se han preparado algunas preguntas sobre su contenido científico que debéis responder. Quizá no conozcáis todas las respuestas, pero podéis encontrarlas en el propio museo (en el módulo, en el cartel informativo colocado a su lado, en la explicación de los monitores...)

Finalmente, la actividad A.26. es la propuesta de la profesora para la visita al museo. Se han elegido 10 módulos (esperamos que los que ellos seleccionen estén entre ellos) y se les proporciona una breve descripción de cada uno, junto con una fotografía y una serie de preguntas. Se trata de una actividad guiada, a realizar en pequeño grupo –como la mayoría de ellas- en la que deberán intentar responder a dichas preguntas antes de la visita; en los casos en los que necesiten información complementaria para responder o desconozcan la respuesta, deberán buscar esa información en el museo, bien leyendo el cartel explicativo, interactuando con el módulo o preguntando al monitor o monitora. En función del cronograma de actividades será una actividad no presencial en la que se trabajarán los indicadores i 4, i 5 e i 6 principalmente.

MÓDULOS INTERACTIVOS DEL KUTXAESPACIO DE SAN SEBASTIÁN

Módulo 1. ÓRBITAS LÍQUIDAS (NORIA DE AGUA)



Quando damos vueltas a la rueda giratoria, el agua sube desde el suelo y pasa a los toboganes semicirculares, por los que cae a la bandeja que está a cierta distancia del suelo, y de ella al fondo nuevamente.

- ¿Habrá que hacer una fuerza en la noria para que funcione? ¿Qué tipo de fuerza? ¿Cuál será el efecto?
- Y si cambiamos la intensidad de dicha fuerza, ¿cambiará el efecto producido? ¿Cómo?
- ¿Cuál es la aplicación de este módulo? Es decir, ¿para qué se utilizaba o se podría utilizar esta noria?

Módulo 2.- GLOBO DE AIRE CALIENTE



En este módulo hay un gran globo de papel que, impulsado por aire caliente, sube lentamente una distancia considerable para volver a caer hasta la base, movimiento que se repite de forma continuada.

- ¿Por qué sube el globo? ¿Existe alguna fuerza? ¿De qué tipo? ¿Quién la ejerce?
- ¿Tiene alguna relación este módulo con la caída de un paracaidista? Explícalo.

Módulo 3.- PALANCA



En el Kutxaespacio podréis ver una palanca de 1ª clase que tiene una piedra de 200 kilos colgada de un extremo; si hacemos una pequeña fuerza con ella, se supone que podremos levantarla.

- ¿Para qué sirve una palanca? ¿Dónde tendrás que hacer la fuerza? ¿Cuál será el efecto?
- ¿Conoces otros tipos de palanca?

- Intenta construir una palanca similar a ésta (con un prisma y una regla, por ejemplo) y levantar diferentes objetos.

Módulo 4.- DAVID LEVANTA A GOLIAT



En este módulo tenemos unas poleas y de cada una de ellas cuelga un saco de 5 kg. Como podréis comprobar es diferente la fuerza que hay que hacer en cada caso para levantar el saco.

- ¿Dónde y cómo tendréis que ejercer la fuerza para levantar el saco? ¿Cuál será el efecto?
- ¿Habrá diferencias entre las tres poleas? ¿Por qué?
- ¿Cuál es la aplicación de las poleas? ¿Para qué se utilizan?

Módulo 5.- PÉNDULO RESONANTE



En este módulo hay una gran piedra colgada del techo que moveremos mediante un pequeño imán que está sujeto a una cuerda. De este modo, sujetando la piedra con el imán podréis mover la piedra como si fuera un gran péndulo.

- En este caso, ¿dónde habrá que hacer la fuerza para mover la piedra? ¿De qué tipo es dicha fuerza?
- ¿Hay alguna otra fuerza importante presente en este módulo? ¿De qué tipo?
- ¿Cuál es el efecto/efectos de dichas fuerzas? ¿Y la aplicación?

Módulo 6.- LA CAMA DEL FAKIR



¿Habéis visto alguna vez una cama de fakir? Imaginad una persona tumbada sobre una cama de más de 7000 clavos. En el museo, todo el que lo desee podrá tumbarse y comprobar el efecto de los clavos.

- ¿Cuáles son las fuerzas existentes?
- ¿Por qué el fakir no siente dolor?
- ¿Dependerá de su peso?

Módulo 7.- DESAFIANDO A LA GRAVEDAD

En este módulo, una pelota de plástico se mantiene flotando en medio de la sala, sobre un chorro de aire.



El aire sale de la caja amarilla que vemos en el suelo, y si movemos despacio el tubo flexible veremos que la pelota también se mueve, pero no se cae. ¿Cómo es posible?

- ¿Qué fuerza/fuerzas actúan sobre la pelota? ¿Quién la hace?
- Si colocáis las manos debajo de la pelota, ¿qué ocurrirá?
- ¿Cuáles serán las aplicaciones de este módulo?

Módulo 8.- EUREKA!



Este módulo consta de una vitrina en la que hay dos pesos colgando de los brazos de una balanza en equilibrio. Al pulsar el botón, uno de los pesos baja y se introduce en un recipiente lleno de agua.

- ¿Qué le ocurrirá a la balanza? ¿Por qué?
- ¿Qué fuerzas existen en cada uno de los pesos, antes y después de apretar el botón? ¿Qué ha cambiado al subir el nivel de agua?
- Este fenómeno, ¿tiene alguna aplicación conocida?

Módulo 9.- ARENA MAGNÉTICA



En el centro de esa mesa circular hay un gran imán con forma de dos tubos semicirculares, y sobre la mesa hay limaduras de hierro.

- ¿Qué crees que ocurrirá al acercar las limaduras al imán? ¿Por qué?
- ¿Qué fuerzas actúan? ¿De qué tipo son? ¿Quién las realiza?
- ¿Qué ocurriría si pusieras papelitos pequeños en lugar de las limaduras?

Módulo 10.- JUNTOS PERO NO REVUELTOS



En este módulo, los imanes tienen forma de anillo y están colocadas en un aro cerrado.

Cuando están en el lado izquierdo, una sobre otra, las anillas se atraen; en cambio, cuando se pasan al lado derecho, no se pueden colocar una sobre otra debido a que se repelen.

- ¿Cómo explicarías esta situación?
- ¿Qué fuerzas existen? ¿Cómo actúan?
- ¿Qué efectos tienen dichas fuerzas?

10.- VISITA AL KUTXAESPACIO

La primera parte de la visita será guiada y la monitora nos explicará algunos módulos en las tres o cuatro salas que incluye la visita. Debéis escuchar las explicaciones y también interactuar con los módulos. Algunos de esos módulos serán los que hemos elegido al preparar la visita por su relación con el tema de “las fuerzas”, por lo que deberéis atender más detenidamente e incluso pedir la información que necesitéis a la monitora.

La segunda parte de la visita será libre y dispondréis de una hora para completar la visita, repetir los módulos que no se hayan comprendido, analizar los módulos elegidos en clase, etc.

En el caso de los módulos elegidos, podéis utilizar una ficha de este tipo con el fin de recopilar la información necesaria para completar las respuestas y realizar una reflexión sobre el contenido científico:

| |
|--|
| <p>Nombre del módulo:.....</p> <p>Son válidas las hipótesis/ respuestas emitidas en clase? </p> <p>Nueva información: </p> <p>Alguna pregunta nueva: </p> |
|--|

Como se explica en la propia actividad, se tratará de una visita mixta consistente en un recorrido -guiado por un monitor/a- por varias salas del museo, y posterior tiempo libre para volver a interactuar con los módulos si lo desean o recorrer las zonas que no hayan visitado (Bamberger y Tal, 2006); también deberán utilizar este intervalo de tiempo para apuntar la información encontrada, comentar las preguntas trabajadas en la clase anterior, etc.

Las “fichas” que se han diseñado para cada módulo (fotografía, breve descripción y preguntas relacionadas con situaciones cotidianas) se diseñaron atendiendo a las características que según la bibliografía (Falk y Dierking, 2000; Kisiel, 2003) deben tener estos materiales: relacionadas con el currículum, no muy densas y adecuadas al nivel del alumnado, que les permita controlar su propio aprendizaje, facilitadoras del trabajo en grupo y que incluyan cuestiones de interés para el alumnado. Mediante la utilización de estas fichas pretendemos conseguir un mayor aprendizaje durante la visita, ya que como Mortensen y

Smart (2007) han comprobado, su utilización conlleva un aumento del número de conversaciones sobre contenidos curriculares entre los grupos de alumnos y alumnas, al tiempo que facilitan la consecución de los objetivos.

Previamente a la visita, el profesor/a contactará con el KutxaEspacio para indicarles qué módulos o áreas del museo son los que le interesa incluir en la visita guiada.

Los objetivos de esta visita son varios, si bien podemos destacar:

- que profundicen en los conocimientos trabajados previamente sobre las fuerzas y sus aplicaciones (i 5, i 6, i 7, i 8, i 9) y obtengan respuestas a sus propias cuestiones,
- que comprendan que en una visita de estas características se puede aprender, si la visita está preparada adecuadamente (i 2, i 3, i 4)
- que valoren la visita de forma positiva, mejorando su actitud hacia la ciencia y la tecnología (i 1, i 12)
- que comprueben que diversión y aprendizaje pueden ser complementarios.

11.- TRAS LA VISITA AL KUTXAESPACIO, ¿QUÉ HEMOS APRENDIDO?

A.27. Reflexión sobre la visita.

Lo que más os ha gustado, lo que os ha sorprendido, lo que hemos aprendido, propuestas de mejora...

Debate en gran grupo.

En este apartado se incluyen todas las actividades posteriores a la visita, que servirán para reflexionar sobre la misma (A.27.), para consensuar las respuestas e informaciones obtenidas en el museo en relación con los módulos previamente seleccionados (A.28.) y para reproducir -desde el punto de vista de diseñar una actividad práctica adecuada al nivel de E. Primaria- una experiencia de las trabajadas en el KutxaEspacio (A.29. y A.30.).

En A.27. pretendemos conocer las impresiones de los estudiantes de Magisterio respecto a la visita (i 1), así como que reflexionen nuevamente sobre el valor de este tipo de salidas, no solo como actividades motivadoras para el alumnado sino también por su adaptabilidad para complementar el aprendizaje del aula (i 2). Se propone un debate en gran grupo (lluvia de ideas) para facilitar los recuerdos y el aporte de ideas, pero sin dedicar un tiempo excesivo a esta actividad.

A.28. Explicación de los módulos elegidos con anterioridad a la visita.

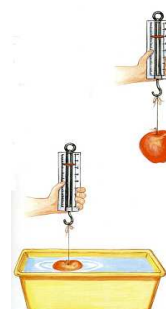
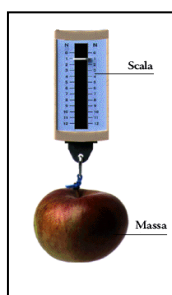
Cada grupo explicará uno de los módulos, tanto lo aprendido/ comprendido en el museo como la información complementaria encontrada. El resto de compañeros/as realizará preguntas y sugerencias teniendo en cuenta lo trabajado en clase y en el museo. Finalmente cada grupo escribirá un informe sobre lo aprendido en el KutxaEspacio en relación a las fuerzas y sus aplicaciones.

A.28. servirá para consensuar informaciones y elaborar conclusiones al tiempo que se repasan los contenidos conceptuales trabajados durante toda la unidad (i 5, i 6, i 7, i 8, i 9). Al mismo tiempo se trabajarán aspectos competenciales sobre la forma de exponer resultados (lenguaje oral) y realizar informes (lenguaje escrito), enfocados a favorecer la comunicación y el lenguaje (Jiménez Aleixandre, 1999).

Posteriormente, A.29. es una actividad enfocada a conseguir varios objetivos: que diseñen una experiencia utilizando procedimientos científicos (i 10, i 11), que repasen y profundicen en algunos de los contenidos estudiados (fuerza, masa, peso...) y que analicen la adecuación de esta experiencia para el aula de primaria (i 4). Si bien se trata de comprender el principio de Arquímedes, presente también en el KutxaEspacio como hemos dicho, la experiencia propuesta no tiene ningún parecido físico con el módulo del museo, lo que les obligará a diseñar la actividad de forma razonada.

A.29. Eureka! Vamos a realizar una experiencia similar a la que vimos en el museo.

Se trata de calcular las masas y los pesos de diferentes objetos, tanto en el aire como en el agua. Elegid los objetos y diseñad la experiencia, en primer lugar. ¿Cómo lo vais a hacer? *Actividad para realizar en pequeño grupo, con posterior puesta en común.*

**Ahora ya podéis realizar la experiencia, tal y como la habéis diseñado.**

Apuntar los resultados y repetir las medidas tantas veces como os parezca necesario, hasta verificar su validez.

¿Qué ha ocurrido al introducir los objetos en el agua? ¿Ha cambiado el valor de alguna magnitud? ¿Qué conclusión habéis obtenido? ¿Coinciden las conclusiones con las hipótesis planteadas?

Explicar lo ocurrido y relacionarlo con lo visto en el museo.

A.30. Informe final: Diseño de una visita al KutxaEspacio con alumnado de Educación Primaria, en relación con “las fuerzas”. Actividad a realizar en pequeño grupo, para evaluación. Para realizar el diseño correspondiente, he aquí algunas preguntas que pueden servir de orientación:

- **¿Se puede repetir lo que nosotros hemos hecho con niños y niñas de Primaria?**
- **¿Visitaríais el museo completo o mejor elegir unos módulos concretos?**
- **¿Cómo prepararéis la visita, es decir, qué fases tendréis que planificar para la visita?**

Finalmente, esta es una actividad para evaluar la progresión obtenida en los aspectos didácticos de la unidad (A.30.). Se les pide que diseñen una visita al KutxaEspacio con un grupo de escolares de primaria, y se les indica que las actividades que se han trabajado en clase pueden ser fácilmente adaptables a esa situación (i 4). No se trata de que inventen nuevas actividades sino que realicen una adaptación sencilla de los materiales que ellos mismos han utilizado durante estos días. Si bien se les proporcionan unas orientaciones, no se quiere ser demasiado directivo para potenciar la creatividad del alumnado.

Se trata de una actividad metacognitiva que les servirá para repasar los conceptos trabajados, reflexionar sobre ellos y adaptarlos a una situación similar a la que ellos han experimentado, pero cambiando el punto de vista: ahora deben diseñar la visita al museo pensando en los objetivos que pretenden conseguir con niños y niñas de Primaria. Las reflexiones que los grupos hayan realizado en algunas de las actividades previas (por ej. A.23. y A.25) serán válidas para incluir en este diseño. Al mismo tiempo, el informe realizado sobre esta actividad nos servirá para evaluar los aspectos didácticos trabajados en relación con las visitas a museos.

Para terminar la explicación de la unidad didáctica “Fuerzas en acción” y su justificación, presentamos a continuación una tabla resumen en la que se relacionan todas las actividades con los indicadores de aprendizaje que se trabajan en cada una, así como con las competencias a desarrollar. Hemos incluido también la clasificación según el tipo de actividad, en orden a comprobar que la unidad responde al enfoque propuesto en el capítulo anterior (pag. 105 y ss.), es decir, una unidad diseñada como *una investigación orientada* para conseguir que los estudiantes se familiaricen con esta metodología al tiempo que abordan los problemas propuestos en cada apartado (Furió, 2001).

| TIPO DE ACTIVIDAD | ACTIVIDADES | INDICADORES | COMPETENCIAS |
|--|--|--|--|
| Planteamiento del problema | Pretest A.9. A.17. A.23. | 5, 6 7 9, 10, 11 1, 2, 3 | 3, 4 3, 5 4, 5 1, 2 |
| Explicitación y contraste de ideas previas | A.1. A.3. A.10. A.18 y A.19 A.22 | 1, 2 5, 11 7 9, 10, 11 4, 5 | 1 3, 5 3, 5 4, 5 2, 3 |
| Búsqueda y análisis de información | A.2. y A.23 A.4 y A.5. A.22. A.24. A.26. La VISITA | 1, 2, 3 4, 5, 6, 11 4, 5, 11, 12 1, 2, 3 4, 5, 6 Todos excepto 11 y 12 | 1, 2 2, 3, 4, 5 2, 3, 5, 1 1, 2 2, 3 Todas |
| Realización de experimentos (emisión de hipótesis) | A.7. A.11 y A.12. A.29. | 4, 5, 6, 10 7, 10, 11 10, 11, 4 | 2, 3, 4, 5 3, 5 5, 2, 1 |
| Elaboración de conclusiones y (re)formulación de preguntas | A.6. A.13. A.22. A.25. A.27. y A.28 | 6 5, 6, 8 4, 5, 11, 12 De 3 a 9 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9 | 3, 4 3, 4 2, 3, 5, 1 Todas 1, 3, 4, 5 |
| Aplicación de los nuevos conocimientos | A.5. A.8. A.14 y A.15 A.16. A.20 y A.21. A.29. A.30. | 6 4, 5, 6 5, 6, 7, 8 4, 11, 12 5, 9, 11, 12 10, 11, 4 4, | 3, 4 2, 3, 4 3, 4, 5 1, 2, 5 4, 5, 1 5, 2 5, 2 |

Tabla 6.1. Resumen de las actividades de la UD

Como se puede observar en esta tabla, mediante las actividades propuestas se trabajarán todos los indicadores de aprendizaje, así como las competencias que habíamos seleccionado. Además, en cada tipo de actividad están incluidas todas las competencias, lo que indica que el grupo de actividades tiene coherencia y que las competencias se trabajan ampliamente.

De esta forma podremos concluir que la unidad “Fuerzas en acción” es válida para ratificar las primeras hipótesis derivadas que se habían planteado en el capítulo anterior (H.2.1. y H.2.2., pag. 99), es decir, que sí es posible elaborar una secuenciación de contenidos dentro del programa de “Ciencias de la Naturaleza y su didáctica” (asignatura troncal de la titulación de Maestro: Educación Primaria) basada en las recomendaciones de la investigación sobre visitas escolares a museos de ciencias y que además, esta propuesta de contenidos constituye una Unidad Didáctica que engloba tanto aspectos científicos como didácticos, estos últimos asociados a la preparación de una visita a un centro de ciencia.

6.1.2. Implementación de la unidad didáctica: temporalización y metodología

La unidad didáctica presentada, “Fuerzas en acción”, se trabajó durante el mes de noviembre de 2008 en seis sesiones de 90 minutos de duración (excepto la visita al museo que tuvo una duración de casi 3 horas, sin incluir el viaje a San Sebastián). Se utilizaron también dos sesiones de tutoría grupal (20-25 min. con grupos pequeños), una hacia la mitad y otra al final de la unidad didáctica. Puesto que la primera versión de esta unidad ya se había puesto en práctica el curso anterior, en esta ocasión las actividades se adecuaron de forma casi óptima a la temporalización prevista. A continuación mostramos como fue la distribución temporal de las actividades:

1º día: Desde A.1. hasta A.7.(excluida A.2.)/ Trabajo no presencial: A.8. y A.2.

2º día: Puesta en común de A.8./ Desde A.9. hasta A.12./ Trabajo no presencial: desde A.13 hasta A.16.

3º día: Puesta en común de actividades anteriores./ Desde A.17 hasta A.21./ Trabajo no presencial: A.22.

4º día: Puesta en común de A.22./ Desde A.23. hasta A.26, es decir preparación de la visita al museo./ Trabajo no presencial: finalizar A.26.

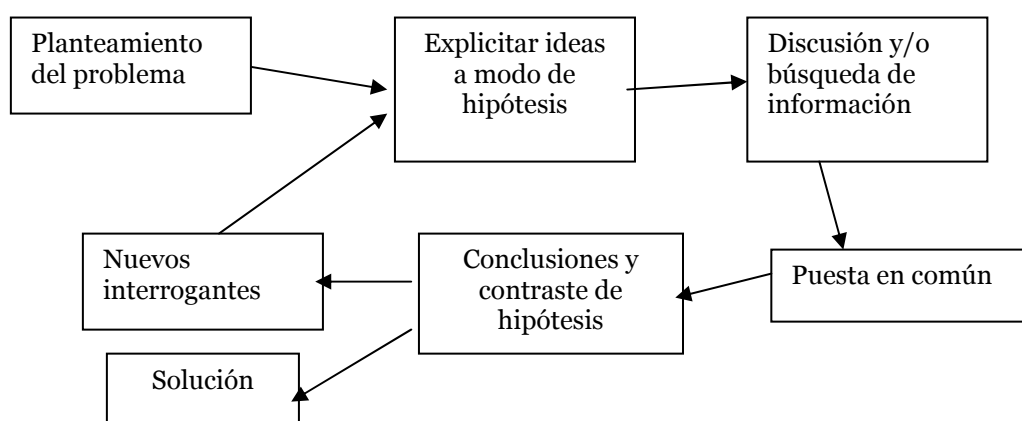
5º día: Visita al KutxaEspacio

6º día: Desde A.27. hasta A.29./ Trabajo no presencial: A.30.

Esta propuesta innovadora no se caracteriza por cambios drásticos en la infraestructura y recursos que habitualmente se utilizan en las clases, sino por modificaciones cualitativas en las estrategias de enseñanza utilizadas, así como por las actividades propuestas a los estudiantes en el programa-guía presentado, centrado en la visita al museo de ciencias. Esto implica que esta forma de trabajo no supuso para el alumnado una gran novedad, lo que nos pareció una condición necesaria para evaluar la propuesta y los resultados de su aplicación (Guisasola et al., 2005a).

En cuanto a la metodología utilizada, queremos indicar que si bien en cada actividad se ha explicitado el modo de llevarla a cabo, hay una forma de trabajo que se repite bastante. Como se ha podido ver en la presentación de la unidad, cada apartado tiene como título una pregunta, la cual se utiliza en todos los casos para plantear el problema o la situación desconocida y provocar en el alumnado una lluvia de ideas; así, las ideas más repetidas se apuntan (tanto la profesora como el alumnado) y se vuelve a plantear la misma pregunta al final del apartado correspondiente, o al día siguiente en función del tiempo disponible, para comparar las respuestas obtenidas con las que se habían apuntado inicialmente. Además, nos interesa también que los estudiantes dediquen tiempo a la planificación de la actividad ya que ello les ayudará no sólo en su realización, sino también en la regulación de los aprendizajes implicados (Sanmartí, 2010).

Otra estrategia metodológica utilizada habitualmente, no solo en esta unidad sino a lo largo de toda la asignatura, es la que indica este esquema:



Los estudiantes discuten y analizan en pequeño grupo las ideas surgidas inicialmente, y en caso necesario buscan información complementaria sobre los conceptos o fenómenos implicados, para posteriormente proceder a la puesta en común con el resto de compañeros

de la clase. En este punto queremos aclarar que existe la posibilidad de utilizar Internet en todas las sesiones, siempre que lo necesiten para buscar información, ya que existe un ordenador conectado a la red en el aula. Esta forma de trabajo les ayuda no solamente en la mejora de la comprensión conceptual sino también en reconocer cómo es su propio proceso de aprendizaje, con el fin de poder transferir ambos aspectos a la metodología de enseñanza en su futuro profesional.

Un aspecto significativo es, como se puede apreciar, la importancia que concedemos al trabajo en pequeños grupos, ya que favorece el aprendizaje como hemos explicado con anterioridad; de ahí que la mayoría de las actividades se trabajen de esta forma. La comunicación que se produce en las conversaciones entre iguales implica un avance en la conceptualización de las ideas, siempre bajo la supervisión de la profesora que puede resolver dudas o aclarar conceptos, y los procesos de reflexión y metacognición ayudan en el desarrollo y percepción del conocimiento pedagógico en relación con los conceptos científicos trabajados.

Sin embargo, también se valora la comunicación escrita, por lo que se les solicitan a lo largo de la UD algunos informes y respuestas escritas, tanto individuales como colectivas, para poder evaluar adecuadamente esta competencia.

El trabajo en grupo, la comunicación oral y escrita, la realización de informes, etc. son competencias transversales, que aunque no las hemos seleccionado como específicas de nuestra unidad, se deben trabajar en todos los temas y en todas las asignaturas.

Finalmente, vamos a explicitar unos breves comentarios sobre algunas de las actividades realizadas. En general, podemos decir que se han cumplido los objetivos de aprendizaje previstos en cada actividad y en estos casos no realizaremos comentario alguno; sólo indicaremos aquellas actividades en las que hubo alguna dificultad o las que dieron lugar a resultados inesperados.

Las actividades realizadas el primer día se desarrollaron con normalidad: tras el debate inicial se introdujo el concepto de interacción entre dos cuerpos, y en el caso de las fuerzas de contacto describieron las situaciones correctamente, así como los efectos producidos por dichas fuerzas. Se planteó la idea de los “modelos científicos” para explicar ciertos conceptos y su evolución histórica, y surgieron comparaciones con los modelos planetarios y el modelo de ser vivo (Gómez Galindo et al., 2007). La actividad práctica presentada para trabajar el

magnetismo (A.7.) se realizó con poco tiempo, al final de la clase, pero fue entretenida y fácilmente comprensible tal y como se constató en la puesta en común.

El 2º día comenzó con la aportación de informaciones que proponía la A.8., y que ofreció un resultado sorprendente para el alumnado: en los libros de texto de Primaria consultados se trabaja el magnetismo pero no se definen ni trabajan específicamente los tipos de fuerzas ni sus efectos. A continuación, las actividades encaminadas a medir fuerzas se desarrollaron tal y como se había previsto; hubo algún problema con los muelles aportados para desarrollar la práctica –no tenían una buena elasticidad-, pero utilizaron correctamente los dinamómetros. Puesto que realizaron varias mediciones y compararon los resultados entre los grupos, no hubo tiempo para más actividades, por lo que tras una breve conclusión sobre las características que debe tener un experimento, se propusieron las restantes para realizar de forma no presencial. Se recogieron los informes de los grupos sobre las experiencias A.11. y A.12. (tras la corrección se devolvieron y comentaron en las tutorías grupales).

El 3º día se dedicó la mitad de la clase a poner en común las actividades A.13., A.14., A.15 y A.16. En el caso del mapa conceptual (A.14.) dos grupos expusieron el suyo y el resto hizo sus aportaciones, hasta conseguir un mapa consensuado por todos. Esta actividad fue muy valorada como repaso de los conceptos trabajados hasta la fecha. En el caso de la ficha que debían analizar para su utilización en el aula (A.16.) hubo acuerdo en que es una actividad válida para trabajar el magnetismo en Primaria, pero sin embargo la mayoría de los grupos propuso su utilización después de haber estudiado la teoría correspondiente, como comprobación. La profesora planteó la posibilidad de utilizarla al inicio del tema, para conocer las ideas previas del alumnado o para hacerles reflexionar sobre los conceptos implicados, y se debatió brevemente esta propuesta. El resto de actividades se trabajaron de la forma ya expuesta y se consensuaron, sin problemas, las respuestas a las preguntas planteadas. Merece la pena comentar que hubo muchas reticencias a admitir la existencia de fuerza de atracción entre dos manzanas (A.18.), si bien el concepto de interacción parecía haber sido bien entendido.

Las actividades del 4º día no presentaron ninguna dificultad. Habían encontrado abundante información sobre las máquinas simples y su funcionamiento, tanto en libros de texto como divulgativos, y se aprovechó la puesta en común para poner ejemplos con herramientas que teníamos en el aula: tijeras, pinzas de hielo, cascanueces... Posteriormente la preparación de la visita al KutxaEspacio fue muy atrayente e interesante. Aunque muchos

estudiantes ya conocían el centro, el hecho de hacer una actividad fuera del aula suponía una ventaja añadida y les motivó de forma importante. Algo más laborioso fue el comentario del artículo sobre la educación no formal; lo consideraron muy “teórico” pero se consensuaron rápidamente las ideas importantes. Finalmente se les explicó la tarea no presencial consistente en leer la explicación de los módulos y buscar las respuestas a las preguntas planteadas (Para facilitar la tarea se adjudicaron 3 módulos a cada grupo).

La visita al museo de ciencia se desarrolló según lo previsto. Tras el viaje en autobús, la primera parte fue una visita guiada de una hora de duración, para lo cual el grupo se dividió en dos subgrupos que recorrieron varias salas del museo, cada uno con una monitora diferente. Posteriormente el alumnado dispuso de una hora libre, en la que pudieron descansar, tomar un café, e incluso volver a las zonas del museo que deseaban ver nuevamente; la mayoría aprovechó este tiempo también para apuntar informaciones sobre los módulos elegidos en clase. Por último tuvimos ocasión de asistir a una sesión de Planetario, que si bien no tenía relación con el tema elegido, consideramos adecuada con vistas al futuro profesional de estos alumnos y alumnas.

Finalmente, el 6º día se dedicó a reflexionar sobre la visita y a poner en común las respuestas que cada grupo había preparado para los módulos adjudicados. Cada grupo de estudiantes explicó un módulo y el resto hizo sus preguntas y/o aportaciones hasta conseguir comprender el funcionamiento de la experiencia en cuestión. La segunda parte de la clase se dedicó a realizar una experiencia eminentemente práctica (A.29.), experiencia que estaba presente en el museo, y que no presentó complicaciones; si bien el módulo del museo no tenía ningún parecido físico con la experiencia que debían diseñar, la forma de comprobar la hipótesis de que “los objetos debían pesar menos en el agua que en el aire” fue propuesta sin dificultad. Se analizaron los resultados obtenidos en los grupos y se expusieron las conclusiones. Finalmente, la actividad A.30. se realizó de forma no presencial y cada grupo entregó un informe que fue evaluado y comentado en una sesión de tutoría grupal. Además, estos informes son los que hemos utilizado como diseño experimental para avalar los resultados de la segunda hipótesis de nuestro estudio (pag. 120).

En resumen, la unidad didáctica se llevó a cabo de la forma prevista y el material aportado al alumnado ([Guía didáctica de actividades](#)) ha sido muy válido –en nuestra opinión- para facilitar el desarrollo de las actividades y trabajar los objetivos de aprendizaje seleccionados.

6.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS PARA COMPROBAR LA MEJORA PRODUCIDA POR LA IMPLEMENTACIÓN DE LA UD

Como hemos explicado en el apartado anterior, la unidad didáctica “Fuerzas en acción” se desarrolló durante el mes de noviembre de 2008, dentro de la docencia normal de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza y su didáctica (2º curso). La asistencia del alumnado fue bastante regular, por lo que podemos decir que casi todos los y las estudiantes realizaron la práctica totalidad de las actividades.

Es necesario indicar que los pretest, Cuestionarios 1 y 2, se pasaron en sesiones de clase diferentes por motivos de adecuación horaria, pero ambos en el mes de octubre de 2008, es decir en el inicio del primer cuatrimestre, mientras que los post-test se pasaron al final de ese cuatrimestre (febrero y marzo de 2009 respectivamente). Debido a este sistema de toma de datos, el tamaño de la muestra es diferente –la asistencia es diferente- en cada uno de los cuestionarios analizados, como se podrá observar en el análisis de resultados. Sin embargo, la forma de responder a las preguntas propuestas fue similar en todos los casos: la profesora explicaba las cuestiones así como las dudas que pudieran surgir, y los estudiantes escribían las respuestas de forma individual, “en situación de examen”.

Además queremos hacer notar que, en el intervalo de tiempo transcurrido entre las dos aplicaciones de los cuestionarios, además de haber cursado la asignatura en cuestión (en la que se trabajó la UD diseñada), el alumnado también había cursado otras asignaturas troncales y optativas de la titulación. Esto significa que al analizar los resultados y la posible mejora producida en las concepciones de los estudiantes, deberemos tener en cuenta que existen otras variables que escapan a nuestro control.

Se podría argumentar que hay otros factores que han podido influir en el aprendizaje producido (personales, extraescolares...) y, como ocurre en muchas de las investigaciones que se realizan en educación, es prácticamente imposible controlar todas las variables que han participado en este proceso de enseñanza-aprendizaje. Por este motivo, y con el fin de validar en alguna medida la posible mejora experimentada por nuestro alumnado, pensamos que sería interesante conocer las concepciones post-docencia de un grupo similar de estudiantes que hubieran trabajado el mismo programa con otros materiales (grupo control), para compararlas con las del grupo experimental.

Así pues, se utilizaron los mismos cuestionarios con un grupo control, grupo constituido por 42 alumnos y alumnas de 2º curso de Magisterio que habían cursado la misma asignatura con otra metodología (otro profesor) y que también habían realizado la visita al KutxaEspacio de la Ciencia pero sin utilizar nuestra UD. Dicho cuestionario se pasó con posterioridad a la docencia, es decir, como un postest para conocer sus concepciones después de haber finalizado la asignatura. No se consideró necesario el pretest en este grupo debido a su similitud con el grupo experimental (Bisquerra, 2004), ya que el alumnado se adjudica a uno u otro grupo por orden alfabético de sus apellidos. Sin embargo, los estudiantes del grupo control han trabajado el tema de fuerzas con una metodología eminentemente expositiva, que utiliza las prácticas de laboratorio como complemento, y no han utilizado la visita al KutxaEspacio como una actividad integrada en el programa del curso. Esta diferenciación metodológica será otra de las variables a considerar al analizar los resultados posteriores a la docencia de la asignatura.

6.2.1. Resultados obtenidos en relación con las concepciones de los estudiantes sobre la realización de visitas a un museo de ciencias (H.2.3. – c.1.)

Como ya hemos comprobado en la primera parte de esta investigación, el profesorado de Educación Primaria y Secundaria en general, concibe la visita a un museo de ciencias como una salida útil en la que los estudiantes observan y hacen cosas interesantes a la vez que se divierten. En este sentido es fácil suponer que el alumnado de Magisterio de 2º curso, futuros maestros y maestras que aún no han tenido la posibilidad de experimentar las estrategias didácticas en un aula y que aún no han cursado ninguna asignatura de didáctica específica, tendrá una concepción de dichas visitas similar a la presentada por el profesorado en activo, y tampoco las considerarán como un recurso didáctico para el aprendizaje de las ciencias.

Sin embargo, tras haber trabajado la unidad didáctica “Fuerzas en acción” que incluye la visita al KutxaEspacio de la Ciencia de San Sebastián, esperamos que la concepción de los estudiantes sea más cercana a la propuesta por los investigadores en este tema, si bien somos conscientes de la poca representatividad de una sola actuación didáctica frente a la experiencia personal y social del alumnado.

Para comprobar la influencia de la implementación de la UD en cuestión, vamos a analizar los resultados obtenidos con el Cuestionario 1 (pág. 118) en el grupo experimental, comentando cada pregunta por separado. Al mismo tiempo, presentamos los resultados obtenidos por el grupo control, para facilitar la comparación.

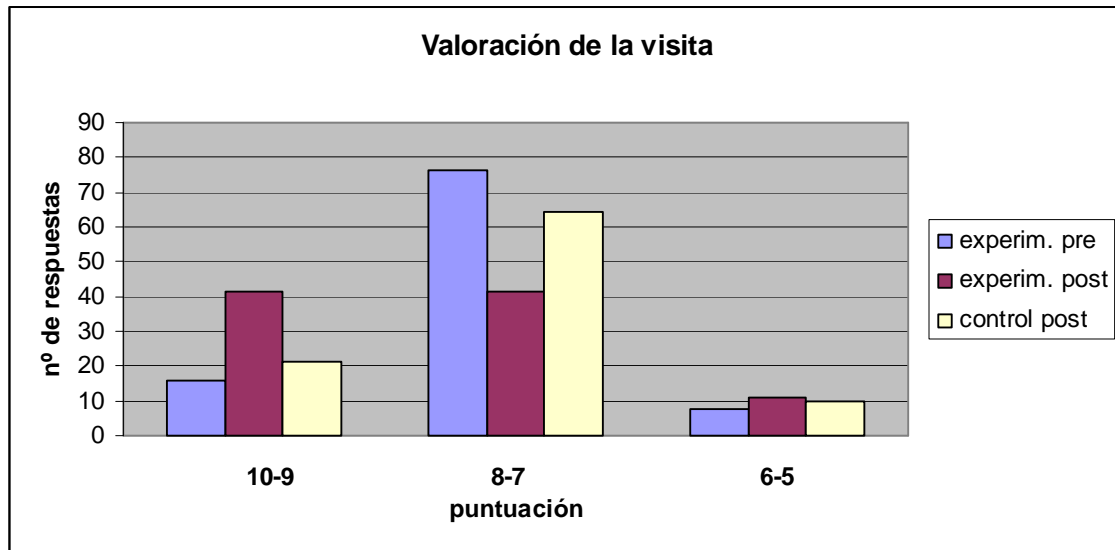
La primera cuestión pedía al alumnado que valorara la utilidad de la visita a un museo de ciencia de 1 a 10 y que justificara dicha valoración.

Como podemos ver en la tabla 6.2. la valoración inicial –pretest- es muy buena: ya antes de la docencia, la puntuación mayoritaria es 7-8, lo que indica que un alto porcentaje del alumnado (76'3%) considera que las visitas son bastante útiles, con un 15'8% que las considera muy útiles (puntuaciones de 9-10). Sólo 3 alumnos las valoran con 6 puntos y nadie con 5 o menos.

| Puntuación | Gr. Experim. N=38 PRETEST | Gr. Experim. N=36 POSTEST | Gr. Control N=42 POSTEST |
|-------------------|--|--|---|
| 10 | 2 (5'3%) | 4 (11'1%) | 4 (9'5%) |
| 9 | 4 (10'5%) | 11 (30'5%) | 5 (11'9%) |
| 8 | 18 (47'4%) | 8 (22'2%) | 13 (31%) |
| 7 | 11 (28'9%) | 7 (19'4%) | 14 (33'3%) |
| 6 | 3 (7'9%) | 4 (11'1%) | 2 (4'8%) |
| 5 | - | - | 2 (4'8%) |
| NS/NC | - | 2 (5'5%) | 2 (4'8%) |

Tabla 6.2. Valoración de la visita (cuestión 1)

En el post-test del grupo experimental los resultados son también muy buenos, incluso algo mejores ya que la puntuación media ha pasado de 7'76 en el pretest a 8'1 en el posttest. Las puntuaciones 7-8 han sido elegidas por algo más del 40% (porcentaje inferior al pretest), pero consideran las visitas muy útiles (9-10 puntos) más del 40% del alumnado, es decir estas puntuaciones han aumentado de forma notable. En esta ocasión son 4 alumnos los que valoran con 6 puntos la visita y otras 2 personas no contestan. Al comparar estos datos con los obtenidos en el grupo control podemos comprobar que la media de los valores adjudicados por estos alumnos es de 7'72, dato muy similar a la media conseguida por el grupo experimental previamente a la instrucción (7'76).



En cuanto a las justificaciones que aporta el alumnado para apoyar esta valoración, se consensuaron los siguientes criterios de corrección que dan lugar a las 4 categorías de respuestas que aparecen en la tabla 6.3., y que también se utilizarán para las cuestiones siguientes:

- A. Respuestas que incorporan elementos significativos de las recomendaciones de la investigación educativa sobre visitas escolares a museos de ciencias, y por tanto incluyen las características esenciales del modelo “Visitas centradas en el aprendizaje” trabajado en clase. En concreto, deberían mencionar que la visita es útil porque en ella se aprende cuando está bien preparada, cuando tiene relación con el currículum escolar, con actividades previas y posteriores, etc. Hemos denominado a estas respuestas “innovadoras”.
- B. Respuestas que reflejan sólo parcialmente algunas de esas características y que consideran el aprendizaje en el museo como ilustración práctica o lúdica de la teoría trabajada en el aula, pero sin apoyarlo con actividades concretas. Estas respuestas las hemos denominado “incompletas”.
- C. En esta categoría se incluyen aquellas respuestas “de sentido común” que justifican la visita al museo de ciencia en base a intuiciones y tópicos sobre la motivación, las excursiones lúdicas, el aprender jugando como inherente a la visita, etc.
- D. Se incluyen aquí las respuestas difíciles de clasificar, las que apuntan otros aspectos no relacionados con el aprendizaje y las que están en blanco.

| Tipo de respuesta Las visitas son útiles... | Gr. Experim. N=38 PRETEST | Gr. Experim. N=36 POSTEST | Gr. Control N=42 POSTEST |
|--|--|--|---|
| A. Respuestas innovadoras | 3 (7,9%) | 11 (30,5%) | 4 (9'5%) |
| B. Respuestas incompletas | 20 (52,6%) | 13 (36,1%) | 22 (52'4%) |
| C. Respuestas de sentido común | 12 (31,6%) | 11 (30,5%) | 12 (28'6%) |
| D. Inclasificables o NS/NC | 3 (7,9%) | 1 (2'8%) | 4 (9'5%) |

Tabla 6.3. Justificaciones aportadas para la valoración de la visita (cuestión 1)

Como se desprende de estos datos, antes de la instrucción la mayoría de los y las estudiantes (52,6%) del grupo experimental respondían con argumentos correspondientes a la categoría B, como por ejemplo:

- *las visitas son valiosas porque se pone en práctica la teoría dada en clase*
- *en estas visitas siempre se aprende porque pueden experimentar después de la teoría*
- *en las visitas se aprende porque se pueden hacer cosas diferentes, que no se hacen en el aula*

En cambio, según se observa en los resultados de los posttest, este porcentaje ha disminuido notablemente (36,1%) mientras que se ha incrementado de forma notable el número de respuestas consideradas innovadoras o deseables (cat. A: de 7,9 % a 30,5 %) Algunas de las respuestas son:

- *la visita es provechosa cuando tiene relación con el tema que están estudiando en clase*
- *son valiosas porque pueden complementar la materia que se está dando en la escuela haciendo actividades antes y después de ir*

Podemos decir que la idea inicial mayoritaria de que la visita “sirve para aprender porque se puede comprobar la teoría trabajada en el aula” se ha transformado en gran medida en una concepción de visita más completa, ya que incluye la preparación de la misma así como su relación con el currículum. Consideramos que este es un buen resultado, aunque

sólo sea a nivel declarativo, y una de las razones del cambio puede ser que durante las clases correspondientes se trabajó explícitamente que las visitas no deben hacerse al final del tema como comprobación práctica, sino al inicio o durante la programación concreta como una actividad más; estas ideas se debatieron principalmente en las actividades A.23, A. 24 y A.27 de la unidad didáctica, con el fin de trabajar los indicadores de aprendizaje i 1, i 2 e i 3.

Por otra parte, apenas varía el porcentaje de alumnos/as que considera que las visitas son interesantes por la metodología que se utiliza en las mismas, amena y entretenida, y porque sirven para despertar el interés por la ciencia (categoría C, alrededor del 31%). He aquí algunas respuestas de este tipo:

- *las visitas son valiosas porque muestran que la ciencia es divertida*
- *son válidas porque pueden provocar interés por los temas de ciencias*
- *sirven para conocer los adelantos científicos de forma amena*

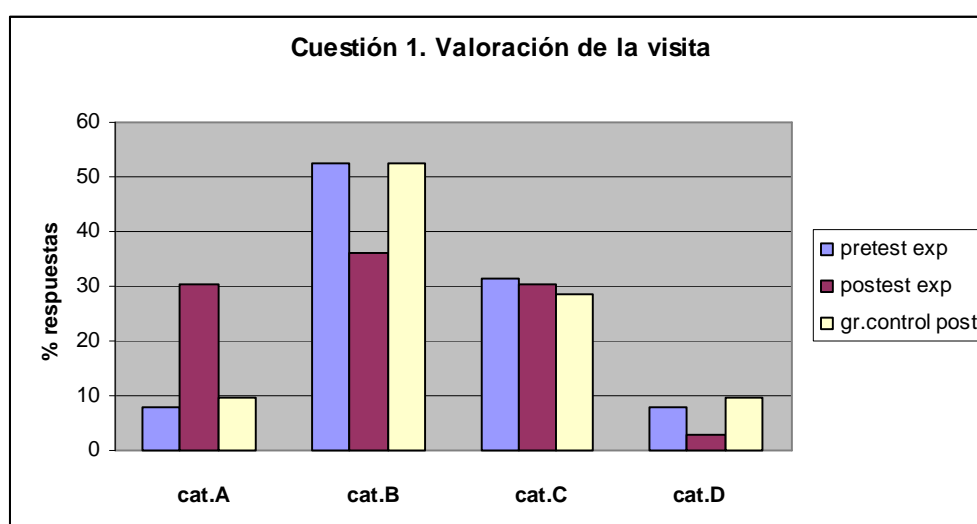
Estas ideas se han incluido en esta tercera categoría, “respuestas de sentido común”, y no han sido consideradas adecuadas por sí mismas, ya que si bien es cierto que los museos de ciencia tienen entre sus objetivos acercar la ciencia a los visitantes y mejorar la motivación, no es la razón que implicaría una preparación explícita por parte del profesorado. Por supuesto, son características que dan a la visita un aspecto diferencial en contraste con el aprendizaje más formal del aula, pero deberían ser complementadas por una preparación adecuada de la visita para que ésta fuera realmente significativa. En cambio, sí se han considerado adecuadas cuando iban acompañadas de expresiones que indicaban aprendizaje y relación con el tema trabajado en el aula, como por ejemplo:

- *estas visitas motivan a los niños y les ayudan a comprender mejor lo que se trabaja en clase (cat. A)*
- *los alumnos experimentan, se lo pasan bien y así aprenden mejor ciencias porque les cogerán gusto (cat. B)*

En este punto debemos indicar que en las tres aplicaciones del cuestionario (pre y post en el grupo experimental y post en el grupo control) algunos alumnos y alumnas aportaron más de una justificación en su respuesta, como en los dos ejemplos anteriores, pero se ha optado por utilizar la tendencia principal de las respuestas para la categorización de las mismas, como ya hemos explicado en el apartado de metodología (pag.127).

En cuanto a las justificaciones aportadas por el grupo control para explicar las valoraciones, podemos ver que el nº de respuestas categorizadas como innovadoras (cat. A) es bastante menor que en el postest del grupo experimental, mientras que la categoría B de respuestas incompletas es sensiblemente mayor; los resultados de este grupo en estas dos categorías son muy similares a los del grupo experimental al inicio del curso. Aunque este grupo también ha visitado el Centro de Ciencia de San Sebastián, no consideran que la integración de la visita en el currículum sea uno de los motivos que justifican su valoración positiva.

He aquí una representación gráfica de estos resultados que, sin duda, indicará de forma simple las variaciones explicadas en esta cuestión:



La segunda cuestión tenía como objetivo conocer la opinión del alumnado respecto a si consideran necesaria y/o conveniente la programación anual –en E. Primaria- de una salida a un centro o museo de ciencia. Se solicitaba responder sí o no en primer lugar, y posteriormente justificar la respuesta.

He aquí los resultados obtenidos en las tres aplicaciones del cuestionario:

| Tipo de respuesta | Gr. Experim. PRETEST N = 38 | Gr. Experim. POSTEST N = 36 | Gr. Control POSTEST N = 42 |
|---------------------------------------|--|--|---|
| A. Respuestas innovadoras | 5 (13,2%) | 10 (27,7%) | 6 (14'3%) |
| B+C. Respuestas de sentido común | 23 (60,5%) | 21 (58,3%) | 18 (42'8%) |
| D. No es necesaria la visita cada año | 9 (23'7%) | 4 (11,1%) | 16 (38'1%) |
| NS/NC | 1 (2,6%) | 1 (2,7%) | 2 (4'8%) |

Tabla 6.4. Necesidad de una visita anual (cuestión 2)

Las razones aportadas para dicha justificación se han clasificado atendiendo a criterios de corrección similares a los expuestos para la cuestión 1, agrupando los datos en las 4 categorías que aparecen en la tabla 6.4.

En el pretest del grupo experimental, sólo 5 estudiantes (categoría A, 13'2%) relacionan la necesidad de visitar el museo cada curso con los contenidos curriculares a trabajar en el aula, mientras que en el postest este porcentaje se duplica (27'7%). Algunos ejemplos de respuesta son:

- *Sí, porque cada año se dan conceptos nuevos en esta asignatura*
- *Sí, es conveniente porque se pueden completar con actividades las pocas horas de ciencias de la escuela*
- *Es conveniente para relacionar la visita con las actividades del libro de texto*

En cambio, la mayoría del alumnado (alrededor del 60%) ratifica la idea expuesta en la cuestión anterior de que cuantas más veces visiten el museo más aprenderán, respuesta considerada inaceptable –que no incompleta- ya que implica una concepción ingenua del aprendizaje, según la cual el sólo hecho de visitar el museo sería suficiente para que el aprendizaje se produjera. Por este motivo hemos incluido todas las respuestas en esta categoría B+C, para facilitar las comparaciones con otras cuestiones.

En el grupo experimental, los porcentajes de respuestas varían muy poco entre las dos aplicaciones del cuestionario (de 60'5% a 58'3%), lo que nos indica que esta idea no se ha visto apenas modificada por la docencia; consideran conveniente una visita cada año, pero no son adecuadas las justificaciones que aportan, obteniéndose respuestas de este tipo:

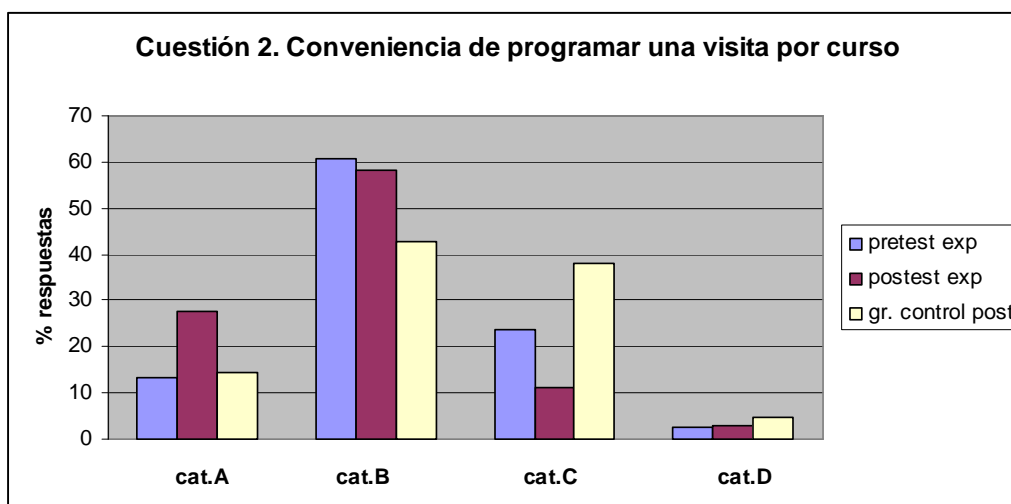
- *Si es necesario porque si van todos los años les llegará a gustar la ciencia*
- *Si, porque así aprenden de forma divertida*
- *Si es conveniente, para poner en práctica lo aprendido durante el curso*

Finalmente, más de un 23% de los alumnos/as no estaban de acuerdo con programar una visita cada curso escolar y, tras la docencia correspondiente a la unidad didáctica, este número ha descendido considerablemente (cat. D, 11'1%). En este caso las justificaciones son de este tipo:

- *No es necesario ir cada año al mismo sitio porque hay muchos lugares para visitar*
- *Si van todos los años el alumnado llegará a aburrirse*
- *Es mejor elegir sitios diferentes y variados, para que los conozcan, y no visitar todos los años el mismo sitio*

Al analizar los resultados del grupo control observamos que la categoría mayoritaria es también la constituida por respuestas de “sentido común” (42'8%), aunque también es muy elevado el porcentaje de estudiantes que consideran que no es necesario programar una visita cada curso (cat. D, 38'1%). Las razones aportadas son similares: “*los escolares se aburrirán yendo al mismo sitio*”, o “*sería mejor una vez en cada ciclo para visitar otros lugares*”. En cuanto a la categoría A de respuestas innovadoras o deseables, los porcentajes son sensiblemente inferiores a los del grupo experimental. Estos datos, unidos a los de la cuestión anterior, parecen indicar que la mayoría de los estudiantes de este grupo no conciben la visita como recurso complementario de aprendizaje de las ciencias, a pesar de que han visitado el KutxaEspacio recientemente.

Mostramos a continuación el gráfico que resume los datos de ambos grupos:



Analizaremos a continuación los resultados obtenidos en **la 3ª cuestión**, la cual solicitaba enumerar ventajas e inconvenientes sobre las visitas realizadas a un museo de ciencia dentro del programa escolar.

Los criterios de corrección son similares a los fijados en las preguntas anteriores, y puesto que la mayoría del alumnado ha apuntado varias ventajas o inconvenientes en su respuesta, hemos clasificado éstas atendiendo a la tendencia principal, con el fin de facilitar la comparación. Así pues,

- Consideramos que son respuestas deseables o innovadoras (categoría A) las que citan como ventaja la posibilidad de relacionar cualquier tema del currículum con la visita, la preparación de la visita por parte del profesorado, etc. En el mismo sentido, incluiremos en esta categoría aquellas respuestas que citan entre los inconvenientes la falta de materiales adecuados para la visita, la escasa preparación del profesorado, etc.

- De igual forma se incluyen en la categoría B las respuestas que citan el aprendizaje como ventaja, pero no lo relacionan con el currículum (B1), y hemos diferenciado otra subcategoría, B2, para aquellas respuestas que indican como ventaja la motivación del alumnado, su interés por la ciencia, etc. Estas características -que son intrínsecas al propio museo- deben ser consideradas como respuestas adecuadas cuando aparecen como una ventaja adicional de la visita, pero las hemos categorizado en B2 cuando no hay referencia alguna al aprovechamiento que el profesorado puede hacer de ellas ni a la relación con el currículum escolar.

- Finalmente, la categoría C incluye aquellas respuestas que únicamente hablan de los aspectos lúdicos para justificar la salida al museo, respuestas de sentido común.

Así mismo, al clasificar los inconvenientes mencionados en las respuestas hemos obtenido 4 categorías diferenciadas: A, los que indican la falta de preparación del profesorado o la poca relación con el currículum; B, las respuestas que indican como inconveniente algún aspecto didáctico como la falta de objetivos claros o la inadecuación de la visita a la edad del alumnado; C, aquellos inconvenientes relacionados con la disciplina del alumnado, su falta de atención, la pérdida de clases, etc. y D cuando no aportan inconveniente alguno o no responden.

Las tablas 6.5. y 6.6. resumen los datos obtenidos:

| Ventajas | Gr. Experim. PRETEST N=38 | Gr. Experim. POSTEST N=36 | Gr. Control N= 42 POSTEST |
|--|--|--|--|
| A. Respuestas innovadoras | 4 (10'5%) | 11 (30'5%) | 5 (11'9%) |
| B1. R. Incompletas Experimentación, interacción, práctica... | 17 (44'7%) | 14 (38'9%) | 17 (40'5%) |
| B2. R. Incompletas Motivación, interés por la ciencia, metodología lúdica... | 11 (28'9%) | 7 (19'4%) | 10 (23'8%) |
| C. Respuestas de sentido común | 5 (13'2%) | 3 (8'3%) | 5 (11'9%) |
| NS/NC | 1 (2'6%) | 1 (2'7%) | 5 (11'9%) |

Tabla 6.5. Ventajas de la visita (cuestión 3)

Al analizar las ventajas explicitadas por el alumnado, nuevamente se ratifican los resultados de las cuestiones anteriores, puesto que los mayores porcentajes –tanto en el pretest como en el postest- los constituyen los estudiantes que piensan que las ventajas están relacionadas con el aprendizaje (categorías A y B1). Los datos obtenidos en el postest del grupo experimental indican que las ventajas citadas son más cercanas al modelo pretendido ya que ha aumentado el porcentaje de respuestas innovadoras en 20 puntos (cat. A), mientras que ha disminuido el de las respuestas no aceptables en 5 puntos (cat. C).

En lo referente a las categorías B, si bien los porcentajes han disminuido tras la instrucción, el cambio no es muy importante y coincide también con resultados anteriores en los que hemos percibido la invariabilidad de estas concepciones, que corresponden a ideas poco o nada relacionadas con el currículum escolar, respuestas incompletas que sólo son consideradas aceptables cuando complementan a una adecuada preparación de la visita al centro de ciencias.

Algunos ejemplos de las respuestas/ ventajas obtenidas en esta cuestión son:

- *el tema de clase se puede estudiar más y mejor en el museo* (cat. A)
- *la visita les servirá para completar lo visto en clase y viceversa* (cat. A)
- *se puede experimentar, tocar, etc. y así se aprende mejor* (cat. B1)
- *la visita sirve para acercarlos al mundo de la ciencia* (cat. B2)
- *la motivación, la diversión, el cambio de ambiente, son ventajas importantes de la visita* (cat. C)
- *salen del aula y lo pasan bien* (cat. C)

Al comparar los resultados de los grupos experimental y control encontramos que el porcentaje de respuestas categorizadas como innovadoras (cat. A) es superior en el grupo experimental (30'5% frente a 11'9%), mientras que las respuestas incompletas o inadecuadas, de sentido común, son más abundantes en el grupo control (categorías B y C). Nuevamente los resultados obtenidos por el grupo control son más parecidos a los del pretest del experimental.

Este resultado nos hace pensar que la integración de la visita dentro de la UD y los aspectos trabajados en el aula sobre este tema han sido válidos para modificar las concepciones de gran parte del alumnado del grupo experimental, ya que los estudiantes de ambos grupos habían visitado el KutxaEspacio de San Sebastián y sus opiniones estarán influenciadas por dicha vivencia.

Al analizar los inconvenientes citados por el alumnado, en el grupo experimental observamos un dato relevante: el porcentaje de respuestas de la categoría D es elevado y aumenta tras la instrucción. Esta categoría la constituyen las respuestas que indican que “*no hay inconvenientes*” o las respuestas en blanco, lo que nos lleva a pensar que estos estudiantes valoran las visitas de forma acrítica: “*todo son ventajas*”, y consecuentemente, apenas justifican estas respuestas.

| Inconvenientes | Gr. Experim. PRETEST N=38 | Gr. Experim. POSTEST N=36 | Gr. Control POSTEST N= 42 |
|--|--|--|--|
| A. Respuestas Innovadoras | 1 (2'6%) | 3 (8'3%) | 1 (2'4%) |
| B. Respuestas Incompletas | 14 (36'8%) | 6 (16'7%) | 9 (21'4%) |
| C. R. de sentido común El alumnado se distrae, aburre, falta de disciplina | 16 (42'1%) | 18 (50%) | 11 (26'2%) |
| D. No hay inconvenientes o NS/NC | 7 (18'4%) | 9 (25%) | 21 (50%) |

Tabla 6.6. Inconvenientes de la visita (cuestión 3)

Este es un dato preocupante ya que esa visión acrítica o la satisfacción tras la visita hará que sea muy difícil provocar un cambio en su concepción sobre la necesidad de preparar las visitas adecuadamente para que sean eficaces. Igualmente llama la atención que la mitad de los estudiantes del grupo control dicen que las visitas no tienen inconveniente alguno o no responden a esta cuestión, porcentaje aún superior al ya comentado para el grupo experimental.

En cuanto al resto de las categorías, podemos decir que hay muy pocas respuestas en la categoría A (*si la visita no se relaciona con el tema del aula será una pérdida de tiempo*), aunque ha aumentado ligeramente el porcentaje en el postest; sin embargo, en la categoría de respuestas incompletas, el porcentaje ha disminuido a la mitad tras la docencia de la UD. Ahora bien, queremos destacar que un número importante de estudiantes consideran, incluso tras la visita al museo, que un inconveniente es el comportamiento del alumnado (50% en cat. C): *no prestan atención durante la visita, se aburren y se distraen*. Este resultado coincide con los obtenidos en el estudio de Olson, Cox-Petersen y McComas (2001), en el que los futuros profesores citaban como factor principal que les inhibía para la realización de la visita, la disciplina de los escolares.

Algo similar ocurre al analizar los datos del grupo control; sólo una respuesta entre las “innovadoras”, y todas las demás se reparten entre las categorías B y C, aunque en las respuestas de sentido común el porcentaje es bastante inferior al correspondiente al grupo experimental.

Como ya pudimos comprobar en las respuestas de los maestros en activo, y hemos ratificado en una de las actividades de la unidad didáctica (A.27.), la visita al KutxaEspacio es valorada como muy satisfactoria, sobre todo porque los aspectos lúdicos y sociales se ven claramente favorecidos, y esto hace que los perciban como claras ventajas para la visita mientras que no han apreciado, en general, inconvenientes dignos de mencionar: no aparecen entre los inconvenientes la falta de materiales para preparar y llevar a cabo la visita, ni la falta de preparación del propio maestro; podemos decir que –incluso después de la instrucción- la mayoría del alumnado sigue teniendo una tendencia al pensamiento acrítico sobre las visitas, lo que parece indicar que “la visita nunca podrá ser perjudicial, siempre habrá algún beneficio para el aprendizaje”.

Como conclusión de esta 3ª pregunta podemos decir que nuestro alumnado de Magisterio centra sus respuestas en los efectos que la visita produce en los alumnos, tanto al citar ventajas como inconvenientes, pero no piensan en el profesorado que la organiza y diseña. Quizá es más fácil para ellos situarse en el punto de vista del alumno/a visitante que en el del maestro o maestra que acompaña a un grupo de escolares.

Continuando con la idea de ahondar en las concepciones de nuestro alumnado sobre las visitas a museos de ciencias, les pedimos –**en la cuestión 4**- que indicaran las características que debería tener una visita de ese tipo para ser provechosa.

Puesto que pretendemos incidir nuevamente en los aspectos de las cuestiones anteriores, los criterios de corrección serán también los mismos, es decir, se consideran respuestas deseables o innovadoras las que hacen referencia a relacionar las visitas con el currículum, prepararlas con actividades previas y posteriores, etc. En este sentido la categoría A la forman las respuestas que incluyen aspectos significativos de la investigación sobre visitas a museos de ciencia; en la categoría B se incluyen las respuestas que apuntan a la posibilidad de conseguir un aprendizaje eficaz, y en la categoría C quedan las respuestas que no citan el aprendizaje entre las características expuestas y hacen alusión únicamente a los aspectos lúdicos y procedimentales de la visita.

Nuevamente debemos recordar que se han agrupado las respuestas según la tendencia expuesta, ya que el alumnado aportaba, en general, más de una característica en su respuesta. He aquí los resultados obtenidos:

| Tipo de respuesta La visita debe ser... | Gr. Experim. PRETEST N= 38 | Gr. Experim. POSTEST N= 36 | Gr. Control N= 42 POSTEST |
|--|---|---|--|
| A. Respuestas innovadoras | 4 (10'5%) | 13 (36'1%) | 6 (14'3%) |
| B. Respuestas incompletas | 8 (21%) | 3 (8'3%) | 11 (26'2%) |
| C. Respuestas de sentido común | 26 (68'4%) | 18 (50%) | 21 (50%) |
| NS/NC | -- | 2 (5'5%) | 4 (9'5%) |

Tabla 6.7. Características de una visita eficaz (cuestión 4)

Al analizar esta tabla podemos ver que, en la primera aplicación del cuestionario con el grupo experimental, la categoría mayoritaria ha sido la C (68'4%) y, a pesar de haber descendido el porcentaje apreciablemente (50%), sigue siendo mayoritaria tras la puesta en práctica de la UD –incluida la visita al KutxaEspacio. Esto indica que la principal característica apuntada por la mitad del alumnado de Magisterio es la relacionada con los aspectos lúdicos de la visita, que pueden ser los que mejor recuerdan o los que más les impactaron en la visita que ellos mismos realizaron. Algunos ejemplos:

- *que la visita sea práctica, diferente a la rutina diaria*
- *que sea divertida y puedan experimentar*
- *que los alumnos puedan pasarlo bien, sin libros y sin memorizar nada*

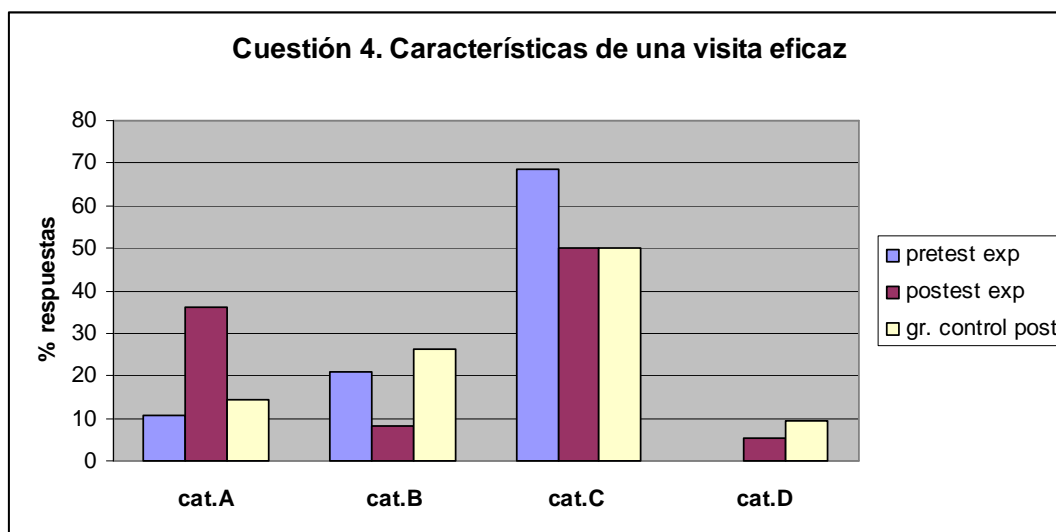
Sin embargo, podemos hacer otra valoración más positiva ya que los datos de la categoría A son muy alentadores. Tras la implementación en el aula de la unidad didáctica, ha aumentado significativamente el porcentaje de respuestas innovadoras (de 10'5% a 36'1%), lo que indica una mejora importante en la concepción de las visitas por parte de los futuros maestros y maestras, mejora que se ratifica ya que, también se percibe claramente un descenso en los porcentajes de la categoría B (de 21% a 8'3%). He aquí algunas respuestas:

- *que tenga relación con lo que se está dando en clase (cat. A)*
- *que sirva para completar el tema de clase (cat. A)*
- *la visita tiene que servir para aportar informaciones complementarias a lo trabajado en clase, pero de forma más sencilla (cat. A)*

- *que los niños puedan hacer actividades complementarias* (cat. B)
- *que la visita guiada sirva para motivar al alumnado* (cat. B)

En el grupo control, el porcentaje de respuestas innovadoras (cat. A) es bastante menor que en el postest del grupo experimental, siendo un dato muy similar al obtenido por dicho grupo en el pretest. Ahora bien, al analizar los resultados de la categoría B (respuestas incompletas pero aceptables) comprobamos que son muchos los estudiantes del grupo control (26'2%) que tienen esta concepción de la visita: “*que sirva para aprender*”, “*que el museo proponga juegos y actividades*”, dato incluso superior al obtenido por el grupo experimental en el pretest (21%). En la categoría C sin embargo, el resultado coincide con los datos de cuestiones anteriores: la mayoría del alumnado (50%) opina que la visita debe ser divertida, con posibilidades de experimentar, tocar... para que sea eficaz para el alumnado.

Mostramos a continuación la representación gráfica de estos resultados:



Después de este análisis, podemos concluir que, en el grupo experimental, los resultados han sido mejores tras la implementación de la UD ya que ha aumentado el porcentaje de respuestas innovadoras (cat. A) pero sigue siendo mayoritaria la categoría C, asociada a una idea de visita como actividad lúdica y divertida, no relacionada con el currículum escolar, lo que nos afirma en la dificultad de modificar estas concepciones que están basadas generalmente en las vivencias personales de los individuos.

Finalmente, **la cuestión 5**, dirigida a saber si el alumnado respondía con conocimiento de causa o no, es decir, si habían visitado ya algún museo de ciencia, no ha sido una pregunta útil para nuestro estudio. Al analizar los datos del pretest pudimos comprobar que más de la mitad del alumnado (65%) había visitado un centro de ciencia en alguna ocasión, y en el caso concreto del KutxaEspacio, 12 alumnos lo conocían de los 38 que componían la muestra. Estos datos nos indican que la mayoría del alumnado respondió a las cuestiones anteriores conociendo las características principales de estos centros. En el caso del posttest, tanto en el grupo experimental como en el de control, más del 90% de los estudiantes conocen el museo elegido para este estudio, ya que han realizado la visita con el grupo-clase.

Como resumen de los datos obtenidos en las 4 cuestiones, y con el objetivo de poder obtener conclusiones fundamentadas, presentamos a continuación una tabla que recoge los índices de ganancia intrínseca de Hake, g_x , -que se define como la fracción de máxima ganancia conseguida por la instrucción en el grupo experimental-. El análisis de estos datos nos indicará en qué medida han mejorado realmente las concepciones de los estudiantes.

| cuestión | Respuestas adecuadas Pretest (n=38) | F_x (pre) | Respuestas adecuadas Posttest (n=36) | F_x (post) | $g_x > 0'10$ |
|-----------------|-------------------------------------|-------------|--------------------------------------|--------------|-----------------------------------|
| 1 | 3 | 0'08 | 11 | 0'30 | 0'23 |
| 2 | 5 | 0'13 | 10 | 0'28 | 0'17 |
| 3a | 4 | 0'10 | 11 | 0'30 | 0'22 |
| 3b | 1 | 0'02 | 3 | 0'08 | 0'058 |
| 4 | 4 | 0'10 | 13 | 0'36 | 0'28 |

Tabla 6.8. Índice de ganancia de Hake para las 4 cuestiones

Los índices g_x son superiores a 0'10 -con la excepción del correspondiente a los inconvenientes de la visita (cuestión 3b)- lo que indica que la mejora ha sido sustancial y que se han conseguido cambios significativos en las concepciones de los estudiantes del grupo experimental como consecuencia de la docencia. La mayor ganancia se consigue en la cuestión 4, la cual hacía referencia a las características que debe tener una visita para ser

eficaz, mientras que la menor ganancia está en la cuestión 2, relacionada con la necesidad de programar una visita al museo en cada curso escolar, siendo el índice medio de 0'225.

En resumen, podemos decir que la ganancia ha sido significativa y que las concepciones del alumnado, en general, han evolucionado desde aquella en que “las visitas sirven para pasarlo bien y casi siempre se aprende” a otra nueva idea, más cercana a las propuestas por la investigación, que podría ser “las visitas son válidas porque son divertidas e ilustrativas, pero para que sean educativas/ didácticas deben tener unas características definidas (experimentación, implicación...)”. Finalmente, tras la docencia, más de la mitad del alumnado comprende que entre estas características están también la integración de la visita en el tema de clase, una preparación adecuada por parte del profesorado, actividades previas y posteriores, etc., es decir, estos alumnos y alumnas aplican el pensamiento docente también a las visitas escolares a museos y centros de ciencia.

Finalmente, vamos a resumir los resultados estadísticos χ^2 , con el fin de ratificar las diferencias obtenidas entre los grupos experimental y control en todas las cuestiones (excepto el ya citado 3b):

| Cuestión | % resp. adecuadas Grupo experim. N= 36 | % resp. adecuadas Grupo control N= 42 | χ^2 | p |
|----------|---|--|----------|---------|
| 1 | 30'5 | 9'5 | 13'8 | 0'0002 |
| 2 | 27'7 | 14'3 | 5'4 | 0'05 |
| 3 | 30'5 | 11'9 | 5'5 | 0'05 |
| 4 | 36'1 | 14'3 | 12'6 | 0'00038 |

Tabla 6.9. Comparación de respuestas adecuadas (cat. A), grupos experimental y control.

El estadístico chi cuadrado ($p \leq 0'5$) indica que las diferencias entre los porcentajes de respuestas correctas obtenidas por los grupos experimental y de control son significativas, lo que ratifica la presunción de que los resultados dependen en gran medida de la metodología utilizada en la docencia (VCA) y no son debidos al azar. Esto nos lleva a concluir que los alumnos del grupo experimental han adquirido -como consecuencia de la instrucción- una concepción más adecuada acerca de la preparación de una visita al centro de ciencia.

Después de comparar los datos obtenidos en los postest de ambos grupos, el grupo control y el grupo experimental, estamos en condiciones de decir que, tal y como habíamos adelantado en la hipótesis derivada 2.1., la implementación de la unidad didáctica “Fuerzas en acción”, que integraba una visita al KutxaEspacio de la Ciencia, ha servido para mejorar los conocimientos de una parte importante del alumnado en cuanto a la preparación de las visitas a museos de ciencias, y además se han establecido diferencias significativas entre los estudiantes de ambos grupos en relación a sus concepciones sobre dichas visitas.

En este punto conviene recordar que los conocimientos que se han pretendido mejorar en los estudiantes no han sido transmitidos explícitamente en la UD propuesta, es decir, se ha diseñado y realizado la visita al KutxaEspacio pero se ha trabajado como un contenido más. De igual forma se ha integrado la visita en un tema del currículum, pero no se han analizado explícitamente las ventajas e inconvenientes de dicha integración. Esta forma de trabajo responde al convencimiento de que los conocimientos trabajados según el marco explicitado en capítulos anteriores (VCA, visitas centradas en el aprendizaje) son mejor asimilados por el alumnado, al tiempo que se produce la autorregulación de los aprendizajes implicados (Domínguez-Sales y Guisasola, 2010; Guisasola et al, 2007a). En el conjunto de actividades que componen la unidad didáctica, la visita al museo de ciencias es una actividad más, pero su preparación conlleva una serie de estrategias metodológicas que son las que hemos trabajado en el aula. Entre ellas, consideramos de especial importancia las estrategias implicadas en la realización de las transposiciones didácticas que estos estudiantes de Magisterio requerirán en su futuro profesional, por lo que la guía de actividades que les hemos proporcionado constituye –en nuestra opinión- un recurso para ayudarles a unir la teoría de su formación inicial con la práctica de su futura iniciación profesional (DeWitt y Osborne, 2007; Kisiel, 2006).

Aunque somos conscientes de que existen otras variables que han tenido influencia en el proceso, y que se necesitarían otros estudios complementarios –con otros grupos, integrando la visita al museo en otra UD, e incluso estudios longitudinales- para poder generalizar estos resultados, pensamos que la integración de los recursos no formales en el currículum del aula puede aportar mejoras significativas al proceso de enseñanza-aprendizaje.

6.2.2. Resultados obtenidos en relación con las concepciones sobre la forma de relacionar la práctica escolar con la visita al museo (H.2.3. – c.1.)

En el apartado anterior hemos visto que un porcentaje importante del alumnado presenta –después de la implementación de la UD- una concepción de la visita al museo de ciencia que hemos llamado “innovadora”, ya que las respuestas aportadas en las 4 cuestiones que hemos analizado son cercanas a las propuestas de la investigación actual sobre el tema. Sin embargo, otra de las competencias que estos futuros maestros y maestras tienen que trabajar durante su formación inicial es la relacionada con la adaptación al aula de primaria de algunos de los contenidos incluidos en el currículum de esa etapa.

Para trabajar dicha competencia se diseñaron las actividades A.4., A.8., A.16., A.22., A.25. y A.30. En varias de ellas se les proponía analizar libros de texto de primaria para obtener actividades relacionadas con el tema, y en la última actividad se les solicitaba la realización de un diseño de preparación de una visita al KutxaEspacio de la Ciencia de San Sebastián con niños y niñas de primaria, en relación con el tema de “las fuerzas”. La finalidad de esta actividad es doble: por una parte se trata de que adapten al tercer ciclo de primaria tanto la UD que hemos trabajado en clase, “Fuerzas en acción”, como los materiales utilizados, y por otra parte que utilicen las características de las visitas a museos para preparar la visita. Este último objetivo nos aportará datos adicionales para ratificar, en su caso, los resultados del apartado anterior.

En nuestro estudio hemos utilizado estos informes que el alumnado realizó de forma no presencial y en pequeños grupos (2 o 3 personas), para obtener algunos datos referentes a las concepciones implícitas sobre los objetivos de las visitas, sus características, etc. Para ello se diseñó un protocolo de análisis de dichos informes –que hemos presentado en el capítulo anterior, pag.120- y a continuación veremos los resultados obtenidos.

| | Nº de informes N=21 | Tipo de actividad |
|--|--------------------------------|----------------------------------|
| Explicitan los objetivos de la visita al museo | 7 | |
| Los objetivos son educativos además de lúdicos | 7 | Siempre relacionados con el tema |

| | | |
|--|----|--|
| Presentan una selección de módulos del museo en relación con el tema | 13 | Pocos módulos y relacionados con el tema |
| Incluyen actividades previas a la visita en relación con el tema | 21 | Actividades prácticas (la mayoría) Repiten las de clase (8) Proponen nuevas actividades (10) |
| Proponen actividades semi-dirigidas para realizar en el museo | 9 | Búsqueda de información (2) Comprobación (7) |
| Incluyen actividades posteriores a la visita en relación con el tema | 19 | Actividades de conclusión (10) Repiten las de clase (3) Repiten las del museo (5) Proponen nuevas actividades (4) |
| Presentan algún material para dichas actividades | 6 | Fichas y propuestas de libros de texto |

Tabla 6.10. Resultados obtenidos al analizar los informes finales del grupo experimental

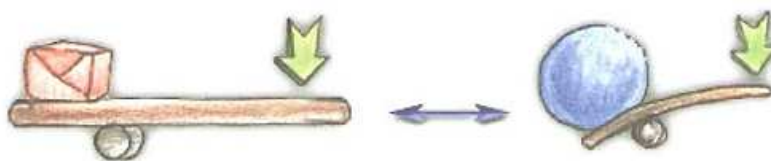
Tras el análisis de los informes realizados por el alumnado del grupo experimental, un dato llama poderosamente la atención: todos los diseños incluyen actividades previas a la visita y el 90% también actividades para realizar después de la misma.

En el caso de las **actividades previas**, la mayoría (18 informes) explicitan que dichas actividades deberán ser prácticas y/o experimentales y, en 8 casos (más de un tercio del total) proponen que las adaptaciones de lo realizado en clase –en la UD de “Fuerzas en acción”- es lo más adecuado; sin embargo, en 10 diseños (casi la mitad) presentan actividades para antes de la visita que han encontrado en libros de texto de Primaria o en Internet. Ejemplos:

EJEMPLO 1 (actividad traducida y adaptada de Internet)

Previo a la visita los alumnos de primaria pueden fabricar palancas sencillas con un trozo de madera y un cilindro de plástico. Colocando el apoyo en diferentes puntos verán como se pueden levantar algunos objetos y entenderán la función de la palanca.

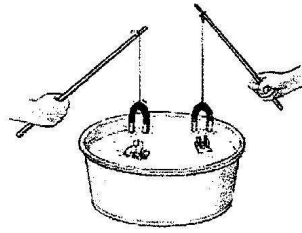
Lehenik eta behin ikasleak egur zati bat hartuko dute eta oinarri moduan harrizko kubo bat jarriko dute. Gutxi gorabehera egurraren erdian jarri behar dute eta ondoren egurraren gainean objektu bat jarri behar dute eta palankaren funtzio zein den ikusiko dute.



EJEMPLO 2 (actividades encontradas en un libro de texto)

Proponemos los siguientes juegos para trabajar las fuerzas antes de la visita. En primer lugar la experiencia relacionada con el magnetismo, en la que comprobarán que los imanes no atraen cualquier tipo de objeto. La segunda actividad es un juego en equipo, soka-tira, en el que reflexionarán acerca de las fuerzas y el equilibrio. Después de cada actividad habrá una puesta en común para comentar lo ocurrido y explicarlo.

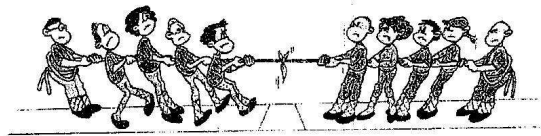
- Indarra lantzeko hurrengo ariketa proposatzen diegu ikasleei eta ariketa honen bidez erakarpen indarra landuko dugu; iman batek burdina nola erakartzen duen ikusiko dugulako. Beste alde batetik, ikasleek ikusiko dute erakarpen indarra gertatzeko iman bat eta imana erakartzen duen materiala beharrezkoa dela.



Ekintza hau egiteko hurrengo materiala erabiliko dugu: ziria, haria, 2 kortxo, horratza, balde bat, eta ura. Lehenengoz hariaren mutur bat ziriari lotuko diogu, eta hariaren beste muturra imanari lotuko diogu. Gero, kortxo batean horratz bat sartuko dugu.

Ondoren balde bat urez bete eta gero, kortxo biak (bata horratz batekin) uretan sartuko ditugu. Ziria hartuta, imanaren laguntzaz kortxo biak hartzen saiatuko gara eta konturatuko gara imana bakarrik horratza duen kortxoa hartzen duela, horratzaren metala eta imana erakartzen direlako.

- Bigarren ekintza honetan soka tiran arituko gara. Ekintza honen bitartez talde lana sustatuko da, eta indarren ondorioak zeintzuk diren ikusiko ditugu. Sokaren bi aldetan dauden taldeak indar berdina egiten badute orekan mantenduko dira talde biak,



baina talde batek beste taldea baino indar handiagoa egiten badu, talde hau

En las **actividades posteriores**, en cambio, la propuesta mayoritaria es la que incluye actividades de conclusión (informe o redacción sobre la visita, 10 casos), mientras que han disminuido las propuestas de actividades prácticas, bien sean adaptaciones de lo realizado en clase por ellos mismos (3 respuestas) bien sean nuevas propuestas (4 respuestas). En este caso, queremos destacar que se presentaron 5 informes en los que proponían como actividad posterior la realización de alguna de las experiencias presentes en el museo (5 resp., casi la cuarta parte), aunque con adaptaciones para simplificarlas. Mostramos a continuación un par de ejemplos:

EJEMPLO 3:

Actividades posteriores a la visita:

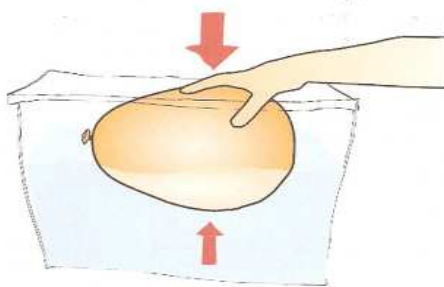
- a) Los estudiantes escribirán un pequeño informe sobre la visita, por parejas. Para ayudarles les daremos algunas preguntas: ¿Qué módulos has visto en relación con el tema de fuerzas? ¿Cuál te ha parecido el más atractivo? ¿Por qué? ¿Lo has entendido bien? ¿Te ha quedado algo sin visitar? Etc.
- b) Los estudiantes realizarán algunas actividades prácticas similares a las del museo. Una puede ser con imanes y limaduras de hierro, similar al módulo de "Arena magnética", y explicarán en grupos la fuerza de atracción. Otra puede ser con un balón de playa y un secador de pelo, similar al módulo de "Desafiando la gravedad", y explicarán en grupos la fuerza del chorro de aire y la gravedad. Todas estas actividades servirán de repaso y de evaluación.

EJEMPLO 4 (actividad seleccionada de un libro de texto)

Al volver de Miramón haremos una experiencia similar al módulo "Eureka", para entenderlo mejor. Con este experimento el alumnado comprenderá que cuando metemos un objeto en el agua, ésta le hace una fuerza hacia arriba, y sentirán dicha fuerza con un globo. La fuerza del agua se contrapone a la fuerza de la mano por lo que no es fácil meter el globo dentro del agua.

Miramonetik bueltan beste esperimantu bat egiungo dugu "eureka" moduluarekin erlazionatua., hobeto ulertzeko. Beraz, ez dugu egokitu guk glasean egindakoa.

Gelako esperimantu hau planteatu dugu, ikasleak konturatu dajitezen uretan sartzen diren gorputzei urak goranzko bultzada egiten diela. Beharrezkoa iruditzen zaigu Museoko modulua hobeto ulertzeko. Globoak uretan sartzean urak goranzko bultzada egiten duela sentituko dute, eta askatzean, ikasleak beherantz bultzatzeari utzi dionez, geratzen den indar bakarra uraren bultzada dela, eta globoak gora egiten duela. Globoak badu pisua, noski, baina oso txikia denez gero, ez dago zertan aipatu.



Estos resultados nos permiten concluir que la preparación de la visita al museo con actividades previas y posteriores relacionadas con el currículum es un aspecto que ha sido muy bien asimilado por el alumnado, y nos sirven para ratificar e incluso mejorar las conclusiones de la cuestión 4 del apartado anterior, en la que más de la tercera parte del alumnado del grupo experimental opinaba que una visita para ser eficaz debe estar preparada de esta forma.

En cuanto a las actividades **para realizar en el museo**, solamente 9 informes (cerca de la mitad) las tienen en cuenta –mayoritariamente para comprobar las ideas trabajadas en el aula- mientras que los demás indican que “se hará una visita guiada”.

EJEMPLO 5

No es conveniente para el alumnado de Primaria visitar el museo completo, y además no hay tiempo suficiente. Por ello elegiremos los módulos relacionados con el tema: Las órbitas líquidas, el globo de aire caliente, la palanca, la cama del fakir y el balón que hace frente a la gravedad. Estos módulos habrán sido previamente explicados en clase, y ahora en el museo tendrán que verlos, hacerlos funcionar y entenderlos (por grupos). En clase se prepararán algunas preguntas y en la visita guiada buscarán las respuestas, y también le pueden preguntar a la guía. Por ej. ¿Los fakires sienten daño en la cama de clavos? ¿Por qué? El globo sube en unos momentos y baja en otros, ¿por qué?, etc.

El resto de los aspectos o características analizadas en los informes han tenido una respuesta desigual. En más de la mitad proponen que se deben seleccionar los módulos a visitar, y en estos casos eligen entre 6 y 8 módulos, mientras que el resto dice que por tratarse de una visita que se hace de forma esporádica se podría visitar todo el museo. Este resultado apoya la cuestión 2 del cuestionario anterior en la que casi el 30% del alumnado opinaba que cada año debería visitarse el museo en relación con lo estudiado en el aula, y elegir los módulos a trabajar en función de dicho currículum.

Por otra parte, sólo la tercera parte del alumnado explicita **los objetivos** de la visita, si bien cuando lo hacen siempre dicen que la visita no debe ser sólo lúdica sino que debe cumplir finalidades educativas en relación con los temas trabajados en clase.

EJEMPLO 6

Los objetivos que tendrá esta visita al KutxaEspacio son:

- Que comprendan qué son las fuerzas y distingan distintos tipos de fuerzas
- Observar algunas máquinas simples y comprender cómo funcionan
- Pasarlo bien y trabajar en grupos
- Respetar las normas y atender las explicaciones de la guía, preguntando lo que no entiendan.

EJEMPLO 7

Objetivos:

Conocer e identificar las máquinas simples que utilizamos en la vida diaria; además también tendrán que reflexionar acerca de su utilización.

Encontrar relaciones entre las máquinas simples y las fuerzas.

Conocer un museo de ciencia y relacionarlo con otros museos que conozcan.

Respetar a los compañeros y disfrutar.

Finalmente, sólo en 6 trabajos han aparecido **materiales didácticos** para apoyar sus propuestas y, en todos los casos, han sido fotocopias de actividades encontradas en libros de texto. Presentamos un ejemplo a continuación:

EJEMPLO 8 (para antes y después de la visita)

Ahora vamos a conocer algunas máquinas simples. En primer lugar **el plano inclinado**. Tenéis que leer el texto en grupos pequeños, después completar el esquema y finalmente lo pondremos en común.

Beste makina simple bat ezagutuko duzue orain: **plano inklinatua**. Talde txikietan testua aztertu, mapa osatu eta amaieran komunean ipini.

PLANO INKLINATUA: ARRAPALA ETA ZIRIA

Plano inklinatua bi maila ezberdin lotzeko erabiltzen den aldatpatxo da, bi modutan ezagutzen dugu: bata da arrapala eta bestea ziria.

Objektu astunak arrastaka igotzeko edo jaisteko balio du. Lan handiagoa da gurditxo bertikalki jasotzea, malda txikiko arrapalan gora bultzaka eramatea baino. Baina, halere, arrapalan gora indarrean irabazten dena ibilbidean galtzen da, zuzenean altxatuta baino ibilbide luzeagoa egin behar baita.

Gauza bat arrapalan gora igo ordez, arrapala berbera sartzen badugu gauza horren azpian ziria izena hartzen du. Horixe da, hain zuzen ere, ziriaren egitekoa eta berorren printzipioa erreminta askotan aplikatzen da, hala nola aizkoran eta zizelean.

Aspalditik ezagutzen da plano inklinatuaren printzipioa. Arrapalei esker egiptiarrek piramideak eta tenpluak eraikitzea lortu zuten. Ordutik hona plano inklinatuak erabilpen ugari izan ditu: giltzarrapoa, moztaila, goldea eta kremailera, besteak beste.

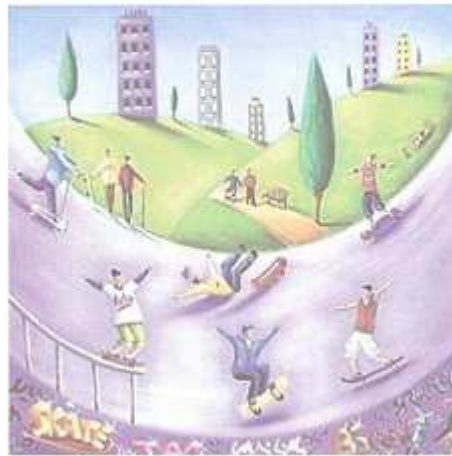


El texto explica:

El plano inclinado sirve para subir o bajar objetos pesados haciendo menos fuerza (rampa); ahora bien, el recorrido es mayor que si lo subiéramos en vertical.

Otra posibilidad es introducir el plano inclinado en el objeto, y se llama cuña. En este caso se utiliza como herramienta (hacha, cincel).

El plano inclinado se conoce desde hace mucho tiempo, y gracias a él los egipcios construyeron las pirámides y los templos. Posteriormente se ha utilizado en arados, podadoras, etc.



En el esquema hay unas informaciones ya escritas, y el alumnado debe rellenar los otros recuadros:

- Para subir o bajar objetos pesados arrastrándolos.
- Es una rampa que se usa para unir dos alturas diferentes.
- El hacha, el cincel, el candado, la podadera, el arado y la cremallera.
- Son la rampa y la cuña.


En segundo lugar vamos a conocer más cosas sobre **la palanca**. Haremos igual que en el caso anterior, es decir, leer el texto, rellenar los recuadros del esquema (en grupos) y finalmente una puesta en común.

PALANCA

Barra zurrun bat da eta euste-puntu baten inguruan oszila dezake; palanka zuhaitz baten enborra izan daiteke. Indar bat egiten badugu barraren alde batean honek oszilatzen du eta barraren beste alde batean probetxuzko egintza bat eragiten du. Egiten den indarra zama altxatzea edo higitzea ahalbidetzen du. Palanka guztiek badaukate:

- 🕒 **Euste-puntua:** Palanka eusten den tokia da.
- 🕒 **Erresistentzia:** Altxatu edo mugitu nahi dugun nahi dugun pisua da.
- 🕒 **Potentzia:** Pisu hori altxatzeko edo mugitzeko egiten dugun indarra da.

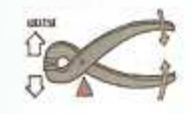
La palanca es una barra rígida que puede oscilar sobre un punto de apoyo. Si hacemos una fuerza en un lado de la barra se producirá un efecto en el lado opuesto, que posibilita subir o mover una carga. Se definen punto de apoyo, resistencia y potencia.




parekatzen du.

Gure jolas parkeetan erraz aurki daitezke palankak. Zabuan bi ume esertzen direnean gora eta behera egitea lortzen dute, nahiz eta masa desberdinak izan. Zabua makina simple baten moduan funtzionatzen du eta umeek egiten duten indarra


PALANKAREN ERABILERA



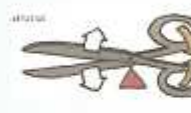
KARABERA



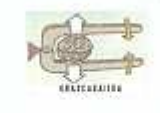
KARABERA



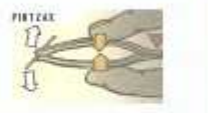
KARABERA



KARABERA



KARABERA



KARABERA

Ekarri dituzuen palanka desberdinetan aurki itzazue hiru atalak.

Ikusten duzuenez, bigarren mapa erdi eginda dago; galderak kokatu ditugu baina ez erantzunak. Talde bakoitzaren lana erantzunak testuan bilatzea izango da eta ados jarri ondoren hutsik dauden laukietan idaztea. Amaieran taldeek egin duten lana talde handian ipiniko duzue, komunean.

Zer da?

Zer tresnetan erabiltzen da?

Zertarako erabiltzen da?

PALANKA

Zenbat atal ditu?

Nola funtzionatzen du?

Palanca:

¿Qué es?

¿En qué herramientas se utiliza?

¿Para qué se utiliza?

¿Cuántas partes tiene?

¿Cómo funciona?

En tercer lugar vamos a estudiar **las poleas**. Nuevamente tenéis leer el texto, completar el esquema que ahora está totalmente en blanco (en grupos) y finalmente realizaremos la puesta en común

Etc. Etc.

Como se puede comprobar en este ejemplo, la propuesta que aparece en el informe de este grupo se basa en estudiar las máquinas simples mediante las actividades de un libro de texto, antes y después de la visita. Con cada una de las máquinas simples seleccionadas se sigue el mismo procedimiento: leer un texto y completar un esquema (mapa conceptual) en pequeños grupos, para proceder después a la puesta en común. En la propuesta de este grupo de estudiantes aparecen también la polea y la rueda (no hemos copiado la actividad completa), pero se han limitado a incluir las fotocopias en el informe, sin analizar si el material es adecuado en lo que respecta a la terminología utilizada, el nivel de las explicaciones, la cantidad de información, etc.

Consideramos que la escasez de respuestas en algunos apartados es debida a la poca implicación del alumnado en la realización de este informe; se trata de un trabajo más en el desarrollo de una asignatura y en ocasiones consideran que –dado el volumen de trabajos a realizar- es suficiente con cumplir los mínimos exigidos por el profesor o profesora en cuestión. Prácticamente todos los grupos proponen actividades para antes y después de la visita, pero se limitan a indicar que serían adecuadas las que se han trabajado en clase y, en el mejor de los casos, proponen actividades relacionadas con el tema que aparecen en los libros de texto, pero no analizan ni justifican la elección de dichas actividades.

Tal y como decíamos en el apartado anterior, estos resultados apoyan la conclusión de que la concepción de una parte significativa del alumnado sobre las visitas a museos de ciencias ha sido modificada, desde una idea más ingenua o de sentido común a otra nueva más cercana a la que pretendíamos. Un porcentaje importante del alumnado (30%) ha comprendido que las características que debe tener una visita a cualquier centro de educación no formal son la integración de la visita en el tema de clase, una preparación adecuada por parte del profesorado, actividades previas y posteriores con materiales adecuados, etc., para poder asegurar que dicha salida ha sido provechosa para el alumnado. Por tanto, podemos afirmar que la hipótesis derivada 2.1. se ha cumplido, ya que la implementación de la unidad didáctica “Fuerzas en acción”, que integraba una visita al KutxaEspacio de la Ciencia, ha servido para modificar las concepciones de una parte significativa del alumnado sobre visitas a museos de ciencias.

No conocemos muchas experiencias similares en formación inicial del profesorado, pero los resultados de Olson et al. (2001) indican que las necesidades que preveía el alumnado de Magisterio para la preparación de la visita cambiaron de forma bastante radical tras el trabajo con una UD que desarrollaron en el practicum. Si inicialmente expusieron necesidades principalmente organizativas, después de la visita modificaron su concepción y pasaron a citar necesidades relacionadas con estrategias para fomentar el aprendizaje de los escolares. Este resultado coincide en gran medida con los nuestros, ya que también los alumnos del grupo experimental han incluido entre sus propuestas actividades previas y posteriores a la visita, con el objetivo de mejorar los aprendizajes del alumnado de Primaria.

6.2.3. Resultados obtenidos en relación a las concepciones de los estudiantes sobre el concepto de fuerza (H.2.3.-C.2.)

El objetivo principal de este trabajo es, como ya hemos indicado repetidamente, mejorar la forma en que se realizan las visitas escolares a los museos de ciencias. Las orientaciones de la investigación sobre este tema indican que dichas visitas deben integrarse en el currículum del aula para que sean eficaces desde el punto de vista educativo, y siguiendo esa propuesta elegimos el tema de fuerzas para trabajar dichos aspectos con nuestro alumnado.

Además de analizar la influencia de la UD en la concepción del alumnado sobre la preparación de las visitas, nos interesa también que comprendan el concepto de fuerza y que lo utilicen para describir e interpretar las interacciones que aparecen en situaciones cotidianas (competencias 3 y 4), por lo que otro de los objetivos de la unidad didáctica diseñada es conseguir una mejora sustancial en estas concepciones. Además, entre las finalidades planteadas se pretende asimismo conseguir en los futuros maestros y maestras una mejora actitudinal hacia los temas de ciencias en general y hacia el aprendizaje de “las fuerzas” en este caso concreto (competencia 5), que de esta forma redundará en una actitud más positiva hacia la enseñanza de las ciencias en su futuro profesional.

Para comprobar la influencia que ha tenido la implementación de la unidad “Fuerzas en acción” en el grupo experimental, vamos a analizar los resultados obtenidos mediante la aplicación del Cuestionario 2 (pag. 123) y, al igual que en el apartado anterior, presentaremos y comentaremos cada cuestión de forma individual, realizando un resumen final con los

resultados de todas ellas. Así mismo, compararemos los resultados con los del grupo control, con el fin de comprobar si la mejora experimentada por nuestro alumnado es principalmente consecuencia de la instrucción o no, aún sabiendo que existen otros factores que pueden influir en el aprendizaje. Como hemos explicado con anterioridad, el cuestionario se pasó al finalizar la docencia completa de la asignatura, es decir, como un postest para conocer sus concepciones finales, y he aquí los resultados obtenidos en cada una de las cuestiones.

La cuestión 1 solicitaba el posicionamiento del alumnado hacia los temas de ciencias en general (*¿Te gustan los temas de ciencias?*), así como hacia el tema de “Fuerzas y máquinas simples” en concreto, en el que se les pedía que ordenaran varios temas del currículum por orden de preferencia.

| Temas de ciencias | Gr. Experim. N=40 PRETEST | Gr. Experim. N=41 POSTEST | Gr. Control N=42 POSTEST |
|--------------------------|--|--|---|
| SI | 23 (57,5%) | 30 (73,2%) | 23 (54'8%) |
| NO | 17 (42,5%) | 11 (26,8%) | 19 (45'2%) |
| NS/NC | - | - | - |

Tabla 6.12. Actitud hacia los temas de ciencias (Cuestión 1)

| Las fuerzas | Gr. Experim. N=40 PRETEST | Gr. Experim. N=41 POSTEST | Gr. Control N=42 POSTEST |
|--------------------|--|--|---|
| 3 primeros puestos | 3 (7'5%) | 8 (19'5%) | 1 (2'4%) |
| 4º puesto | 7 (17'5%) | 9 (22%) | 1 (2'4%) |
| 5º y 6º puestos | 30 (75%) | 24 (58'5%) | 40 (95'2%) |
| NS/NC | - | - | - |

Tabla 6.13. Actitud hacia el tema de “las fuerzas” (Cuestión 1)

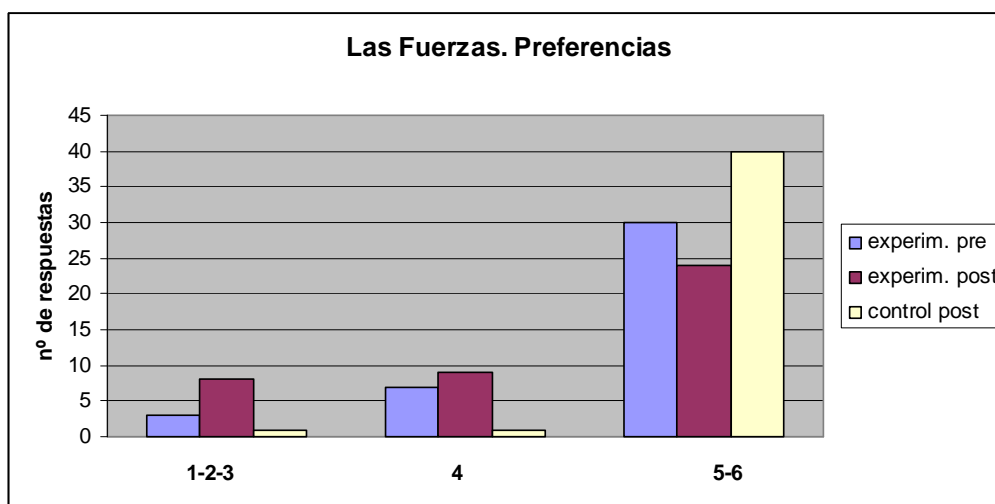
Como se desprende de estos resultados, la mejora a nivel declarativo es significativa en el grupo experimental. Tras haber trabajado la unidad didáctica diseñada para este estudio –y el resto de la asignatura, pues debemos recordar que los postest se pasaron al final del cuatrimestre- el porcentaje de respuestas positivas hacia los temas de ciencias en general ha aumentado en 16 puntos (Tabla 6.12.).

En el caso de los alumnos y alumnas del grupo control podemos decir que no hay una mejora actitudinal hacia los temas de ciencias ni hacia el tema de fuerzas, ya que los resultados en esta pregunta son peores que los del grupo experimental incluso comparando con los pretest de dicho grupo.

Al ordenar según sus gustos los temas propuestos (Tabla 6.13.), entre los que se encontraba el referido a las fuerzas, las variaciones han sido menores. Si consideramos el nº de estudiantes del grupo experimental que eligen los 3 primeros puestos para “las fuerzas”, vemos que se ha pasado de 3 respuestas en el pretest (7'5%) a 8 respuestas en el postest (19'5%), que puede considerarse una diferencia notable. Igualmente ha disminuido apreciablemente el nº de estudiantes que sitúan el tema en los últimos puestos (de 30 a 24).

Ahora bien, el tema de *fuerzas* no es uno de sus preferidos ni antes ni después de la instrucción para más de la mitad del grupo, lo que puede implicar que su interés por trabajar estos conceptos –tanto ahora como en su futuro profesional- será relativamente pequeño.

En el caso del grupo control las preferencias aún están más claras (95% en los últimos puestos), de forma que podemos afirmar que el tema de *fuerzas* es el menos apreciado de los que se habían propuesto, opinión coincidente con otras investigaciones que afirman que una de las causas de algunos malos resultados en el aprendizaje es la opinión negativa que tiene el alumnado hacia los temas de física (Guisasola et al., 2007b). En este punto queremos indicar que los temas elegidos para el primer puesto en ambos grupos fueron los relacionados con las características de los seres vivos y el cuerpo humano.



La 2ª cuestión pretendía indagar en la importancia que otorga el alumnado al estudio del tema elegido, es decir, si consideran importante estudiar y comprender cuáles son las fuerzas que intervienen en los fenómenos naturales, y nos interesaba conocer también las razones que aportan para justificar su respuesta. Inicialmente debían responder sí o no, y los resultados obtenidos están en la tabla 6.14.:

| Estudiar las fuerzas es importante | Gr. Experim. N=40 PRETEST | Gr. Experim. N=41 POSTEST | Gr. Control N=42 POSTEST |
|---|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| SI | 19 (47'5%) | 26 (63,4%) | 18 (42'9%) |
| NO | 17 (42'5%) | 12 (29,3%) | 20 (47'6%) |
| NS/NC | 4 | 3 | 4 |

Tabla 6.14. Importancia de estudiar las fuerzas (Cuestión 2)

Como podemos observar, una mayoría de los estudiantes del grupo experimental consideraba interesante estudiar este tema previamente a la docencia, y ha aumentado la proporción (de 47% a 63%) tras haber trabajado en clase la unidad didáctica sobre las fuerzas. Aún así hay un dato que nos parece muy llamativo: es cuando menos preocupante que casi un 30% de los futuros maestros de este grupo piensen que no es interesante estudiar las fuerzas, lo cual es consistente con la cuestión anterior ya que el tema de fuerzas no era del agrado de una parte del alumnado.

Los resultados del grupo control son bastante inesperados. La mayoría de estos estudiantes considera que no es interesante estudiar este tema, a pesar de haber trabajado en clase un tema sobre las fuerzas, lo cual ratifica los resultados de la cuestión anterior: el tema de fuerzas no les parece importante para el currículum de Primaria y prácticamente la mitad del grupo considera que no es interesante su estudio. Además, puesto que los porcentajes son similares a los del pretest del grupo experimental, podemos inferir que la propia docencia del tema no ha modificado las opiniones en este grupo, ya que hemos supuesto que inicialmente ambos grupos eran de características similares (pag. 169).

Las justificaciones aportadas para explicar sus posiciones, aunque han sido muy variadas, las hemos agrupado en estas 4 categorías:

- respuestas que justifican la importancia de estudiar las fuerzas en relación a actividades cotidianas (cat. A)
- respuestas que se basan en la explicación de los fenómenos naturales (cat. B)
- respuestas que citan aspectos más tecnológicos, relacionados con el funcionamiento de máquinas, etc. (cat. C)
- respuestas que niegan la importancia de estudiar este tema y además no lo justifican (cat. D)

| Categoría | Gr. Experim. N=40 PRETEST | Gr. Experim. N=41 POSTEST | Gr. Control N=42 POSTEST |
|---|--|--|---|
| A. Para saber explicar actividades de la vida cotidiana | 15 (37'5%) | 9 (22%) | 14 (33'3%) |
| B. Para explicar el fundamento de los fenómenos naturales | 8 (20%) | 13 (31'7%) | 12 (28'6%) |
| C. Para poder explicar el funcionamiento de máquinas y aparatos | 10 (25%) | 12 (29'3%) | 5 (11'9%) |
| NS/NC | 7 (17'5%) | 7 (17'1%) | 11 (26'2%) |

Tabla 6.15. Justificación del interés de estudiar Las Fuerzas (Cuestión 2)

Aunque inicialmente la mayoría de los estudiantes del grupo experimental justificaban el aprendizaje de las fuerzas en relación con actividades de la vida diaria (cat.A), vemos que ese porcentaje ha disminuido casi en la misma proporción que ha aumentado el número de respuestas que citan los fenómenos naturales (cat. B), explicación más general que incluye la anterior. Pensamos que esta variación ha sido debida al trabajo en el aula, no exclusivamente en la unidad que da pie a esta investigación sino durante toda la asignatura, ya que una de las competencias a desarrollar es la concepción de ciencia como *estudio de los fenómenos naturales*. En nuestro caso concreto, estas ideas se valoraban con los indicadores de aprendizaje i11 e i12 (pag. 104) y se trabajaron en varias actividades (A.3., A.20., A.21.). Algunos ejemplos de respuestas de estas categorías son:

- *Es interesante estudiar las fuerzas para explicar cómo llevar la compra, levantar pesos, etc.* (cat. A)
- *Para entender la gravedad* (cat. B)
- *Para explicar las mareas, los terremotos,...* (cat. B)

Por otra parte, el alumnado que relaciona las fuerzas con máquinas y aparatos (inferior al 30% en cat. C), principalmente hace referencia a aspectos tecnológicos, siendo pocos los que –después de la implementación de la UD- citan alguna máquina simple (4 respuestas) o los imanes (4 personas). Respuestas de este tipo son:

- *Para explicar por qué sube un ascensor, cómo frena un coche,...*
- *Para entender cómo funcionan algunas máquinas (poleas, lavadora,...)*

Un hecho curioso lo constituye el alumnado que respondía que “no” consideraba interesante el estudio de este tema (Tabla 6.14., cat. D). En algunos casos (5 resp. en el grupo experimental y 4 en el grupo control) justifican su idea en base a su dificultad, diciendo que:

- *no es interesante porque trata temas difíciles como la gravedad, la mecánica o el magnetismo*
- *no, porque son fórmulas y problemas complejos sin relación con la vida diaria*
- *no es interesante porque es un tema difícil y abstracto sin relación con lo que tendremos que enseñar en Primaria*

En otras ocasiones, a pesar de considerar que no es interesante la comprensión de “las fuerzas”, aportan respuestas que sí justifican su estudio, por lo que estas situaciones se han incluido en las categorías correspondientes. Algunos ejemplos son:

- *no me gusta este tema pero hay que estudiarlo para saber cómo funciona un coche o un cohete*
- *no es interesante pero creo que hay que saber algo sobre la luna, las mareas, etc.*

Finalmente, hay un pequeño grupo de estudiantes (2 en el grupo experimental y 7 en el grupo control) que responde de forma negativa pero no aporta justificación alguna (cat. D).

A continuación vamos a analizar los resultados obtenidos en relación con la **concepción de fuerza** que tiene el alumnado así como sobre los efectos que producen dichas fuerzas (Competencias 3 y 4, Tabla 5.1., pag. 103), para lo cual tendremos que analizar las cuestiones 3, 4 y 5 del cuestionario de forma separada, y posteriormente relacionar los resultados en orden a obtener conclusiones válidas sobre la posible mejora producida por la implementación de la UD.

La principal variable independiente en este estudio es la intervención educativa realizada en el aula, que comprende no sólo las clases sino también la visita al museo. Pero esta variable es en realidad un conglomerado de variables independientes, hay numerosos factores a tener en cuenta, por lo que es difícil medirlas por separado. Sin embargo, los resultados que obtengamos –si bien no serán fácilmente generalizables- nos darán una idea de las posibilidades educativas que ofrece esta unidad didáctica.

La cuestión 3 solicitaba una definición de fuerza mediante una pregunta abierta (*¿Qué son las fuerzas? ¿Cómo se lo explicarías a un amigo/a?*) y he aquí los resultados:

| Categoría | Gr. Experim. N=40 PRETEST | Gr. Experim. N=41 POSTEST | Gr. Control N=42 POSTEST |
|---|--|--|---|
| A. Respuestas correctas | 2 (5%) | 31 (75'6%) | 3 (7'1%) |
| B1. Incorrectas: Fuerza asociada con esfuerzo físico o empuje | 9 (22'5%) | 0 | 10 (23'8%) |
| B2. Incorrectas: Fuerza como característica intrínseca del cuerpo | 11 (27'5%) | 4 (9'8%) | 6 (14'3%) |
| Difíciles de clasificar o NS/NC | 18 (45%) | 6 (14'6%) | 23 (54'7%) |

Tabla 6.16. Definición de fuerza

Al analizar las respuestas obtenidas, vimos que muchas de ellas eran difíciles de catalogar, y las analizaremos más adelante. Entre las que podían ser consideradas como definiciones del término solicitado, se crearon 2 categorías principales en función de los criterios de corrección:

- A. Respuestas correctas para nuestro nivel académico: Cuando expresan la fuerza como interacción entre dos o más cuerpos.
- B. Respuestas incorrectas: Cuando definen la fuerza como propiedad de los cuerpos. En este caso hemos querido diferenciar dos subcategorías: B1, en la que citan el esfuerzo o empuje que hace quien realiza la acción, y B2 que incluye las respuestas que -sin citar los términos anteriores – indican que la fuerza es algo intrínseco a quien la realiza.

Como podemos comprobar en la tabla 6.16. al analizar las respuestas del pretest del grupo experimental, solo 2 estudiantes utilizaban la idea de fuerza en términos científicos, es decir, como interacción entre dos cuerpos (cat. A). Sin embargo, tras la docencia del aula con la UD “Fuerzas en acción” que incluía la visita al KutxaEspacio, este dato ha cambiado de

forma muy significativa y se ha alcanzado el 75% de respuestas correctas. El resultado del grupo control, en cambio, permanece en un porcentaje muy bajo tras la docencia correspondiente, con sólo 3 estudiantes que responden de forma adecuada. Las respuestas de esta categoría han sido todas muy similares:

- *fuerza es la interacción que existe entre dos cuerpos estén en contacto o no*
- *la fuerza es como una influencia mutua que ejercen dos cuerpos entre sí*

Igualmente, al analizar los resultados de la categoría B, observamos que en el grupo experimental se han dado unas variaciones muy significativas. Inicialmente había 9 personas (22'5% en B1) que asociaban la fuerza al esfuerzo físico, lo que indica una concepción de fuerza muy reducida en la que sólo piensan en fuerzas de contacto y generalmente realizadas por personas o animales (identifican el aspecto humano de la situación); afortunadamente estas concepciones parece que han desaparecido tras la instrucción ya que en el postest no hay ninguna respuesta en este sentido.

Finalmente, en 11 casos (B2: 27'5% en el pretest) consideran que la fuerza es algo que permite realizar ciertos trabajos o acciones, lo que indica que conciben la fuerza como propiedad intrínseca de algunos cuerpos, tal y como era de prever por los resultados de la investigación (Carrascosa y Gil, 1992; Hierrezuelo y Montero, 1988). Este porcentaje se ha reducido notablemente en los postest (9'8%), lo que ratifica la idea de mejora producida por el trabajo desarrollado en el aula. Algunos ejemplos de respuestas en estas categorías son:

- *Fuerza es el esfuerzo físico realizado al manipular una cosa (cat. B1)*
- *Es la presión que se hace sobre un objeto (cat. B1)*
- *Es el empuje que hace un cuerpo para poder mover otro (cat. B1)*
- *Fuerza es la energía que tiene una persona para realizar una acción (cat. B2)*
- *Fuerza es la capacidad que tiene un objeto para sujetar a otro o moverlo (cat. B2)*

Aunque los resultados de esta cuestión son a nuestro parecer francamente positivos, queremos ser prudentes dado el bajo nivel explicativo de las respuestas. Durante la docencia de la unidad se ha trabajado mucho y en actividades diversas el concepto de interacción, llegando a una definición consensuada de “fuerza” que es la que ha reproducido el alumnado en sus respuestas, pero esperaremos a los resultados de las siguientes cuestiones antes de generalizar y justificar la mejora de los resultados.

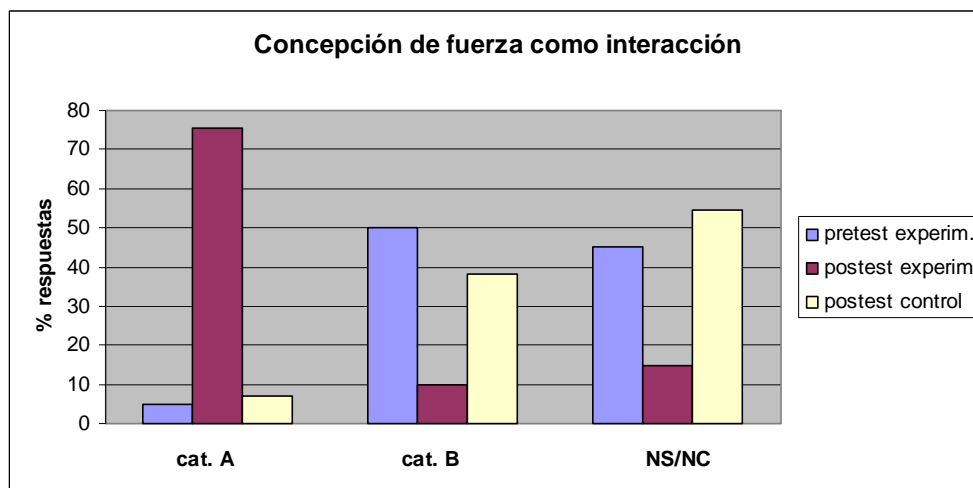
Como hemos indicado al comienzo de este análisis, uno de los datos más destacable es el número de respuestas difíciles de catalogar que se obtuvieron en el pretest del grupo experimental (27'5%), que unidas a las respuestas en blanco (17'5%) suman el 45% del alumnado. Esto nos indica que se trata de una pregunta difícil sobre la que casi la mitad del grupo no había reflexionado en absoluto, pero afortunadamente este dato mejora de forma significativa tras el trabajo del aula (sólo 14'6% en el postest). He aquí unos ejemplos:

- *Cualquier materia tiene fuerza*
- *Las fuerzas son fenómenos que ocurren en la Naturaleza que a veces provocan desastres.*
- *La fuerza es algo parecido a la energía pero se puede medir*

Un resultado similar se desprende de los datos del grupo control donde este porcentaje de respuestas difíciles de clasificar o en blanco es de casi el 55%. En este caso, es un dato preocupante teniendo en cuenta que estos estudiantes ya han trabajado un tema sobre fuerzas.

Continuando con los resultados del grupo control diremos que los resultados son significativamente peores que los del grupo experimental, pero muy similares a los obtenidos por este grupo en el pretest, como puede verse en la tabla 6.16. (pág. 203). La mayoría de estudiantes que intentan definir el término adecuadamente relacionan la fuerza con el “*esfuerzo que hay que realizar para ejercer una acción*” (cat. B1, 23'8%), siendo sólo 3 alumnos los que dan una respuesta correcta. Todo esto induce a pensar que la docencia en este grupo ha sido muy poco relevante en cuanto a la concepción de “fuerza” del alumnado, idea que tendremos que ratificar con las cuestiones posteriores.

Mostramos, a modo de resumen, una gráfica con los resultados de esta cuestión:



La 4ª cuestión preguntaba directamente por los efectos que producen las fuerzas (i 6). Este aspecto está bien definido en el marco teórico de la mecánica newtoniana y las dificultades de los estudiantes han sido muy trabajadas por la investigación en didáctica de las ciencias (Driver et al., 1989; Osborne y Freiberg, 1990), por lo que pensamos que las respuestas de nuestro alumnado se podrán catalogar fácilmente según los resultados de dichas investigaciones en:

- A. Respuestas correctas que indican que las fuerzas producen deformaciones y cambios en el estado de movimiento de los cuerpos.
- B. Respuestas que indican deformaciones y movimiento como efectos de las fuerzas.
- C. Respuestas parciales que citan sólo las deformaciones, o sólo el movimiento o desplazamiento de los objetos.

He aquí los resultados obtenidos en cada una de las aplicaciones del cuestionario.

| Categoría | Gr. Experim. N=40 PRETEST | Gr. Experim. N=41 POSTEST | Gr. Control N=42 POSTEST |
|--|--|--|---|
| A. Respuestas correctas a nivel académico | 3 (7'5%) | 17 (41'5%) | 3 (7'1%) |
| B. Produce movimiento y deformación | 15 (37'5%) | 12 (29'3%) | 7 (16'6%) |
| C. Producen movimiento o deformaciones, cambios. | 11 (27'5%) | 7 (17'1%) | 20 (47'6%) |
| Difíciles de clasificar o NS/NC | 11 (27'5%) | 5 (12'2%) | 12 (28'6%) |

Tabla 6.17. Efectos de las fuerzas (cuestión 4)

Una mayoría importante del alumnado del grupo experimental cita “el movimiento” como un efecto de las fuerzas, previamente a la instrucción. En concreto, 3 estudiantes responden de forma correcta (cat. A) mientras otros 20 (50% de la muestra) dicen que el movimiento o el desplazamiento es un efecto de la fuerza (15 dentro de la categoría B y 5 dentro de la categoría C).

Si atendemos a los cambios producidos tras el trabajo con la unidad didáctica de fuerzas, comprobamos nuevamente mejoras significativas. El porcentaje de respuestas correctas (cat. A) ha aumentado, de forma que más del 40% de la clase ha conseguido una concepción adecuada sobre los efectos de las fuerzas. En concordancia con esta mejora, han disminuido los porcentajes de respuestas no adecuadas (cat. B y C), aunque sigue habiendo un número importante de alumnos y alumnas que sólo citan uno de los efectos (17%) o

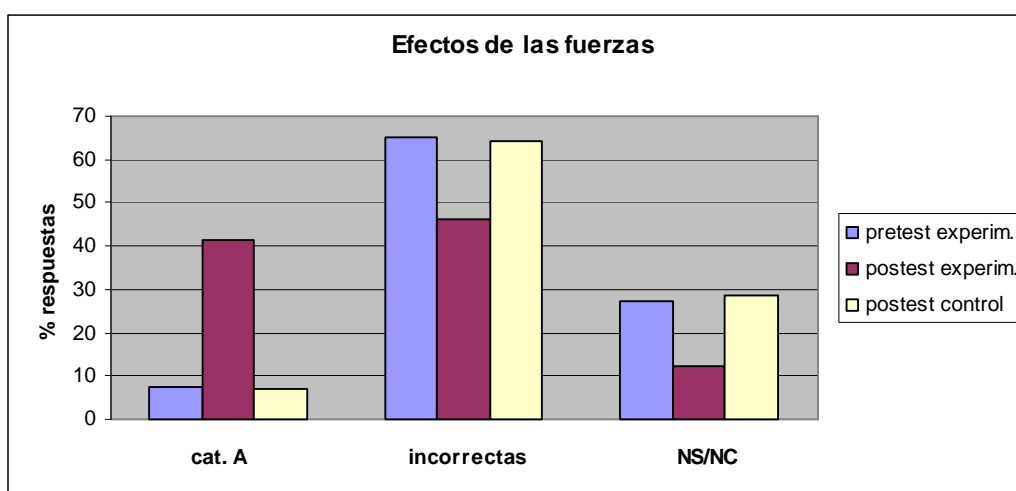
responden de forma difícil de clasificar (12%). Tal y como indican otras investigaciones prevalece la idea de que para que exista movimiento debe haber una fuerza actuando sobre el objeto en cuestión (Palmer, 1997).

A continuación presentamos algunos ejemplos de las respuestas obtenidas:

- las fuerzas producen cambios en la forma de los cuerpos y hacen que el movimiento sea más rápido o más lento, o que empiece o que termine (cat. A)
- las fuerzas producen deformaciones y desplazamientos (cat. B)
- producen diferentes efectos como movimiento, cambio de forma, roturas, etc. (cat. B)
- las fuerzas producen movimientos (cat. C)
- las fuerzas pueden cambiar el lugar de los objetos (cat. C)
- los efectos de las fuerzas son energía, resistencia, presión... (cat. D)
- las fuerzas producen rozamientos (cat. D)

Respecto a los datos obtenidos en el grupo control, nuevamente se repiten los resultados de cuestiones anteriores ya que los porcentajes de este grupo son más parecidos a los del pretest del grupo experimental que a los obtenidos en la segunda aplicación del cuestionario en ese grupo. La categoría mayoritaria es la C, ya que casi la mitad del alumnado de este grupo indica solamente uno de los efectos esperados, esto es, algunos citan el movimiento y otros las deformaciones, pero no ambos. Sigue siendo significativo el alto número de respuestas difíciles de clasificar en las que enumeran efectos de las fuerzas como *el rozamiento, los desastres naturales, etc.*

Como resumen de esta cuestión, he aquí un gráfico con los resultados:



Por último vamos a presentar y analizar los resultados obtenidos en **la cuestión 5**, que se compone de varias viñetas que el alumnado debía describir utilizando el término “fuerza”, de forma que evaluaremos la 4ª competencia que habíamos propuesto para la UD (Tabla 5.1., pag. 103). Sabemos que los estudiantes no están acostumbrados a pensar sobre los fenómenos y las situaciones cotidianas en términos de fuerzas, por lo que esta cuestión nos indicará si son capaces de aplicar la definición conceptual a situaciones concretas, o por el contrario existen obstáculos epistemológicos que les impiden realizar dicha aplicación.

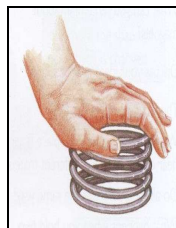
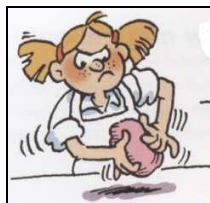
Los contextos que aparecen en las viñetas se eligieron con el objetivo de presentar variedad de situaciones, pero también aportan una progresión en la complejidad respecto a las fuerzas presentes en cada caso. Así pues, al presentar los resultados haremos un breve comentario de cada una de las viñetas/ situaciones de forma independiente, para posteriormente realizar el análisis conjunto de la cuestión que nos dará una visión más general sobre la concepción de fuerza del alumnado antes y después de la instrucción.

Como ya hemos indicado, algunas de las viñetas utilizadas en los pretest y en los postest del grupo experimental fueron diferentes, con el objetivo de que el alumnado no identificara la situación y no pudiera memorizar la respuesta. Sin embargo se tuvo en cuenta que fueran situaciones similares, de manera que se mantuvieran los criterios de corrección ya que no se modifican las variables a utilizar para hacer la comparación de los resultados. Por esta misma razón, para el grupo control se utilizó el mismo cuestionario que en el postest del grupo experimental, si bien se eliminaron dos viñetas para adecuar la duración al horario de docencia. Se presentarán los dos dibujos junto a los resultados para facilitar la comprensión de los mismos.

Las categorías consensuadas para clasificar las respuestas coinciden con las utilizadas para la cuestión 3, es decir, serán respuestas correctas las que expliquen de forma adecuada la fuerza o interacción entre los dos cuerpos (cat. A) y serán incorrectas/ alternativas las que citen solamente uno de los cuerpos entre los que existe dicha interacción o las que hablen de la fuerza como propiedad intrínseca del cuerpo que la ejerce (cat. B). Finalmente se incluirán en la categoría C las respuestas que no indiquen ninguno de estos aspectos (difíciles de clasificar) y las respuestas en blanco.

Presentamos a continuación las situaciones concretas propuestas en cada cuestionario, junto con las tablas de resultados correspondientes.

a) **La niña le hace fuerza a la plastilina y la deforma/para deformarla (PRETEST)**
La mano hace una fuerza sobre el muelle y lo comprime (POSTEST)



| Categoría | Gr. Experim. N=40 PRETEST | Gr. Experim. N=41 POSTEST | Gr. Control N=42 POSTEST |
|----------------------------|--|--|---|
| A. Respuestas correctas | 5 (12'5%) | 27 (65'8%) | 10 (23'8%) |
| B. Respuestas alternativas | 31 (77'5%) | 13 (31'7%) | 29 (69%) |
| C. Inclasificables o NS/NC | 4 (10%) | 1 (2'4%) | 3 (7'1%) |

Tabla 6.18. Descripción de la situación a)

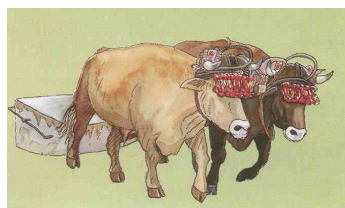
Estos dos dibujos muestran situaciones en las que la fuerza es de contacto y el efecto es la deformación del objeto implicado (pretest y postest). Como se puede observar, la mejora en los resultados del grupo experimental es muy importante, aumentando la categoría A de respuestas correctas en más de 50 puntos, y consecuentemente disminuyen los porcentajes de respuestas alternativas en la misma proporción (cat. B). Algunos ejemplos de respuestas son:

- *La niña hace fuerza en la masa y así le cambia la forma (cat. A)*
- *La niña hace fuerza y la masa cambia de forma (cat. B1)*
- *La niña utiliza la fuerza de sus manos para moldear la masa (cat. B2)*
- *Mediante la fuerza de la mano se comprime el muelle (cat. B2)*
- *A la presión que hace la mano se le llama fuerza (cat. C)*

Inicialmente la mayoría de los estudiantes del grupo experimental respondían en términos de *fuerza como propiedad del objeto o sujeto* que realiza la acción (16 respuestas en cat. B, 40%), visión muy extendida entre el alumnado de todos los niveles según indican numerosas investigaciones (Marín Martínez et al., 2001; Twigger et al., 1994) pero esta concepción ha sido sustituida en gran parte por la idea de interacción (65'8% en cat. A).

En el grupo control también es muy mayoritaria la categoría B (69%), mientras que menos del 25% responden de forma adecuada. Estos datos indican que muy pocos estudiantes han conseguido los conocimientos necesarios para explicar esta situación, por efecto de la instrucción recibida.

**b) Los bueyes le hacen una fuerza de tracción a la piedra y la arrastran (PRETEST)
La mujer le hace fuerza (de empuje) al coche para moverlo (POSTEST)**



| Categoría | Gr. Experi. N=40 PRETEST | Gr. Experi. N=41 POSTEST | Gr. Control N=42 POSTEST |
|----------------------------|---|---|---|
| A. Respuestas correctas | 2 (5%) | 20 (48'8%) | 7 (16'7%) |
| B. Respuestas alternativas | 35 (87'5%) | 20 (48'7%) | 31 (73'7%) |
| C. Inclasificables o NS/NC | 3 (7'5%) | 1 (2'4%) | 4 (9'5%) |

Tabla 6.19. Descripción de la situación b)

En esta segunda situación, al igual que en la anterior, la mejora en el grupo experimental es significativa (más de 40 puntos en la categoría A). Si bien en el pretest más del 80% del alumnado daba respuestas categorizadas como alternativas (cat. B), tras la instrucción ese porcentaje desciende a cerca del 50%, lo que indica que casi la mitad del grupo explica la situación propuesta de forma correcta. Como se puede observar en los dibujos se trata de una fuerza de contacto que provoca cambio en el movimiento, ya que se indicó al alumnado que en estas viñetas no tuvieran en cuenta el peso de los cuerpos u objetos presentes.

Al comparar los datos obtenidos en el grupo control vemos que los resultados son peores que los correspondientes al grupo experimental tras la instrucción, si bien podemos considerar que son algo mejores que los obtenidos por ese mismo grupo al inicio del curso.

Responden de forma adecuada el 16'7% del alumnado, casi 12 puntos por encima del pretest del grupo experimental pero 32 puntos por debajo del posttest del mismo grupo.

A modo de ejemplo, he aquí algunas de las respuestas obtenidas (no indicamos si corresponden al grupo experimental, pre o post, o al grupo control, ya que siempre han sido respuestas muy similares):

- *La niña le hace una fuerza al coche para moverlo, pero la interacción es pequeña porque no lo mueve (cat. A)*
- *la chica, con la fuerza de todo su cuerpo, empuja el coche para sacarlo (cat. B)*
- *se utiliza la fuerza que tienen los bueyes juntos para mover la piedra (cat. B)*
- *los bueyes tienen que hacer mucha fuerza porque la piedra es grande (cat. B)*
- *los bueyes son muy fuertes y pueden arrastrar la piedra (cat. C)*

c) El hombre hace una fuerza a la piedra para mantenerla sobre su espalda y la piedra le hace fuerza al hombre en sentido contrario (PRETEST y POSTEST)

En este caso elegimos una situación en la que una fuerza de contacto provoca cambios en el movimiento -al igual que en los dos casos anteriores- si consideran el proceso de alzada, pero pueden considerar que es una situación de reposo si explican únicamente lo que se ve en la viñeta; además, la dificultad radica en que la piedra no está en el suelo, como en el caso anterior, y no se hizo aclaración alguna acerca de no tener en cuenta el peso de la piedra. Se utilizó la misma viñeta en los dos cuestionarios del grupo experimental, pre y posttest, pero no se incluyó esta situación en el cuestionario del grupo control en aras a reducir la duración excesiva del mismo.



| Categoría | Gr. Experim. N=40 PRETEST | Gr. Experim. N=41 POSTEST |
|----------------------------|--|--|
| A. Respuestas correctas | - | 17 (41'5%) |
| B. Respuestas alternativas | 37 (92'5%) | 18 (43'9%) |
| C. Inclasificables o NS/NC | 3 (7'5%) | 6 (14'6%) |

Tabla 6.20. Descripción de la situación c)

Se repiten las características de las preguntas anteriores, con una mejora en la categoría A y una disminución importante en la categoría B. Queremos comentar que en el pretest el porcentaje de respuestas en la categoría B ha aumentado mucho con relación a las viñetas anteriores (92'5%), lo que nos ratificó la idea de que esta situación era más complicada para los estudiantes, tanto por el hecho de que “el peso de la piedra es importante” para explicar el dibujo, como por la propia situación ya que “*el levantador es un hombre con mucha fuerza por su propia constitución física*” y esto es lo que respondían de forma mayoritaria. Sin embargo, esta concepción ha sido modificada en gran medida tras la instrucción; hay que tener en cuenta que, además de las actividades del aula, también en la visita al museo se trabajaron las explicaciones de los módulos elegidos, siempre considerando las fuerzas que intervenían en cada uno de ellos.

Han aumentado las respuestas difíciles de clasificar debido principalmente a la gravedad, concepto que incluyen en las respuestas después de la docencia pero que no saben definir bien (Carrascosa, 2005); intentan explicar la situación de forma diferente porque el objeto a describir (la piedra) no está en el suelo como en el caso de la piedra arrastrada por los bueyes, pero dicen que el hombre tiene que levantarla “contra la gravedad”. Otros ejemplos de respuestas son:

- *Este hombre necesita mucha fuerza para levantar esa piedra tan pesada y conseguir contrarrestar su peso (cat. B)*
- *El levantador tiene que hacer mucha fuerza porque la piedra es muy pesada (cat. B)*
- *El hombre tiene que superar la atracción de la gravedad en la piedra, para poder levantarla (cat. C)*

**d) Los imanes ejercen fuerza sobre algunos objetos metálicos y los atraen (PRE)
Existe una interacción entre el imán y el objeto metálico que provoca... (POST)**



| Categoría | Gr. Experim. N=40 PRETEST | Gr. Experim. N=41 POSTEST | Gr. Control N=42 POSTEST |
|-----------------------------------|--|--|---|
| A. Respuestas correctas (metales) | 1 (2'5%) | 15 (11) (36'6%) | 3 (7'1%) |
| B. Respuestas alternativas | 28 (11) (70%) | 12 (7) (29'3%) | 20 (10) (47'6%) |
| C. Inclasificables o NS/NC | 11 (27'5%) | 14 (34'1%) | 19 (45'2%) |

Tabla 6.21. Descripción de la situación d)

En estas situaciones elegimos el caso de una fuerza a distancia (magnetismo) que provoca cambios en el estado de movimiento de algunos objetos. Además, queremos indicar que se han categorizado las respuestas con los mismos criterios que en las viñetas anteriores, pero sin tener en cuenta las indicaciones sobre el tipo de objeto en el que recae la atracción de los imanes; sin embargo, hemos anotado entre paréntesis el nº de respuestas que indican expresamente que deben ser “metales u objetos de hierro”, aceptando ambos como válidos.

Los resultados indican que –tras la instrucción- ha aumentado significativamente el porcentaje de respuestas correctas (cat. A) en el grupo experimental, aunque en menor proporción que en las viñetas anteriores. A pesar de que el magnetismo ha sido estudiado explícitamente dentro de la unidad didáctica, vemos que sigue habiendo un porcentaje importante de estudiantes (casi 30% en cat. B) que responde “*que los imanes hacen fuerza*”, sin explicitar sobre qué la ejercen, y lo que es más importante, también ha aumentado el porcentaje de respuestas difíciles de clasificar. Se ratifican los resultados de la investigación (Bryce y MacMillan, 2005) que indican que las fuerzas a distancia son más difíciles de comprender que las de contacto.

Si diferenciamos dentro de las respuestas alternativas, la opción mayoritaria en los pretest es que la fuerza es “del imán” (más del 50% del alumnado), es decir, el magnetismo es una propiedad característica de los imanes, similar a lo observado en los casos anteriores. Esta idea ha sido prácticamente erradicada ya que en el postest menos del 10% responde en estos términos (3 respuestas de 12 en cat. B), mejora que puede tener su justificación en las actividades A.7. y A.16. de la unidad didáctica, junto con la visita al KutxaEspacio; en todas ellas se trabajó la necesidad de un segundo objeto -metales ferromagnéticos- para que existan estas fuerzas (i 6, i 10) y se explicitó que los imanes “no tienen fuerza en su interior”.

En el grupo control, casi una tercera parte del alumnado responde en términos de fuerza como capacidad de acción (13 respuestas de 20, en cat. B), siendo un porcentaje muy superior al del grupo experimental en cualquiera de sus aplicaciones, mientras que en la categoría A el porcentaje es muy pequeño con sólo 3 respuestas correctas.

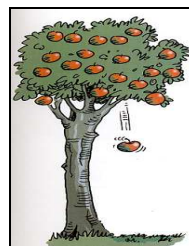
Mostramos a continuación varios ejemplos:

- *La fuerza magnética que ejercen los imanes hace que exista una interacción o atracción entre ellos y algunos metales (cat. A)*
- *El magnetismo es una fuerza a distancia que provoca la atracción entre ese imán y el objeto metálico que está a su lado (cat. A)*
- *Los imanes tienen fuerza magnética y atraen al hierro (cat. B)*
- *Los imanes ejercen una fuerza y los metales se acercan o los alejan (cat. B)*
- *El imán le hace una fuerza al objeto para atraerlo pero no lo mueve por su tamaño (cat. B)*

En cuanto a las respuestas de la categoría C, difíciles de clasificar y NS/NC, es importante destacar los elevados porcentajes obtenidos en todos los casos. En ocasiones los estudiantes no responden, pero en otros casos no han utilizado el término “fuerza” como se les pedía, e incluso algunas respuestas denotan problemas en la explicación del concepto de magnetismo:

- *el magnetismo hace que exista fuerza de atracción*
- *la fuerza es pequeña porque los objetos son pequeños*
- *Existe una fuerza de atracción que acerca los objetos a los imanes*
- *Los objetos metálicos son atraídos hacia el imán*

**e) La Tierra ejerce una fuerza de atracción sobre los cuerpos y éstos caen (PRE)
Existe una fuerza entre la Tierra y los cuerpos/la manzana cuyo efecto es...
(POST-TEST)**



| Categoría | Gr. Experim. N=40 PRETEST | Gr. Experim. N=41 POSTEST | Gr. Control N=42 POSTEST |
|----------------------------|--|--|---|
| A. Respuestas correctas | 4 (10%) | 12 (29'3%) | 6 (14'3%) |
| B. Respuestas alternativas | 27 (67'5%) | 22 (53'6%) | 19 (45'2%) |
| C. Inclasificables o NS/NC | 9 (22'5%) | 7 (17'1%) | 17 (40'5%) |

Tabla 6.22. Descripción de la situación e)

En esta cuestión, habíamos elegido situaciones de caída libre para evaluar la concepción del alumnado sobre la fuerza gravitatoria al describir fenómenos en los que interviene este tipo de fuerza. Como se puede ver al analizar los resultados del grupo experimental, incluso después de la instrucción, la mayoría de las respuestas corresponden a la categoría. B, es decir, el alumnado considera la gravedad como “un ente” que puede ejercer fuerza o “tiene” fuerza de forma autónoma. A pesar de ello, el porcentaje de respuestas correctas casi se ha triplicado tras la docencia (29% en cat. A), y es significativamente mejor que el del grupo control (14,3%), si bien esta mejora es menor que en las viñetas anteriores.

También en el caso del grupo control la categoría mayoritaria es la de respuestas alternativas, con un 45'2%. Es conocida la dificultad que tiene el alumnado con este concepto (Heywood y Parker, 2001; Palmer, 2001) e incluso, en ocasiones, los libros de texto contribuyen a dicha confusión con términos como “la fuerza de la gravedad”, “la aceleración de la gravedad”, “la atracción de la gravedad”, etc. (Galili, 2001).

Por otra parte, se puede pensar también que ésta es una frase muy utilizada en la vida cotidiana –*las cosas caen por la fuerza de la gravedad*– y que por ello podría ser considerada como correcta o adecuada por el alumnado. Al trabajar en el aula las actividades correspondientes de la UD (A.17, A.18., A.19. y explicación de los módulos del KutxaEspacio en A.28) se comentaron los pros y contras de esta expresión, y se trabajó explícitamente el concepto de gravedad como fuerza ejercida por la Tierra sobre los objetos que están en su área de influencia (i 6, i 9). Por este motivo, la disminución del porcentaje de respuestas en esta categoría (B) puede ser considerada como una consecuencia de estas actuaciones.

La categoría C -aún siendo menos importante en resultados- indica igualmente que casi el 20% del alumnado del grupo experimental tiene ideas muy confusas respecto a estos conceptos, incluso tras la instrucción. En el caso del grupo control sí es destacable el elevado porcentaje de respuestas difíciles de clasificar (40%), lo que ratifica aún más la falta de reflexión sobre estos conceptos y la persistencia de dichas concepciones en el alumnado de cualquier nivel.

Ejemplos de estas respuestas son:

- *La fuerza que ejerce la Tierra en estas personas hace que caigan hacia abajo (cat. A)*
- *Debido a la fuerza de la gravedad estas personas están cayendo (cat. B)*
- *La manzana se cae del árbol debido a la fuerza de la gravedad (cat. B)*
- *La manzana cae debido a su peso y hace fuerza cuando toca el suelo (cat. B)*
- *Estas personas hacen fuerza contra el aire para caer más despacio (cat. C)*
- *La gravedad hace que caiga la manzana (cat. C)*

f) La mesa le hace una fuerza al tiesto y éste también a la mesa, pero no hay efecto evidente. Además la Tierra atrae al tiesto...



| Categoría | Gr. Experim. N=40 PRETEST | Gr. Experim. N= 41 POSTEST |
|----------------------------|--|---|
| A. Respuestas correctas | 4 (10%) | 18 (43'9%) |
| B. Respuestas alternativas | 24 (60%) | 16 (39%) |
| C. Inclasificables o NS/NC | 12 (30%) | 7 (17'1%) |

Tabla 6.23. Descripción de la situación f)

En esta última viñeta se presenta una situación más complicada, ya que pueden explicar las fuerzas de contacto (mesa, tiesto) y las fuerzas a distancia (peso del tiesto e incluso peso de la mesa) en un caso en el que no hay efectos visibles a nivel macroscópico (equilibrio). No se cambió la viñeta para el postest del grupo experimental tras considerar su adecuación para este tipo de análisis, pero no se utilizó en el grupo control para reducir el tiempo de realización del cuestionario.

En la categoría A se han incluido las respuestas totalmente correctas en las que explican de forma adecuada todas las fuerzas presentes, de contacto y gravitatorias; también se han categorizado aquí las respuestas que, aún siendo parciales, son correctas ya que han centrado su explicación en “el tiesto sobre la mesa”, y no hacen alusión alguna a ninguna otra fuerza. Durante la aplicación del cuestionario se explicitó al alumnado que, en este caso, indicaran “todas” las fuerzas presentes, pero al analizar los resultados nos surge la duda de si no citaron ninguna otra fuerza por desconocimiento de su existencia o por responder solamente aquello que sabían explicar de forma adecuada. Por este motivo, se han clasificado en esta categoría todas las respuestas que, de una u otra forma, son correctas.

Como se ve en la tabla anterior, tras la docencia de la unidad didáctica propuesta hay una mejora significativa en la cantidad de respuestas obtenidas en la categoría A. Es importante señalar la excelencia de este resultado en el que además, de los 18 que responden en esta categoría, 10 estudiantes (casi la cuarta parte) explican la viñeta de forma totalmente correcta, considerando la fuerza de contacto tiesto-mesa así como el peso del tiesto. Estos datos ratifican nuevamente la conclusión de que las fuerzas de contacto son más fáciles de comprender para el alumnado, incluso después de la instrucción sobre el tema.

Algunas respuestas de esta categoría son:

- *El tiesto hace una fuerza en la mesa y ésta una fuerza igual sobre el tiesto*
- *Son fuerzas de contacto iguales, una la hace el tiesto en la mesa y la otra la mesa sobre él.*
- *Existe una interacción tiesto-mesa que no provoca efecto alguno, y existe la fuerza gravitatoria sobre el tiesto que tampoco provoca efectos porque está la mesa.*

En la categoría B hemos incluido aquellas respuestas consideradas incorrectas ya que sólo tienen en cuenta el peso del tiesto, o se fijan únicamente en el equilibrio y tratan de explicarlo. También se han incluido en esta categoría las respuestas que denotan concepciones de fuerza como propiedad del cuerpo que la realiza o capacidad de acción del mismo, sin comprender la fuerza como interacción entre dos objetos dado que no explican la situación propuesta ni siquiera de forma parcial. Inicialmente, un porcentaje importante del alumnado aporta respuestas de uno de estos tipos, pero se ha verificado una mejora importante tras la instrucción como puede verse en la tabla 6.23.

Aunque debido a la premura de tiempo, no se han trabajado las parejas de fuerzas entre los contenidos de la UD, en este caso se comprueba que los estudiantes tienden a considerar que la fuerza hacia arriba de la mesa es la pareja correspondiente al peso del tiesto, a pesar de que ambas actúan sobre el mismo cuerpo. Esta concepción errónea del peso y la fuerza de contacto del tiesto sobre la mesa, así como sus respectivas parejas, es muy común entre el alumnado y difícil de modificar (Bryce y MacMillan, 2005).

He aquí algunos ejemplos de este tipo de respuestas:

- *El tiesto hace una fuerza hacia abajo sobre la mesa (su peso) y por eso la mesa hace fuerza para arriba.*
- *El jarrón está sobre la mesa debido al equilibrio, hay fuerzas que tiran de él hacia abajo y la mesa hacia arriba.*
- *Gracias a la fuerza que hace la mesa, el tiesto no se cae por la fuerza de atracción de la gravedad sobre él.*

Otras respuestas incluidas en esta categoría B son:

- *Debido a la fuerza (la gravedad) el tiesto se mantiene en la mesa y no está en el aire*
- *La mesa tiene fuerza suficiente para sujetar el tiesto.*
- *Las fuerzas están en equilibrio y el tiesto no se cae aunque la gravedad también le hace una fuerza.*

Finalmente, son exactamente 12 alumnos los que dejan en blanco esta pregunta en el pretest (30%) y son 7 (17%) en el posttest, lo que indica que todavía hay un porcentaje de estudiantes que no comprende las relaciones entre fuerzas ni sus efectos, conclusión que es convergente con los resultados de las viñetas anteriores en las que se veía también la dificultad que comportan estos conceptos para algunos estudiantes.

Como resumen de esta 5ª cuestión podemos decir que los estudiantes inicialmente no eran capaces de explicar situaciones cotidianas en términos de fuerzas: no concebían la fuerza como una acción entre dos cuerpos, sino más bien como la capacidad de un cuerpo para ejercer fuerza a su alrededor o como una propiedad intrínseca del propio cuerpo. Pero esta concepción ha sido modificada de forma importante y son capaces de explicar situaciones de fuerzas de contacto (entre el 60% y el 40% de respuestas correctas), aunque les cuesta más explicar adecuadamente situaciones de fuerzas a distancia o casos más complejos en los que intervienen diferentes fuerzas y los objetos presentes están en reposo sin efectos evidentes (entre el 30% y el 43% de respuestas correctas).

Tenemos que recordar que las actividades de la unidad didáctica en las que se trabajaban las aplicaciones de los conceptos a situaciones cotidianas eran las relacionadas con la visita al KutxaEspacio (A.26 y A.28) y quizá en estos casos no se explicitaron suficientemente las relaciones entre diferentes fuerzas ni las situaciones más complejas, en aras a clarificar el propio concepto de interacción.

A continuación resumiremos en la tabla 6.24. los resultados obtenidos en todas las situaciones presentadas en esta 5ª cuestión para el grupo experimental, antes y después de la implementación de la unidad didáctica, para poder hacer un análisis más general de los cambios producidos:

| % resp | a | | b | | c | | d | | e | | f | |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| | PRE | POS | PRE | POS | PRE | POS | PRE | POS | PRE | POS | PRE | POS |
| Cat. A | 12'5 | 65'8 | 5 | 48'8 | 0 | 41'5 | 2'5 | 36'6 | 10 | 29'3 | 10 | 43'9 |
| Cat. B | 77'5 | 31'7 | 87'5 | 45'7 | 92'5 | 43'9 | 70 | 29'3 | 67'5 | 53'6 | 60 | 39 |
| NS/NC Inclasif | 10 | 2'4 | 7'5 | 2'4 | 7'5 | 14'6 | 27'5 | 34'1 | 22'5 | 17'1 | 30 | 17'1 |

Tabla 6.24. Porcentajes de Respuestas de la Cuestión 5 (conjunto de 6 viñetas) grupo experimental

Según esta tabla de resultados, en la categoría A –respuestas correctas- siempre se produce una ganancia significativa, de alrededor de 20 puntos en el peor de los casos (viñeta e) y hasta de 53 puntos en la situación más habitual de fuerza de contacto (viñeta a). De igual forma, en la categoría B de respuestas alternativas los porcentajes disminuyen en una proporción bastante similar, lo que parece ratificar la mejora indicada anteriormente.

Se aprecia que si la fuerza es de contacto y el efecto se muestra de forma explícita (casos a y b) el porcentaje de respuestas correctas en el postest es elevado (cat. A: 65% y 48%), pero si las consecuencias de la interacción no son perceptibles a nivel macroscópico (caso c) dicho porcentaje disminuye al 41%. En el caso de las fuerzas a distancia (d y e) los resultados son peores ya que no llega a superar el 30% de respuestas correctas en la viñeta “e”. En la última situación, los resultados son mejores por la proporción que explica de forma correcta la fuerza de contacto tiesto-mesa, siendo las respuestas erróneas las que intentan introducir los pesos y la interacción gravitatoria.

Para finalizar el análisis de esta cuestión, consideramos importante destacar que el número de respuestas en blanco o difíciles de clasificar aumenta al avanzar en el nivel de complejidad de las viñetas, síntoma que muestra la confusión existente en el alumnado cuando tiene que utilizar estos términos, incluso después de la instrucción.

Como resumen de los datos obtenidos en las cuestiones planteadas en este cuestionario, y con el objetivo de poder obtener conclusiones generales y bien fundamentadas sobre las concepciones del alumnado acerca del término “fuerza”, presentamos a continuación una tabla que recoge las frecuencias de resultados así como los índices de ganancia en el grupo experimental.

Queremos recordar que las cuestiones iniciales (cuestiones 1 y 2) eran las correspondientes al interés que los estudiantes mostraban hacia el estudio del tema, contenido actitudinal que puede tener implicaciones en su futuro profesional como docentes, y que ya hemos analizado previamente. Ahora pretendemos clarificar la mejora producida por la implementación en el aula de la UD “Fuerzas en acción” respecto a los contenidos conceptuales elegidos, mediante los índices de ganancia correspondientes a las cuestiones 3, 4 y 5.

La tabla 6.25. recoge las frecuencias de respuestas correctas, así como los índices de ganancia de Hake, g_x , que nos indicarán en qué medida han mejorado las concepciones de los estudiantes:

| cuestión | Respuestas adecuadas Pretest (N=40) | F_x (pre) | Respuestas adecuadas Posttest (N=41) | F_x (post) | g_x |
|-----------------|-------------------------------------|-------------|--------------------------------------|--------------|-------------------------|
| 3 | 2 | 0'05 | 31 | 0'76 | 0'75 |
| 4 | 3 | 0'075 | 17 | 0'415 | 0'37 |
| 5a | 5 | 0'125 | 27 | 0'66 | 0'61 |
| 5b | 2 | 0'05 | 20 | 0'49 | 0'46 |
| 5c | 0 | 0 | 17 | 0'415 | 0'41 |
| 5d | 1 | 0'025 | 15 | 0'365 | 0'35 |
| 5e | 4 | 0'1 | 12 | 0'29 | 0'21 |
| 5f | 4 | 0'1 | 18 | 0'44 | 0'38 |

Tabla 6.25. Índices de ganancia de Hake

Todos los índices son superiores a 0'10, por lo que podemos decir que la mejora ha sido sustancial y que se han conseguido cambios significativos en las concepciones de los estudiantes. La mayor ganancia se corresponde con la cuestión 3, que solicitaba al alumnado una definición sencilla de “fuerza”, mientras que la menor ganancia está en la cuestión 5e, relacionada con la explicación de una situación cotidiana en las que interviene una fuerza a distancia, gravitacional para ser más exactos.

Podemos concluir por tanto que los conocimientos declarativos de estos estudiantes respecto a la concepción explícita de fuerza como interacción han mejorado de forma muy importante ($g_x = 0'75$), mientras que la aplicación de dicha concepción a la explicación de situaciones en las que intervienen fuerzas de contacto ha experimentado una mejora notable ($g_x = 0'6$ y $g_x = 0'4$) y en los casos en los que deben explicar situaciones con fuerzas a distancia la ganancia ha sido menos espectacular ($g_x = 0'2$ y $g_x = 0'3$).

En resumen, las concepciones iniciales de los estudiantes que definían las fuerzas como propiedad intrínseca de los cuerpos o capacidad de acción de los mismos se han transformado en otras más cercanas a la idea de fuerza como interacción, y este cambio ha alcanzado a prácticamente el 75% del alumnado del grupo experimental. En cuanto a los efectos de las fuerzas, previamente al trabajo con la UD se citaban preferentemente las deformaciones y el movimiento, mientras que al finalizar la docencia responden en términos de “cambios en el movimiento” algo más de un tercio del alumnado. Finalmente, la aplicación de estas concepciones a la descripción de situaciones reales ha evolucionado de forma diferente; mientras en los casos en los que intervienen fuerzas de contacto casi la mitad del alumnado ha conseguido explicarlos de forma adecuada, cuando se trata de fuerzas a distancia este porcentaje disminuye hasta casi la tercera parte de los estudiantes.

A continuación, y para poder asegurar con más argumentos que la unidad didáctica puesta en práctica ha tenido una influencia destacada en esas mejoras, necesitamos comprobar si las diferencias entre el grupo control y el experimental son o no significativas. Para ello calcularemos el estadístico chi cuadrado que nos aportará una evidencia más para el análisis posterior.

| Cuestión | % resp. adecuadas Grupo experim. N= 41 | % resp. adecuadas Grupo control N= 42 | χ^2 | p |
|----------|---|--|----------|-----------|
| 3 | 75'6 | 7'1 | 96'7 | 0'0000001 |
| 4 | 41'5 | 7'1 | 32'2 | 0'0000001 |
| 5a | 65'8 | 23'8 | 35'7 | 0'0000002 |
| 5b | 48'8 | 16'7 | 23'4 | 0'0000001 |
| 5d | 36'6 | 7'1 | 25'5 | 0'0000004 |
| 5e | 29'3 | 14'3 | 6'6 | 0'0102 |

Tabla 6.26. Comparación de respuestas adecuadas (cat. A), grupos experimental y control.

El estadístico chi cuadrado ($p \leq 0'5$) indica que las diferencias entre los porcentajes de respuestas correctas obtenidas por los grupos experimental y de control son significativas, lo que ratifica la presunción de que los resultados dependen en gran medida de la metodología utilizada en la docencia (VCA) y no son debidos al azar. Esto nos lleva a concluir que los alumnos del grupo experimental han adquirido -como consecuencia de la instrucción- una concepción más adecuada sobre el concepto de fuerza como interacción, así como acerca de los tipos de fuerzas y de los efectos que éstas producen.

6.3. Conclusiones referentes a la segunda hipótesis

En la primera parte de este capítulo hemos ratificado las hipótesis parciales que hacían referencia a la posibilidad de seleccionar unos contenidos y elaborar una guía de actividades que pueda ser utilizada para trabajar aspectos científicos y didácticos en relación con la visita a un museo de ciencia. Hemos presentado la UD “Fuerzas en acción”, y la hemos relacionado con los indicadores de aprendizaje seleccionados así como con las competencias que se pretenden conseguir tras la implementación de la misma.

En cuanto a la tercera hipótesis parcial, recordaremos que decía lo siguiente: la implementación de la UD en el aula y en el museo (en la titulación de Magisterio: Educación Primaria) generará en los estudiantes un mayor conocimiento de:

- cómo realizar la visita al centro de ciencia
- los contenidos científicos relacionados con las fuerzas y sus características

Tal y como hemos concluido en la página 187, la UD que hemos diseñado ha servido para mejorar los conocimientos de una parte importante del alumnado en cuanto a la preparación de la visita a museos de ciencias, preparación que implica integrar la visita en el currículum escolar mediante actividades complementarias y materiales adecuados. Podemos decir por tanto, que los estudiantes del grupo experimental han conseguido una concepción más cercana a la propuesta por la investigación, mejorando así sus competencias didácticas, concretamente las C1 y C2 de la tabla 5.1. (pag.103).

Por otra parte, podemos decir también que la mitad del alumnado del grupo experimental declara –tras la instrucción- que les gustan los temas de ciencias, e incluso opinan que es interesante estudiar el tema de las fuerzas, aunque es preocupante que la otra mitad no sea consciente de la importancia de trabajar este tema, dada la repercusión que puede tener en el futuro profesional de estos estudiantes. Así pues, en relación con el indicador de aprendizaje i12 y la competencia C5 que pretenden lograr una actitud más positiva hacia la ciencia, se considera que la mejora ha sido significativa teniendo en cuenta que la intervención docente se ha limitado a 5 sesiones de clase y una única visita al KutxaEspacio de la Ciencia de San Sebastián.

En cuanto a los contenidos conceptuales relacionados con “las fuerzas”, diremos que el modelo científico de gran parte de los estudiantes ha evolucionado de forma importante tras la instrucción. Después de comparar los datos obtenidos en los postest de ambos grupos – experimental y control-, y analizar los resultados del estadístico chi cuadrado, estamos en condiciones de decir que la implementación de la unidad didáctica “Fuerzas en acción”, que integraba una visita al KutxaEspacio de la Ciencia, ha servido para modificar las concepciones sobre el concepto de fuerza como interacción.

Más de la mitad del alumnado ha conseguido mejorar sus concepciones sobre las fuerzas, e incluso aplicarlas correctamente a situaciones con fuerzas de contacto; en los casos de fuerzas a distancia el porcentaje de respuestas aceptables ha sido de alrededor del 30%, mientras que un número considerable de estudiantes siguen aferrados a la idea inicial de que la fuerza es una propiedad de la persona u objeto que la realiza, es decir a la idea de

fuerza asociada a capacidad de acción, o proporcionan respuestas que indican una grave falta de reflexión respecto a este tema.

Somos conscientes de que existen otras variables que han tenido influencia en el proceso, y que se necesitarían otros estudios complementarios para poder generalizar esta afirmación, pero hemos mostrado evidencias de que la integración de la visita al museo de ciencia en el currículum del aula puede aportar mejoras significativas al proceso de enseñanza-aprendizaje.

Según estas reflexiones, la unidad didáctica propuesta ha sido totalmente eficaz para algo más de la cuarta parte del alumnado, en lo referente a las competencias 3 y 4 (pag. 103) relacionadas con la interpretación científica de fenómenos y su aplicación a situaciones cotidianas. Como muestran numerosas investigaciones (Duit, 2003; Furió, Solbes y Carrascosa, 2006) esas ideas están muy arraigadas en la mente de los estudiantes y es difícil superarlas, incluso con actividades diseñadas específicamente para ello. La evolución conceptual y actitudinal necesita tiempo, y nuestro estudio ha sido una actuación puntual en la formación inicial del profesorado, lo que nos lleva a pensar que actuaciones más continuadas y en varias asignaturas pueden conseguir modificaciones importantes en las concepciones científicas y didácticas del alumnado, acercándolas a las que la investigación actual considerada más adecuadas.

Capítulo 7

Conclusiones, implicaciones didácticas y nuevas perspectivas

El estudio que presentamos en este trabajo de tesis doctoral pretendía responder a las preguntas que habíamos planteado al inicio de la investigación, y que recordamos ahora:

- ¿Cómo realiza el profesorado las visitas escolares a un museo de ciencias?
- ¿Cómo se puede mejorar la formación inicial del profesorado, para que redunde en una mejora en el aprendizaje de sus estudiantes cuando visitan un museo de ciencias?

Estas preguntas se fundamentaban en una serie de problemas que la investigación en el área había detectado, tales como la necesidad de integrar los contenidos del currículum escolar en la visita al centro, la dificultad para conseguir que dicha visita tenga unos objetivos educativos sin perder la diversión que la hace tan atractiva para los escolares, la falta de materiales didácticos a disposición del profesorado, etc.

Para dar respuesta a esas cuestiones, se enunciaron las hipótesis principales:

Hipótesis 1. El profesorado no se implica en el diseño de la visita que realiza con su alumnado a un centro de ciencia, es decir, no sigue las recomendaciones de la bibliografía para mejorar la contribución del museo al aprendizaje de las ciencias de sus estudiantes.

Hipótesis 2. La puesta en práctica de una unidad didáctica basada en el marco teórico elegido y con los materiales diseñados según las recomendaciones de la investigación, contribuirá a mejorar el conocimiento de los futuros maestros en cuanto a la integración de las visitas a museos de ciencias en el currículum escolar.

En este capítulo trataremos de resumir las principales conclusiones a las que hemos llegado al contrastar ambas hipótesis, las cuales han sido puestas a prueba aplicando los diseños experimentales que se presentaron en el capítulo 3 –para la primera hipótesis- y en el capítulo 5 –para la segunda hipótesis. Esos diseños experimentales han sido implementados con profesores y profesoras de los diferentes niveles educativos que visitaban el KutxaEspacio de la Ciencia de San Sebastián en el caso de la primera hipótesis, y con estudiantes de 2º curso de la titulación de Maestro: Educación Primaria, al contrastar la segunda hipótesis.

En primer lugar vamos a presentar las conclusiones relativas a la forma en que el profesorado diseña y realiza la visita al citado museo de ciencia y, posteriormente analizaremos las conclusiones relacionadas con el diseño y aplicación de un programa de actividades dirigido a promover mejoras en las concepciones del alumnado/ futuro profesorado, tanto en lo referente a la integración de las visitas en el currículum como en lo referente a los conocimientos científicos implicados.

7.1. CONCLUSIONES EN RELACIÓN CON LA 1ª HIPÓTESIS.

Al operativizar la 1ª hipótesis optamos por desglosarla en dos hipótesis derivadas (capítulo 3, pag. 54), las cuales nos permitieron obtener unos resultados parciales al tiempo que complementarios. Utilizaremos ahora ese mismo desglose para exponer las conclusiones.

7.1.1. Conclusiones sobre la concepción del profesorado acerca de las visitas escolares al museo de ciencias

Los objetivos que proponen los profesores y profesoras que llevan a su grupo de escolares al museo son, principalmente, promover los aspectos lúdicos y sociales de la visita y complementar la teoría estudiada en el aula. Sin embargo, la gran mayoría de ellos no diseñan actividades específicas –ni previas ni posteriores- para relacionar el currículum con la visita y apenas conocen los materiales didácticos que oferta el centro, es decir, no integran la visita en su propia programación de aula. En general, solicitan la visita guiada, influidos por la idea de que los monitores explican los módulos de forma más adecuada para el aprendizaje de los estudiantes, a pesar de que estos profesionales no conocen las especificidades del grupo ni el currículum concreto que están trabajando.

Por último, valoran la visita muy positivamente citando entre los aspectos más positivos los lúdicos y sociales, junto con los aspectos didácticos que desarrollan los monitores. No hemos apreciado diferencias significativas entre el profesorado de E. Primaria y el de Secundaria, aunque el museo oferta mayor cantidad de materiales didácticos para Secundaria Obligatoria y Bachillerato.

7.1.2. Conclusiones sobre el comportamiento del profesorado en las visitas escolares al museo de ciencias

Durante la visita propiamente dicha, la implicación del profesorado es muy pequeña; su papel es principalmente organizador y controlador del comportamiento de su alumnado, dejando en manos del personal del museo los aspectos didácticos relacionados con los conocimientos científicos. Puesto que no se han diseñado tareas para realizar en el museo, las actividades de los escolares se limitan a escuchar las explicaciones de los monitores durante la visita guiada e interactuar con los módulos; en muchas ocasiones, también se realizan talleres concretos y/o sesiones de planetario que complementan la visita guiada.

Si tenemos en cuenta que el profesorado, al citar los objetivos, pretendía que además de la diversión, la visita sirviera para complementar el currículum, se puede concluir que deberán ser los propios estudiantes los que realicen dicha conexión, sin la ayuda de materiales o actividades diseñadas para ese cometido, ya que las explicaciones aportadas por los monitores del centro difícilmente coincidirán con sus intereses curriculares.

7.1.3. Concepciones del profesorado sobre la visita al KutxaEspacio

La mayoría del profesorado de Educación Primaria y Secundaria mantiene una concepción de la visita muy alejada de la propuesta por la investigación en esta área, es decir, no conciben la visita al museo como un recurso que aporte mejoras al aprendizaje de las ciencias de su alumnado. Aunque citan dicho aprendizaje como uno de los objetivos de la visita –en una proporción elevada–, no realizan una preparación adecuada de la misma con actividades previas y posteriores, lo que parece implicar que el propio alumnado tendrá que relacionar ambos contextos en orden a conseguir los avances necesarios en su nivel cognitivo. Sin embargo, estos profesores hacen una valoración muy positiva de la visita, lo cual es bueno porque les animará a volver con su alumnado, pero tiene un aspecto negativo importante, ya que esa satisfacción dificultará enormemente cualquier cambio que se les sugiera introducir en la planificación de la visita.

Podemos concluir que la mayor parte del profesorado no considera la preparación y diseño de la visita como un cometido propio de sus tareas profesionales. Los resultados de nuestro estudio indican que estos profesores se implican en la visita sólo a nivel organizativo

y la contemplan como una excursión lúdica en el área de ciencias, como una “actividad extraescolar” en la que los estudiantes observan y hacen cosas interesantes a la vez que se divierten. Así, hemos identificado tres tendencias correspondientes a tres concepciones distintas del profesorado, en relación con las visitas escolares a museos de ciencias:

- el “profesorado organizador”, que se caracteriza por considerar que su papel es organizar la salida con el objetivo de que los estudiantes tengan experiencias sociales y personales relacionadas con la ciencia. No obstante, su tarea termina en la organización de la visita al museo, cuyo departamento de educación se encargará del alumnado. Por tanto no se plantean realizar con los estudiantes actividades pre y/o post-visita, ni consultan los materiales didácticos del museo. Parece pues, que el profesorado con este tipo de concepciones se centra en los aspectos organizativos y lúdicos de la visita y no presta atención al posible aprendizaje concreto de temas o procedimientos científicos.
- el “profesorado tradicional”, que se preocupa no sólo por los aspectos organizativos y lúdicos de la visita, sino también por la experimentación y el aprendizaje de conceptos científicos. El profesorado de esta categoría piensa que la visita al museo es una buena oportunidad para ‘comprobar’ la teoría estudiada en clase. Por tanto, aunque no hacen actividades concretas para preparar la salida, consideran que la visita tiene una relación evidente con su enseñanza en el aula. Este profesorado reconoce las oportunidades que oferta el museo para ver experimentos y poderlos realizar. Así mismo, estos profesores y profesoras estarían dispuestos a aumentar sus conocimientos sobre los contenidos científicos del museo.
- el “profesorado innovador”, que se preocupa no sólo de los aspectos organizativos, lúdicos y experimentales, sino también del aprendizaje de conceptos y procedimientos concretos del currículo del curso. Por tanto, considera que debe preparar la visita con actividades concretas para que los estudiantes establezcan un puente entre los contenidos que se pretende que aprendan y las experiencias en el museo. El profesorado de esta categoría utiliza los materiales didácticos del museo para preparar la visita con actividades para antes y después de la misma. Igualmente se preocupa por saber si los estudiantes relacionan los contenidos curriculares con dicha visita.

Estas conclusiones son coincidentes, en los aspectos principales, con investigaciones realizadas en otros países como hemos explicado en el capítulo 4 (pag. 94), lo que nos permite ratificar la primera hipótesis que habíamos planteado.

Una de las razones que puede justificar estos resultados es que el profesorado de estos niveles no dispone de estrategias ni recursos metodológicos que sirvan para construir puentes entre la oferta de los museos de ciencias y el currículum escolar. Por tanto consideramos que es necesario incorporar estos ‘nuevos contenidos’ en la formación inicial del profesorado.

7.2. CONCLUSIONES EN RELACIÓN CON LA 2ª HIPÓTESIS

La comprobación experimental de la 2ª hipótesis la realizamos en tres partes, mediante tres hipótesis derivadas (ver capítulo 5, pag. 99) que nos facilitaron la obtención de los resultados. Utilizaremos esa misma diferenciación para exponer las conclusiones parciales, previamente a la justificación de la conclusión final.

7.2.1. Conclusiones respecto a la elaboración de la UD “Fuerzas en acción”

En el modelo de enseñanza de las ciencias que hemos seleccionado para este trabajo, *enseñanza como desarrollo de investigaciones orientadas*, se asume que la pequeña investigación que el alumnado tiene que desarrollar consiste en un proceso de construcción social del conocimiento apoyado en recursos metodológicos variados. En este modelo, el desarrollo de una secuencia de actividades se basa en el planteamiento y resolución de problemas o situaciones problemáticas, que exijan la búsqueda de respuestas por parte del alumnado, fomentando la comunicación y el diálogo no sólo entre estudiantes sino también entre éstos y el profesor o profesora. De esta forma, se van elaborando los modelos que les servirán para comprender mejor los fenómenos estudiados.

Atendiendo a estos parámetros hemos elaborado la guía de actividades presentada en el capítulo 6 (pag. 138 y ss.), que tiene como núcleo central la visita al KutxaEspacio de la Ciencia de San Sebastián y responde a las competencias previamente seleccionadas. Esta UD, titulada “Fuerzas en acción”, se fundamenta en las propuestas de la investigación en cuanto a integrar las visitas a museos en el currículum escolar, y cuenta con actividades de

iniciación, explicitación de ideas, búsqueda y análisis de información, experimentación, elaboración de conclusiones y aplicación de los nuevos conocimientos, tal y como propone el modelo elegido.

Podemos decir por tanto, que la primera y la segunda hipótesis derivadas han quedado probadas ya que “es posible elaborar una secuenciación y organización de contenidos –que constituyan una unidad didáctica- basada en las recomendaciones de la investigación sobre visitas escolares a museos de ciencias, y que englobe no sólo aspectos científicos sino también didácticos”.

7.2.2. Conclusiones sobre la implementación de la UD “Fuerzas en acción”

Si bien la unidad didáctica propuesta se diseñó para trabajar las competencias previamente seleccionadas, mediante las actividades presentadas se debía dar respuesta también a otras competencias básicas de la titulación y específicas de la propia asignatura “Ciencias de la Naturaleza y su didáctica”. Así, se incluyeron el trabajo en equipo, la comunicación oral y escrita, algunos aspectos de la metodología científica y la adaptación de materiales al aula de primaria, entre otras competencias. La evaluación de estas capacidades básicas se realiza a lo largo de todo el curso, por lo que no es fácil constatar mejoras importantes con una única UD desarrollada en 6 sesiones.

Sin embargo, el programa-guía se ajustó a la temporalización prevista y sirvió al alumnado como referencia para el desarrollo de las actividades. Ahora bien, ¿qué mejoras se produjeron en las concepciones del alumnado del grupo experimental como consecuencia de las sesiones de docencia que se desarrollaron en torno a esta unidad didáctica?

a) Respecto a la realización de visitas a un museo de ciencias

Uno de los objetivos de la UD “Fuerzas en acción” era trabajar con los futuros maestros y maestras algunas competencias que les ayudaran a diseñar una visita a un museo de ciencia según el modelo propuesto VCA. Si bien las estrategias no se explicitaron en el aula, es decir no se transmitieron de forma teórica, sí se pusieron en práctica a lo largo de la docencia – incluida la visita al KutxaEspacio (Echevarría et al., 2010)- y también se propusieron en la adaptación del tema al aula de primaria.

La mayoría del alumnado ya conocía algún centro de ciencia previamente al inicio de la UD, lo que ratifica el éxito de estos centros en cuanto al número de visitas y nos indica que las respuestas previas a la docencia en el aula se realizaron con conocimiento de las posibilidades que ofrecen este tipo de museos.

Tras analizar todos los resultados de los pretest y los postest podemos decir que, en primer lugar, mejoró significativamente la valoración que el alumnado hacía acerca de la visita, consiguiéndose una puntuación igual o superior a 8 en más del 60% de los estudiantes. En cuanto a la integración en el currículum, la mayoría del alumnado (66%) justificó la utilidad de la visita en relación con este aspecto formal del aprendizaje, frente a un tercio que utilizó respuestas de “sentido común” para explicar dichas justificaciones.

De igual forma aumentó el número de estudiantes que creían conveniente organizar una visita cada curso escolar (hasta casi el 30%), para poder trabajar unos contenidos diferentes cada vez, aunque en este apartado la mayoría seguía optando por diversificar las visitas a otras instituciones para dar a conocer al alumnado otras posibilidades.

Si bien es necesario que la visita mantenga sus características lúdicas y motivadoras, también se debe apreciar el valor intrínseco de la misma para optimizar el aprendizaje de los estudiantes, y tras la docencia más de un tercio de las respuestas citaron la preparación de la visita (con actividades previas y posteriores), entre las características que debe tener una visita para ser eficaz. Así mismo, más de la mitad de los estudiantes consideraron los aspectos experimentales y lúdicos en relación con el aprendizaje de las ciencias, y se redujo a un 10% el porcentaje de alumnado que aportaba respuestas de sentido común, sin relacionar la salida del aula con las posibilidades educativas y fundamentándola únicamente en la diversión.

En este punto debemos recordar que existen evidencias para asegurar que todas las mejoras indicadas en relación con esas estrategias concretas son significativas, ya que los resultados del grupo control fueron peores en todas las cuestiones. Los indicadores estadísticos apoyan la idea de que los resultados dependen, en cierta medida, de la docencia recibida por cada grupo. Estos resultados coinciden con otros estudios similares (DeWitt y Osborne, 2007; Olson et al., 2001) en los que también se realizaron propuestas para integrar la educación no formal -y en concreto las visitas a museos de ciencias-, en la formación inicial del profesorado.

Finalmente, estos datos quedan ratificados por el análisis de los informes que los estudiantes de Magisterio diseñaron –en parejas o pequeños grupos- como transposición didáctica para el aula de Primaria. La actividad (A.30.) les sugería utilizar la UD que ellos mismos habían trabajado y adaptarla al 3º ciclo de E. Primaria, incluyendo la visita al museo, si bien debían justificar la propuesta de actividades. La totalidad de estos informes incluyeron actividades previas a la visita y en el 90% se incluyeron actividades posteriores, mientras que casi la mitad propuso actividades específicas para realizar durante la visita. Merece la pena destacar que cerca de la tercera parte de los informes contenían ejemplos de materiales didácticos obtenidos de libros de texto de Primaria o de Internet, lo que indica una implicación importante de esos estudiantes en buscar información complementaria para diseñar sus actividades.

Las mejoras que acabamos de enumerar en las concepciones de nuestro alumnado son muy importantes de cara a su futuro profesional ya que, como hemos indicado en varias ocasiones, si el profesorado muestra una actitud positiva hacia la visita al centro de ciencia y su preparación, contagiará su entusiasmo a sus estudiantes y estos a su vez se implicarán de forma más activa en las actividades relacionadas con dicha visita, posibilitando un aprendizaje más eficaz y duradero de los conocimientos seleccionados (Jarvis y Pell, 2005).

b) Respecto a la concepción de fuerza como interacción

El concepto de fuerza es complejo e incluso en los libros de texto actuales existen diferencias en las definiciones propuestas (Lopes Coelho, 2010), pero todos coinciden en afirmar que es un concepto fundamental para la comprensión de la mecánica -y de la física en general. De ahí que podamos concluir que su comprensión es importante al tiempo que supone un problema para la enseñanza de las ciencias.

Aunque la investigación sobre el tema aporta diferentes propuestas para trabajarlo con el alumnado (Bryce y Macmillan, 2005; Savinainen et al., 2005), los resultados siempre son parciales, lo que indica la dificultad de modificar las ideas intuitivas del alumnado. Sin embargo, existe cierto optimismo porque el profesorado es cada día más consciente de la dificultad que entraña este concepto y por tanto su implicación está aumentando, pero los resultados no siempre son tan positivos como nos gustaría (Palmer, 1997).

En nuestro caso, nos interesa especialmente que nuestros alumnos y alumnas hayan conseguido un acercamiento a la conceptualización de “fuerza”, para que –en su futuro profesional- sean capaces de diseñar actividades que ayuden al alumnado de Primaria a iniciarse en la comprensión de este concepto y sus aplicaciones cotidianas.

Tras la docencia de la UD propuesta, mejora de forma apreciable el interés por las ciencias en general, y por el tema de las fuerzas en particular a nivel declarativo, llegando a superar el 60% el alumnado que considera interesante estudiar dicho tema.

En cuanto a la definición de “fuerza” como interacción entre cuerpos, más de las tres cuartas partes del grupo experimental consiguió respuestas adecuadas tras la docencia, mejora significativa dado el bajo porcentaje (5%) que había respondido de forma aceptable al inicio. Además, más del 40% de los estudiantes explicaron adecuadamente los efectos producidos por las fuerzas, frente al 7% inicial.

Los resultados no son tan homogéneos cuando se trata de que expliquen situaciones cotidianas en las que intervienen fuerzas de distintos tipos. En el caso de fuerzas de contacto, el porcentaje de respuestas adecuadas tras la docencia ronda el 50% pero cuando se trata de explicar fuerzas a distancia responde bien un tercio del alumnado aproximadamente.

Estas conclusiones coinciden con las de otras investigaciones en el sentido de que un porcentaje del alumnado sigue estableciendo relaciones causales simples entre los objetos, de forma que existe un objeto que es responsable de la fuerza y otro que la sufre o aguanta (Pozo y Gómez Crespo, 1998; Twigger et al., 1994). Actualmente se están realizando experiencias con metodologías diferentes (analogías, silogismos...) pero los resultados parecen ser aún insuficientes (Park y Han, 2002; Savinainen et al., 2005). Somos conscientes de que la reestructuración conceptual requiere tiempo, las ideas evolucionan de forma progresiva y en un determinado periodo coexisten ambas concepciones, la intuitiva y la que se quiere conseguir (Oliva, 1999). Por ello, y quizá debido a que todavía no conocemos los mecanismos sobre cómo evolucionan las concepciones del alumnado, tenemos que seguir profundizando en las investigaciones, realizando estudios longitudinales y partiendo de la premisa de que los estudiantes deben comprometerse, cognitivamente y afectivamente, en la tarea de aprender ciencias.

Coincidimos con Rosa M^a Pujol (2003) en que el problema no es la falta de especialización de los maestros y maestras en la cultura científica, sino el modelo de ciencia que éstos poseen; creen que enseñar ciencias es transmitir conocimientos elaborados más que impulsar la construcción de ideas del propio alumnado, ya que éste es el modelo vivido y aprendido por el profesorado durante su propia escolarización. Sin embargo, el planteamiento actual propone un modelo de ciencia y un modo de concebir la enseñanza muy distintos.

Se trataría de aceptar que el objetivo de la educación científica no es el aprendizaje de los modelos finales de los científicos sino la evolución de los “modelos conceptuales” de los escolares acerca de los fenómenos naturales objeto de estudio, para lo cual existen múltiples recursos de enseñanza-aprendizaje tanto dentro como fuera de la escuela; desde esta perspectiva, el profesorado guía el aprendizaje de sus estudiantes e incluso en ocasiones aprende conjuntamente con ellos, sin perder de vista que para enseñar hay que poseer una amplia cultura, incluida la científica, tener muchos intereses y una gran capacidad para no dejar de aprender nunca.

7.2.3. Concepciones del alumnado de Magisterio después de la docencia.

La innovación que aporta nuestro estudio a la enseñanza de las ciencias es la integración de la visita a un museo de ciencias dentro del currículum formal de la asignatura. Según hemos explicitado, un porcentaje considerable del alumnado del grupo experimental de Magisterio ha mejorado su concepción respecto a la forma de diseñar estas visitas para que redunden en un aprendizaje más significativo en sus futuros estudiantes de Primaria; pero además, también han mejorado sus conocimientos respecto a las fuerzas y sus efectos.

Cada año visitamos el museo de San Sebastián con nuestro alumnado, y siempre declaran que la visita es agradable, divertida, interesante, motivadora e incluso dicen haber aprendido y/o recordado algunos conceptos científicos, recuerdos que se mantienen en parte al cabo de uno o dos años (Echevarría et al., 2005; Morentin et al., 2009). Esta satisfacción no es algo específico de este centro ni de estos estudiantes, ya que en otros museos de características similares se han obtenido resultados coincidentes (Aguirre y Vázquez, 2006).

Sin duda en esta ocasión –durante la docencia de la UD “Fuerzas en acción”- la visita al KutxaEspacio de la Ciencia también provocó una motivación intrínseca en los alumnos y

alumnas del grupo experimental, motivación que mejoró el proceso de aprendizaje ya que estaba integrada en la programación del aula, pero debemos tener en cuenta que dicha visita es sólo una pequeña aportación en ese proceso largo y complejo. La unidad didáctica que diseñamos ha servido de apoyo para la preparación de la visita -con actividades previas, en el museo y posteriores- y son todas estas actividades las responsables de la nueva situación cognitiva de los estudiantes.

Las competencias seleccionadas para esta parte de la asignatura se han trabajado de la forma prevista y los indicadores que hemos utilizado para evaluarlas han proporcionado resultados significativamente positivos, como hemos mostrado en el capítulo 6. Mediante los diseños elaborados para comprobar las mejoras en los conocimientos del alumnado, hemos valorado los seis primeros indicadores de aprendizaje (pag. 104), mientras que los otros seis se valoraron al final del cuatrimestre debido a la necesidad de trabajarlos a lo largo de toda la asignatura. Si bien los resultados nos han sugerido posibilidades de mejora para el diseño y puesta en práctica de la UD, podemos concluir que han sido satisfactorios en lo que respecta a la ganancia conseguida en los conocimientos del alumnado, lo que implica que se ha constatado en gran medida la segunda hipótesis de nuestra investigación.

7.3. IMPLICACIONES DIDÁCTICAS Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

Todas estas conclusiones deben ser contextualizadas en la situación en la que ha sido realizada la investigación, es decir, un centro de ciencia concreto –el KutxaEspacio de la Ciencia de San Sebastián- y unas muestras específicas de profesorado en activo y estudiantes de Magisterio que visitaron dicho centro en una ocasión concreta. Si bien es cierto que al modificar cualquiera de las variables, los resultados podrían variar, hemos constatado que algunas de nuestras conclusiones coinciden con otros estudios realizados en otros centros, como ya hemos indicado. Esto nos lleva a considerar las posibles implicaciones didácticas que se derivan de esta tesis doctoral, así como las propuestas a futuro que se podrían abordar para continuar en esta línea de investigación.

En primer lugar vamos a presentar algunas **propuestas para los propios museos y centros de ciencia:**

- Hemos visto que el profesorado en general, tanto de E. Primaria como de Secundaria, está satisfecho con la visita realizada al museo, pero les falta el entusiasmo por las ciencias y su aprendizaje que posibilitaría una mejor preparación de la visita. Algunos centros de ciencia preparan materiales didácticos para facilitar esa tarea, pero la mayoría de estos profesores los desconoce. Se necesitaría entonces una forma de acercar los materiales y el propio museo al profesorado, quizá mediante una relación más personalizada una vez que han concertado la visita. El museo tiene que preparar materiales básicos (batería de actividades, cuadernillos colgados en la web...) que puedan ser adaptados fácilmente por el profesorado de las distintas etapas, y que según la bibliografía deben ser materiales atractivos para los estudiantes, no muy densos en información, que no interfieran con la interacción a desarrollar en la visita, relacionados con el currículum y con las ideas previas sobre el tema, que faciliten el aprendizaje social y que les permita disfrutar y controlar su propio proceso de aprendizaje (Mortensen y Smart, 2007). El profesorado a su vez tiene que probar estos materiales, implementarlos, y después poner en conocimiento de los responsables del museo los resultados obtenidos, de forma que el feed-back sea realmente eficaz.
- Por otra parte, hemos confirmado que la mayoría del profesorado elige realizar una visita guiada por un monitor o monitora, y que las explicaciones recibidas pueden influir de forma determinante en el aprendizaje de los escolares (Tran, 2007). En este aspecto, consideramos imprescindible que exista una relación previa entre ambos profesionales, para acordar conocimientos, nivel de las explicaciones, relación con el currículum, etc. Posteriormente, durante la visita guiada, el profesor no tendría que situarse en un segundo plano sino que podría colaborar con el monitor utilizando estrategias -estructuradas o no- para aclarar ideas, relacionarlas con el tema de clase, interpretar carteles, e incluso supervisar comportamientos (Kisiel, 2006).
- Las dos propuestas anteriores nos llevan a pensar en una **relación escuela-museo** de ciencias mucho más intensa. En algunos centros de ciencia se han realizado –y se realizan- proyectos conjuntos con centros escolares e incluso con departamentos universitarios (Trabal, 2004; Xanthoudaki, 2003), cuya finalidad es que a la vez que se mejore el aprendizaje de los escolares como ya hemos dicho, también se vea afectada de forma positiva la propia formación científica del profesorado (Lemelin y Benze, 2004; Ramey-Gassert, 1997; Stockmayer et al., 2010). Esta sería una buena posibilidad

de creación de materiales, formación de profesorado, etc. que si bien sólo afectaría a un número limitado de centros y/o profesionales, podría ser difundida a través de la red e incluso complementada con colaboraciones on-line.

- Finalmente, los museos de ciencia tiene que diversificar las investigaciones que realizan, a pesar de que éste sea un aspecto complejo por el gran número de variables que intervienen (Falk, 2004). Tan importante como conocer el tipo de visitante que accede al centro o el éxito de una exposición es presentar exhibiciones que estimulen el diálogo y el debate, promuevan la reflexión, provoquen emociones, etc. (Pedretti, 2004). El recuerdo a largo plazo que los visitantes mantengan acerca de la visita servirá para obtener conclusiones reales acerca de los tipos de contenido que más perduran en la memoria, lo que contribuirá a un diseño más apropiado de las actividades del propio centro. Además, conocer las ideas alternativas del alumnado en algunos temas científicos también puede ayudar al equipo educativo del centro en el diseño de los paneles, la elaboración de materiales didácticos, etc. Se podrían formar equipos de educadores en el museo, que estén actualizados en didáctica de las ciencias y que investiguen en la integración de la enseñanza de las ciencias en ambos contextos, formal y no formal.

En segundo lugar comentaremos **las implicaciones didácticas que hemos considerado para la formación inicial de los futuros maestros y maestras:**

- De forma general parece óptimo poder trabajar mediante la metodología propuesta no solamente una unidad didáctica sino varias, con contenidos científicos y didácticos diferentes, de forma que se convierta en algo habitual para el alumnado; no es suficiente con verificar que las concepciones de los estudiantes han evolucionado, y que las utilizan de forma más adecuada en situaciones conocidas e incluso son capaces de generalizarlas a nuevas situaciones, sino que sería interesante que dichos contenidos les fueran útiles también para resolver problemas cada vez más complejos, lo que indicaría que los estudiantes han tomado conciencia de estas concepciones y las saben utilizar. En este sentido, además de seguir adaptando la UD “Fuerzas en acción” para obtener unos resultados aún mejores, consideramos que es importante diseñar y desarrollar otros materiales de aula que permitan trabajar las competencias generales del área científica, materiales que servirán asimismo para facilitar las trasposiciones didácticas

que los estudiantes de magisterio necesitarán en su futuro profesional. En este sentido nuestra perspectiva es replicar esta unidad didáctica –modificada en los aspectos menos beneficiados- e implementarla en diferentes grupos y con diferentes profesores, así como diseñar otras que respondan a otros contenidos científicos e incluso que integren otro tipo de recurso o contexto no formal (aquarium, centro de interpretación...). De esta forma, los resultados tendrán una validez más amplia y serán más fácilmente generalizables.

- Por otra parte, nos parece que debemos ampliar nuestra investigación con el alumnado e incluir la situación concreta de la visita, es decir, investigar también las conversaciones que se dan en el museo entre ellos y con el monitor/a, lo que podría avalar la idea de que la construcción social del conocimiento en los museos es un recurso a tener en cuenta por todo el profesorado (Gilbert y Priest, 1997). Las explicaciones y comentarios que se intercambian frente a una experiencia concreta pueden servir para detectar ideas alternativas o dificultades de aprendizaje que de otra forma pueden pasar inadvertidas al profesorado (Tunnicliffe, 2000) e incluso para conocer como evolucionan los modelos conceptuales del alumnado. Con estos datos se podrían modificar los materiales, las actividades de aula, etc. para que incidan en los aspectos más necesarios.
- Finalmente, la posibilidad de continuar en el Practicum con el desarrollo y la adaptación de la UD sería un complemento interesante a nuestro estudio y una opción para que el alumnado validara la trasposición didáctica que ellos mismos han realizado. La propuesta tiene como objetivo que algunos de los alumnos del curso –que han experimentado y trabajado la UD concreta- puedan poner en práctica su propia adaptación con escolares de 5º o 6º de Primaria, durante el periodo de sus prácticas curriculares. En estas situaciones podríamos realizar un estudio de casos para ver en qué medida la propuesta es válida, qué actividades funcionan mejor que otras, si la preparación de la visita ha sido adecuada, ... en una doble perspectiva: para el maestro en prácticas y para los propios niños y niñas de Primaria. No es habitual que el profesorado en formación sepa adaptar las estrategias trabajadas durante el curso a una situación de aula concreta, y no podemos olvidar el gran número de variables que intervienen en las prácticas curriculares de los maestros en formación (Mellado, 2003). Aún así, nuestra propuesta plantea implicar a estos futuros maestros y maestras en un

proceso que conjugue su propia formación profesional con una práctica investigadora que les aporte datos sobre la forma de enseñar mejor, y que les ayude a detectar las necesidades organizativas, de aprendizaje y de preparación de la visita al museo de ciencias (Olson et al., 2001).

En nuestra opinión, esta investigación permite aportar mejoras a la realización de visitas escolares a centros de ciencia, sacando el máximo rendimiento a los módulos y exhibiciones interactivas presentes en el mismo, de forma que se desarrolle la cultura científica de los estudiantes y también del profesorado. En el momento actual, en el que se están imponiendo cambios curriculares de gran envergadura en las titulaciones universitarias, consideramos que uno de los objetivos principales de la formación inicial del profesorado de Educación Primaria es preparar “maestros innovadores”, en cualquier área pero también en el área de ciencias.

Capítulo 8

Referencias bibliográficas

A continuación presentamos las referencias bibliográficas utilizadas para la elaboración de esta memoria, e incluimos [las páginas] en las que cada una aparece citada.

ABD-EL-KHALICK, F. (2001) "Embedding Nature of Science Instruction in Preservice Elementary Science Courses: Abandoning Scientism but...". *Journal of Science Teacher Education* 12 (3), 215-233. [136]

ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N.G. (2000) "Improving science teachers' conceptions of the nature of science: A critical review of the literature". *International Journal of Science Education* 22 (7), 665-701. [111]

ACEVEDO, J.A.; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M^aA.; ACEVEDO, P. (2002) "Actitudes y creencias CTS de los alumnos: su evaluación con el cuestionario de opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad". *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación (digital)*, nº 2. [136]

AFONSO, A.S.; GILBERT, J.K. (2007) "Educational Value of Different Types of Exhibits in an Interactive Science and Technology Center". *Science Education* 91: 967-987. [22]

AGUIRRE PÉREZ, C.; VÁZQUEZ MOLINÍ, A.M^a (2004) "Consideraciones generales sobre la alfabetización científica en los museos de la ciencia como espacios educativos no formales". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 3, nº 3. [16]

AGUIRRE PÉREZ, C.; VÁZQUEZ MOLINÍ, A.M^a. (2006) "Educación en museos: una experiencia en los museos de la ciencia de Madrid, Valencia y Castilla-La Mancha con alumnos de Magisterio". *Actas de los XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad de Zaragoza. [236]

ALLEN, S. (2004) "Designs for Learning: Studying Science Museum Exhibits that do more than entertain". *Science Education* 88, S1, 17-33. [41, 48, 97]

ANDERSON, D.; LUCAS, K.B. (1997) "The effectiveness of orienting students to the physical features of a Science Museum prior to visitation". *Research in Science Education* 27 (4), 485-495. [20, 39, 82]

ANDERSON, D.; LUCAS, K.B.; GINNS, I.S. (2000) "Development of knowledge about Electricity and Magnetism during a visit to a Science Museum and related post-visit activities". *Science Education* 84 (5), 658-679. [17, 25, 41]

ANDERSON, D.; LUCAS, K.B.; GINNS, I.S. (2003) "Theoretical perspectives on learning in an informal setting". *Journal on research in Science Teaching* vol.40, nº 2, 177-199. [14, 17, 41, 43]

- AZCONA, R.; ETXANIZ, M.; GUIASOLA, J.; MUJICA, E. (2002). *Chispas de Energía. Guía didáctica del alumno y Guía del profesor, ESO y Bachillerato*. San Sebastián: Miramón Kutxaespacio de la Ciencia. [40, 49, 85]
- BAMBERGER, Y.; TAL, T. (2006) "Learning in a Personal Context: Levels of choice in a free choice learning environment in Science and Natural History Museums". *Science Education* 91 (1), 75-95. [15, 159]
- BEETLESTONE, J.G.; JOHNSON, C.H.; QUIN, M.; WHITE, H. (1998) "The Science Center Movement: contexts, practice, next challenges". *Public Understanding of Science* 7, 5-22. [14]
- BISQUERRA ALZINA, R. (2004) *Metodología de la investigación educativa*. Madrid: La Muralla. [126, 170]
- BONIL, J.; PUJOL, R.M^a. (2008) "Orientaciones didácticas para favorecer la presencia del modelo conceptual complejo de ser vivo en la formación inicial de profesorado de educación primaria". *Enseñanza de las Ciencias* 26 (3), 403-418. [113]
- BRADBURNE, J.M. (2001) "A new strategic approach to the museum and its relationship to society". *Museum Management and Curatorship*, 19, 75-84. [25]
- BRAVO, B.; JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M^aP. (2010) "¿Salmones o sardinas? Una unidad para favorecer el uso de pruebas y la argumentación en ecología". *Alambique* 63, 19-25. [108]
- BROOKE, H.; SOLOMON, J. (2001) "Passive visitors or independent explorers: Responses of pupils with severe learning difficulties at an interactive science centre". *International Journal of Science Education* 23(9), 941-933. [15]
- BRYCE, T.; MACMILLAN, K. (2005) "Encouraging Conceptual Change: The Use of Bridging Analogies in the Teaching of Action-Reaction Forces and the 'at rest' condition in Physics". *International Journal of Science Education* 27 (6), 737-763. [213, 218, 234]
- BUCK, P.; GOEDHART, M.J.; GRÄBER, W.; KAPER, W.H.; KOBALLA, T.; LINDER, C.; MARTON, F.; SCHWEDES, H.; SPILIOPOULOU, V.; TSAGLIOTIS, N.L.; VOGELZANG, M. (2003) "On the methodology of 'phenomenography' as a science education research tool" en PSILLOS, D.; KARIOTOGLOU, P.; TSELFES, V.; HATZIKRANIOTIS, E.; FASSOULOPOULOS, G.; KALLERY, M. (eds.) *Science Education Research in the Knowledge-Based Society*. Kluwer Academic Publishers. [61]
- CAAMAÑO, A. (1999) "Los trabajos prácticos en ciencias" en JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M^a P. (coord.) *Enseñar ciencias*. Barcelona: Graó. [74]
- CAÑAS, A.; MARTÍN, M^aJ.; NIEDA, J. (2009) "Definición y secuenciación de la competencia científica en la LOE". *Aula de Innovación Educativa* 186, 7-9. [102]
- CARRASCOSA, J. (2005) "El problema de las concepciones alternativas en la actualidad. Análisis sobre las causas que las originan y/o mantienen". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 2 (2), 183-208. [124, 212]

- CARRASCOSA, J.; GIL PÉREZ, D. (1992) “Concepciones alternativas en Mecánica”. *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (3), pp. 314-328. [122, 204]
- CARRASCOSA, J.; MARTÍNEZ TORREGROSA, J.; FURIÓ, C.; GUIASOLA, J. (2008) “¿Qué hacer en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria?”. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de la Ciencia* 5 (2), 118-133. [137]
- CARRETERO, M^a R.; FUENTES, M. (2010) “La competencia de aprender a aprender”. *Aula de Innovación Educativa* 192, 7-10. [102]
- COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. (2007) *Research methods in education*. (6th edition). London: Routledge. [53, 60, 65, 117, 119, 126]
- COX-PETERSEN, A.M.; MARSH, D.D.; KISIEL, J.; MELBER, L.M. (2003) “Investigation of guided school tours, student learning and science reform recommendations at a Museum of Natural History”. *Journal of Research in Science Teaching* 40, n^o 2, 200-218. [14, 21, 34, 45, 60, 93]
- CUESTA, M.; DÍAZ, M^a P.; ECHEVARRÍA, I.; MORENTIN, M.; PÉREZ, C. (2000) “Los museos y centros de ciencia como ambientes de aprendizaje”. *Alambique* 26, 21-28. [16, 22]
- CUESTA, M.; DIAZ, M^a.P.; ECHEVARRÍA, I.; MORENTIN, M.; PÉREZ, C. (2002) “Centros Interactivos de Ciencia: su papel en el aprendizaje de la Física” en *Aspectos didácticos de Física y Química (Física)*. Educación Abierta 10. ICE. Universidad de Zaragoza. [49]
- DeWITT, J.; OSBORNE, J. (2007) “Supporting Teachers on science-focused School trips: Towards an integrated framework of theory and practice”. *Int. Journal of Science Education* 29 (6), 685-710. [36, 39, 95, 108, 187, 233]
- DIAZ, M^aP.; ECHEVARRÍA, I.; MORENTIN, M.; CUESTA, M. (2005) “El papel de los Museos de Ciencia en la Educación formal” en A.A.V.V. *La Didáctica de las Ciencias Experimentales ante las Reformas Educativas y la Convergencia Europea*. Donostia-San Sebastián, UPV/EHU. [25]
- DÍAZ, M^aP.; ECHEVARRÍA, I.; MORENTIN, M.; CUESTA, M.; ZAMALLOA, T. (2007) “Contribution of Museums and Science Centres to Science Learning” en CILS (Centre for Informal Learning and Schools). ECSITE Conference. Mechelen (Bélgica). [117]
- DÍAZ, M^aP.; MORENTIN, M. (2006) “Museos y centros de ciencia: un recurso didáctico para la Educación Primaria” en *Descubrir, investigar, experimentar: iniciación a las ciencias*. Colección Aulas de Verano. Madrid: MEC-Secretaría General de Educación. [32]
- DIERKING, L.D.; ELLENBOGEN, K.M.; FALK, J.H. (2004) “In principle, in practice: perspectives on a decade of Museum Learning Research (1994-2004)”. *Science Education* 88 (suppl.1), 1-3. [24]
- DIERKING, L.D.; LUKE, J.J.; BÜCHNER, K.S. (2003) “Science and technology centres – rich resources for free-choice learning in a knowledge-based society”. *Int. Journal Technology Management* 25 (5), 441-459. [22]

- DOMÍNGUEZ-SALES, C.; GUIASOLA, J. (2010) “Diseño de visitas guiadas para manipular y pensar sobre la ciencia del mundo clásico grecolatino: el taller “Logos et Physis” de Sagunto”. *Revista Eureka* 7(2), 473-491. [187]
- DRIVER, R.; GUESNE, E.; TIBERGHEN, A. (1989) *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata. [122, 124, 142, 206]
- DRIVER, R.; LEACH, J.; MILLAR, R.; SCOTT, P. (1996) *Young people’s images of science*. London: McGraw-Hill. Open University Press. [147]
- DUIT, R. (2003) “Conceptual change: a powerful framework for improving Science Teaching and Learning”. *International Journal of Science Education* 25 (6), 671-688. [122, 151, 223]
- DUIT, R. (2007) “Bibliography STCSE Full Version” en <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html> [101, 142]
- DUIT, R.; TREAGUST, D.F.; MANSFIELD, H. (1996) “Investigating students understanding as prerequisite to improving teaching and learning in science and mathematics” en D.F. TREAGUST, R. DUIT and B.J. FRASER (eds.) *Improving teaching and learning in science and mathematics*. New York: Teachers Press College. [56]
- ECHEVARRIA, I.; CUESTA, M.; DIAZ, M^aP.; MORENTIN, M. (2005). “Aportaciones de los Museos y Centros de Ciencias a la Educación Científica: una investigación con estudiantes de la Diplomatura de Educación Social”. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra (VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Granada). [236]
- ECHEVARRIA, I.; MORENTIN, M.; CUESTA, M.; ZAMALLOA, T. (2010). “La importancia de las estrategias de comunicación en los museos y centros de Ciencia” en ABRIL, A.M^a y QUESADA, A. (eds.) *XXIV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 674-680, Universidad de Jaén. [232]
- ESCAMILLA, A. (2009) *Las competencias en la programación de aula*. Barcelona: Graó. [102]
- FALK, J.H. (2004) “The Director’s cut: Toward an improved understanding from museums”. *Science Education* 88 (suppl. 1), S83-S96. [239]
- FALK, J.H.; DIERKING, L.D. (1992) *The museum experience*. Washington DC: Whalesback Books. [14, 31, 36]
- FALK, J.H.; DIERKING, L.D. (1997) “School field trips: Assessing the long term impact”. *Curator* 40, 211-218. [38]
- FALK, J.H.; DIERKING, L.D. (2000) *Learning from museums: Visitor experiences and the making of meaning*. Walnut Creek CA: Altamira Press. [24, 25, 36, 159]
- FALK, J.H.; KORAN, J.J.; DIERKING, L.D. (1986) “The things of science: assessing the learning potential of science museums”. *Science Education* 70 (5), 503-508. [38]

- FALK, J.H.; MOUSSOURI, T.; COULSON, D. (1998) "The effect of visitors' agendas on museum learning". *Curator* 41 (2), 106-120. [38]
- FALK, J.H.; SCOTT, C.; DIERKING, L.; RENNIE, L.; JONES, M.C. (2004) "Interactives and visitor learning". *Curator* 47, 171-198. [15, 22]
- FALK, J.H.; STORKSDIECK, M. (2005) "Using the Contextual Model of Learning to Understand Visitor Learning from a Science Center Exhibition". *Science Education* 89, 744-778. [23, 65]
- FEASEY, R.; GOLDSWORTHY, A.; PHIPPS, R.; STRINGER, J. (2001) *New Star Science Units*. Oxford: Ginn and Company. [136]
- FEHER, E.; RICE, K. (1988) "Shadows and anti-images: children's conceptions of light and vision". *Science Education* 72 (5), 637-649. [14]
- FEHER, E.; RICE, K. (1992) "Children's conceptions of color". *Journal of Research in Science Teaching* 29 (5), 505-520. [14, 38]
- FURIÓ, C. (2001) "La enseñanza-aprendizaje de las ciencias como investigación: un modelo emergente" en GUIASOLA, J. y PÉREZ DE EULATE, L. (eds.) *Investigaciones en didáctica de las ciencias experimentales basadas en el modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación orientada*. Bilbao: Universidad del País Vasco UPV/EHU. [100, 105, 162]
- FURIÓ, C.; AZCONA, R.; GUIASOLA, J. (2006) "Enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada". *Enseñanza de las Ciencias* 24 (1), 43-58. [105]
- FURIÓ, C.; CARNICER, J. (2002) "El desarrollo profesional del profesor de ciencias mediante tutorías de grupos cooperativos. Estudio de ocho casos". *Enseñanza de las Ciencias* 20 (1), 47-73. [74, 112]
- FURIÓ, C.; GUIASOLA, J.; ALMUDÍ, J.M.; CEBERIO, M. (2003). "Learning the electric field concept as oriented research activity". *Science Education* 87 (6), 640-662. [44]
- FURIÓ, C.; SOLBES, J.; CARRASCOSA, J. (2006) "Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. Resultados y perspectivas". *Alambique* 48, 64-77. [101, 223]
- FURIÓ, C.; VILCHES, A.; GUIASOLA, J.; ROMO, V. (2001) "Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica?". *Enseñanza de las Ciencias* 19 (3), 365-376. [18]
- GALILI, I. (2001) "Weight versus gravitational force: historical and educational perspectives". *International Journal of Science Education* 23 (10), 1073-1093. [215]
- GARCÍA DÍAZ, J.E. (2006) "La integración de la teoría con la práctica en la formación inicial del profesorado". *Alambique* 47, 65-73. [74]

- GILBERT, J.; PRIEST, M. (1997) "Models and discourse: a primary School Science class visit to a Museum". *Science Education* 81 (6), 629-793. [25, 48, 240]
- GIL-PÉREZ, D.; GUIASOLA, J.; MORENO, A.; CACHAPUZ, A.; PESSOA DE CARVALHO, A.M.; MARTÍNEZ TORREGROSA, J.; SALINAS, J.; VALDÉS, P.; GONZÁLEZ, E.; GENÉ DUCH, A.; DUMAS-CARRÉ, A.; TRICÁRICO, H.; GALLEGO, R. (2002) "Defending Constructivism in Science Education". *Science and Education* 11, 557-571. [105]
- GÓMEZ GALINDO, A.A.; SANMARTÍ, N.; PUJOL, R.M. (2007) "Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del modelo de ser vivo en la escuela primaria". *Enseñanza de las Ciencias* 25 (3), 325-340. [166]
- GRIFFIN, J. (1998) "Learning science through practical experiences in museums". *Internat. Journal of Science Education*, 20, nº 6, 655-663. [16, 23, 40, 45]
- GRIFFIN, J. (2004) "Research on students and museums: Looking more closely at the students in school groups". *Science Education* 88 (Suppl. 1), 59-70. [20, 40, 45, 94]
- GRIFFIN, J.; SYMINGTON, D. (1997) "Moving from task-oriented to learning-oriented strategies on school excursions to museums". *Science Education* 81 (6), 763-779. [14, 20, 32, 60, 93, 108]
- GUIASOLA, J.; ALMUDÍ, J.M.; ZUBIMENDI, J.L.; ZUZA, K. (2005a) "Campo magnético: diseño y evaluación de estrategias de enseñanza basadas en el aprendizaje como investigación orientada". *Enseñanza de las Ciencias* 23, nº 3, 303-320. [165]
- GUIASOLA, J.; AZCONA, R.; ETXANIZ, M.; MUJICA, E.; MORENTIN, M. (2005b) "Diseño de estrategias centradas en el aprendizaje para las visitas escolares a los museos de ciencias". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 2, nº 1, 19-32. [18, 35, 49]
- GUIASOLA, J.; FURIÓ, C.; CEBERIO, M. (2008) "Science Education based on developing guided research" en THOMASE, M. V. ed. *Science education in focus*. New York: Nova Science Publishers. [35, 44, 101]
- GUIASOLA, J.; MORENTIN, M. (2005) "Museos de ciencias y aprendizaje de las ciencias: una relación compleja". *Alambique* 43, 58-66. [60]
- GUIASOLA, J.; MORENTIN, M. (2007a) "¿Comprenden la naturaleza de la ciencia los futuros maestros y maestras de Educación Primaria?". *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 6, nº 2, 246-262. [136]
- GUIASOLA, J.; MORENTIN, M. (2007b) "¿Qué papel tienen las visitas escolares a los museos de ciencias en el aprendizaje de las ciencias? Una revisión de las investigaciones". *Enseñanza de las Ciencias* 25 (3), 439-452. [19, 44]
- GUIASOLA, J.; MORENTIN, M. (2010) "Concepciones del profesorado sobre visitas escolares a museos de ciencia". *Enseñanza de las Ciencias* 28 (1), 127-140. [20, 33, 35, 91, 93]

- GUISASOLA, J.; MORENTIN, M.; ZUZA, K. (2008) "The understanding of the nature of science among Spanish pre-service Primary teachers". *Journal of Science Education* 9 (2), 68-72. [136]
- GUISASOLA, J.; SANTOS, T. (2009) "De la definición de competencias a su desarrollo en la clase de ciencias". *Aula de Innovación Educativa* 186, 23-25. [108]
- GUISASOLA, J.; SOLBES, J.; BARRAGUÉS, J.I.; MORENO, A.; MORENTIN, M. (2007a) "Comprensión de los estudiantes de la teoría especial de la relatividad y diseño de una visita guiada a un museo de la ciencia". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 4, nº 1, 2-20. [17, 35, 37, 187]
- GUISASOLA, J.; ZUBIMENDI, J.L.; ALMUDÍ, J.M.; CEBERIO, M. (2007b) "Propuesta de enseñanza en cursos introductorias de física en la universidad, basada en la investigación didáctica: siete años de experiencia y resultados". *Enseñanza de las Ciencias* 25 (1), 91-106. [105, 199]
- HAKE, R.R. (1998) "Interactive-engagement versus traditional methods: a six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses". *American Journal of Physics* 66 (1), 64-74. [120, 128]
- HAKE, R.R. (2000) "Towards paradigm peace in physics education research". Paper presented at the *Annual Meeting of the American Educational Research Association*. New Orleans. April 2000. [128]
- HEIN, G.E. (1998) *Learning in the museum*. London: Routledge. [25, 32, 42, 43, 93]
- HENRIKSEN, E.K.; JORDE, D. (2001) "High School students' understanding of radiation and the environment: can museum play a role?". *Science Education* 85, 189-206. [15, 17]
- HEYWOOD, D.; PARKER, J. (2001) "Describing the cognitive landscape in learning and teaching about forces". *International Journal of Science Education* 23 (11), 1177-1199. [122, 124, 215]
- HIERREZUELO, J.; MONTERO, A. (1988) *La ciencia de los alumnos*. Barcelona: Laia-MEC. [101, 124, 142, 151, 204]
- HOFSTEIN, A.; ROSENFELD, S. (1996) "Bridging the gap between formal and informal Science Learning". *Studies in Science Education* 28, 87-112. [14]
- HOOPER-GREENHILL, E. (1995) *The educational role of the museum*. London: Routledge. [16, 43]
- JARVIS, T.; PELL, A. (2005) "Factors influencing elementary school childrens' attitudes toward Science before, during, and after a visit to the UK National Space Centre". *Journal of Research in Science Teaching* 42, nº 1, 53-83. [32, 234]
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M^a P. (1999) "Comunicación y lenguaje en la clase de ciencias" en JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M^a P. (ed.) *Enseñar ciencias*. Barcelona: Graó. [121, 161]

- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M^a P. (2010) *Diez ideas clave: Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó. [47]
- KISIEL, J. (2003) “Teachers, museums and worksheets: A closer look at the learning experience”. *Journal of Science Teacher Education* 14, 3-21. [159]
- KISIEL, J.F. (2005) “Understanding elementary teacher motivations for science fieldtrips”. *Science Education* 89 (6), 936-955. [32, 93]
- KISIEL, J. (2006) “An Examination of Fieldtrip Strategies and Their Implementation within a Natural History Museum”. *Science Education* 90, 434-452. [42, 47, 64, 93, 187, 238]
- KUBOTA, C.A.; OLSTAD, R.G. (1991) “Effects of novelty-reducing preparation on exploratory behavior and cognitive learning in a science museum setting”. *Journal of research in Science Teaching* 28, n° 3, 225-234. [33, 37]
- KVALE, S. (1996) *Interviews. An introduction to qualitative research interviewing*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications. [60]
- LARKIN, J.H.; RAINARD, B. (1984) “A research methodology for studying how people think”. *Journal of Research in Science Teaching* 21, 235-254. [53]
- LEMELIN N.; BENCZE L. (2004) “Reflection-on-action at a science and technology-museum: findings from a university museum partnership”. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education* 4 (4), 468-481. [14, 20, 31, 33, 238]
- LOPES COELHO, R. (2010) “On the concept of force: How understanding its History can improve Physics Teaching”. *Science & Education* 19 (1), 91-113. [100, 234]
- LÓPEZ RODRÍGUEZ, R.; JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M^aP. (2007) “¿Podemos cazar ranas? Calidad de los argumentos del alumnado de Primaria y desempeño cognitivo en el estudio de una charca”. *Enseñanza de las Ciencias* 25 (3), 309-324. [47]
- LUCAS, A.M. (1983) “Scientific Literacy and Informal Learning”. *Studies in Science Education* 10, 1-36. [14]
- LUCAS, A.M.; McMANUS, P.; THOMAS, G. (1986) “Investigating learning from informal sources: listening to conversations and observing play in science museums” *European Journal of Science Education* 8, n°4, 341-352. [14, 63]
- LUCAS, K.B. (2000) “One teacher’s agenda for a class visit to an interactive Science Center”. *Science Education* 84 (4), 524-544. [15, 38, 64]
- MARBÁ, A.; MÁRQUEZ, C.; SANMARTÍ, N. (2009) “¿Qué implica leer en clase de ciencias?”. *Alambique* 59, 102-111. [47, 107]
- MARIN MARTÍNEZ, N.; SOLANO, I.; JIMÉNEZ GÓMEZ, E. (2001) “Characteristics of the methodology used to described students’ conceptions”. *International Journal of Science Education*, 23 (7), 663 – 690. [209]

- MÁRQUEZ, C.; PRAT, A. (2010) “Favorecer la argumentación a partir de la lectura de textos”. *Alambique* 63, 39-48. [109]
- MARTÍNEZ-TORREGROSA, J.; GIL PÉREZ, D.; BECERRA, C.; GUIASOLA, J. (2005) “¿Podemos mejorar la enseñanza de la resolución de problemas de lápiz y papel en las aulas de Física y Química?”. *Educación Química* 16 (2), 230-245. [105]
- MARTON, F. (1981) “Phenomenography: Describing conceptions of the world around us”. *Instructional Science* 10, 177-200. [61, 127]
- MARTON, F.; BOOTH, S. (1997) “Learning and awareness”. N.J.: Lawrence Erlbaum Associates Publishers. [61, 66, 127]
- McKERNAN, J. (1999) *Investigación-acción y currículum*. Madrid: Morata. [130]
- McMANUS, P. (1992) “Topics in Museums and Science Education”. *Studies in Science Education* 20, 157-182. [14]
- MEISNER, R.; VOM LEHN, D.; HEATH, C.; BURCH, A.; GAMMON, B.; REISMAN, M. (2007) “Exhibiting performance: co-participation in science centres and museums”. *International Journal of Science Education* 29, nº 12, 1531-1555. [24]
- MELLADO, V. (1996) “Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria”. *Enseñanza de las Ciencias* 14 (3), 289-302. [111]
- MELLADO, V. (2003) “Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia”. *Enseñanza de las Ciencias* 21 (3), 343-352. [240]
- MELLADO, V.; GONZÁLEZ, T. (2000) “La formación inicial del profesorado de ciencias” en PERALES, F. y CAÑAL, P. (eds.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoi: Marfil. [112]
- MEMBIELA, P. (ed.) (2001) *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad*. Madrid: Narcea. [44]
- MORENTIN, M.; DÍAZ, M^a P.; ECHEVARRÍA, I.; CUESTA, M. (2009) “Evocaciones y aprendizaje tras la visita al KutxaEspacio de la Ciencia con estudiantes universitarios”. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra, 1395-1398. [22, 236]
- MORENTIN, M.; GUIASOLA, J. (2004) “Los centros de ciencia y su relación con el currículum escolar” en *La Didáctica de las CCEE ante las reformas educativas y la convergencia europea*. Servicio Editorial. Universidad del País Vasco. [15, 85, 101]
- MORENTIN, M.; GUIASOLA, J. (2008) “Ideas de los estudiantes de Magisterio sobre el concepto de interacción entre cuerpos” en *Actas de los XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 314-323. Universidad de Almería. [122, 137]
- MORTENSEN, M.F.; SMART, K. (2007) “Free-choice worksheets increase students’ exposure to curriculum during Museum visits”. *Journal of Research in Science Teaching* 44, nº 9, 1389-1414. [18, 26, 35, 41, 160, 238]

- MORTIMER, E.F. (2006) *Lenguaje y formación de conceptos en la enseñanza de las ciencias*. Madrid: Machado libros. [109]
- NIEDA, J.; MACEDO, B. (1998) *Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años*. México: Unesco. [109]
- OLIVA, J.M. (1999) “Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual”. *Enseñanza de las Ciencias* 17 (1), 93-107. [235]
- OLIVA, J.M.; MATOS, J.; BUENO, E.; DÍEZ, C.; DOMÍNGUEZ, J.; OSUNA, J.; VÁZQUEZ, A.; BONAT, M. (2002) “Las exposiciones científicas escolares y su contribución al ámbito afectivo en los alumnos participantes”. *Actas de los XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 521-529. La Laguna, Tenerife. [49]
- OLSON, J.K.; COX-PETERSEN, A.M.; McCOMAS, W.F. (2001) “The inclusion of Informal environments in Science Teacher Preparation”. *Journal of Science Teacher Education* 12 (3), 155-173. [33, 60, 181, 197, 233, 240]
- ORION, N.; HOFSTEIN, A. (1994) “Factors that influence learning during a scientific field trip in a natural environment”. *Journal of Research in Science Teaching* 31, nº 10, 1097-1119. [39, 41]
- OSBORNE, J.; DILLON, J. (2007) “Research on Learning in informal contexts: Advancing the field?”. *International Journal of Science Education* 29, nº 12, 1441-1445. [1, 14]
- OSBORNE, R.; FREIBERG, P. (1991) *El aprendizaje de las ciencias. Implicaciones de la ciencia de los alumnos*. Madrid: Narcea. [106, 206]
- PALMER, D. (1997) “The effect of context on students' reasoning about forces”. *International Journal of Science Education* 19 (6), 681-696. [207, 234]
- PALMER, D. (2001) “Students' alternative conceptions and scientifically acceptable conceptions about gravity”. *International Journal of Science Education* 23 (7), 691-706. [215]
- PARCERISA, A. (2006) “Materiales didácticos de los museos: un recurso para el aprendizaje”. *Aula de Innovación Educativa* 148, 23-27. [18]
- PARK, J.; HAN, S. (2002) “Using deductive reasoning to promote the change of students' conceptions about force and motion”. *Internat. Journal of Science Education* 24: 6, 593-609. [235]
- PEDRETTI, E. (2002) “T. Khun metes T. Rex: critical conversations and new directions in science centres and science museums”. *Studies in Science Education* 37, 1-42. [25, 43]
- PEDRETTI, E. (2004) “Perspectives on learning through research on critical issues-based Science Center Exhibitions”. *Science Education* 88, S1, 34-47. [18, 24, 44, 48, 239]
- PÉREZ, C.; DÍAZ, M^a P.; ECHEVARRÍA, I.; MORENTIN, M.; CUESTA, M. (1998) *Centros de Ciencia: espacios interactivos para el aprendizaje*. Bilbao: Universidad del País Vasco UPV/EHU. [22, 32]

- PHILLIPS, M.; FINKELSTEIN, D.; WEVER-FRERICHS, S. (2007) "School site to Museum floor: how informal science institutions work whit schools". *International Journal of Science Education* 29, nº 12, 1489-1507. [95]
- PORLÁN ARIZA, R.; MARTÍN DEL POZO, R.M^a. (2008) "¿Qué formación docente, para qué enseñanza de las ciencias?". *Cuadernos de Pedagogía* 384, 58-62. [112]
- POZO, J.I.; GÓMEZ CRESPO, M.A. (1998) *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata. [124, 143, 235]
- PRICE, S.; HEIN, G.E. (1991) "More than a field trip: science programmes for elementary school groups at museums". *International Journal of Science Education* 13, nº 5, 505-519. [13, 32]
- PUJOL, R.M^a (2003) *Didáctica de las ciencias en la Educación Primaria*. Madrid: Síntesis. [46, 106, 151, 236]
- RAHM, J. (2004) "Multiple Modes of Meaning-Making in a Science Center". *Science Education* 88: 223-247. [39]
- RAMEY-GASSERT, L. (1997) "Learning Science beyond the Classroom". *The Elementary School Journal* 97 (4), 433-451. [14, 21, 238]
- RAMEY-GASSERT, L.; WALBERG, H.J. (1994) "Reexamining connections: museums as science learning environments". *Science Education* 78 (4), 345-363. [35, 39, 85]
- REID, D.J.; HODSON, D. (1993) *Ciencia para todos en secundaria*. Madrid: Narcea. [47]
- RENNIE, L.J. (2008) "Learning Science Outside of School" en ABELL and LEDERMAN, *Handbook of Research on Science Education*. Routledge. [22, 24, 33, 35, 44]
- RENNIE, L.J.; JOHNSTON, D.J. (2004) "The nature of Learning and its implications for Research on Learning from Museums". *Science Education* 88, S1, 4-16. [14, 25, 43]
- RENNIE, L.J.; McCLAFFERTY, T.P. (1996) "Science Centres and Science Learning". *Studies in Science Education* 27, 53-98. [48]
- RENNIE, L.J.; WILLIAMS, G.F. (2002) "Science Centers and Scientific Literacy: Promoting a Relationship with Science". *Science Education* 86, 706-726. [137]
- RIX, C.; McSORLEY, J. (1999) "An investigation into the role that school-based interactive science centres may play in the education of primary-aged children". *Internat. Journal of Science Education* 21, nº 6, 577-593. [23, 24, 40]
- ROBSON, C. (2002) *Real World Research*. (2^a edition). Oxford: Blackwell. [65]
- ROSCHELLE, J. (1995) "Learning in Interactive Environments: Prior Knowledge and New Experience" en FALK, J.H. y DIERKING, J.D. *Public Institutions for Personal Learning*. American Association of Museums. [32, 46]

- SALMI, H. (2003) "Science centres as learning laboratories: experiences of Heureka, the Finnish Science Centre". *Internat. Journal of Technology Management* 25, nº5, 460-476. [14, 24, 31]
- SANMARTÍ, N. (2002) *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis. [42, 45, 46]
- SANMARTÍ, N. (2010) "Aprender a evaluarse: motor de todo aprendizaje". *Aula de Innovación Educativa* 192, 26-29. [165]
- SANMARTÍ, N.; SIMÓN, M.; MÁRQUÉZ, C. (2006) "La evaluación como proceso de autorregulación: 10 años después". *Alambique* 48, 32-41. [106]
- SAVINAINEN, A.; SCOTT, P.; VIIRI, J. (2005). "Using a bridging representation and social interactions to foster conceptual change: Designing and evaluating an instructional sequence for Newton's third law". *Science Education* 89(2), 175-195. [101, 234, 235]
- SEMPER, R.J. (1990) "Science Museums as environments for learning". *Physics Today* 90 (11), 50-56. [49]
- SERRAT ANTOLÍ, N. (2007) "Materiales didácticos en entornos educativos no formales: museos y patrimonio". *Aula de Innovación Educativa* 165, 37-40. [26]
- SHERMAN, S.J.; SHERMAN, R.S. (2004) *Science and Science Teaching*. Boston: Houghton Mifflin Company. [146]
- SHIELDS, CH.J. (1992) "Science Museums: Education or Entertainment?". *Curriculum Review*, November 1992, 9-12. [24]
- SHORTLAND, M. (1987) "No busines like show business". *Nature*, 328, 213-214. [15]
- SMITH, W.S.; McLAUGHLIN, E.; TUNNICLIFFE, S.D. (1998) "Effect on Primary level students of Inservice Teacher Education in an informal Science setting". *Journal of Science Teacher Education* 9 (2), 123-142. [13]
- SOLBES, J.; RUIZ, J.J.; FURIÓ, C. (2010) "Debates y argumentación en las clases de física y química". *Alambique* 63, 65-75. [108]
- SOLBES, J.; VILCHES, A. (2002) "Visiones de los estudiantes de secundaria acerca de las interacciones CTS". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol.1, nº 2. [142]
- STENGLER, E.; ARES, F. (2002) *Guía de Miramón Kutxaespacio de la Ciencia*. San Sebastián: Miramón Kutxaespacio de la Ciencia. [136]
- STEVENSON, J. (1991) "The long-term impact of interactive exhibits". *International Journal of Science Education* 13, nº 5, 521-531. [22]
- STOCKLMAYER, S.M.; RENNIE, L.J.; GILBERT, J.K. (2010) "The roles of the formal and informal sectors in the provision of effective science education". *Studies in Science Education*, 46 (1), 1-44. [238]

- TAL, R.; BAMBERGER, Y.; MORAG, O. (2005) "Guided School Visits to Natural History Museums in Israel: Teachers' Roles". *Science Education* 89, 920-935. [20, 33, 60, 94]
- TAL, R.; STEINER, L. (2006) "Patterns of teacher-museum staff relationships: School visits to the educational centre of a science museum". *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education* 6 (1), 25-46. [93]
- TALISAYON, V.M. (1998) "Evaluation of clientele impact of science exhibits". *Science Education International* 9, nº 1, 31-36. [14, 16]
- TOMLIN, N. (1990) "Interactive Science Centres and the national curriculum". *Journal of Education in Museums* 11, 12-15. [15]
- TRABAL, M. (2004) "Tándem en un proyecto Comenius". *Cuadernos de Pedagogía* 340, 68-71. [238]
- TRAN, L.U. (2007) "Teaching Science in Museums: The Pedagogy and Goals of Museum Educators". *Science Education* 91, 278-297. [37, 97, 238]
- TUCKEY, C. (1992) "Children's informal learning at an interactive science centre". *International Journal of Science Education* 14 (3), 273-278. [14, 31, 42, 85]
- TULLEY, A.; LUCAS, A.M. (1991) "Interacting with a science museum exhibit: vicarious and direct experience and subsequent understanding". *International Journal of Science Education* 13, nº 5, 533-542. [24]
- TUNNICLIFFE, S.D. (2000) "Conversations of family and primary school groups at robotic dinosaur exhibits in a museum: what do they talk about?". *Internat. Journal of Science Education* 22, nº 7, 739-754. [48, 82, 240]
- TWIGGER, D.; BYARD, M.; DRIVER, R.; DRAPER, S.; HARTLEY, R.; HENNESSY, S.; MOHAMED, R.; O'MALLEY, C.; O'SHEA, T.; SCANLON, E. (1994) "The conception of force and motion of students aged between 10 and 15 years: an interview study designed to guide instruction". *International Journal of Science Education* 16 (2), 215-229. [209, 235]
- VERDÚ, R.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J.; OSUNA, L. (2002) "Enseñar y aprender en una estructura problematizada". *Alambique* 34, 47-55. [101]
- VIEDMA, J. A. (1990). *Exposición intuitiva y problemas resueltos de Métodos Estadísticos*. Madrid: Ediciones del Castillo. [75, 129]
- VILADOT, P. (2009) "¿Para qué vienen? Expectativas de los docentes en las visitas escolares al museo". *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra Congreso Internacional, 520-524. [32]
- VYGOTSKY, L.S. (1989) *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica. [107]
- WAGENSBERG, J. (1998) "A favor del conocimiento científico". *Alambique* 18, 85-99. [23]

WAGENSBERG, J. (2000) “Principios fundamentales de la museología científica moderna”. *Alambique* 26, 15-20. [43]

WAMBA, A.M^a; AGUADED, S. ; CUENCA, J.M. (2006) “Las actividades prácticas en museos de ciencia y centros de interpretación: ¿cómo orientarlas desde una perspectiva holística?” *Alambique* 47, 74-81. [18]

WEBER, T. (2003) “Museos y escuelas: una revisión de su relación” en V.V.A.A. *Un lugar para descubrir: la enseñanza de las ciencias y la tecnología en los museos*. Ed. María Xanthoudaki. Proyecto europeo Sócrates “Colaboración entre museos y centros escolares para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias” (SMEC). Milán. [97]

WELLINGTON, J. (1990) “Formal and informal learning in science: the role of the interactive science centres”. *Physics Education* 25, 247-252. [1, 23, 85]

WHITE, R.; GUNSTONE, R. (1992) *Probing understanding*. Londres: The Palmer Press. [72]

XANTHOUDAKI, M. (ed.) (2003) *Un lugar para descubrir: La enseñanza de las ciencias y la tecnología en los museos. Colaboración entre museos y centros escolares para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias*. Programa Sócrates. Milan: Museo della Scienza e della Tecnologia. [36, 238]

YAHYA, I. (1996) “Mindful play! Or Mindless Learning!: Modes of exploring science in museums” en S. PEARCE (ed.) *Exploring Science in Museums*. London: Athlone. [15]

ZABALA, A.; ARNAU, L. (2007) *Once ideas clave: cómo aprender y enseñar competencias*. Barcelona: Graó. [103]

FUERZAS EN ACCIÓN

1.- INTRODUCCIÓN

A.1. Educación formal y educación no formal

Responder a las siguientes preguntas, en pequeño grupo; posterior puesta en común.

- ¿A qué llamamos educación formal? ¿Y educación no formal?
- ¿Cuáles son las diferencias y similitudes entre ambos tipos de educación?
- ¿Dónde se aprende más, en los contextos formales o en los no formales?
- ¿Qué contextos no formales conocéis?
- ¿Qué habéis aprendido en esos contextos no formales? Poned ejemplos.
- ¿Cómo se relacionan los contextos no formales con la escuela?

En esta unidad didáctica utilizaremos un contexto no formal para complementar las actividades que desarrollaremos en clase, y hemos elegido el KutxaEspacio de la Ciencia de San Sebastián.



A.2. Lectura del artículo “Educación formal/ Educación no formal”.

Lectura individual (no presencial) para el próximo día.

ARTÍCULO: EDUCACIÓN FORMAL/ EDUCACIÓN NO FORMAL

La mayoría de los niños entre 5 y 16 años sólo pasan el 18% de su tiempo en la escuela. Sin embargo, la sociedad considera a la escuela como el único sitio para aprender, mientras que la realidad es que el aprendizaje tiene lugar principalmente en contextos sociales y culturales que se ofertan fuera de la escuela, contextos no formales.

En el caso de las ciencias, además, la información que se les presenta en la escuela suele estar descontextualizada. Por el contrario, el conocimiento obtenido en el propio contexto de uso o aplicación tiene significado y en general, es recordado y comprendido. Por ello, hoy en día

se considera que los ambientes no formales de aprendizaje de las ciencias tienen gran importancia para mejorar la motivación del alumnado e incrementar la eficacia de la enseñanza. Pero, ¿qué es un aprendizaje no formal?

No existe acuerdo entre los expertos para definir el "*aprendizaje no formal*" de las ciencias, siendo la principal dificultad determinar si el aprendizaje no formal puede ocurrir en ambientes formales de aprendizaje y viceversa. ¿Hay que entender el término como opuesto a aprendizaje formal (en cuyo caso sólo podría ocurrir en ambientes no formales)?.

Revisando la bibliografía sobre el tema podemos identificar dos aproximaciones a este problema:

- a) Dicotomía entre aprendizaje formal y no formal. Es una aproximación muy simplificada en la cual ambos aprendizajes se definirían por términos contrapuestos.

| Aprendizaje no formal | Aprendizaje formal |
|------------------------------|---------------------------|
| voluntario | obligatorio |
| no estructurado | estructurado |
| no evaluado | evaluado |
| fuera de la escuela | en el aula |

- b) Aproximación híbrida, en la que el aprendizaje no formal se refiere a actividades que ocurren fuera del ambiente escolar y no forman parte de un currículum específico y jerárquico ni tienen que ser evaluadas al finalizar, sino que se caracterizan por ser voluntarias, desestructuradas, etc. Sin embargo, estas actividades sirven como complemento al aprendizaje formal y pueden ser usadas en la escuela teniendo en cuenta sus características.

En principio, adoptaremos este segundo enfoque, de forma que las experiencias de aprendizaje no formal puedan ocurrir también en contextos formales de aprendizaje. Como dice Hein (1998): "los términos formal e informal no sirven para distinguir las características de la educación que tiene lugar ni las cualidades pedagógicas", sino que se refieren a los contextos de aprendizaje y en ambos tipos de contexto se puede facilitar el aprendizaje de manera similar: a través del uso de objetos y diseño de experiencias, teniendo en cuenta el interés de los estudiantes, dándoles oportunidades para el descubrimiento y/o construcción de significados y dejando que ellos sean los responsables de sus propios aprendizajes.

Como conclusión diremos que formal o no formal no es el aprendizaje en sí, sino el contexto en el que éste ocurre. Se puede considerar que según la segunda aproximación, entre el aprendizaje en contexto formal y el no formal hay un "continuum" en el cual se pueden encontrar desde las estrategias más obligatorias y estructuradas como las salidas de campo escolares, hasta las de mayor libertad de elección como la prensa y los medios electrónicos, pasando por posibilidades intermedias como las visitas casuales a museos, zoológicos, etc. Por ejemplo, las salidas escolares (al

monte, a un museo,...) están organizadas por el propio centro escolar y tienen un claro propósito educativo. Se desarrollan fuera del aula y proporcionan al estudiante experiencias concretas imposibles de trabajar dentro del aula.

Sin embargo sería un error relacionar un contexto de aprendizaje obligatorio con métodos de aprendizaje formal; queremos diferenciar también los contextos de los métodos. Los contextos escolares obligatorios deberían incluir –y de hecho ya lo hacen- experiencias de aprendizaje no formal, de forma que se fuera enriqueciendo la ciencia escolar con aspectos concretos de la vida cotidiana. Como Wellington (1990) preveía hace más de dos décadas, “el aprendizaje fuera de las instituciones formales crecerá en importancia en relación al currículum escolar y existe ya evidencia de que los factores extraescolares tendrán una gran influencia en los resultados educativos del alumnado”.

En el caso de los museos y centros de ciencia, esta influencia positiva ya se está notando. Como dicen algunos autores, los museos de ciencia tienen un potencial para favorecer el aprendizaje que no puede reproducirse en la escuela: experiencias usando elementos reales, temas relacionados con la vida real, diversión, interactividad, posibilidad de libre elección, interacción social, etc. Sin embargo, añaden que aunque la inmersión en estos ambientes ricos en estímulos es muy necesaria para que el aprendizaje tenga lugar, no es condición suficiente. Hace falta que la visita al centro quede integrada dentro del currículum escolar, para que la complementariedad de ambos contextos logre un aprendizaje eficaz y duradero.

Las personas aprendemos ciencias (o contenidos de cualquier otra área) de diferentes fuentes, en diferentes contextos y por diferentes razones. Puesto que los ámbitos complementarios para el aprendizaje de las ciencias son el formal y el no formal, tenemos que buscar la mejor forma de integrar ambos y, en concreto, la conexión “escuela-museos de ciencia”.

HEIN, G.E. (1998) *Learning in the museum*. London: Routledge.

OSBORNE, J. y DILLON, J. (2007) “Research on learning in informal contexts”. *International Journal of Science Education* 29, 1441-1445.

WELLINGTON, J. (1990) “Formal and informal learning in science: the role of the Interactive science centres”. *Physics Education* 25, 247-252.

2.- ¿QUÉ SON LAS FUERZAS?

A.3. Leer el siguiente texto, e identificar las fuerzas que aparecen en las viñetas.

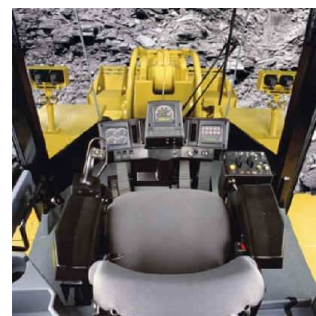
El País Vasco es bastante singular comparado con otras culturas, no sólo por su idioma, gastronomía... sino también por algunas de sus costumbres tradicionales. Todos conocemos juegos y deportes que surgieron como actividades laborales y se han convertido en actividades lúdicas e incluso competitivas con el paso del tiempo. En casi todos ellos se necesitan deportistas fuertes: levantadores de piedra, tiradores de soka-tira, pelotaris, etc.



En otros casos, los y las deportistas suelen tener la ayuda de la fuerza del viento o de las olas para poder conseguir mejores rendimientos con su esfuerzo, como en las regatas, e incluso se aprovecha la fuerza de los animales para organizar competiciones, como las pruebas de bueyes.



La sociedad, en su intento de avanzar en el conocimiento, ha dedicado mucho esfuerzo a analizar las fuerzas con el objetivo de facilitar el trabajo físico; así, tras utilizar a algunos animales en las labores más duras, se inventaron máquinas simples en un principio y máquinas más complejas posteriormente, y éstas son las que utilizamos hoy día para que “hagan fuerza” por nosotros y nos ayuden a realizar algunos trabajos de forma más cómoda. Ejemplos son las poleas, palancas, etc.



Los científicos cuando tienen que enfrentarse a un problema o situación desconocida, lo primero que hacen para comenzar su trabajo es **expresar lo que ya saben sobre dicho problema**. En nuestro caso, queremos saber qué son las fuerzas y cómo actúan, éste es nuestro problema principal en esta unidad. Además, en ciencia, **cada concepto tiene un significado concreto y único**, cosa que no ocurre en la vida diaria en la que pueden coexistir diferentes significados para una misma palabra.

A.4. Ya hemos analizado algunas ideas sobre qué son las fuerzas, pero ¿qué definiciones de fuerza aparecen en los libros de texto o en Internet? ¿Son fácilmente comprensibles? ¿Coinciden con lo que vosotros pensáis sobre dicho concepto? Comentar en pequeño grupo; posterior puesta en común.

3.- ¿QUÉ HACEN LAS FUERZAS?

A.5. Identifica en las viñetas las fuerzas existentes, indicando qué/ quién las realiza, sobre qué las realiza y cuáles son los efectos conseguidos.



4.- ¿ES NECESARIO EL CONTACTO PARA QUE HAYA FUERZA?

A.6. En los ejemplos anteriores hemos visto fuerzas de contacto pero, ¿es necesario ese contacto para que haya fuerzas? Poned ejemplos para justificar las respuestas.

Actividad en pequeño grupo y posterior puesta en común.

A.7. Emisión de hipótesis y experiencia de magnetismo.

Imaginad que tenéis un imán y bolas de diferentes materiales (metal, cristal, plástico...). ¿Qué ocurrirá al acercar las bolas al imán? ¿Por qué? ¿Es suficiente la presencia del imán para que haya atracción? Si colocáis otro material entre las bolas y el imán (agua, papel...), ¿qué ocurrirá? Escribid todas las ideas/ hipótesis.

A continuación comprobad todas las ideas con los materiales a vuestra disposición.

¿Se han cumplido vuestras hipótesis? En caso negativo, explicar la situación.

¿Podemos decir que esta experiencia es un experimento? ¿Por qué?

Actividad en pequeño grupo y posterior puesta en común.

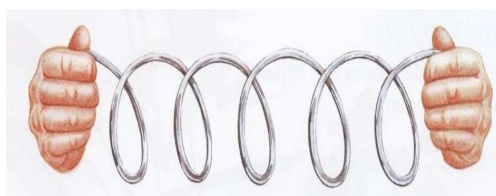
A.8. Repasa los contenidos que hemos trabajado hasta ahora. ¿Cuáles de ellos trabajarías en un aula de Primaria? Busca en algún libro de 3º ciclo las actividades que utilizan para trabajar dichos contenidos.

Actividad individual, no presencial. Próximo día, puesta en común.

5.- ¿CÓMO PODEMOS MEDIR LAS FUERZAS?

A.9. En los libros de texto podemos leer que “fuerza es una magnitud”. ¿Cuál es el significado de esta frase? Todas las actividades de esta sección se realizarán en grupos pequeños con posterior puesta en común.

A.10. ¿Qué se nota al comprimir un muelle? ¿Y al estirarlo? ¿Cuáles son las fuerzas que actúan en cada caso? ¿Podríamos usar un muelle para medir fuerzas? ¿Cómo?

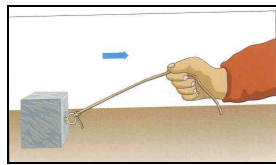


A.11. En vuestra opinión, ¿cómo es la relación entre la fuerza realizada al estirar y la elongación producida en el muelle? Diseñad una actividad práctica para comprobar vuestras hipótesis (escribir el guión de la práctica antes de realizarla).

Una vez diseñada la actividad, podéis realizarla con el material a vuestra disposición, siguiendo el guión que habéis consensuado.

Tras analizar los datos, ¿qué conclusión habéis obtenido? ¿Coincide con vuestra hipótesis de partida? Si no es así, ¿a qué puede deberse? ¿Cuál será el siguiente paso?

Esta actividad ¿es un experimento? ¿Por qué?



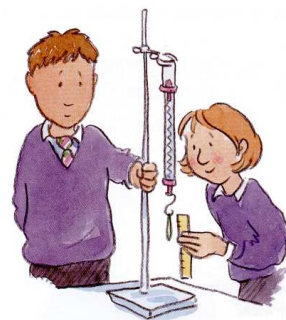
A.12. Ahora vamos a utilizar dinamómetros.

Los dinamómetros son aparatos para medir fuerzas, mejor dicho, mediante la elongación del muelle interno miden la fuerza realizada por el objeto que se cuelga de ellos. Se trata de una medición indirecta y la unidad de medida es el newton (N).

- Medir las masas de algunos objetos y la fuerza necesaria para moverlos.
- Medir con el dinamómetro los pesos de esos mismos objetos y comparad los datos con los anteriores. (Poner todos los datos en tablas y hacer los gráficos siempre que sea posible)
- ¿Esperabais estos resultados? ¿Cuál es la conclusión? ¿Coincide con la de los otros grupos?



- | | |
|---|----------|
| - | 0 - 2 N |
| - | 0 - 5 N |
| - | 0 - 10 N |
| - | 0 - 20 N |
| - | 0 - 50 N |

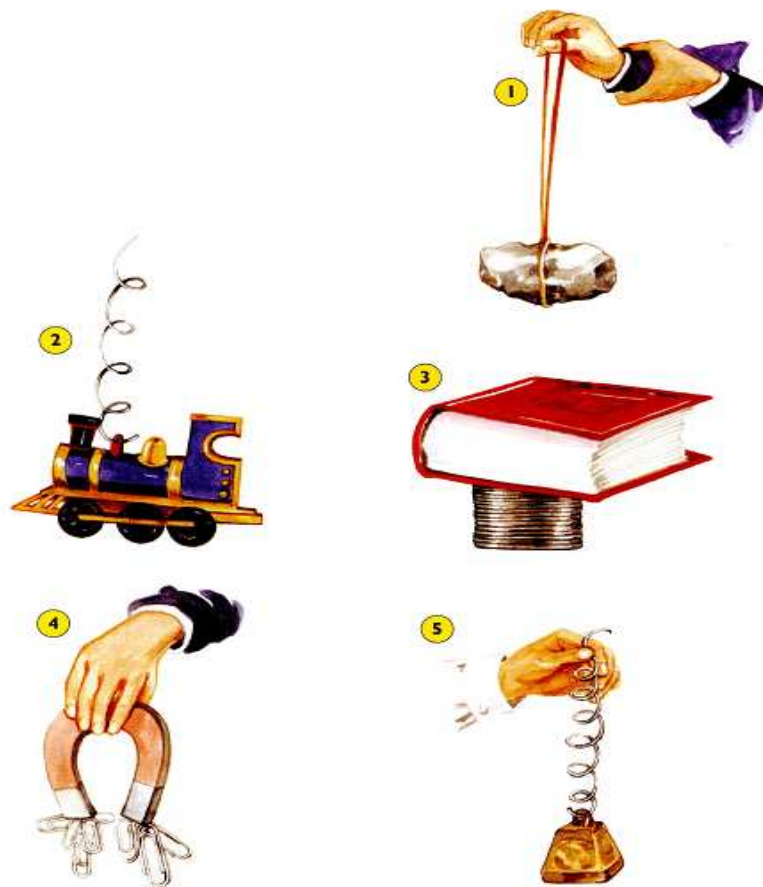


6.- ¿CÓMO SE DIBUJAN LAS FUERZAS?

Las fuerzas que actúan sobre un objeto se pueden representar con flechas (vectores) que indicarán la magnitud, la dirección y sentido así como el punto de aplicación.

A.13. Dibujad todas las fuerzas que imagináis en los siguientes ejemplos.

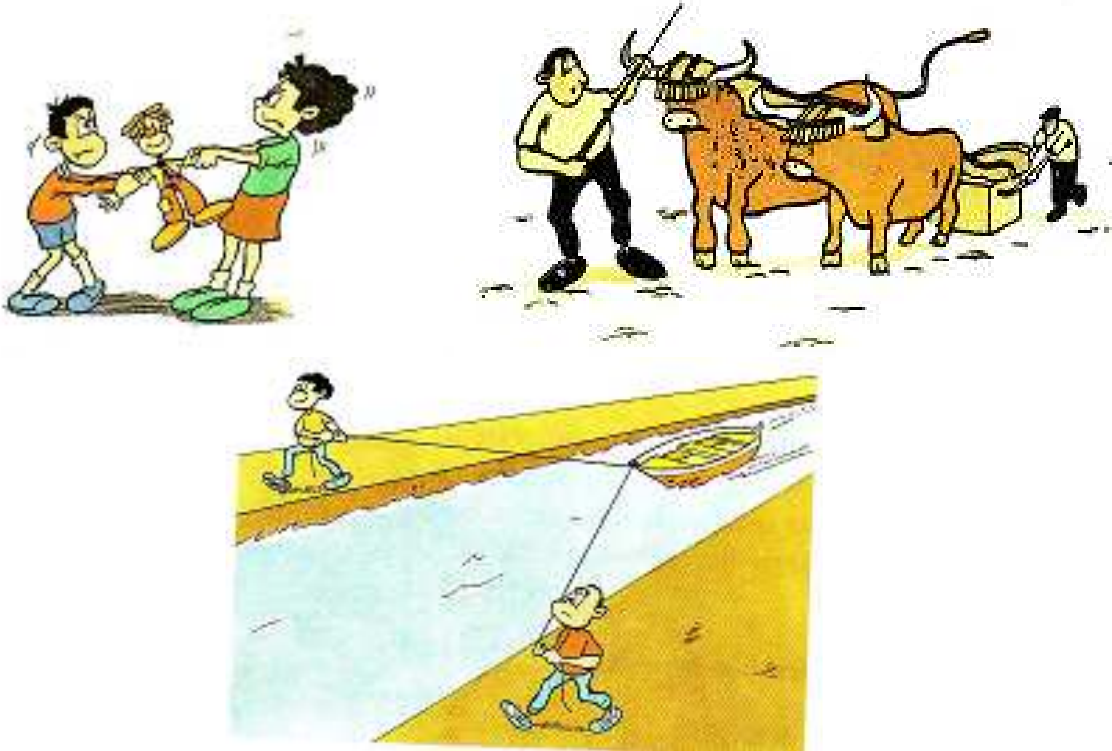
Todas las actividades de esta sección se realizarán en grupos pequeños con posterior puesta en común.



A. 14. Hacer un mapa conceptual con las siguientes palabras: fuerza, magnitud, masa, elongación, dirección, dinamómetro, fuerzas de contacto, fuerzas a distancia, interacción, cambio de movimiento, newton, flechas, deformación, magnetismo y gravedad.

Actividad para evaluación

**A.15. En la mayoría de los ejemplos analizados sólo actúa una fuerza sobre los objetos pero lo más común es que haya varias fuerzas actuando al mismo tiempo. En ese caso, ¿cómo se calcula la fuerza total/ resultante?
Dibujar las fuerzas resultantes en los siguientes ejemplos.**



A. 16. Analiza la siguiente ficha (Efectos de los imanes).

¿Te parece adecuada para el 3º ciclo de Primaria? ¿Por qué? En caso afirmativo, ¿cómo la utilizarías, es decir, qué se trabajaría antes y qué después? En caso negativo, ¿qué cambios realizarías para poderla utilizar? *Actividad individual, no presencial. Próximo día, puesta en común.*

EFFECTOS DE LOS IMANES

Los imanes ejercen fuerzas sobre algunos objetos. Vamos a aprender algo más sobre su funcionamiento.

¿Un imán puede atraer a distancia? Piensa la respuesta y para verificarla construye con tus compañeros/as de grupo el juego que se explica a continuación.

Materiales

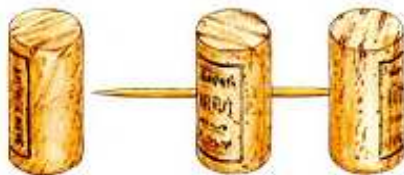
- dos varillas de unos 40 cm de longitud
- dos imanes
- dos hilos de unos 30 cm de longitud
- agujas
- papel de color
- tijeras
- 6 tapones de corcho
- palillos
- cinta adhesiva
- un barreño de grandes dimensiones
- agua

Cómo lo hacemos

1 fabrica dos "cañas de pescar": toma los dos hilos y ata un cabo al extremo de la varilla y el otro al imán



2 haz dos barquitos: une entre sí tres tapones de corcho, fijándolos con un palillo, como muestra la figura



3 clava dos agujas en el tapón central: serán los palos de la embarcación; para hacer las velas pega sobre ellos hojas de papel de color con la cinta adhesiva



4 llena de agua el barreño y haz flotar las embarcaciones; mantén tu caña sobre uno de los barquitos y entrega la otra caña a un amigo

¿Qué ocurre?

¿Por qué?



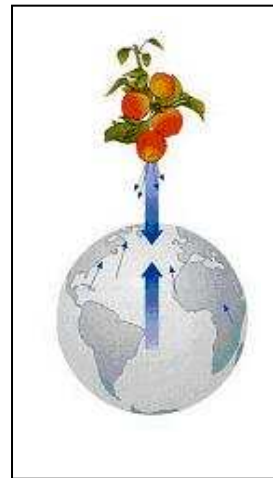
- Describe brevemente lo que ha ocurrido en esta experiencia y explica el por qué de dicho comportamiento.

- ¿Los imanes funcionan a través de los materiales? ¿Qué harías para comprobarlo?

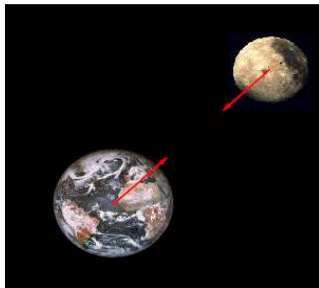
7.- ¿QUÉ ES EL PESO? ¿QUÉ ES LA MASA?

A.17. ¿Es el peso una fuerza? ¿De qué tipo? ¿Quién la hace? ¿Cómo se puede medir?

Y la masa, ¿qué es? ¿Qué relación hay entre peso y masa?
Todas las actividades de esta sección se realizarán en grupos pequeños con posterior puesta en común.



A.18. ¿Existe fuerza de atracción entre dos manzanas?
¿Y entre la Tierra y la Luna? Justificar las respuestas.



A.19. ¿De qué factores depende la gravedad?

A.20. En vuestra opinión ¿cuál será el peso de este hombre? Si va a la Luna y se vuelve a pesar con la misma balanza, ¿cómo será su peso, mayor, menor o igual? ¿Qué le ha ocurrido, ha engordado o ha adelgazado en el viaje? Explicar y justificar la respuesta.



- A. 21. En el espacio, muy lejos de los planetas y de las estrellas, los objetos pueden flotar sin peso, por la ausencia de gravedad. Leer esta noticia. ¿Es correcta? ¿A qué llamamos “gravedad cero”?

Stephen Hawking flotó en el espacio



El astrofísico británico pudo por algún tiempo escapar a su parálisis y flotar libre con gravedad cero en un viaje realizado fuera de la atmósfera terrestre.

8.- LAS MÁQUINAS SIMPLES, ¿SIRVEN PARA HACER MENOS FUERZA?

Las máquinas simples son utensilios que el ser humano ha utilizado desde la antigüedad para realizar el trabajo físico más fácilmente, con menos esfuerzo. Sin embargo, estas máquinas necesitan la intervención humana para funcionar y para poder subir, mover, repartir...objetos.

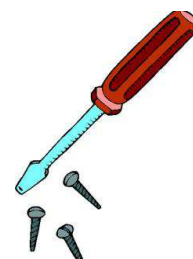
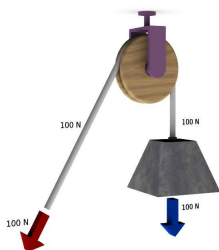
Se llaman máquinas simples porque tienen un único punto de apoyo, mientras que las máquinas compuestas están formadas por más de una máquina simple.

Las máquinas simples más conocidas son: la palanca, la polea, la rueda, el plano inclinado, el torno, las tijeras, ...

- A. 22. ¿Cuáles de estas máquinas simples conoces? ¿Cómo funciona cada una de ellas? ¿Cómo varía la fuerza que hay que ejercer al utilizarlas?

Completad la información buscando en libros de texto o en Internet.

Actividad a realizar en pequeño grupo; posterior puesta en común.



9.- VISITA AL KUTXAESPACIO, ¿CÓMO LA PREPARAMOS?

A.23. Educación formal/ Educación no formal. Comentarios sobre el artículo.

¿Qué información/ documentación necesitaríais para preparar una visita al KutxEspacio con un grupo de niños y niñas de Educación Primaria (5º/6º curso)?

¿Qué tipo de visita elegiríais? ¿Libre, guiada, total, parcial...? ¿Por qué?

Todas las actividades de este apartado se realizarán en pequeño grupo; posterior debate.

A. 24. Presentación del KutxaEspacio.

Se visionarán algunas fotografías, vídeos, así como la página web del Centro (www.miramón.org) para conocer las instalaciones y la estructura física del museo. Se explicarán también algunos de los módulos.

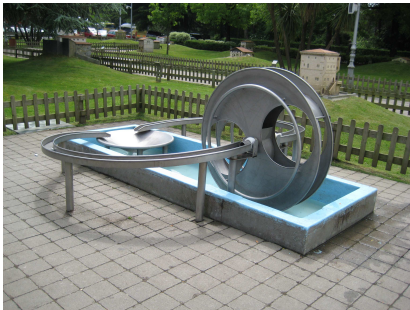
A.25. ¿Qué módulos del KutxaEspacio elegiríais para trabajar el tema de fuerzas con el grupo de Primaria? Elegid seis módulos, justificando la elección.

A.26. Propuesta para la visita.

A continuación encontraréis la descripción de varios módulos del museo. Además se han preparado algunas preguntas sobre su contenido científico que debéis responder. Quizá no conozcáis todas las respuestas, pero podéis encontrarlas en el propio museo (en el módulo, en el cartel informativo colocado a su lado, en la explicación de los monitores...)

MÓDULOS INTERACTIVOS DEL KUTXAESPACIO DE SAN SEBASTIÁN

Módulo 1. ÓRBITAS LÍQUIDAS (NORIA DE AGUA)



Cuando damos vueltas a la rueda giratoria, el agua sube desde el suelo y pasa a los toboganes semicirculares, por los que cae a la bandeja que está a cierta distancia del suelo, y de ella al fondo nuevamente.

- ¿Habrá que hacer una fuerza en la noria para que funcione? ¿Qué tipo de fuerza? ¿Cuál será el efecto?
- Y si cambiamos la intensidad de dicha fuerza, ¿cambiará el efecto producido? ¿Cómo?
- ¿Cuál es la aplicación de este módulo? Es decir, ¿para qué se utilizaba o se podría utilizar esta noria?

Módulo 2.- GLOBO DE AIRE CALIENTE



En este módulo hay un gran globo de papel que, impulsado por aire caliente, sube lentamente una distancia considerable para volver a caer hasta la base, movimiento que se repite de forma continuada.

- ¿Por qué sube el globo? ¿Existe alguna fuerza? ¿De qué tipo? ¿Quién la ejerce?
- ¿Tiene alguna relación este módulo con la caída de un paracaidista? Explícalo.

Módulo 3.- PALANCA



En el Kutxaespacio podréis ver una palanca de 1ª clase que tiene una piedra de 200 kilos colgada de un extremo; si hacemos una pequeña fuerza con ella, se supone que podremos levantarla.

- ¿Para qué sirve una palanca? ¿Dónde tendrás que hacer la fuerza? ¿Cuál será el efecto?
- ¿Conoces otros tipos de palanca?

- Intenta construir una palanca similar a ésta (con un prisma y una regla, por ejemplo) y levantar diferentes objetos.

Módulo 4.- DAVID LEVANTA A GOLIAT



En este módulo tenemos unas poleas y de cada una de ellas cuelga un saco de 5 kg. Como podréis comprobar es diferente la fuerza que hay que hacer en cada caso para levantar el saco.

- ¿Dónde y cómo tendréis que ejercer la fuerza para levantar el saco? ¿Cuál será el efecto?
- ¿Habrá diferencias entre las tres poleas? ¿Por qué?
- ¿Cuál es la aplicación de las poleas? ¿Para qué se utilizan?

Módulo 5.- PÉNDULO RESONANTE



En este módulo hay una gran piedra colgada del techo que moveremos mediante un pequeño imán que está sujeto a una cuerda. De este modo, sujetando la piedra con el imán podréis mover la piedra como si fuera un gran péndulo.

- En este caso, ¿dónde habrá que hacer la fuerza para mover la piedra? ¿De qué tipo es dicha fuerza?
- ¿Hay alguna otra fuerza importante presente en este módulo? ¿De qué tipo?
- ¿Cuál es el efecto/efectos de dichas fuerzas? ¿Y la aplicación?

Módulo 6.- LA CAMA DEL FAKIR



¿Habéis visto alguna vez una cama de fakir? Imaginad una persona tumbada sobre una cama de más de 7000 clavos. En el museo, todo el que lo desee podrá tumbarse y comprobar el efecto de los clavos.

- ¿Cuáles son las fuerzas existentes?
- ¿Por qué el fakir no siente dolor?
- ¿Dependerá de su peso?

Módulo 7.- DESAFIANDO A LA GRAVEDAD

En este módulo, una pelota de plástico se mantiene flotando en medio de la sala, sobre un chorro de aire.



El aire sale de la caja amarilla que vemos en el suelo, y si movemos despacio el tubo flexible veremos que la pelota también se mueve, pero no se cae. ¿Cómo es posible?

- ¿Qué fuerza/fuerzas actúan sobre la pelota?
¿Quién la hace?
- Si colocáis las manos debajo de la pelota, ¿qué ocurrirá?
- ¿Cuáles serán las aplicaciones de este módulo?

Módulo 8.- EUREKA!



Este módulo consta de una vitrina en la que hay dos pesos colgando de los brazos de una balanza en equilibrio. Al pulsar el botón, uno de los pesos baja y se introduce en un recipiente lleno de agua.

- ¿Qué le ocurrirá a la balanza? ¿Por qué?
- ¿Qué fuerzas existen en cada uno de los pesos, antes y después de apretar el botón? ¿Qué ha cambiado al subir el nivel de agua?
- Este fenómeno, ¿tiene alguna aplicación conocida?

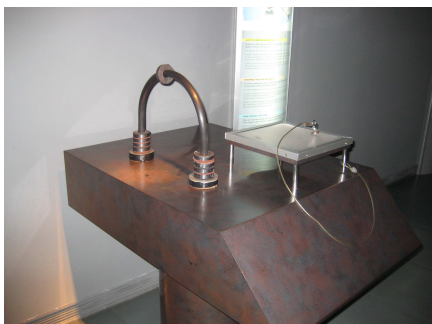
Módulo 9.- ARENA MAGNÉTICA



En el centro de esa mesa circular hay un gran imán con forma de dos tubos semicirculares, y sobre la mesa hay limaduras de hierro.

- ¿Qué crees que ocurrirá al acercar las limaduras al imán? ¿Por qué?
- ¿Qué fuerzas actúan? ¿De qué tipo son? ¿Quién las realiza?
- ¿Qué ocurriría si pusieras papelitos pequeños en lugar de las limaduras?

Módulo 10.- JUNTOS PERO NO REVUELTOS



En este módulo, los imanes tienen forma de anilla y están colocadas en un aro cerrado. Cuando están en el lado izquierdo, una sobre otra, las anillas se atraen; en cambio, cuando se pasan al lado derecho, no se pueden colocar una sobre otra debido a que se repelen.

- ¿Cómo explicarías esta situación?
- ¿Qué fuerzas existen? ¿Cómo actúan?
- ¿Qué efectos tienen dichas fuerzas?

10.- VISITA AL KUTXAESPACIO

La primera parte de la visita será guiada y la monitora nos explicará algunos módulos en las tres o cuatro salas que incluye la visita. Debéis escuchar las explicaciones y también interactuar con los módulos. Algunos de esos módulos serán los que hemos elegido al preparar la visita por su relación con el tema de “las fuerzas”, por lo que deberéis atender más detenidamente e incluso pedir la información que necesitéis a la monitora.

La segunda parte de la visita será libre y dispondréis de una hora para completar la visita, repetir los módulos que no se hayan comprendido, analizar los módulos elegidos en clase, etc.

En el caso de los módulos elegidos, podéis utilizar una ficha de este tipo con el fin de recopilar la información necesaria para completar las respuestas y realizar una reflexión sobre el contenido científico:

| |
|--|
| <p>Nombre del módulo:.....</p> <p>Son válidas las hipótesis/ respuestas emitidas en clase? </p> <p>Nueva información: </p> <p>Alguna pregunta nueva: </p> |
|--|

11.- TRAS LA VISITA AL KUTXAESPACIO, ¿QUÉ HEMOS APRENDIDO?

A.27. Reflexión sobre la visita.

Lo que más os ha gustado, lo que os ha sorprendido, lo que hemos aprendido, propuestas de mejora...

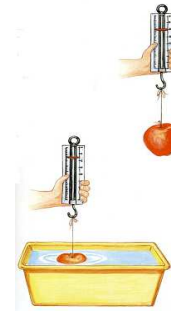
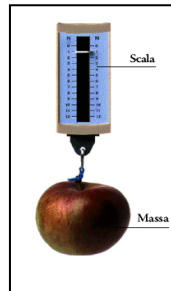
Debate en gran grupo.

A.28. Explicación de los módulos elegidos con anterioridad a la visita.

Cada grupo explicará uno de los módulos, tanto lo aprendido/ comprendido en el museo como la información complementaria encontrada. El resto de compañeros/as realizará preguntas y sugerencias teniendo en cuenta lo trabajado en clase y en el museo. Finalmente cada grupo escribirá un informe sobre lo aprendido en el KutxaEspacio en relación a las fuerzas y sus aplicaciones.

A.29. Eureka! Vamos a realizar una experiencia similar a la que vimos en el museo. Se trata de calcular las masas y los pesos de diferentes objetos, tanto en el aire como en el agua. Elegid los objetos y diseñad la experiencia, en primer lugar. ¿Cómo lo vais a hacer?

Actividad para realizar en pequeño grupo, con posterior puesta en común.



Ahora ya podéis realizar la experiencia, tal y como la habéis diseñado.

Apuntar los resultados y repetir las medidas tantas veces como os parezca necesario, hasta verificar su validez.

¿Qué ha ocurrido al introducir los objetos en el agua? ¿Ha cambiado el valor de alguna magnitud? ¿Qué conclusión habéis obtenido? ¿Coinciden las conclusiones con las hipótesis planteadas? **Explicar lo ocurrido y relacionarlo con lo visto en el museo.**

A.30. Informe final: Diseño de una visita al KutxaEspacio con alumnado de Educación Primaria, en relación con “las fuerzas”. Actividad a realizar en pequeño grupo, para evaluación.

Para realizar el diseño correspondiente, he aquí algunas preguntas que pueden servir de orientación:

- ¿Se puede repetir lo que nosotros hemos hecho con niños y niñas de Primaria?
- ¿Visitaríais el museo completo o mejor elegir unos módulos concretos?
- ¿Cómo prepararéis la visita, es decir, qué fases tendréis que planificar para la visita?