

La visita a un museo de ciencias en la formación inicial del profesorado de Educación Primaria

Maite Morentin Pascual¹, Jenaro Guisasola Aranzabal²

¹Depto. de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Universidad del País Vasco UPV/EHU. maite.morentin@ehu.es

²Depto. de Física Aplicada I. Universidad del País Vasco UPV/EHU. jenaro.guisasola@ehu.es

[Recibido en diciembre de 2013, aceptado en mayo de 2014]

Las visitas escolares a museos y centros de ciencia están consideradas como un potente recurso para el aprendizaje dado su carácter lúdico y didáctico, pero es necesario que esas visitas estén integradas en la programación del aula para optimizar dicho aprendizaje. En este trabajo hemos pretendido crear puentes entre las necesidades de la educación formal y la oferta del museo de ciencias, para conseguir que el futuro profesorado adquiera los conocimientos didácticos que le permitirán realizar una visita escolar centrada en el aprendizaje. Con ese objetivo realizamos una “propuesta de formación inicial” consistente en diseñar e implementar una unidad didáctica que tenía como núcleo central una visita al museo. El estudio realizado en torno a dicha UD consistió en valorar la evolución de las concepciones del alumnado respecto al tema, y los resultados aportan evidencias de que ha habido una mejora en el conocimiento didáctico de los estudiantes en relación a las visitas escolares a museos, si bien se han identificado algunos aspectos a mejorar.

Palabras clave: museo de ciencias; enseñanza-aprendizaje; formación de profesorado.

The visit to a science museum integrated into initial Primary Teacher's training

School visits to museums and science centers are considered as a powerful learning resource given its playful and didactic potential but it is necessary that visits are integrated into classroom programming to optimize that learning. In this work we have tried to design and build bridges between school needs and what the museum offers, to ensure that future teachers acquire teaching skills that allow them to prepare a visit focused on learning. To that end we made a "proposal for initial teacher training" consisting of designing and implementing a teaching sequence (TS) centered on a visit to the science center. The study done on that TS provides evidence that there has been an improvement in the pedagogic knowledge of students regarding school visits to museums, but there are still areas for improvement.

Keywords: science museum; teaching and learning; teachers' training.

Introducción

El aprendizaje fuera del contexto escolar ha aumentado 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 (Feher y Rennie, 2003). Por esta y otras razones, actualmente se propone la complementariedad de ambos contextos, en aras a no limitar las oportunidades de aprendizaje de los estudiantes (Anderson *et al.* 2003). Tal y como recomienda Rennie (2008), en este trabajo se consideran sinónimos los diferentes términos que se utilizan para describir el proceso educativo fuera de la escuela, tales como “aprendizaje no formal”, “educación informal”, “aprendizaje en contextos extraescolares”, etc.

Dentro de los contextos no formales de aprendizaje de las ciencias hemos centrado nuestra atención en las visitas a centros de ciencia interactivos; 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 ciudadanía.

La escuela necesita integrar los contextos extraescolares o no formales para mejorar el aprendizaje del alumnado y el museo, por su parte, tiene que potenciar su labor educativa; en esta línea, mediante este trabajo hemos pretendido diseñar y desarrollar puentes entre ambas necesidades para conseguir que el profesorado adquiriera los conocimientos didácticos que le permitan realizar una visita escolar centrada en el aprendizaje.

Visitas escolares a museos/centros de ciencias

Las salidas escolares están consideradas como experiencias que pueden mejorar el aprendizaje, promover el interés y complementar la instrucción escolar, pero para ello es imprescindible que el profesorado estructure la salida deliberadamente y la prepare de acuerdo a los objetivos que pretende conseguir (Pedrinaci, 2012). De igual forma, las investigaciones sobre museos de ciencia y visitas escolares indican que es necesario integrar la visita en la programación del aula para optimizar el aprendizaje (Falk y Dierking, 2000). Las visitas bien organizadas y bien diseñadas, con actividades para realizar durante las mismas pero planteando también actividades previas y posteriores para el aula en relación con el currículum, pueden aumentar considerablemente la motivación y el aprendizaje de los estudiantes (Anderson *et al.*, 2000; Davidson *et al.*, 2010; Osborne y Dillon, 2007).

Muchos museos y centros de ciencia ofrecen jornadas preparatorias para el profesorado, materiales didácticos adaptados a las diferentes etapas educativas, actividades complementarias a la visita, etc. Además, en muchas publicaciones se les anima a familiarizarse con el contenido del museo antes de la visita, clarificar los objetivos y planificar actividades previas de acuerdo con los contenidos del currículum, etc. todo ello en orden a mejorar la eficacia de la visita al centro de ciencia (Díaz y Morentin, 2006; Olson *et al.*, 2001).

Sin embargo, como ya ha sido comprobado, la mayoría del profesorado no prepara la salida de la forma que la investigación sugiere, no se implica en relacionar los contenidos del currículum escolar con los módulos del museo (Guisasola y Morentin, 2010; Kisiel, 2006; Viladot, 2009). Es cierto que el profesorado tiene que hacer frente a presiones económicas, de tiempo y cumplimiento de las programaciones, etc. lo que limita considerablemente su disposición hacia las salidas del aula; además, durante su formación inicial han tenido muy pocas oportunidades de implicarse en experiencias de aprendizaje fuera del aula, por lo que puede ser que no dispongan de estrategias ni recursos educativos para integrar la oferta del museo de ciencias en el currículum escolar de sus estudiantes.

En resumen, los estudios previos citados indican que: las visitas organizadas con actividades previas, actividades durante y actividades posteriores suelen aumentar la motivación y el aprendizaje de los estudiantes; es difícil que la sola interacción con los módulos produzca aprendizaje en los escolares; y que integrar la visita en la programación del aula favorece que los estudiantes vean la salida como una experiencia educativa. Coincidimos con DeWitt y Osborne (2007) en que realizar intervenciones concretas durante la formación inicial del profesorado puede estimular en los futuros docentes la realización de visitas a museos con un enfoque más cercano a las propuestas de la investigación educativa.

Sin embargo, existen pocas propuestas concretas sobre cómo conseguir esos objetivos. Este estudio pretende, por tanto, fundamentar una propuesta dirigida a proporcionar estrategias didácticas para educar en contextos no escolares en la formación inicial del profesorado de Educación Primaria. La pregunta que dirige la investigación es: ¿Qué podemos cambiar en la formación inicial del profesorado de EP para que realicen visitas a museos de acuerdo con las recomendaciones de la investigación en Enseñanza de las Ciencias? Y en concreto, ¿Qué

elementos se pueden incorporar en el diseño de una unidad didáctica para que el futuro profesorado de EP adquiera competencias adecuadas para realizar visitas escolares?

Diseño de la propuesta de formación inicial en contextos no formales

Para responder a esa pregunta proponemos diseñar e implementar en el aula una unidad didáctica, basada en el marco teórico elegido según las recomendaciones de la investigación, y que incorpore diferentes tipos de actividades además de la propia visita al centro de ciencias. De esta forma podremos comprobar si se producen mejoras significativas en las concepciones del alumnado de Magisterio que nos lleven a validar la unidad didáctica (UD) propuesta, así como el marco teórico que la sustenta.

El marco que proponemos en este estudio es el resultado de una revisión de la bibliografía en estudios sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias en contextos no formales y de estudios empíricos que aportan evidencias en esta área de la investigación educativa (Guisasola y Morentin, 2007; Feher y Rennie, 2003; NRC, 2009; Rennie, 2008; Stocklmayer y Gilbert, 2011). Como resultado de esta revisión hemos definido tres principios básicos que orientan el diseño de la UD y las estrategias de enseñanza a trabajar con los futuros profesores de Educación Primaria, y que constituye una propuesta que hemos denominado “visitas centradas en el aprendizaje” (en adelante modelo VCA) (Morentin y Guisasola, 2013). Dichos principios son:

- 1) *Integrar el aprendizaje de la escuela en la visita al museo.* Se debe prestar especial atención al propio contexto escolar (currículo, horarios, problemas organizativos, etc.) donde el profesorado desarrolla su labor habitual, principalmente cuando se piensa en recursos de apoyo que integren la visita en el aprendizaje de la escuela. Como indican DeWitt y Hohenstein (2010) 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 la oferta del museo para poderla adecuar a su grupo y sus necesidades.
- 2) *Estructurar las actividades de la visita para facilitar el aprendizaje del alumnado.* Planificar la visita con actividades previas favorece una predisposición favorable del visitante y esta variable es mucho más importante en el caso de los escolares que suelen acceder al museo sobre todo para divertirse. Durante la visita, los módulos interactivos estimulan y facilitan el aprendizaje, pero tiene que haber un punto de contacto entre los contenidos de la exhibición y las ideas del escolar, para que se produzca algún aprendizaje cognitivo. Además, existen evidencias de que las actividades post-visita son un recurso didáctico imprescindible para fomentar el aprendizaje en relación al curriculum escolar (DeWitt, 2012).
- 3) *Desarrollar estrategias de enseñanza que se puedan adaptar al contexto no formal del museo de ciencias.* Según Hein (1998) 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 las basadas en reconocer que para aprender es necesaria la participación activa del aprendiz, y reconocer que las conclusiones que obtenga 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. En este sentido, 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.

Atendiendo a dichos principios, las decisiones que se tomaron para la elaboración de la unidad didáctica se pueden resumir en la Tabla 1, y se explican a continuación:

Tabla 1. Concreciones realizadas para la UD, en relación con el modelo VCA.

Primer principio	Diseño de la UD “Fuerzas en acción” que incluye la visita al Eureka	Existen en el M. Eureka varios módulos relacionados con las fuerzas
Segundo principio	Diseño de 12 actividades, (previas a la visita, durante la visita y posteriores a la misma)	La UD completa consta de 30 actividades, de las cuales 12 corresponden a los aspectos relacionados con la visita al MC Eureka
Tercer principio	Proponer estrategias de enseñanza que se puedan adaptar al contexto no formal del museo	Trabajo cooperativo, debates, diseño de experiencias...

Así, en nuestro ámbito concreto y de acuerdo con el primer principio, elegimos el tema de “las fuerzas” como núcleo para la UD que hemos denominado “Fuerzas en acción”. Las razones que nos llevaron a esta elección fueron diversas: es uno de los contenidos presentes en el currículum de EP, es uno de los temas que más representado está en los museos de ciencias en general y en el Eureka de San Sebastián en particular (museo elegido para nuestro estudio), y además el concepto de fuerza es uno de los conceptos más investigados desde el punto de vista de las ideas alternativas. Además, la UD deberá ser coherente con el enfoque del currículum por competencias, también en formación inicial del profesorado, que persigue prioritariamente que el alumnado pase del “saber” al “saber hacer” y sea capaz de autorregularse, para que así “aprenda a aprender” (Sanmartí, 2002).

Previamente al diseño de las actividades incluidas en la UD se concretaron varios problemas estructurantes que sirvieran de punto de partida para la construcción de conocimientos por parte de los estudiantes (ver Tabla 2). En la 1ª columna se exponen los problemas elegidos, que constituyen el eje central de la unidad; en la 2ª columna se hace énfasis en las aproximaciones empíricas y procedimentales a trabajar (Duschl y Jiménez-Aleixandre, 2012) y la 3ª columna se centra en los aspectos ontológicos y conceptuales, útiles para valorar y explicar los fenómenos y situaciones estudiados.

Tabla 2. 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).

Selección de problemas	Procedimientos a trabajar con los estudiantes	Modelos y explicaciones a comprender
1.- ¿Qué son las fuerzas?	Análisis e identificación de fuerzas y sus efectos. Construcción a título de hipótesis de un modelo de fuerza.	Característica conceptual 1 del modelo científico escolar: Concepto de fuerza como interacción entre dos o más objetos
2.- ¿Qué efectos producen las fuerzas?	Realización de experiencias y obtención de resultados (en clase y en el museo de ciencia).	Característica conceptual 2: Las fuerzas producen deformaciones y cambios en el movimiento
3.- ¿Cómo se miden las fuerzas y cómo se representan?	Puesta a prueba del modelo. Diseño de experimentos en los que intervienen fuerzas. Análisis de materiales de E. Primaria.	Característica conceptual 3: Las fuerzas son magnitudes que pueden medirse de forma indirecta. Diseño experimental.

Tabla 2. (Continuación).

Selección de problemas	Procedimientos a trabajar con los estudiantes	Modelos y explicaciones a comprender
4.- ¿Qué tipo de fuerza es el peso? ¿Qué medimos con una balanza?	Diseños: proponer hipótesis, identificar explicaciones científicas, hacer predicciones y sacar conclusiones.	Diferenciación conceptual dentro del modelo científico escolar: Diferenciación entre masa y peso. Concepto de gravedad.
5.- ¿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) y argumentación de las conclusiones.	Aplicaciones CTSA que muestran la potencia explicativa del modelo: Fundamentos científicos del funcionamiento de máquinas simples. Utilización social.
6.- ¿Cómo integrar una visita al Eureka en la UD de Fuerzas?	Trabajar una visita al Eureka atendiendo al modelo de “visitas centradas en el aprendizaje”. Reflexionar sobre la preparación de la visita. Adecuación para E. Primaria	Primera característica del modelo VCA: Importancia de la preparación de la visita para mejorar el aprendizaje de los estudiantes
7.- ¿Qué se aprende en la visita al Eureka?	Analizar la visita realizada en relación con el “modelo VCA”. Reflexionar sobre los aprendizajes obtenidos.	Principales características del “modelo VCA”.

En este momento conviene puntualizar que si bien, tal y como hemos indicado, la UD diseñada trata de resolver todos los problemas indicados en la tabla 2, en este artículo sólo vamos a comentar la Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje (en adelante SEA) referente a los problemas 6 y 7, es decir los contenidos relacionados con el diseño y adecuación de la visita escolar al centro de ciencias. El planteamiento y resolución de estos problemas en el aula debe conducir al logro de los siguientes objetivos de aprendizaje (objetivos que se dieron a conocer al alumnado al inicio de la implementación de la UD):

- OA1.- Comprender que en una visita, además del objetivo lúdico y social, se puede conseguir aprender contenidos científicos del curriculum escolar.
- OA2.- Valorar la realización de la visita y aprender a diseñar actividades para antes, durante y después de la visita.
- OA3.- Conocer y utilizar estrategias adecuadas a contextos no escolares.

Atendiendo al segundo principio de nuestra propuesta de intervención (planificar la visita al museo), se diseñaron 12 actividades (la UD completa constaba de 30 actividades) con el objetivo de analizar las características físicas y didácticas del Eureka así como de 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 (tareas que deberán desarrollar en su futuro profesional). La secuencia de las 12 actividades sigue el siguiente orden:

- a) Al inicio se plantea un problema sobre la información y documentación que necesitaría un maestro/a para preparar una visita al Museo Eureka con sus estudiantes de 5º/6º curso de Primaria.
- b) Se continúa con actividades de familiarización con el Museo: se ve un video y algunas fotografías, la página web del Museo, etc. Se eligen los módulos que se visitarán de acuerdo con la temática de “Fuerzas y máquinas”. Se analiza el fundamento científico y didáctico de los 10 módulos seleccionados.

c) En el Museo se realizan las actividades relacionadas con los 10 módulos. Discuten por grupos los fundamentos científicos y didácticos. Además tienen una hora para visitar libremente el museo.

Después de la visita se realiza una exposición en la que cada grupo explica aleatoriamente uno de los módulos visitados. Se deben explicar, argumentar y justificar tanto los fundamentos científicos en relación con el curriculum escolar, como las estrategias de enseñanza que se utilizarán con los escolares de primaria de acuerdo con el modelo VCA; además indicarán los aspectos positivos y negativos del módulo en relación a los dos aspectos anteriores.

Dado el espacio limitado en un artículo de estas características, se ha optado por explicar solamente algunas actividades, ya que el objetivo no es profundizar en las características de la UD sino evidenciar la integración de la visita al museo en la temática de la asignatura. A continuación presentamos algunas de esas actividades (relacionadas con los problemas 6 y 7 de la tabla 2).

De acuerdo con el análisis de la página web del museo Eureka, ¿Qué módulos del museo elegiríais para trabajar el tema de fuerzas con un grupo de Primaria? Elegid seis módulos, justificando la elección.

En esta actividad –previamente a visitar el museo- tendrán que analizar nuevamente los módulos que han visionado en actividades anteriores (web, vídeos...) y repasar los contenidos conceptuales trabajados, con el fin de consensuar justificadamente aquellos módulos que mejor se adapten a sus objetivos. Todas estas actividades se realizan en pequeños grupos, con una posterior puesta en común en el grupo-clase.

En otra actividad se les solicitaba aportar información complementaria acerca de los contenidos que se iban a trabajar en el centro de ciencia, de forma que respondieran a unas preguntas formuladas previamente; dicha información podían encontrarla en el propio museo y/o complementarla con búsquedas bibliográficas. He aquí un ejemplo:

Prepárate para experimentar: David levanta a Goliat!

He aquí la descripción de un módulo del museo con algunas preguntas sobre su contenido científico. 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...)



En este módulo tenemos unas poleas y de cada una de ellas cuelga un saco de 5 kg. Como podréis comprobar allí 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?

En la visita experimenta y completa tus respuestas!

Bajo este título de “Prepárate para experimentar”, se trabajaron diez opciones, una para cada módulo, similares a la que acabamos de exponer (fotografía, breve descripción y preguntas relacionadas con situaciones cotidianas), y se diseñaron atendiendo a las características que según la bibliografía deben tener estos materiales (Falk y Dierking, 2000; Kisiel, 2003): 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.

La visita al Eureka de San Sebastián, consistió en un recorrido guiado por varias salas del museo y posterior tiempo libre. En la parte guiada, las monitoras explicaron varios módulos de tres salas del museo, tal y como acostumbran hacer con grupos de EP, ya que así se les había solicitado; se pretendía que como futuros maestros/as pudieran valorar la adecuación de las explicaciones a esa etapa educativa. Posteriormente, en la hora libre, pudieron volver a interactuar con algunos de los módulos y completar sus actividades de “prepárate para experimentar”. La profesora del grupo sólo intervino en algunas ocasiones, principalmente para reconducir la visita hacia lo que se había planificado en clase.

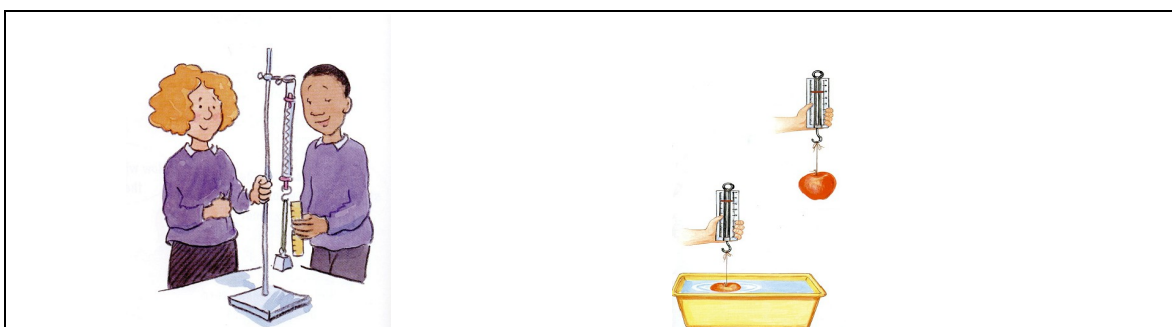
Con posterioridad a la visita se realizaron otras actividades en clase, para consensuar las respuestas e informaciones obtenidas en el museo en relación con los módulos seleccionados, reflexionar sobre el valor de este tipo de salidas, y diseñar alguna actividad práctica adecuada al nivel de EP, y similar a las trabajadas en el Eureka. Mostramos a continuación esta última, es decir, una actividad enfocada a conseguir que el alumnado diseñe una experiencia utilizando procedimientos científicos, y que analicen la adecuación de esta experiencia para el aula de primaria. Si bien se trata de comprender el principio de Arquímedes, presente también en el Museo Eureka, la experiencia propuesta no tiene ningún parecido físico con el módulo del museo, lo que les obligará a diseñar la actividad de forma razonada. Estas son las razones que nos llevaron a presentar la actividad tal y como aparece a continuación, ya que uno de los objetivos principales era que los futuros maestros y maestras supieran adecuar el diseño a lo que podrían realizar los estudiantes del tercer ciclo de E. Primaria.

Experiencias similares a las del museo que se pueden realizar en el aula

En el museo pudisteis interactuar con el módulo llamado “Eureka”. ¿Lo recordáis?

Ahora, en clase, vamos a trabajar el mismo objetivo 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? (*Recordar de lo que sucedía en el Museo*)

¿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.

Como hemos explicado anteriormente, el tercer principio en el que se fundamenta nuestro planteamiento de intervención es desarrollar en los estudiantes –futuros docentes de EP– estrategias de enseñanza que se puedan adaptar al contexto no formal del museo de ciencias. Como se puede observar en las actividades presentadas, el trabajo cooperativo para llegar a consensos, la participación en debates de pequeño y gran grupo, el diseño de experiencias y la búsqueda de información son algunas de las estrategias propuestas. Así, la última actividad presentada es un ejemplo de trabajo práctico o proyecto en el que previamente deben diseñar la experiencia para después compararla con lo realizado en el museo.

Metodología

Se ha utilizado un diseño cuasi-experimental con una metodología de pretest-posttest para evaluar el logro de los tres objetivos de aprendizaje mencionados anteriormente. Se han diseñado dos tipos de instrumentos: a) cuestionarios previos y posteriores a la docencia, con preguntas abiertas relacionadas con los objetivos de aprendizaje; b) informes sobre un “Proyecto de visita con escolares de 6º de E. Primaria” al Eureka MC (ver [Anexo](#)).

La utilización de un diseño pretest-posttest facilita la comparación de los resultados previos y los posteriores al trabajo con la SEA, analizando los cambios que se producen en la variable dependiente (los conocimientos de los estudiantes). Somos conscientes de que durante la puesta en práctica de la secuencia ha habido otras situaciones de aprendizaje y han influido otras variables, pero pensamos que este método nos permitirá obtener conclusiones básicas fundamentadas en evidencias, aunque deberemos ser prudentes al realizar generalizaciones. Los cuestionarios consistían en 4 preguntas abiertas, diseñadas con el objetivo de favorecer las argumentaciones y justificaciones de los estudiantes, y se pasaron en sesiones de clase no incluidas en la SEA.

En el análisis de las respuestas se identificaron tendencias comunes y se agruparon las ideas principales de forma cualitativa, siguiendo el modelo de Miles y Huberman citado en Cohen *et*

al. (2007). De esta forma fue clasificada e interpretada la información relevante por cada uno de los autores, ya que al tratarse de cuestiones abiertas la codificación y cuantificación de las respuestas conllevó mayor dificultad. La Kappa Cohen es del 0'87, lo que indica un amplio consenso en las tendencias identificadas y cualquier diferencia en la interpretación previa fue resuelta mediante consenso. Finalmente 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, es decir, se analizaron las respuestas del alumnado buscando similitudes y diferencias con respecto al modelo VCA establecido para la unidad didáctica.

Teniendo en cuenta estos aspectos, los resultados se concretaron en las 3 categorías que presentamos a continuación, y que son válidas para todas las preguntas incluidas en el cuestionario:

- A. Respuestas innovadoras, cuando contemplan elementos significativos de las recomendaciones de la investigación y por tanto incluyen las características esenciales del modelo VCA trabajado en clase. En concreto, indican que las visitas son útiles no sólo por su aspecto lúdico y social sino como una oportunidad para aprender temas relacionados con el curriculum escolar,
- B. Respuestas incompletas, cuando reflejan un nivel intermedio de aprendizaje y recogen sólo parcialmente algunas de las características del modelo VCA. Esta categoría de respuesta considera el aprendizaje en el museo como ilustración práctica o lúdica de la teoría trabajada en el aula, pero sin apoyarlo con actividades concretas,
- C. Respuestas tradicionales o ideas alejadas del modelo. 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. Estas respuestas no contienen conocimientos provenientes de la investigación ni del modelo VCA.

Respecto a los informes que recogían su “Proyecto de visita”, aclarar que en la última actividad de la SEA se solicitó al alumnado realizar, por parejas, una adaptación didáctica del tema para el aula de Primaria. Los estudiantes de Magisterio están acostumbrados a este tipo de trabajos, ya que son habituales en diferentes asignaturas, y la especificidad de éste consistía en tener que integrar la visita al museo en la propuesta didáctica. Así pues, para analizar dichos informes -entregados al finalizar la docencia de la UD-, se confeccionó un protocolo de análisis teniendo en cuenta los criterios definidos en el modelo de VCA (presencia o ausencia de las unidades de categoría seleccionadas).

Contexto y muestra

La implementación de la UD completa se llevó a cabo en la asignatura troncal “Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica” correspondiente al 2º curso de Maestro en E. Primaria. La docencia se llevó a cabo en sesiones de 90 min. y se utilizaron 6 sesiones para el desarrollo de la misma (incluida la visita al museo). El número de estudiantes que compone la muestra en el grupo experimental es de 38 en el pretest y 36 en el postest.

Una prueba piloto realizada con anterioridad nos indicó la necesidad de incluir un grupo control ya que, aunque existen muchos factores que han podido influir en el proceso, la comparación entre ambos grupos nos proporcionaría un resultado adicional para validar el logro de los objetivos de aprendizaje. Así se eligió un grupo del mismo curso y titulación que también había realizado la visita al Eureka MC, pero sin previa preparación ni integración en el trabajo de la asignatura, y se les pasó el mismo cuestionario al finalizar la docencia; 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. La muestra en este grupo fue de 42 estudiantes.

Resultados y discusión

A continuación presentamos los resultados más significativos en cada una de las cuestiones.

Valoración de las visitas a museos y de su necesidad

En la 1ª cuestión se pedía al alumnado valorar y justificar las visitas a museos y centros de ciencia en relación a su utilidad para el aprendizaje de las ciencias. Además, en la cuestión 2 se les preguntaba si creían conveniente visitar este tipo de centros cada año. Estas cuestiones están relacionadas con los objetivos de aprendizaje OA1 y OA2.

Las justificaciones aportadas por el alumnado se agruparon en las 3 categorías de respuesta que se han descrito en el apartado anterior, y los resultados obtenidos para las dos primeras cuestiones se indican en la tabla 3.

Tabla 3. Justificaciones aportadas para utilidad (cuest. 1) y necesidad de la visita (cuest. 2).

Tipo de respuesta	Gr. Experim.		Gr. Experim.		Gr. Control N=42 Post-test	
	Cuestión 1		Cuestión 2			
	Pre test N=38	Pos test N=36	Pre test N=38	Pos test N=36	Cuestión 1	Cuestión 2
A. Respuestas Innovadoras	3 (7'9%)	11 (30'5%)	5 (13'2%)	10 (27'7%)	4 (9'5%)	6 (14'3%)
B. Respuestas Incompletas	20 (52'6%)	13 (36'1%)	3 (7'9%)	5 (13'8%)	22 (52'4%)	2 (4'76%)
C. Respuestas "tradicionales"	12 (31'6%)	11 (30'5%)	20 (52'6%)	16 (44'4%)	12 (28'6%)	16 (38'1%)
No es necesaria la visita cada año			9 (23'7%)	4 (11'1%)		16 (38'1%)
Inclasificables o NS/NC	3 (7'9%)	1 (2'8%)	1 (2'7%)	1 (2'7%)	4 (9'5%)	2 (4'8%)

En la primera cuestión, la categoría mayoritaria en el grupo experimental antes de la instrucción es la B con un 52'6% de respuestas, porcentaje que disminuye notablemente en los posttest (36'1%). Ejemplo:

"Las visitas son valiosas porque se pone en práctica la teoría dada en clase. En las visitas se hacen experimentos que no se hacen en el aula".

De igual forma se detecta un incremento notable en el número de respuestas consideradas innovadoras (categoría A). He aquí un ejemplo de este tipo de respuesta:

"La visita es provechosa cuando tiene relación con el tema que están estudiando en clase. Es útil porque pueden complementar la materia que se está dando en la escuela haciendo actividades antes y después de ir" (cuestión 1)

Podemos decir, analizando todos los datos, que la idea mayoritaria inicial de que la visita "sirve para comprobar la teoría trabajada en el aula" se ha transformado en gran medida en una concepción de la visita más completa, ya que incluye la preparación de la misma así como su relación con el currículum. Consideramos que éste es un buen resultado, aunque sólo sea a nivel

declarativo, y una de las razones del cambio puede ser que durante las clases se trabajó explícitamente la importancia de no realizar las visitas al final del tema como comprobación práctica, sino incluidas en la programación concreta como una actividad más.

Apenas ha variado el porcentaje de alumnos/as que considera que las visitas son interesantes porque son amenas y entretenidas y porque servirían para despertar el interés por la ciencia (categoría C). Estas respuestas se han incluido en esta 3ª categoría 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 de la visita por parte del profesorado. Ejemplo:

“Las visitas son valiosas porque acercan a los estudiantes a la ciencia. En estas visitas siempre se aprende porque pueden experimentar de forma divertida” (cuestión 1)

En relación al grupo de control, las respuestas son muy similares a las del grupo experimental antes de aplicarse la UD. Aunque este grupo también había visitado el centro de ciencia, parece ser que no consideran que la integración de la visita en el currículum sea uno de los motivos que justifican su valoración positiva.

Ventajas e inconvenientes de las visitas

En la cuestión 3 se les preguntó sobre las ventajas e inconvenientes que ofrecen las visitas escolares a museos y centros de ciencias (objetivos OA2 y OA3). Las categorías utilizadas son las ya definidas previamente, 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. Las tablas 4 y 5 resumen los datos obtenidos:

Tabla 4. Ventajas de la visita (cuestión 3).

Tipo de respuesta Las ventajas son...	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 “tradicionales”	5 (13'2%)	3 (8'3%)	5 (11'9%)
NS/NC	1 (2'6%)	1 (2'7%)	5 (11'9%)

Los datos indican que, tras la docencia, las ventajas citadas son más cercanas al modelo pretendido: ha aumentado el porcentaje de respuestas innovadoras en un 20% (cat. A), mientras que ha disminuido el de las respuestas no aceptables en 5% (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 relacionadas con conocimiento basado en la investigación, respuestas incompletas que sólo son consideradas aceptables cuando complementan una adecuada preparación de la visita al centro de ciencias. Por ejemplo: “En la visita se puede experimentar, tocar, etc. y así relacionar los experimentos con el programa de ciencias” (categoría B1).

La tabla 5 muestra los resultados sobre los inconvenientes indicados.

Tabla 5. Inconvenientes de la visita (cuestión 3).

Tipo de respuesta 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. Respuestas "tradicionales" Relacionadas con problemas de disciplina, etc.	16 (42'1%)	18 (50%)	11 (26'2%)
D. No hay inconvenientes o NS/NC	7 (18'4%)	9 (25%)	21 (50%)

En el grupo experimental observamos un dato relevante: el porcentaje de respuestas de la categoría D es elevado y aumenta tras la instrucción. Esto nos lleva a pensar que los estudiantes valoran las visitas de forma acrítica sin disponer de conocimientos basados en la investigación y, consecuentemente, apenas justifican sus respuestas. 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.

En cuanto al resto de las categorías: hay muy pocas respuestas en la categoría A ("si la visita no se relaciona con el tema del aula ni se prepara con actividades a realizar en el museo será una pérdida de tiempo"), aunque ha aumentado ligeramente el porcentaje en el postest. Ahora bien, queremos destacar que un número importante de estudiantes consideran, incluso tras la visita al museo, que un inconveniente podría ser el comportamiento del alumnado (50% en cat. C). 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. Esto puede indicar que los estudiantes no se centran en factores relacionados con el diseño de la visita para el aprendizaje, sino en factores de disciplina y orden, como si continuaran pensando en estrategias "tradicionales" del contexto escolar.

En el grupo de control se observa que las respuestas recogen muy poco conocimiento basado en la investigación; parece que en este grupo aún mantienen la idea de que las visitas son buenas per-se, que el solo hecho de visitar el museo ya es suficiente para que el aprendizaje se produzca, lo que implicaría una concepción ingenua del aprendizaje.

Características que debería tener una visita para ser educativa

Continuando con la idea de ahondar en los objetivos de aprendizaje OA2 y OA3, les pedimos –en la cuestión 4– que indicaran las características que debería tener una visita de ese tipo para ser provechosa para el aprendizaje de las ciencias. Las respuestas de los estudiantes se establecen en las mismas categorías ya definidas y se muestran en la tabla 6.

Tras la implementación de la SEA en el aula, ha aumentado significativamente el porcentaje de respuestas innovadoras (de 10'5% a 36'1%), ya que los estudiantes incluyen acciones relacionadas con el programa escolar (p.e. "que tenga relación con lo que se está dando en clase") e indican explícitamente acciones para preparar la visita, para realizar en el museo y para después de la visita. Además, se percibe claramente un descenso en los porcentajes de la categoría B (de 21% a 8'3%).

Tabla 6. Características de una visita centrada en el aprendizaje (cuestión 4).

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 "tradicionales"	26 (68'4%)	18 (50%)	21 (50%)
NS/NC	--	2 (5'5%)	4 (9'5%)

Sin embargo, la categoría mayoritaria ha sido la C (68'4% en el pretest y 50% en postest) lo que parece indicar que una característica apuntada por la mitad del alumnado de Magisterio es el aspecto lúdico de la visita, que puede ser el que mejor recuerdan o el que más les impactó en la visita que ellos mismos realizaron (p.e. "que la visita sea divertida y puedan experimentar"; "que los alumnos puedan pasarlo bien, sin libros y sin memorizar nada"). Nuevamente encontramos esta idea de visita como actividad divertida, no relacionada con el curriculum escolar, lo que nos afirma en la dificultad de modificar estas concepciones que están basadas generalmente en las vivencias personales de los individuos (Braund, 2004).

En el grupo control, el porcentaje de respuestas innovadoras es muy similar al obtenido por el grupo experimental en el pretest. Este resultado nos hace pensar que la preparación de la visita realizada en el aula ha sido válida para modificar las concepciones de gran parte del alumnado del grupo experimental, ya que los estudiantes del grupo control también habían visitado el museo Eureka aunque sin la planificación correspondiente.

Análisis de los informes "Proyecto de visita con escolares de 6º de E.P."

Como ya hemos indicado, al finalizar la docencia los futuros maestros/as realizaron una adaptación didáctica al aula de Primaria incluyendo una visita al museo (ver [Anexo](#)); esta actividad metacognitiva sirve al alumnado para reflexionar sobre los conceptos trabajados y adaptarlos: diseñar la visita desde la perspectiva del profesor, pensando en los objetivos a conseguir con niños y niñas de 6º curso de EP. El informe tenía que recoger los contenidos trabajados en el aula tanto en relación con el concepto de fuerza como en relación con el diseño de la visita al Eureka y éstos fueron los únicos criterios que se les aportaron para la realización del trabajo.

Los criterios utilizados para valorar dichos informes se corresponden con la presencia o ausencia de actividades que integran la visita en el programa escolar (OA1), actividades para antes, durante y después de la visita (OA2) y actividades con estrategias que estimulan el aprendizaje en contextos no escolares (OA3).

Se presentaron 21 informes (fueron realizados en grupos de 2 o 3 estudiantes) y en todos ellos se explicitan los objetivos de la visita en relación al curriculum escolar y a las estrategias didácticas a utilizar; además, en 7 informes (33%) argumentan didácticamente que la visita no debe ser sólo lúdica sino que debe cumplir finalidades educativas en relación con el tema trabajado en clase. Todos los diseños incluyen actividades previas a la visita y 19 informes (90%) también actividades para realizar después de la misma.

En el caso de las actividades previas, la mayoría explicitan que dichas actividades deberán ser prácticas y/o experimentales, y en 10 informes presentan actividades que han encontrado en libros de texto de Primaria o Internet. En las actividades posteriores a la visita, la propuesta

mayoritaria es la que incluye actividades de conclusión (informe sobre la visita), bien sean adaptaciones de lo realizado en clase por ellos mismos o bien nuevas propuestas. En cuanto a las actividades para realizar en el museo, todos los informes las tienen en cuenta, si bien sólo la mitad las describen; así mismo, en más de la mitad de los trabajos proponen una selección justificada de los módulos a visitar.

Estos datos parecen indicar que la mayoría de los estudiantes ha asimilado los objetivos de aprendizaje definidos en la SEA. Los informes fueron aceptables desde el punto de vista didáctico, si bien no se profundizó demasiado en su diseño; se utilizaron muchos de los materiales aportados durante la docencia de la SEA en clase, y se diseñaron pocos materiales nuevos o experiencias diferentes. Sin embargo, la valoración de la visita al museo que transmiten en ellos es claramente positiva.

Los resultados presentados apoyan la modificación de las concepciones de los estudiantes de una concepción ingenua de las visitas a una concepción innovadora en el sentido de que es necesario apoyar las visitas escolares con elementos didácticos que permitan aumentar el interés y el aprendizaje. En general los datos obtenidos indican que en el grupo experimental se ha producido un giro hacia concepciones de las visitas escolares más complejas y acordes con la bibliografía. Así, la mayoría de los estudiantes entiende que la visita debe tener relación con el currículum escolar y que el profesorado debe saber establecer los puentes necesarios para que el alumnado experimente dicha relación.

Conclusiones e implicaciones didácticas

El estudio realizado en torno a la implementación de la UD “Fuerzas en acción” -diseñada según el modelo VCA- aporta evidencias de que ha habido una mejora en el conocimiento didáctico de los estudiantes de Magisterio en relación a las visitas escolares a museos, aunque esa mejora se haya producido de forma desigual.

En cuanto al OA1, la mayoría del alumnado justificó la utilidad de la visita en relación con la integración de la visita en el currículum, frente a un tercio que utilizó respuestas de “sentido común” para explicar dichas justificaciones. También aumentó el número de estudiantes que creía conveniente organizar una visita cada curso escolar para poder trabajar contenidos diferentes cada vez.

Respecto al segundo objetivo OA2, tras la implementación de la UD, más de la mitad de los estudiantes consideraron los aspectos experimentales y lúdicos en relación con el aprendizaje de las ciencias y se redujo el porcentaje de los que no relacionaban la salida del aula con las posibilidades educativas.

Las estrategias didácticas que pueden ser utilizadas para aprender ciencias en contextos no formales (OA3) se explicitaron principalmente en la cuestión 4, citando entre las características de las visitas su componente social y colaborativa, las posibilidades que ofrece al alumnado para buscar información y resolver problemas, etc. En este caso, más de un tercio del alumnado respondió de forma adecuada, si bien las respuestas que sólo incluyen los aspectos lúdicos y divertidos de la visita siguen siendo mayoritarias incluso después de la implementación y la visita al MC Eureka.

Aunque somos conscientes de que existen otras variables que han tenido influencia en el proceso, y que se necesitarían otros estudios complementarios 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 de las ciencias (DeWitt y Osborne, 2007; Kisiel, 2006). Así,

podemos dar respuesta a la pregunta inicial que planteábamos en este estudio, ya que la inclusión de visitas a museos u otro tipo de centros de educación no formal en la formación inicial del profesorado será una estrategia válida para que los futuros maestros y maestras puedan diseñar visitas adecuadas al nivel de los estudiantes en su futuro profesional.

Este estudio aporta evidencias de que la inclusión en la programación de ciencias de un número reducido de actividades (relacionadas con la visita a un centro de ciencias) sirve para mejorar la percepción de esas visitas en los futuros profesores, al tiempo que se trabajan las competencias científicas seleccionadas en la asignatura. Igualmente, el desarrollo de esas actividades les facilita la adquisición de unas estrategias didácticas que serán fundamentales para su futuro profesional, ya que si muestran una actitud positiva hacia la visita al centro de ciencia y su preparación, podrán contagiar su entusiasmo a sus estudiantes y estos a su vez se implicarán de forma más activa, posibilitando un aprendizaje más eficaz y duradero de los conocimientos seleccionados.

Como resumen podemos decir que, dado que la valoración de los futuros maestros y maestras acerca de las visitas a un museo ha evolucionado en la dirección adecuada, se evidencia que la SD implementada con ese grupo de estudiantes ha sido válida y por tanto el modelo VCA propuesto sirve para diseñar propuestas de enseñanza-aprendizaje dirigidas a mejorar el aprendizaje de las ciencias, utilizando las visitas a contextos no formales.

Esto nos lleva a considerar algunas propuestas que se podrían abordar para continuar en esta línea de investigación. Parece conveniente introducir en la formación inicial del profesorado actividades específicamente orientadas a trabajar competencias relacionadas con visitas a centros de ciencias u otras instituciones similares, e integradas en algunas de las unidades didácticas de ciencias (Stocklmayer et al, 2010). El estudio realizado muestra que esas actividades deben siempre diseñarse de acuerdo a la disponibilidad de contextos a visitar (centros de ciencias, acuarios, emplazamientos naturales...) en el territorio donde se realiza la formación. Así mismo, el estudio sirve para concluir que las actividades que se trabajan con los futuros profesores y profesoras se deben centrar en desarrollar estrategias didácticas relacionadas específicamente con el contexto no formal elegido (preparación de la visita, forma de trabajo de los estudiantes en el centro...) pero siempre integradas en los contenidos a trabajar en la clase de ciencias y en la propia visita.

Referencias bibliográficas

- ANDERSON, D., LUCAS, K.B. y 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.
- ANDERSON, D., LUCAS, K.B. y GINNS, I.S. (2003). Theoretical perspectives on learning in an informal setting. *Journal on research in Science Teaching*, 40(2), 177-199.
- BISQUERRA ALZINA, R. (2004). *Metodología de la investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
- BRAUND, M. (2004). Learning science at museums and hands-on centres. En Braund y Reiss (eds.) *Learning Science Outside the Classroom*. London: Routledge Falmer.
- COHEN, L., MANION, L. y MORRISON, K. (2007). *Research methods in education* (6th edition). London: Routledge.
- DAVIDSON, S.K., PASSMORE, C. y ANDERSON, D. (2010). Learning in Zoo field trips: the interaction of the agendas and practices of students, teachers and Zoo educators. *Science Education* 94, 122-141

- DeWITT, J. (2012). Scaffolding students' post-visit learning from interactive exhibits. En E. DAVIDSSON y A. JAKOBSSON (eds.) *Understanding interactions at science centers and museums*. Rotterdam: Sense Publishers.
- DeWITT, J. y 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.
- DeWITT, J. y HOHENSTEIN, J. (2010). Supporting student learning: A comparison of student discussion in museums and classrooms. *Visitor Studies*, 13(1), 41-66.
- DÍAZ, M^a P. y 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. MEC- Secretaría General de Educación.
- DUSCHL, R. A. y JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (2012). Epistemic foundations for conceptual change. En S.M. Carver y J. Shrager (eds.) *The journey from child to scientist: Integrating cognitive development and the education sciences*. Washington DC: American Psychological Association.
- FALK, J.H. y DIERKING, L.D. (2000). *Learning from museums: Visitor experiences and the making of meaning*. Walnut Creek, CA: Altamira Press.
- FEHER, E. y RENNIE, L. (2003). Guest editorial. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 105-107
- GUIASOLA, J. y MORENTIN, M. (2007). ¿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.
- GUIASOLA, J. y MORENTIN, M. (2010). Concepciones del profesorado sobre visitas escolares a museos de ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 28 (1), 127-140.
- HEIN, G.E. (1998). *Learning in the Museum*. Routledge. London.
- KISIEL, J. (2003). Teachers, museums and worksheets: A closer look at the learning experience. *Journal of Science Teacher Education*, 41, 3-21.
- KISIEL, J. (2006) "An Examination of Fieldtrip Strategies and Their Implementation within a Natural History Museum". *Science Education*, 90, 434-452
- MORENTIN, M. y GUIASOLA, J. (2013). Visitas escolares a centros de ciencia basadas en el aprendizaje. *Alambique* 73, 61-68
- National Research Council [NRC] (2009). *Learning Science in informal Environment: People, Places and Pursuits*. Washintong, DC: National Academy Press.
- OLSON, J.K., COX-PETERSEN, A.M. y McCOMAS, W.F. (2001). The inclusion of Informal environments in Science Teacher Preparation. *Journal of Science Teacher Education*, 12(3), 155-173
- OSBORNE, J. y DILLON, J. (2007). Research on Learning in informal contexts: Advancing the field?. *International Journal of Science Education*, (12), 1441-1445.
- PEDRINACI, E. (2012). Trabajo de campo y aprendizaje de las ciencias. *Alambique*, 71, 81-89.
- RENNIE, L.J. (2008). Learning Science Outside of School. En Abell and Lederman, *Hand Book of Research on science Education*. Routledge.
- RENNIE, L.J. y JOHNSTON, D.J. (2004). The nature of Learning and its implications for

- Research on Learning from Museums. *Science Education*, 88, S1, 4-16.
- SANMARTÍ, N. (2002) *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis.
- STOCKLMAYER, S. y GILBERT, J. (2011). The launch of IJSE(B): Science communication and public engagement. *International Journal of Science Education, part B* 1(1), 1-4
- STOCKLMAYER, S.M., RENNIE, L.J. y 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.
- VILADOT, P. (2009) “¿Para qué vienen? Expectativas de los docentes en las visitas escolares al museo”. *Enseñanza de las Ciencias, n° extra Congreso Internacional*, 520-524.

Anexo

Proyecto de visita al Eureka M.C. con escolares de 6º de E. Primaria (estudiantes de 12 años).
Diseñar una visita al Eureka Museo de la Ciencia con alumnado de 6º curso de Educación Primaria, en relación con el tema de “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” alguna de las actividades que hemos realizado en clase (adaptada para niños y niñas de E. 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?