

Conocimiento informal de la ciencia, o por qué los museos de ciencia son tan eficientes

Science informal knowledge,
or why science museums are so efficient_____

Elena Pol
Lluís Noguera
Mikel Asensio

El museo de ciencia como escenario informal de conocimiento

Cuando se habla de aprendizaje informal (Hager, 2012; Illeris, 2012), un amplio sector educativo interpreta que se trata de actividades con un sesgo casual y excesivamente abierto e indefinido, frente a las actividades formales que son mucho más cerradas, planificadas y con un objetivo muy determinado. Es muy importante, centrar, no solamente este aspecto, sino todos los que conforman la perspectiva de la adquisición de conocimiento de manera informal, porque hoy en día son muchas voces las que defienden que se trata de un modelo mucho más natural de aprendizaje (Asensio, 2015), que los llamados aprendizajes formales, que cuentan con problemas de contextualización, de ausencia de mediación objetual, y de falta de motivación e implicación emocional y de una perspectiva más social y colaborativa (Klosteman, 2014). En concreto, en los museos de ciencia, los montajes están muy pensados desde el punto de vista del diseño. Muy planificados desde el punto de vista de los contenidos, al menos desde las disciplinas de referencia, aunque no tanto desde el punto de vista de la persona que conoce y de las teorías implícitas sobre la epistemológica y el aprendizaje. Los montajes están siempre apoyados en objetos y colecciones, con el tirón que supone el contar con la cultura material no solamente en cuanto a la ejemplificación concreta y la aplicabilidad (Vayne, 2014; Santacana & Lloch, 2015), sino en lo que aporta la 'objetuación' como *affordances* cognitivos. Y por último pero no menos importante, el montaje suele incluir un conjunto amplio de mediaciones analógicas o digitales que en el mejor de los casos vehicularían la interacción con el contenido, los objetos y las personas, aunque las evaluaciones, como las que luego veremos en este propio artículo (Asensio et al., 2014), demuestren que muchos de estos módulos incumplen las normas básicas de diseño desde el usuario, pero todos ellos están al menos diseñados contemplando esta posibilidad.

Como muestra un reciente meta-análisis que hemos realizado (Castro et al., 2016), todos los centros de ciencia comparten ciertas características que les hace muy eficientes en cuanto a su capacidad para mediar entre diferentes tipos de públicos y el conocimiento científico. Todos los centros escolares suelen llevar a su alumnado, al menos una vez al año, a un museo o centro de ciencia. Las motivaciones y los objetivos pueden ser diversos y, seguramente, el objetivo de aprendizaje es solo uno de ellos, pero, al menos en el caso de los visitantes escolares, el aprendizaje, en el sentido de

incorporación de un cierto tipo de conocimiento, es una parte sustancial de la disposición inicial. Pero, seguramente también, los centros no tienen datos que confirmen, o no, si aprenden o qué aprenden exactamente. Tampoco los museos suelen disponer de estos datos. La idea se mantiene en un análisis genérico sobre el impacto de la visita en términos de 'agradabilidad' y fidelización, e incluso de conexión con el *currículum*. Por tanto, evaluar la eficacia y la eficiencia del aprendizaje de la ciencia en un contexto de aprendizaje informal, como es un museo de ciencia, resulta deseable y pertinente.

En los últimos años, la Fundación 'la Caixa' ha llevado a cabo diversos estudios para evaluar el impacto de la visita a distintas exposiciones de CosmoCaixa comprobando diferentes aspectos, entre ellos, los conocimientos adquiridos entre distintos grupos de visitantes: público escolar (infantil, primaria y secundaria) y público general (familias y adultos). Diversos museos de ciencia han apostado por la colaboración entre la universidad y el museo para estudiar diversos aspectos teórico-prácticos del aprendizaje (Cook & Speight, 2010; Rhodes & Bushana, 2016). En concreto, en las investigaciones que aquí nos referimos, para los grupos de Infantil y Primaria se evaluó el espacio del *Clik de los niños*, en el entonces CosmoCaixa de Alcobendas; y para Primaria, Secundaria, Familias y Adultos, la exposición permanente de CosmoCaixa Barcelona. Hemos de puntualizar que los resultados y las implicaciones que presentamos se han producido sobre personas y centros prototípicos del contexto de aprendizaje informal de la ciencia, lo que no garantiza por sí mismo que sea extrapolable a cualquier otro tipo de muestra, programa o museo de ciencia, dada la considerable variabilidad de las condiciones museológicas y museográficas de este tipo de instalaciones (Pol & Asensio, 2016). Pero sin embargo, para exhibiciones asimilables, evidentemente, marca una tendencia interesante (Desmond, 2014). Por ello, comenzaremos exponiendo qué condiciones deben cumplir estos contextos que los diferencia del aprendizaje formal.

¿De qué hablamos cuando hablamos de aprendizaje informal?. El aprendizaje informal es un concepto complejo, que aparece ligado a las consideraciones que surgen en los años 70 sobre educación formal e informal (y la actualmente abandonada "no formal") (Eshach, 2007; Jarvis, 2012), y que son recogidas por la UNESCO (para una revisión ver Asensio, Asenjo & Rodríguez, 2011; Asenjo, Asensio & Rodríguez, 2012). El aprendizaje formal está ligado a un currículum específico; dispone de un profesorado que es el responsable último del aprendizaje; y está sujeto a algún sistema externo de evaluación y control que mide y certifica el proceso de aprendizaje de los aprendices individuales. Según Hager (Hager & Halliday, 2006; Hager, 2011; 2012), aprendizaje informal sería todo lo demás, todo lo que no entra en las situaciones de aprendizaje que cumplen con estos tres criterios. El aprendizaje informal está muy unido a escenarios de tiempo libre. Sin embargo, aunque normalmente se identificaba formal con lo que ocurre dentro de la escuela e informal con lo que ocurre fuera, cada vez más autores consideran que ambos pueden darse en distintos contextos e incluso mezclados (Smith 2006). Para Falk (2005) el entorno físico e institucional, por sí solo, no es probable que ejerza una influencia cualitativa en el tipo de aprendizaje que se produce. Según esto, la diferencia entre los modelos de aprendizaje informal y otros modelos tradicionales no radica en el lugar físico donde tengan lugar, sino en la eficacia con la que se manipulen las variables del proceso educativo que permitan, con mayor probabilidad, un proceso de aprendizaje efectivo (Asensio, 2001).

Diversos autores enfatizan distintas características de los aprendizajes informales (Ucko, 2010; Hager, 2012; Jarvis, 2012a; Crowley, Pierroux & Knutson, 2014). Muchas de ellas ya habían sido puestas de manifiesto en la discusión de las variables facilitadoras del aprendizaje en un sentido genérico por autores clásicos como Bruner o Gardner (Rogoff, 2012). Las variables más mencionadas para diferenciar entre los **procesos de enseñanza** formales e informales son las siguientes:

- El **grado de estructuración**. Mientras que la estructura de los programas formales, debido a su asociación con objetivos curriculares prefijados, suele ser cerrada y lineal, en el caso de los programas informales suele ser abierta, multidisciplinar y no lineal.

- El **grado de control que tiene el individuo sobre el proceso de enseñanza/aprendizaje**. La mayoría de autores coinciden en que en los programas formales el control del proceso reside en un agente externo, mientras que en el aprendizaje informal es el aprendiz quien dirige su propio aprendizaje, aunque pueda estar guiado por otros.
- El **tipo de conocimiento** que se programa. Los conocimientos en los programas formales tienen un carácter más teórico y suelen estar prefijados y elaborados. Esto, da lugar a un peso excesivo de los contenidos conceptuales, entendidos además como productos finales con un fuerte carácter de verdad. En el caso de los programas informales se plantea una metodología de indagación e investigación que implica un mayor énfasis en la búsqueda, construcción y discusión del conocimiento, lo que obliga a primar los contenidos procedimentales y actitudinales.
- La **evaluación del proceso**. Esta es una práctica obligatoria en el ámbito formal, soliendo evaluar el nivel alcanzado por cada aprendiz. En el informal la evaluación suele ser práctica habitual en el mundo anglosajón y puede ser previa, de proceso, de producto, etc.

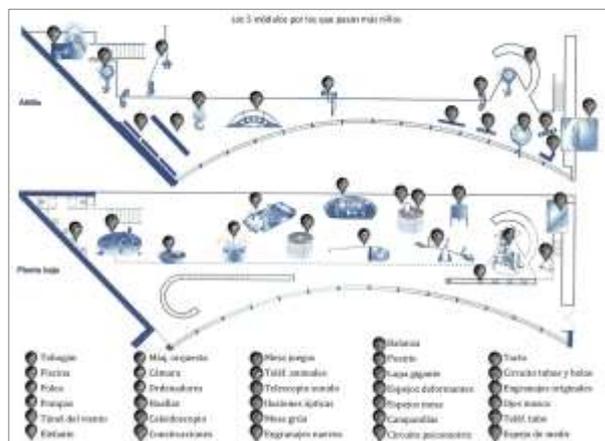
En cuanto a **los procesos de aprendizaje**, las variables diferenciadoras que se citan son:

- La **planificación del proceso de aprendizaje**. Hay bastante consenso en el hecho de que el aprendizaje formal genera menos motivación intrínseca que el informal, ya que este último sólo tendrá lugar si los contenidos son de interés personal para el aprendiz o responden a necesidades explícitas. Algunos de los elementos presentes en los programas de aprendizaje informal que potencian la motivación intrínseca por aprender son: su libre elección; la disposición a iniciar el proceso de enseñanza-aprendizaje a partir de los intereses y conocimientos previos de los individuos; la intención de dotar a los contenidos de funcionalidad y sentido para el aprendiz, intentando contextualizar la nueva información en situaciones socialmente significativas; los contenidos se suelen ajustar al nivel de habilidad del aprendiz y éste tiene la percepción de que es efectivo, controla y posee capacidad de elección; y, finalmente, la implementación de una evaluación formativa, que no presenta componentes que puedan ser interpretados como un castigo por parte de un aprendiz. El peso de la libre elección es remarcado por muchos autores hasta el punto de que algunos se refieren a los aprendizajes informales como "*free choice learning*" (Falk & Dierking, 2002; Falk, 2005; Falk, Heimlich & Foutz, 2009).
- La **participación del individuo**. La estructura cerrada, lineal, y los contenidos estandarizados, característicos de los programas de educación formal favorecen un comportamiento pasivo en los aprendices. Este proceso unidireccional potencia, sin duda, el aprendizaje receptivo y repetitivo. En los programas informales se trabaja mucho más con la metodología de la experiencia y del descubrimiento, los participantes deben implicarse cognitivamente para llevar a cabo el programa. Por lo tanto, se trata de un proceso bidireccional, donde el intercambio de información es contingente y donde el participante percibe que tiene buena parte del control de la situación.
- La **elaboración de productos** que permitan fijar los objetivos de aprendizaje y que, además, simbolicen los logros alcanzados. Las situaciones que nos obligan a reflexionar sobre el proceso de producción, son necesarias para que los participantes **tomen conciencia** de sus propias estrategias de aprendizaje. Esta toma de conciencia suele provocarse a menudo a través de la construcción de productos muy visuales y comunicables con los que se genera una experiencia "mostrable" a uno mismo y a los otros, y es habitual en los programas informales (Horton, 2012).

En definitiva, podemos encontrar propuestas en museos que se acercan a la educación formal y al contrario. En el caso del museo de ciencia CosmoCaixa, nos encontramos en el contexto de aprendizajes informales. Si bien es cierto que parte de la exposición o de las experiencias pueden incumplir algunos de los principios del mismo y acercarse a contextos de aprendizajes formales (ejemplo, algunas charlas y conferencias o algunas de las visitas guiadas, o vitrinas contemplativas), en su conjunto, priman las propuestas de aprendizajes informales.

Analizando el caso de la importancia del aprendizaje informal en las exposiciones de conocimiento científico de los museos de ciencia: el caso del espacio del Klik de los niños

Comenzamos con los resultados de la evaluación del *Klik de los niños* de la antigua sede de CosmoCaixa-Alcobendas. Para el que no lo conozca, el espacio del *Klik*, es un espacio especialmente diseñado para desarrollar programas educativos y familiares dirigido a público infantil, entre 3 y 6 años. El espacio original, en Barcelona, fue diseñado hace más de 20 años y respondía a un modelo de museo de ciencia y de teoría del aprendizaje científico que ha ido evolucionando durante estos años. El espacio de Alcobendas poseía 31 módulos, de los cuáles algunos respondían al diseño del espacio original y otros fueron incorporándose en el transcurso de los años. Los objetivos, circunstancias y diseño del estudio del espacio respondía a un deseo de conocimiento, por parte de la institución, de la ‘salud’ actual y de la vitalidad del espacio tras 20 años de funcionamiento.



El espacio tenía (y tiene en Barcelona) un funcionamiento muy exitoso, con una demanda y grado de fidelización importante, y las opiniones (de participantes, docentes o familias) son altamente positivas. Es cierto que el diseño responde al principio de educación y difusión científica a partir de la experimentación ‘libre’, como ilustración de principios y fenómenos a través de unos módulos que interactuaban con los visitantes por medio de la manipulación.; y la experimentación es una de las claves de éxito de los museos de ciencia modernos, y el *Klik* no es una excepción.

Respecto a la concepción de cómo se producía el aprendizaje, en general, y de la ciencia, en particular, había un peso muy importante de teorías, como la piagetiana, que insistían en una mentalidad apoyada en el ‘aprendizaje por descubrimiento’, primando una perspectiva de ‘aprendizaje activo’, con una insistencia en aprendizajes procedimentales y en el valor de la experimentación libre y no dirigida. Así, el espacio constaba de 31 módulos, algunos de los cuáles, los originales, habían sido diseñados a partir de las investigaciones del aprendizaje de la ciencia del momento, como el tobogán -caída de los cuerpos por un plano inclinado-, o piscina de agua -ley de flotación-, balanza –equilibrio-, palanca -relaciones entre pesos y longitudes-, etc. Muy en resumen, la actividad, de una hora, se estructuraba en una introducción por parte de los monitores de dónde estaban y qué debían ‘descubrir’, ejemplo, la forma de bajar más rápido por el tobogán. Seguidamente los participantes iniciaban libremente la exploración y ‘experimentación’ durante 30 minutos y se volvían a reunir para compartir los ‘descubrimientos’ que habían realizado.

Para evaluar el espacio se emplearon diversas técnicas cualitativas de recogida de datos (Angrosino, 2012), fundamentalmente observación sistemática, entrevistas y *focus group* (Barbour, 2013):

- análisis histórico del espacio (revisión, comparación histórica de los guiones, entrevista responsables).

- opiniones de los monitores (entrevista, cuestionario, grupo de discusión, análisis documento previo).
- opiniones de expertos (grupos de discusión: museología, didáctica C^a, responsables programas educativos).
- Opiniones de docentes (cuestionario on line, y diferidos, grupo discusión, análisis de productos 2.0).
- Opiniones de los usuarios familias/profesores (cuestionario familias, análisis de productos 2.0).
- Opinión de los niños (cuestionario inmediato, cuestionario diferido, análisis de comprensión).
- Observación del espacio (recorridos, conteos de saturación de niños y monitores, análisis de contenidos).
- Observación encubierta de la actividad (desde el exterior).
- Panel de expertos (en educación museología y divulgación científica).
- Opiniones de centros no fidelizados.

Partimos de la opinión global positiva de todos los implicados, pero también se puso de manifiesto opiniones y observaciones que mostraban las limitaciones del funcionamiento actual del espacio, hasta el punto de que muchas personas de varios colectivos diferentes mostraban su convencimiento de que el espacio provee de un entorno de entretenimiento científico, pero que las posibilidades de un aprendizaje de aspectos científicos de concepto o de método resultan inalcanzables con la dinámica y tiempo de duración de la actividad. En muchos casos, se sumaba este convencimiento a un sesgo de desarrollo, en los que se presuponía que la inaccesibilidad del conocimiento científico afecta aún más a los más pequeños, e, incluso, que los mayores tiene la limitación asociada de un planteamiento didáctico excesivamente simple.

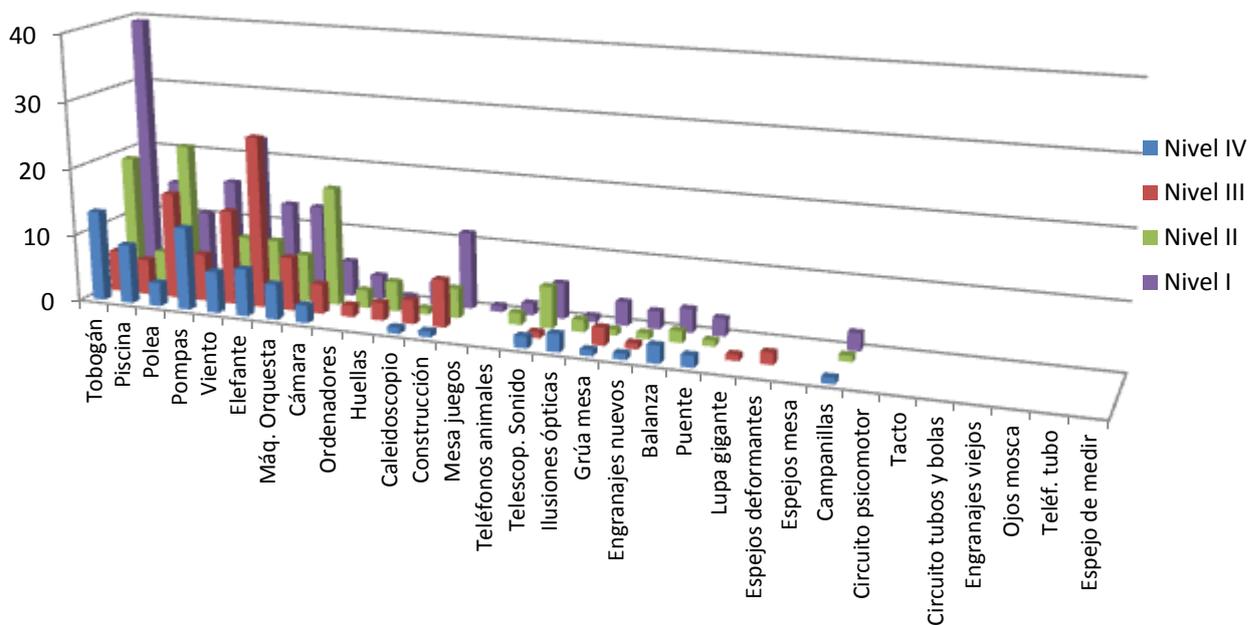
Puesto que los objetivos del estudio eran más amplios, nos detendremos en aquellos que tienen interés desde el punto de vista de los aprendizajes producidos: el de observación directa de los participantes y las entrevistas a los mismos. El estudio de observación consistió en evaluar el comportamiento de los participantes, así como el de los monitores, registrando una serie de dimensiones de uso del espacio: como el número de niños y niñas por módulo en un momento dado, sus recorridos, las paradas que realizan, los módulos que primero llaman la atención y los últimos, etc. A participantes de estos grupos se les realizó dos entrevistas posteriores a la vista, una primera nada más terminar la actividad y una posterior, al mes, en sus propios centros. En estas entrevistas, además de las opiniones más cualitativas, se han podido conformar unas dimensiones también cuantitativas sobre los módulos más recordados, los de más impacto y lo que se recuerda de manera más profunda y elaborada.

La mayor parte de las apreciaciones que comentábamos más arriba tenían un principio de realidad. Sin embargo, los datos de la evaluación mostraban que, incluso con esta dinámica limitada de uso del espacio, muchos usuarios alcanzan unos niveles de elaboración en sus opiniones, recuerdos o manipulaciones, que indican que van mucho más allá del juego o de la simple manipulación. Estos avances más sustanciales de algunos de los niños y niñas usuarios se muestran a través de las verbalizaciones que realizan sobre el espacio o de los propios comportamientos desarrollados in situ, y muestran que un aprendizaje científico tanto de método como de conceptos es posible en este espacio y con este planteamiento. Este dato resulta central a nivel cualitativo porque aunque se trate de porcentajes pequeños, demuestra la posibilidad y que la apuesta, en términos cuantitativos, debería ser que si esto es así, lo será aún en mayor medida si se introducen las mejoras propuestas.

Se entrevistó a un total de 114 niños pertenecientes a 17 centros diferentes.

son capaces de recordarlas y que en muchos casos se tiene conciencia de lo conseguido (“eso lo averigüé”, “y yo lo descubrí”).

El siguiente gráfico muestra los resultados por niveles de comprensión:



Los datos muestran que resulta complicado llegar a un nivel IV de comprensión, pero que están muy cerca de ello. Debemos tener en cuenta que la complejidad de los módulos es muy diversa y que algunos no implican una toma de conciencia científica con la facilidad que lo hacen otros. Sin embargo, lo que es significativo es que los cinco módulos sobre los que más se verbalizaban ‘aprendizajes’, en general, el ‘elefante’ (palanca), ‘tobogán’ (caída por un plano inclinado), la ‘piscina’ (flotación), el ‘túnel del viento’ (fuerza del aire en movimiento), ‘máquina orquesta’ y grúa (poleas), son módulos, que forman parte del ‘primer’ *Click*, módulos diseñados teniendo en cuenta las investigaciones que sobre aprendizaje, en general, y ‘científico’, en particular se disponía en aquel momento. Es decir, no son ‘cualquier’ módulo, sino que se tuvieron en cuenta las características del desarrollo, las capacidades cognitivas, las ideas previas sobre ciertos fenómenos, etc. No obstante, el estudio puso de manifiesto que, incluso la ‘materialización’ de estos módulos era susceptible de mejoras, así como la forma de ‘experimentación’ con los mismos podría optimizar sustancialmente los aprendizajes.

Resumiendo, algunas verbalizaciones tenían que ver claramente con una conciencia de la ‘propositividad’ (en el tobogán teníamos que encontrar la forma más rápida de bajar, que era con los pies levantados para que los pies no frenaran); de observación sistemática (las pompas salen siempre de forma redondeada aunque los ‘palos’ tengan forma de cuadrado o triángulo); o de explicaciones alternativas (en el caleidoscopio nos vemos infinitas veces porque los espejos están ‘inclinados’). Este tipo de recuerdos y verbalizaciones, junto con observaciones y diálogos mantenidos ‘in situ’, muestran un grado de elaboración nada desdeñable para una situación de aprendizaje informal. Igualmente, en las entrevistas realizadas uno o dos meses después aparecen verbalizaciones en las que se describen perfectamente

las acciones y sus efectos, y muestran que han entendido correctamente las asociaciones medios-fines o los observaciones realizadas, en ocasiones con un grado de comprensión notable de los dispositivos.

Como vemos, la respuesta a si es posible el aprendizaje científico en este tipo de espacio lúdico-científico entre los y las menores, es concluyentemente positiva. Hay evidencias de que, incluso primando una experimentación libre, se dan aprendizajes suficientemente elaborados a nivel de comprensión de los dispositivos, sus acciones, sus fines y algunos de sus principios básicos, así como de actitudes generales, de competencias genéricas, y de procedimientos metódicos.

Analizando el caso de la importancia del aprendizaje informal en las exposiciones de conocimiento científico de los museos de ciencia: el caso de CosmoCaixa.

CosmoCaixa también ha demostrado el peso que tienen los aprendizajes informales a través de la propia exposición. En este caso, para poder responder a cuestiones como: ¿en qué medida el museo es una herramienta de alfabetización científica?, o ... además de la experiencia más o menos grata, ¿ha servido la experiencia para modificar conocimientos, actitudes o afectos respecto a los contenidos científicos seleccionados?, ha realizado una serie de estudios de aspectos de **comprensión y aprendizaje**, tanto en cuanto a los contenidos, o aspectos más intelectuales, como afectivos y emocionales, dentro del marco de la evaluación de su exposición permanente.

La dificultad de evaluar los aprendizajes en contextos informales de transmisión de conocimiento es delimitar los conocimientos a evaluar (ya que no sería posible, por ejemplo, evaluar la totalidad de los contenidos presentes), y elegir las técnicas y las herramientas de evaluación (sólo mediante técnicas experimentales o cuasi-experimentales, como pueden ser tareas de solución de problemas, podremos conocer la efectividad del museo en términos de transmisor de conocimiento). Y ese es uno de los motivos por los que son escasos los museos que han realizado evaluaciones de este tipo. Por otro lado, la evaluación de conocimientos se entiende tradicionalmente como el punto de llegada, es decir, detectar si se han conseguido los objetivos de adquisición de algún tipo de conocimiento. En este caso, hemos utilizado un modelo de **evaluación como proceso de aprendizaje o como disparador del mismo**, que está mostrando más potencial y eficacia (tanto en aprendizajes de conceptos como en cambios de actitudes).

Este modelo de evaluación como proceso no viene a excluir al modelo clásico, sino complementarlo. Para entender esta evolución hay que atender a varias dimensiones de las **técnicas de evaluación**:

- **se han ido diversificando**, abandonando de formatos más clásicos y proponiendo técnicas más atractivas a los usuarios, algunas se convertían inmediatamente en herramientas de dinamización de los propios contenidos
- han ido evolucionando hacia **entornos más interactivos, más participativos y más comunicativos**, donde la propia acción de los participantes genera nuevos espacios de comunicación y de reflexión sobre los contenidos, modificando su propia visión de los mismos.

Los cambios que estas dimensiones han ido introduciendo en la evaluación han ido convergiendo en lo que hemos denominado evaluación 'implicativa', que se define como una evaluación formativa en la que además los participantes se implican activamente en la misma (Asensio et al., 2014). Este tipo de evaluación se compone de tareas que funcionan como disparadores de discusión sobre los contenidos a evaluar, convirtiéndose inmediatamente en herramientas de dinamización de los propios contenidos provocando, más que una actividad de valoración de los contenidos, una oportunidad para profundizar en los mismos de manera más motivada. De este modo, la característica más importante de la evaluación 'implicativa' es su capacidad generativa a dos niveles. Uno es el de la creación de acciones y productos participativos que dinamizan la propia actividad, así como la evaluación. El segundo nivel, asociado al anterior, se refiere

re a la capacidad de este plan de evaluación para crear programas públicos y educativos que tienen entidad en sí mismos al hilo de la realización de la propia evaluación.

Desde el punto de vista metodológico, la evaluación 'implicativa' tiene el inconveniente explícito de que no permite comparar de manera estática (y supuestamente aséptica) los contenidos a evaluar, ya que la mera aplicación de la evaluación modifica sustancialmente la dinámica en la que los participantes entran en contacto con dichos contenidos. Por el contrario, tiene la ventaja de que permite alcanzar nuevos contenidos con un alto nivel de implicación de la audiencia. La evaluación clásica se realiza normalmente con participantes de muy bajo nivel de implicación en las tareas y en los contenidos, por lo que en muchas ocasiones resulta muy difícil evaluar cómo serían las mismas situaciones con participantes de alto nivel de implicación. La propia dinámica participativa de la evaluación 'implicativa' permite acceder de manera mucho más sencilla a situaciones en las que los participantes se implican mucho en las actividades propuestas y llegan a provocar mucho más recorrido en los nuevos contenidos, orientando de este modo la evaluación de manera real hacia el desarrollo de nuevas acciones y nuevas temáticas, lo que permite evaluar nuevos escenarios potenciales; permitiendo así, desde el punto de vista teórico, nuevos desarrollos de los mensajes expositivos potenciales. Finalmente, desde el punto de vista pragmático, como ya hemos indicado, permite desarrollar programas y dinamizar las instituciones.

Lejos de lo que se pudiera pensar desde un empirismo ingenuo, cualquier evaluación supone una manipulación explícita de los contenidos y por tanto una intromisión epistemológica y una injerencia en la valoración de los contenidos por parte del participante (el mero hecho de elegir un contenido para ser evaluado, evaluarlo de una determinada manera, con un determinado procedimiento, etc., ya de hecho están modificando su consideración e influyendo en los propios resultados de la evaluación). Por tanto, el salto a una evaluación 'implicativa', no es una novedad cualitativa sino cuantitativa, ya que es cierto que en este caso la manipulación a través de la participación es de un grado sustancialmente mayor y más explícita, por lo que resulta más manipuladora y comprometida.

La **Metodología** que se utilizó en el estudio de 'aprendibilidad' (entendida esta como la capacidad que nos ofrece el museo de que incorporemos nuevos conocimientos) se realizó utilizando una tarea de *clickers* (mandos de respuesta), también llamado "Sistema Interactivo de Participación de Públicos" (SIPP). El objeto principal era lograr la participación de los distintos grupos de personas evaluadas en la explicitación de respuestas sobre los contenidos expositivos, basándonos en un planteamiento tanto cuantitativo como cualitativo (Gibbs, 2012), del análisis de los datos visuales (Banks, 2010) como de las técnicas participativas (Francés, 2016).

Se trabajó sobre la propuesta de dos programas públicos con sendos itinerarios, uno dedicado a la Historia de la Materia y otro dedicado a la Evolución Humana. En ambos casos se realizaba una evaluación inicial y una final, sobre la base de la presentación de diversas cuestiones que se proyectaban en una pantalla de gran formato y que era respondido utilizando los *clickers*, donde se mezclaban cuestiones de impacto opinión y perfiles, con contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, recogidos en la visita. Además, algunas preguntas abiertas eran contestadas de manera dialo-

ESTUDIO DE APRENDIBILIDAD

Análisis del tipo de conocimiento aprendido



gales y actitudinales, recogidos en la visita. Además, algunas preguntas abiertas eran contestadas de manera dialo-

gada con la audiencia, y se comentaban y explicaban esquemas de contenidos relacionados con aspectos centrales de la visita.

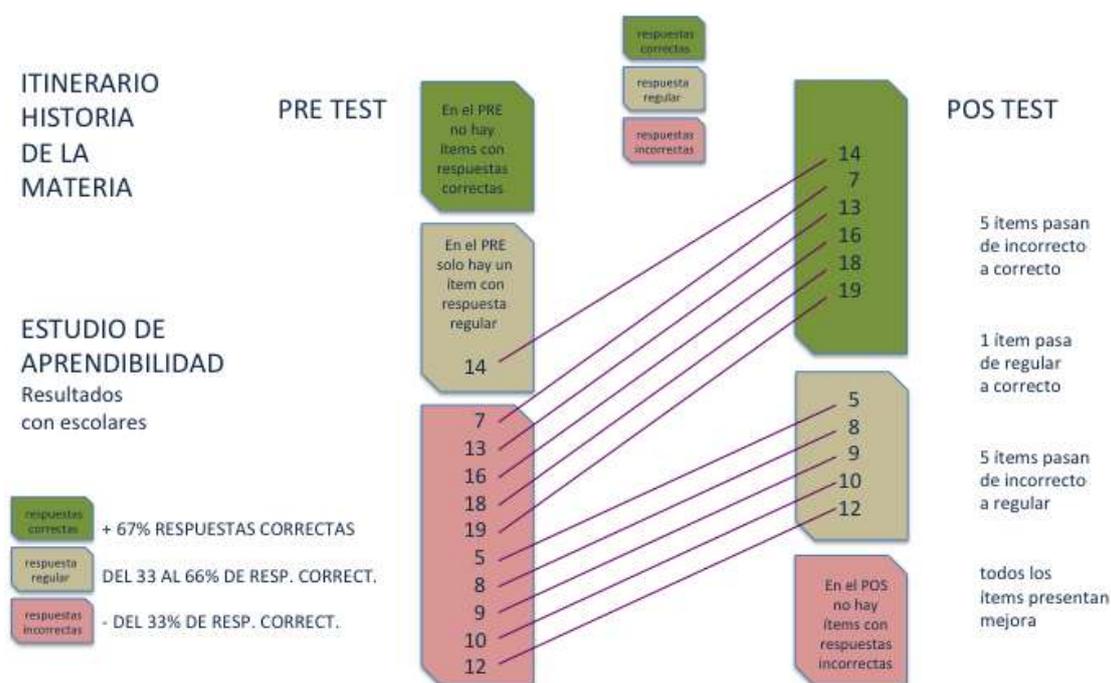
La **muestra** de este estudio (N total de 837 participantes) consistió en dos grupos claramente diferenciados de personas: por un lado se evaluaron 22 grupos escolares de diversos niveles educativos, con un total de 587 participantes; y por otro lado, grupos de visitantes que reservaban el itinerario, en los que se realizaron 19 pases, con 250 visitantes. La evaluación del itinerario de materia contó con 24 preguntas en el pre-test y 19 en el pos-test, la mayoría de ellas dedicadas a contenidos. La evaluación del itinerario de evolución humana se realizó sobre 20 preguntas en el pre-test y 19 en el pos-test, igualmente centradas en su mayoría en contenidos. Una parte importante de las preguntas se repetían entre el pre-test y el pos-test a fin de garantizar un diseño pre-post. Paralelamente se realizó otro estudio sobre una muestra reducida para ver el peso de la repetición y marcaje de las tareas. En este grupo de control no se realizó itinerario guiado a la exposición, por lo que la comparación de los resultados obtenidos en los grupos experimentales frente a este grupo de control nos daría el incremento de conocimiento achacable a la experiencia de la visita.

Clikers
para
una
evaluación
diferente

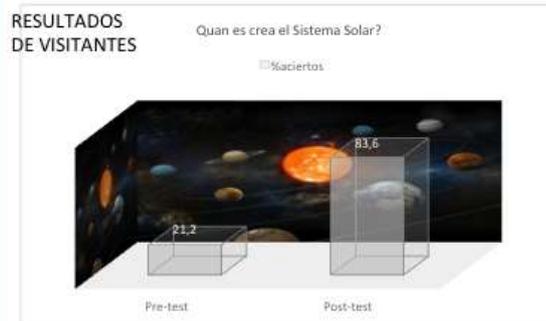
Preguntar
con
sentido

Los resultados de *'aprendibilidad'* mostraron, en primer lugar, unos buenos índices del programa como formato de dinamización de la exposición, tanto de la capacidad de la actividad para enganchar y mantener a los participantes, como de nivel de satisfacción y opinión de los participantes y de sus mediadores naturales, profesorado, familiares, etc. El diseño ha permitido comparar los resultados de *'aprendibilidad'* en función de la temática de los dos itinerarios planteados. En ambos casos, los resultados fueron similares: los contenidos mostraron un alto grado de involucramiento de los visitantes, con un alto grado de impacto, y se demuestra la existencia de contenidos de fácil aprehensión -y que generan inmediatamente interés en los visitantes-, pero siempre que se desarrollen en el seno de programas contruidos de acuerdo a ciertos parámetros sintácticos de marcaje, transposición, ritmo, complementariedad montaje-discurso y rebote.

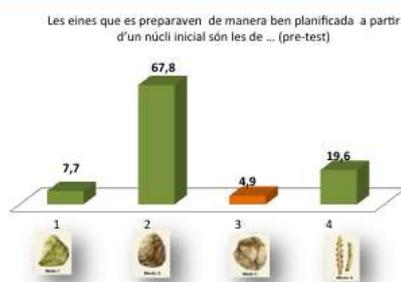
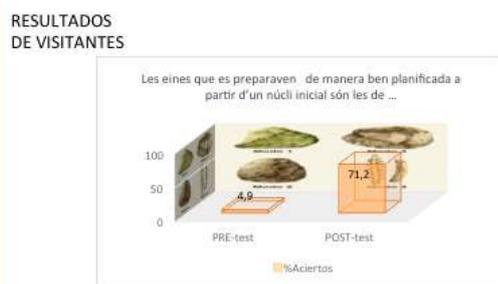
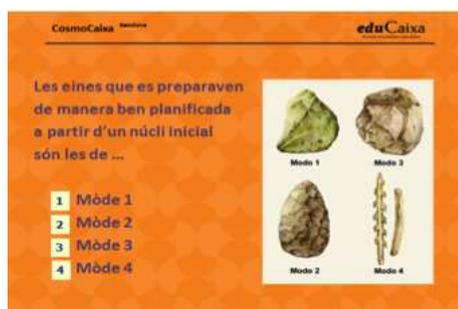
En segundo lugar, los resultados mostraron una **mejora sustancial entre el pretest y el postest en muchos de los grupos y para muchos de los contenidos**. En una gran mayoría se consiguieron mejoras estadísticamente significativas (cosa que no ocurrió en el grupo de control que realizó el pre-post sin participar en el programa). En el itinerario de Historia de la Materia, si agrupamos las preguntas entre correctas, parcialmente correctas e incorrectas en el pretest, pudimos observar que, por ejemplo, en el grupo de visitantes adultos, de obtener ninguna respuesta correcta en el pretest y solo una respuesta parcial se pasó, en el postest, a seis respuestas correctas, cinco parcialmente correctas y ninguna incorrecta, lo que supone una mejora muy notable.



En el caso del itinerario de Evolución Humana los resultados son parecidos pero un poco más complejos: de ninguna respuesta correcta en el pretest, cinco parciales y nueve incorrectas, se pasó a nueve preguntas correctas en el postest, cuatro parciales y una incorrecta (en este caso hay más contenidos que conservaron su índice de dificultad a pesar del programa, un dato perfectamente coherente con la literatura del grado de resistencia al cambio conceptual en los contenidos científicos). Los resultados con públicos escolares fueron muy similares, sujetos a una leve mayor variabilidad.



Los estudios de 'aprendibilidad' mostraron que a pesar del peso del programa y de las mejoras producidas, no en todos los contenidos se da el mismo grado de mejora: si hacemos un análisis en términos del tipo de contenido y de su relevancia cognitiva, resultarán más difíciles aquellos que plantean un cambio representacional profundo, que implica modificar y reorganizar un conjunto sustancial de conocimientos previos, como es el caso, por ejemplo, del concepto de caída libre de los cuerpos (módulo área II Ley de Newton), en el que el módulo no resulta eficaz ni con apoyo de monitor, ya que la *misconception* es resistente al cambio (debido a la potencia del esquema elaborado a partir de nuestra 'experimentación' -en la vida cotidiana-); mientras que resultará menos difícil, pero aún complicado, cambiar aspectos conceptuales que impliquen la elaboración de un conjunto de información estructurada; y lo más sencillo será la incorporación de información nueva que no plantea un cambio conceptual en el sistema previo porque no entra en conflicto con dichos conocimientos (es evidente que este análisis es deudor de la teoría de la carga cognitiva y de los modelos de cambio conceptual). Los datos apoyaron este análisis en los dos itinerarios con contenidos tan distintos, con ejemplos claros en los tres niveles de dificultad.

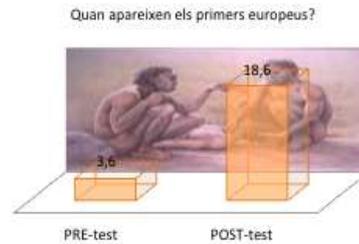


Así, estos niveles de estructuración nos servirían para orientar cualquier intervención a realizar sobre la trasposición de este tipo de contenidos, ya que marcarían la dificultad, puntos de partida, pasos niveles y ritmo del aprendizaje.

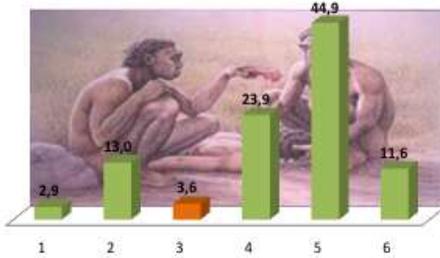
Quan apareixen els primers europeus?

- 1 Fa més de 5 milions d'anys
- 2 Entre 5 i 4 milions d'anys
- 3 Entre 4 i 3 milions d'anys
- 4 Entre 3 i 2 milions d'anys
- 5 Entre 2 i un milió d'anys
- 6 Fa menys d'1 milió d'anys

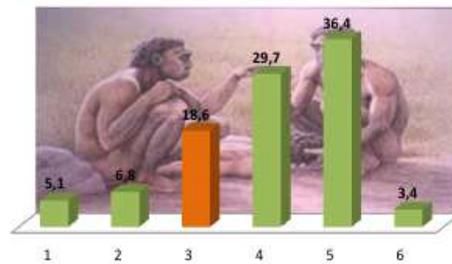
RESULTADOS DE VISITANTES



Quan apareixen els primers europeus? (pre-test)



Quan apareixen els primers europeus? (post-test)



Quina diries que és l'edat de l'Univers?

- 1 1.500.000 milions d'anys
- 2 870.000 milions d'anys
- 3 150.000 milions d'anys
- 4 13.700 milions d'anys
- 5 1.500 milions d'anys
- 6 150 milions d'anys

Quina diries que és l'edat de l'Univers? (pre-test)



Quina diries que és l'edat de l'Univers? (post-test)



Pregunta 5 del Itinerari de Història de la Matèria. Dades PRE-TEST (en percentajes de resposta) y dades POS.

Si deixem caure dues esferes iguals de diferent material, ferro i fusta (diferent pes)

Quina amirarà abans d'arribar?

- 1 La de fusta
- 2 La de ferro
- 3 Les dues a la vegada

Si deixem caure dues esferes de ferro i fusta ...



Si deixem caure dues esferes iguals de ferro i fusta ...



Pregunta 8 del Itinerari de Història de la Matèria. Dades PRE-TEST (en percentajes de resposta) y dades POS.

Quins són els estats de la matèria?

- 1 són 3 (sòlid, líquid i gas)
- 2 són 4 (sòlid, líquid, gas i plasma)
- 3 encara n'hi ha descobrint nous estats ...

Quins són els estats de la matèria? (pre-test)



Quins són els estats de la matèria? (post-test)



Pregunta 19 del Itinerari de Història de la Matèria. Dades PRE-TEST (en percentajes de resposta) y dades POS.

ESTUDIO DE APRENDIBILIDAD

Análisis del tipo de conocimiento Aprendizido

CONOCIMIENTO DE ESQUEMAS REPRESENTACIONALES

ITINERARIO HISTORIA DE LA MATERIA

CONOCIMIENTOS DE TEORÍAS ALTERNATIVAS

CONOCIMIENTO INFORMATIVO DESCRIPTIVO PUNTUAL



Pregunta 8 del Itinerario de Evolución Humana. Datos PRE-TEST (en porcentajes de respuesta) y datos POS.



Pregunta 18 del Itinerario de Evolución Humana. Datos PRE-TEST (en porcentajes de respuesta) y datos POS.



Pregunta 17 del Itinerario de Evolución Humana. Datos PRE-TEST (en porcentajes de respuesta) y datos POS.

ESTUDIO DE APRENDIBILIDAD
Análisis del tipo de conocimiento Aprendido
CONOCIMIENTOS DE TEORÍAS ALTERNATIVAS

CONOCIMIENTO DE ESQUEMAS REPRESENTACIONALES

CONOCIMIENTO INFORMATIVO DESCRIPTIVO PUNTUAL

ITINERARIO HISTORIA DE EVOLUCIÓN HUMANA

Apuntes para el diálogo: algunas conclusiones

La primera evidencia es la importancia de la evaluación dentro del análisis de la eficiencia en la gestión de la oferta institucional (Diagnault, 2011 Klingler & Graft, 2012). En nuestro caso, lo más importante es que **la evaluación aportó, una vez más, una considerable cantidad de datos para la mejora de ambas exposiciones** (Friedman, 2008). Metodológicamente hablando, **el diseño de evaluación cruzada mediante las técnicas de observación y clickers se mostró eficaz** para detectar, tanto las potencialidades de los espacios expositivos y sus planteamientos de cara al aprendizaje, como los problemas específicos de los montajes individuales (Aidelman, Gottesdiener & Le Marec, 2013).

La segunda, que **los resultados confirman la capacidad del museo para transmitir conocimientos científicos complejos con eficiencia** (Allen & Crowley, 2014), probando que, efectivamente, es un recurso que consigue resultados significativos con una muy razonable inversión de tiempo y esfuerzo (NCR, 2009). Estos resultados confirman de largo la potencialidad del museo de ciencia como entorno eficiente de contacto con el conocimiento científico (Sobel, Letourneau & Meisner, 2016).

La tercera conclusión es la **confirmación de la existencia de contenidos con problemas de accesibilidad cognitiva, por lo que ciertos módulos por sí mismos se muestran ineficaces**; incluso con el apoyo de explicación verbal no es suficiente para que el usuario incorpore el conocimiento específico que el modulo pretende transmitir (Callanan, Cervantes & Loomis, 2011; Serrell, 2013), dificultades que aparecen con relativa independencia de las actividades que se desarrollen sobre los contenidos científicos (Reisman, 2008; Asensio et al., 2012; Selvakumar & Storksdiack, 2013), y que por tanto hacen pensar en problemas de comprensión más profundos, en la línea de los estudiados por la psicología cognitiva y la psicología de la instrucción en el pasado y que no desaparecen por el simple hecho de cambiar de un entorno formal a un entorno informal (Bitgood, 2011). En esta ocasión no se ha podido evaluar la totalidad de los contenidos presentes en todos los módulos de la exposición, por lo que los resultados nos orientan sobre el tipo de contenidos

más accesible, así como los que plantean serios problemas de accesibilidad.

Los resultados sobre los grados de mejora fueron consistentes con las teorías sobre modelos de cambio conceptual (Asensio et al., 2012). Tanto los resultados de la exposición permanente de CosmoCaixa (Barcelona), como la del espacio del Clik de los niños de CosmoCaixa-Alcobendas, nos están indicando que la percepción que tienen tanto el profesorado como las familias de que el museo es una herramienta eficaz de aprendizaje se confirma. Y, además, podemos ir más allá del “algo siempre se aprende”, porque ahora tenemos evidencias de qué tipo de conocimiento es más o menos fácilmente ‘aprendible’. Y esas evidencias concuerdan con los datos de las múltiples y variadas investigaciones que abordan los problemas de aprendizaje y cambio conceptual de determinados conocimientos científicos, especialmente aquellos en que nuestra ‘experimentación’ nos lleva en otra dirección. Por ejemplificarlo, recordemos aquél niño que nos decía que había aprendido la forma más rápida de bajar por el tobogán, que era de cabeza, como *superman* (a pesar de que los monitores les explicaban por qué deslizarse con los pies y brazos levantados ofreciendo la menor superficie de rozamiento era la forma más rápida). Y es que luchar con la sensación ‘personal’ de ‘velocidad’ cuando nos deslizamos como *superman*, en vez de sentarnos, es muy difícil, sobre todo si no proporcionamos herramientas para modificar esa *misconception*. Y la explicación verbal no es una herramienta eficaz. Lo mismo que no lo era con la explicación del educador delante del módulo de ‘caída libre’ que, incluso, se servía de la ‘experimentación in situ’ de tirar un papel sin arrugar primero y arrugado después a la vez que una moneda para comprobar cómo el peso no era relevante para el ‘tiempo’ que emplearían ambos cuerpos en llegar al suelo. En definitiva, que los responsables del diseño de los museos de ciencia deben tomar conciencia de la dificultad de aprendizaje de ciertos contenidos, y no dar por sentados que esos aprendizajes se producen por el simple hecho de la ‘manipulación’ y/o ‘experimentación’ (en sentido fenoménico, no científico), aunque los módulos y propuestas de los museos de ciencia favorezcan muchos otros en mejores ‘condiciones’ que en contextos de aprendizaje formales. Estos resultados confirman algunas de las líneas de intervención de los nuevos museos de ciencia (Watson & Werb, 2013; Serrano, 2013).

Como siempre, los procesos de evaluación durante el proceso de diseño es fundamental. Un resultado cualitativo de la evaluación consistió en mostrar que la evaluación de conocimientos como proceso, lejos de ser percibido como un ‘examen’ de lo que sé o no sé, es percibido como una actividad altamente atractiva y envolvente, tanto para los grupos escolares, como para los grupos familiares. En el caso de los grupos escolares, la ‘tarea’ funcionó con todo tipo de grupos, independientemente del número, procedencia y composición del mismo. Al tratarse de una evaluación individual pero cuyos resultados se mostraban de manera conjunta anónimamente, los participantes mostraban mucho interés en conocerlos para saber si sus conocimientos eran ‘correctos’ y para conocer también si los otros miembros del grupo habían ‘acertado’ o no. Por decirlo de otra manera, mientras los participantes iban respondiendo las cuestiones que se le presentaban en pantalla (mediante los *clickers* o mandos de respuesta) la implicación era tan sorprendente que más de un docente dijo que iba a aplicar la ‘dinámica’ en el aula. También en los grupos familiares se produjeron dos efectos que aumentaron la satisfacción de los participantes: por un lado, la relación que se establecía durante el proceso, ya que en ocasiones la respuesta se ‘negociaba’, lo que permitía muchas veces que los menores explicaran a los ‘mayores’ (con todo lo que implica el aspecto social del aprendizaje); y, por otro lado, la toma de conciencia, en el post-test, de los aprendizajes producidos (los estudios de público y evaluación de exposiciones indican que una de las causas directas de aumento de índice de satisfacción de un o una visitante es la autopercepción de ‘aprendibilidad’ (la consciencia de haber aprendido ‘algo’).

Los museos de ciencia, al igual que el conjunto de los museos (Carbonell, 2012), han progresado sustancialmente en cuanto al modelo epistemológico que utilizan para transmitir el conocimiento científico. De un modelo pasivo-contemplativo en los museos tradicionales se pasó a un modelo interpretativo-explicativo (en el que los museos de ciencia y los parques naturales tuvieron un papel fundamental). Posteriormente, se propuso un modelo más contextual-narrativo donde las historias personales en primera persona juegan un papel fundamental. Y por último se están

incorporando los modelos participativos en los que el conocimiento se genera de manera colaborativa y se comunica en plataformas 2.0 (ver una análisis general en Asensio & Pol, 2016). El dato positivo es que esta evolución ha ido facilitando notablemente el proceso de 'aprendibilidad' al permitir la puesta en marcha de unas museología y museografía cada vez más didácticas. Los datos negativos son dos: de una parte que la evolución no es lineal y serial sino en paralelo y con saltos sustanciales, lo cual provoca la co-existencia de distintos modelos, incluso en museos de nueva creación y en nuevas exposiciones temporales. El segundo dato negativo de esta evolución es que no garantiza la 'aprendibilidad', el modelo general permite sustanciales variaciones de muchos tipos. Los que más nos afectan son de sintaxis expositiva, de un diseño de los recursos adaptados a los usuarios, de transposición didáctica de los contenidos, y de perfilamiento adecuado de los recursos analógicos y digitales.

En definitiva, nuestros resultados muestran que el contacto con el conocimiento científico produce efectos medibles de 'aprendibilidad' de la ciencia, auto-percibidos como tales por parte de distintos tipos de visitantes con competencias cognitivas muy diferentes, y que producen unos impactos muy positivos a medio y largo plazo, tanto en aspectos superficiales de opinión, como en aspectos cognitivos profundos que mejoran la comprensión conceptual y su aprendizaje.

Bibliografía

- AIDELMAN, J., GOTTESDIENER, H. & LE MAREC, J. (2013). Visiter les Musées: expérience, appropriation, participation. Dans: Gottesdiener, H. & Davallon, J. (Eds.) *La Muséologie: 20 ans de recherches* (número hors-série de la revue Culture et Musées). Association Publics et Musées: Université D'Avignon, pp. 73-114.
- ALLEN, L.B. & CROWLEY, K.J. (2014). Challenging Beliefs, Practices, and Content: How Museum Educators Change. *Science Education*, 98, 1, 84-105.
- ANGROSINO, M. (2012). *Etnografía y observación participante en Investigación Cualitativa*. Madrid: Morata
- ASENJO, E., ASENSIO, M. & RODRÍGUEZ, M. (2012). Aprendizaje informal. En: Asensio, M., Rodríguez, C.G., Asenjo, E. & Castro, Y. (Eds.): *Museos y Educación. Series de Investigación Iberoamericana de Museología*, año 3, volumen 2.
- ASENSIO, M. (2001). El marco teórico del aprendizaje informal. *IBER Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 27, 17-40.
- ASENSIO, M. (2015). *El aprendizaje natural, la mejor vía de acercarse al patrimonio*. REVISTA EDUCATIO SIGLO XXI, 33, 1, 55-82.
- ASENSIO, M., ASENJO, E., CASTRO, Y. & POL, E. (2014). *Evaluación implicativa: hacia una visión generativa y participativa en la gestión de audiencias*. En: Arrieta, I. (Ed.) *LA SOCIEDAD ANTE LOS MUSEOS. Públicos, usuarios y comunidades locales*. Bilbao: EHU-UPV. PP: 79-119.
- ASENSIO, M., ASENJO, E. Y RODRÍGUEZ, M. (2011). El marco teórico del aprendizaje Informal. En: M. Asensio & E. Asenjo (Eds.): *Lazos de Luz Azul. Museos y Tecnologías 1, 2 y 3.0*. Barcelona: Editorial Universitat Oberta de Catalunya.
- ASENSIO, M., MAHOU, V., RODRÍGUEZ, C. & SÁENZ, I. (2012): Concepciones Erróneas en los Museos de Historia: una evaluación en el Museo y Parque Arqueológico Cueva Pintada. *Educación y Futuro: Revista de Investigación Aplicada y Experiencias Educativas*. 27, 15-49.

- ASENSIO, M. & POL, E. (2016). *A Perspective on the Evolution of Discourse Models in Museums and Heritage Presentation Spaces*. In: Carretero, M., Berger, S. & Grever, M. (Eds.) *Handbook of Research in Historical Culture and Education*. N.Y.: Palsgrave. Capítulo 39.
- BANKS, M. (2010). *Los datos visuales en Investigación Cualitativa*. Madrid: Morata.
- BARBOUR, R. (2013). *Los grupos de Discusión en Investigación Cualitativa*. Madrid: Morata.
- BITGOOD, S. (2011). Social Design in Museums: The psychology of visitor studies. Collected Essays Volume one and two. Museumsetc.
- CALLANAN, M., CERVANTES, C. & LOOMIS, M. (2011). Informal Learning. *WIREs Cognitive Science*, 2, 646-655.
- CARBONELL, B.M. (Ed.) (2012) *Museum Studies. An anthology of contexts*. Malden, MA: Wiley-Blackwell.
- CASTRO, Y., BOTELLA, J. & A SENSIO, M. (2016). *Re-paying Attention: a Meta-Analysis Study of Visitor Behavior*. *The Spanish Journal of Psychology*, 19, e39, 1–9. doi: 10.1017/sjp.2016.39.
- COOK, B. & SPEIGHT, C. (Eds.) (2010). Bridging Perspectives – Approaches to learning in Museums and Universities. In: Cook, B., Reynolds, R. & Speight, C. (Eds.) *Museums and Design Education Looking to Learn, Learning to See*. Padstow: ASHGATE.
- CROWLEY, K., PIERROUX, P. & KNUTSON, K. (2014) Informal Learning in Museums. In: Sawyer, R.K. (Ed.) *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. New York: Cambridge University Press.
- DESMOND, T. (2014) Education Syndicates: a new model for museum learning. en VAA *Learning, engagement, enrichment*. Cambridge, MA: MuseumETC.
- DAIGNAULT, L. (2011). *L'Évaluation Muséale. Savoirs et savoir-faire*. Québec: Presses de l'Université du Québec.
- ESHACH, H. (2007). Bridging In-school and Out-of-school Learning: Formal, Non-Formal, and Informal Education. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 16 (2), pp. 171-190.
- FALK, J. (2005). Free-choice environmental learning: framing the discussion, *Environmental Education Research*, Vol. 11 (3), pp. 265-280.
- FALK, J. H. AND L. D. DIERKING (2002). *Lessons Without Limits: How Free-Choice Learning is Transforming Education*. N.Y.: AltaMira Press.
- FALK, J. H., J. E. HEIMLICH, ET AL., EDS. (2009). *Free-Choice Learning and the Environment. Learning Innovations*. N.Y.: AltaMira Press.
- FRANCÉS, F.J. (2016). *Metodologías Participativas para la Investigación y la Intervención Social*. Alicante: Universidad de Alicante.
- FRIEDMAN, A. (Ed.). (2008). *Framework for evaluating impacts of Informal Science Education projects*. Report from the National Science Foundation Workshop http://informalscience.org/documents/Eval_Framework.pdf
- GIBBS, G. (2012). *El análisis de datos cualitativos en Investigación Cualitativa*. Madrid: Morata.

- HAGER, P. (2011). Theories of workplace Learning'. In: Malloch, M., Cairns, L., Evans, K. & O'Connor, B.N. (Eds.) *The Sage Handbook of Workplace Learning*. London: Sage, pp.
- HAGER, P. (2012). Informal Learning everyday living. En: Jarvis, P. & Wats, M. (Eds.) *The Routledge International Handbook of Learning*. N.Y.: Routledge. pp.207-215.
- HAGER, P. & HALLIDAY, J. (2006). *Recovering Informal Learning: wisdom, judgement and community*. Lifelong Learning Book Series, Vol 7. Dordrecht: Sprteinger.
- HORTON, W.K. (2012). E-learning by design S.F., CA: Pfeiffer. Illeris, K. (2007). *How we learn: learning and non learning in school and beyond*. London: Routledge.
- ILLERIS, K. (2012). Learning and Cognition. En: Jarvis, P. & Wats, M. (Eds.) *The Routledge International Handbook of Learning*. N.Y.: Routledge. pp. 18-27.
- JARVIS, P. & WATS, M. (Eds.) (2012). *The Routledge International Handbook of Learning*. N.Y.: Routledge.
- JARVIS, P. (2012 a). Introduction: Human Learning. En: Jarvis, P. & Wats, M. (Eds.) *The Routledge International Handbook of Learning*. N.Y.: Routledge.
- JARVIS, P. (2012 b). Non-learning. En: Jarvis, P. & Wats, M. (Eds.) *The Routledge International Handbook of Learning*. N.Y.: Routledge.
- KLINGLER, S., & GRAFT, C. (2012). In lieu of mind Reading: visitor studies and evaluation. In: Catlin-Legutko C. & Klingler, S. (Eds.) *Small Museum Toolkit*. Plymouth: AltaMira Press.
- KLOSSTEMAN, P. (2014). Learning to learn in practice in non formal education. In: Crick, R.D., Stringher, C. & Ren, K. (Eds.) *Learning to learn. International perspectives from theory and practice*. N.Y.: Routledge. pp. 271-288.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). (2009). *Learning Science in Informal Environments: People, place and pursuits*. Washington, DC: National Acedemic Press.
- POL, E. & ASENSIO, M. (2016) *Disfrutar, aprender, valorar y participar en un museo social del conocimiento: Evaluación de la Exposición Permanente de CosmoCaixa*. Informe no publicado. Barcelona: Fundación La Caixa.
- REISMAN, M. (2008). Using design-based research in informal environments. *The journal of Museum Education*, 33 (2), 175-185.
- RHODES, M. & BUSHANA, L. (2016). Learning about Science and Self: a partnership between the Children's Museum of Manhatan and the Psychology Department at the New York University. In: Sobel, D.M. & Jipson, J.L. (Eds.) *Cognitive Development in Museum Settings: relating research and practice*. New York: Routledge.
- ROGOFF, B. (2012). Learning without lessons: Opportunities to expand knowledge. *Infancia y Aprendizaje*, 2012, 35 (2), pp. 233-252
- SANTACANA, J. & LLOCH, N. (2015) *Manual de Didáctica del objeto*. Gijón: TREA.
- SELVAKUMAR, M. & STORKSDIECK, M. (2013). Portal to the Public: Museum educators collaborating with scientists to engage museum visitors with currentscience. *Curator: The Museum Journal*, 56 (1), 69-78.

- SERRANO, J. (2013) *Ciencia+tecnología+sociedad+museos=cómo conseguir que el futuro se parezca a lo que esperamos*. Gijón: TREA.
- SERRELL, B. (2013). Research Synthesis: a review of recommendations in exhibition summative evaluation reports . *BISE*. October 12, 2.13. <http://visitorstudies.org/bise>
- SOBEL, D.M., LETOURNEAU, S. & MEISNER, R. (2016). Developing Mind Lab. In: Sobel, D.M. & Jipson, J.L. (Eds.) *Cognitive Development in Museum Settings: relating research and practice*. New York: Routledge.
- UCKO, D. (2010). The Learning Science in Informal Environments study in context. *Curator: The Museum Journal*, Vol. 53 (2), pp. 129-136.
- VAYNE, J. (2014) Learning from objects. en *WAA Learning, engagement, enrichment*. Cambridge, MA: MuseumETC.
- WATSON, B. & WERB, S.R. (2013). One hundred strong: A colloquium on transforming natural history museums in the twenty-first century. *Curator: The Museum Journal*, 56 (2), 255-265.

Resumen

Se presenta un artículo de discusión de dos investigaciones independientes realizadas en los museos de CosmoCaixa de Madrid y de Barcelona. En el primer caso, una evaluación de un espacio permanente de unos 250 metros cuadrados denominado "el Clik de los niños", dirigido a niños de 3-8 años y a familias; y en el segundo caso dentro de una evaluación de toda la exposición permanente de CosmoCaixa Barcelona, que cuenta con una superficie de más de 5000 metros cuadrados, dedicada a la historia de la materia, dividida en cuatro grandes partes: materia inerte, materia viva, materia inteligente y materia civilizada. Se utilizan ambas investigaciones y algunos de sus resultados para la discusión de la importancia del aprendizaje informal en los ámbitos de presentación interactiva y participativa de la ciencia, así como para la discusión de los propios datos sobre 'aprendizabilidad' y las potencialidades de los llamados aprendizajes informales.

Palabras clave: aprendizaje informal, educación en museos, museos de ciencia.

Abstract

A discussion article of two independent investigations in museums CosmoCaixa Madrid and Barcelona is presented. In the first case, an assessment of a permanent space of about 250 square meters called "Children's Clik" aimed at ages 3-8 and families; and in the second case within an evaluation of all the permanent exhibition of CosmoCaixa Barcelona, which has an area of over 5,000 square meters, dedicated to the history of matter, divided into four main parts: inert matter, living matter, intelligent matter and civilized matter. Both investigations and some of their results are used for discussion of the importance of informal learning in the fields of the interactive and participatory presentation of science, as well as for discussion of the data itself on learnability and potential of so-called informal learning.

Keywords: informal learning, museum education, science museum.

Elena Pol

Interpretart

interpretart@icloud.com

Lluís Noguera

Fundació "la Caixa"

lnoguera@fundaciolaixa.org

Mikel Asensio

Universidad Autónoma de Madrid

mikel.asensio@uam.es