

**APPLE PROJECT (APP LEARNING EVALUATION)<sup>1</sup>:  
PRIMEROS RESULTADOS DE UN ESTUDIO HECHO  
EN LA CIUDADELA IBÉRICA DE CALAFELL**

*Mikel Asensio Brouard  
mikel.asensio@uam.es*

*UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID*

*Joan Santacana Mestre  
jsantacana@ub.edu*

*UNIVERSITAT DE BARCELONA*

*Elena Pol Méndez  
interpretart@icloud.com*

*INTERPRETART. Centro de Evaluación y  
Desarrollos Expositivos y Educativos*

*Recibido: 2 de noviembre de 2017*

*Aceptado: 16 de noviembre de 2017*

**Resumen**

El capítulo se centra en revisar la situación de la evaluación de *apps* de aprendizaje informal en el ámbito de los museos y el patrimonio. Se comparan los diferentes medios de evaluación y las herramientas habitualmente empleadas, así como los criterios generales de análisis. Se presenta el diseño general del proyecto MINECO: EDU2014-52675-R, y se presentan cada uno de los 13 estudios realizados. A continuación, se revisa en profundidad uno de dichos estudios, la *app* de la visita a la ciudadela ibérica de Calafell. Se diseñó una tarea original de auto-informe con varios tipos de preguntas abiertas y de escalamiento Likert, sobre un amplio conjunto de criterios de análisis. Se llevó al yacimiento a un grupo de profesores y alumnado de secundaria que realizaron una visita con la aplicación. La evaluación *in situ* mostró un conjunto de problemas técnicos que están actualmente en vías de resolución. Los resultados de auto-informe muestran unas valoraciones positivas sostenidas y altas para la mayoría de los criterios. Los usuarios mostraron un alto nivel de satisfacción con factores como la propia aplicación, su usabilidad, su capacidad de apoyo a la interpretación y su potencial educativo. Además, mostraron una valoración muy positiva del yacimiento y de las

---

<sup>1</sup> *APPLE Project* es un proyecto de largo recorrido dedicado a la evaluación de las aplicaciones para dispositivos móviles en el ámbito del patrimonio. *APPLE Project* está compuesto por equipos de investigación de la *Universitat de Barcelona*, dirigido por el profesor Joan Santacana, y la *Universidad Autónoma de Madrid*, dirigido por el profesor Mikel Asensio, y que cuenta con varias fuentes de financiación, entre ellas el proyecto MINECO: EDU2014-52675-R.

reconstrucciones efectuadas, reconociendo explícitamente su utilidad en la comprensión global del poblado y del periodo histórico. Finalmente, se discuten algunas tendencias generales de la evaluación realizada y el proceso de diseño de las aplicaciones, mostrando que necesidad de tener en cuenta adecuaciones didácticas, ergonómicas, museológicas y de gestión, y el papel que pueden jugar los distintos tipos de evaluación en cada una de las fases.

**Palabras Clave:** Evaluación, APPs, educación en museos, interpretación del patrimonio, aprendizaje informal.

### **Abstract**

The chapter focuses on reviewing the evaluation status of informal learning APPs in the field of museums and heritage. The different means of evaluation and the tools usually used are compared, as well as the general analysis criteria. The general design of the MINECO project (EDU2014-52675-R) is presented, and each of the 13 studies carried out is showed. Next, one of these studies is reviewed in depth, the APP of the visit to the Iberian citadel-village of Calafell. An original self-report task was designed with several types of open questions and Likert scales, on a wide set of analysis criteria. A group of professors and high school students were taken to the site to make a visit with the application. The on-site evaluation showed a set of technical problems that are currently being resolved. The self-report results show the highest positive ratings for most of the criteria. The users showed a high level of satisfaction with factors such as the application itself, its usability, its ability to support interpretation and its educational potential. In addition, they showed a very positive assessment of the site and the reconstructions carried out, explicitly recognizing its usefulness in the overall understanding of the town and the historical period. Finally, some general trends of the evaluation carried out and the design process of the applications are discussed, showing that it is necessary to take into account didactic, ergonomic, museological and management adjustments, and the role that the different types of evaluation can play in each one of the phases.

**Keywords:** Evaluation, APPs, Museum Education, Heritage interpretation, Informal Learning.

## 1.- Evaluación de APPs de Museos y Patrimonio

Desde hace años (Sada, 2012), las aplicaciones de *mobile learning* crecen de manera exponencial en todos los ámbitos, aunque en museos y patrimonio, quizá algo menos exponencial (López, Martínez & Santacana, 2014). De estas aplicaciones del mundo del patrimonio, que son las que a nosotros nos interesan, la inmensa mayoría son de carácter informativo y, en mucha menos medida, lúdicas, interactivas o narrativas (Economou & Meintani, 2011). En este caso, el citado *mobile learning* es utilizado de manera amplia, no necesariamente ceñido al enfoque concreto del ML (Sharples, Taylor & Vavoula, 2006), sino que incluiría aquellos enfoques de *ubiquitous learning* (Cheng & Huang, 2012), *free choice learning* (Falk & Dierking, 2012), etc. Mal que les pese a más de uno, la etiqueta internacionalmente más reconocida sigue siendo la de *informal learning* (revisiones recientes y actualizadas de toda esta polémica pueden verse en Asensio, 2015, 2017). El objetivo de este artículo (y el de nuestra investigación) es profundizar en la evaluación de este tipo de herramientas.

Convenimos con el filósofo Juan Manuel del Pozo<sup>2</sup>, en que la evaluación tiene sentido cuando cumple tres condiciones básicas: 1) debe ser conceptualmente clara; 2) debe transmitir serenidad emocional (estamos preparados para recibir el *feedback* tanto a nivel intelectual como emocional); y 3) estimula a la acción.

En el ámbito de la cultura no hay cultura de la evaluación. Por el contrario, hay una escasísima práctica de una evaluación seria y sistemática. La eficacia de las acciones tiende a valorarse más con reflexiones sin un baremo claro y mínimamente objetivo. La evaluación de la tecnología, en general, y de las aplicaciones, en particular, no es una excepción, ni en el ámbito del patrimonio, ni el de otros afines, como el turismo cultural o la educación informal (incluso nos atreveríamos a decir que, en la formal, aunque aquí el problema de la evaluación es diferente, por la propia valoración que tiene la evaluación en el conjunto de la educación).

Es cierto que hablar de patrimonio supone referirse a un conjunto muy amplio de instituciones en el mundo de la cultura y que van cambiando con el tiempo y con las mentalidades de gestión (Santacana & Hernández, 2006; Santacana & Llonch, 2016; Asensio & Pol, 2017), pero no es menos cierto que todas ellas comparten el ser espacios de contacto con la cultura material e inmaterial a través de un formato expositivo. La mayoría de las implementaciones de los dispositivos no incluyen un plan de evaluación. Lo que es más habitual en estos ámbitos profesionales es un tipo de evaluación formativa que suelen denominar “monitorización” o “monitoreo” (*monitoring*), que suele describirse como pruebas sucesivas que controlan que la aplicación pasa de una pantalla a otra cuando se realiza determinada acción. El problema es que la monitorización suele estar desarrollada, la mayoría de las veces, por el mismo equipo de técnicos (generalmente informáticos) que se encargan de su diseño; y se realiza normalmente en el lugar del

---

<sup>2</sup> Universitat de Girona. Comunicación personal.

diseño de la aplicación (y no *in situ*, donde habitualmente cambian notablemente las condiciones técnicas).

El proceso de monitorización no introduce la variable de usuario. Así que una primera diferencia entre el monitoreo y la evaluación es tener en cuenta no solamente la manipulación dirigida del experto, sino cualquier posibilidad de manipulación diversificada que permita la aplicación y el dispositivo.

En segundo lugar, el usuario introduce una variable fundamental ya que decidirá utilizar la aplicación en una o en otra dirección y no necesariamente con los motivos previstos coherentemente en el diseño, sino con un conjunto sustancial de otro tipo de posibilidades, que no han sido previstas en el diseño porque no se realizan evaluaciones previas de los intereses y disposiciones de los usuarios.

A todo esto, en tercer lugar, hay que sumar que la monitorización no suele tener nunca en cuenta la utilización en contexto, con lo que se pierden la mayoría de las limitaciones de las acciones en los espacios reales. El contexto incluye al menos dos grandes tipos de variables, uno debido a la composición del espacio y los elementos estructurales de la exposición, del museo o del yacimiento. El contexto incluye una gran cantidad de situaciones que condicionan el uso de la aplicación y la relación entre lo que aporta la aplicación y la realidad. Resolver este tipo de problemas es central para que la persona que usa la aplicación no se vea perdida y para que la aplicación sea fiable.

En segundo lugar, el contexto incluye también la dimensión grupal/social. Muy pocas aplicaciones incluyen aún una mínima planificación de las interacciones del usuario con otros usuarios o con actividades de grupo. La diferencia entre monitorización y evaluación (en cualquiera de sus modalidades) es que la evaluación es un control real del uso de la aplicación con usuarios reales y en el contexto natural. La evaluación es fundamental para desarrollar la tecnología como una herramienta cultural más del museo inclusivo (Santacana & Coma, 2014; Santacana & López, 2015; Asensio, Santacana y Fontal, 2017; Santacana, J., Martínez, T. & Asensio, 2016).

Más allá de la monitorización, y ya aplicadas a un reducido número de casos, podemos ver dos herramientas principales: test de indicadores que son utilizados por sujetos expertos, y cuestionarios que son aplicados a usuarios. Esta escasa evaluación se realiza en un modelo de evaluación sumativa.

Los test de indicadores, son una herramienta racional, que suele consistir en la medición cualitativa de un conjunto más o menos definido de indicadores, que tradicionalmente se realiza solamente con una pequeña muestra de personas expertas. La fundamentación de esta práctica hay que buscarla, a nuestro entender, en la tradición de evaluación mediante rúbricas que proviene de los ámbitos educativos (Lee & Cherner, 2015). Saber cómo evaluar un producto de software es tan importante como saber cómo usarlo (Winslow, Dickerson y Lee, 2013). Cada vez son más las aplicaciones para tabletas (Murray & Olcese, 2011; Pilgrim et al., 2012), y enorme la cantidad de aplicaciones educativas desde hace ya años (Earl, 2013; Rao, 2012). En un estudio seminal, Reeves y Harmon (1993) presentaron 14 dimensiones de evaluación pedagógica y 10 dimensiones

de evaluación de interfaz de usuario, y estas dimensiones han servido como base para muchas rúbricas desarrolladas en las últimas dos décadas (por ejemplo, Coughlan & Morar, 2008; Schibeci, et al., 2008).

La segunda opción de evaluación suele ser los cuestionarios. En este caso sí suelen ser contestados por usuarios, aunque no solamente, ya que a veces se incluyen expertos, gestores, diseñadores, etc. Como es sabido, los cuestionarios pueden ser una herramienta muy potente si están bien contruidos. Sin embargo, es cierto que estamos acostumbrados, y este ámbito tampoco es una excepción, a cuestionarios muy superficiales y mal contruidos, que no suelen respetar las condiciones mínimas de fiabilidad y validez, que no explotan las posibilidades de este tipo de herramientas y que no suelen ser posteriormente procesados de manera exhaustiva. Los cuestionarios suelen incluir tres tipos de información. Los perfiles (para determinar los tipos de usuario y poder cruzarlo con el resto de variables), el impacto (que busca generalmente unos dígitos cuantitativos) y la opinión (que suele buscar normalmente los criterios más cualitativos sobre los aspectos positivos y negativos de la usabilidad, entendiéndola en su sentido más amplio. Aunque también es cierto que progresivamente podemos encontrar cuestionarios mejor elaborados y que incluyen herramientas cualitativas y cuantitativas algo más sofisticadas.

‘Lazos de luz azul’ fue un proyecto que desarrollamos hace unos años sobre el uso de la tecnología en el ámbito del patrimonio (Asensio & Asenjo, 2011). En varios de los trabajos allí recogidos se defendía la necesidad de desarrollar evaluaciones más allá de meras acumulaciones de datos descriptivos, con énfasis en datos empíricos que respondieran a preguntas teóricas previas, en el marco de investigaciones desarrolladas desde diseños de investigación bien definidos.

El desarrollo de los estudios de evaluación debe incluir herramientas clásicas como la observación de uso, que sigue siendo central a la hora de aportar datos diversificados y necesarios sobre diferentes medidas (accesibilidad, atractividad, atrapabilidad, absolutas y relativas, tiempos útiles y de transición), perfectamente operativizadas en unidades de tiempo de parada, número de paradas, o pases, delante del *display* o delante de la pantalla concreta o de la acción a realizar, y de una probada consistencia estadística en numerosas evaluaciones (Pol & Asensio, 2017). En la evaluación de exposiciones mediante la técnica de observación, disponemos incluso de meta-análisis aplicados a estas medidas, con la creación de constructos de medida más complejos, que permiten comparar situaciones muy diversas con independencia de su contenido y de sus características formales concretas (Castro, Botella & Asensio, 2016; Asensio et al., 2017)

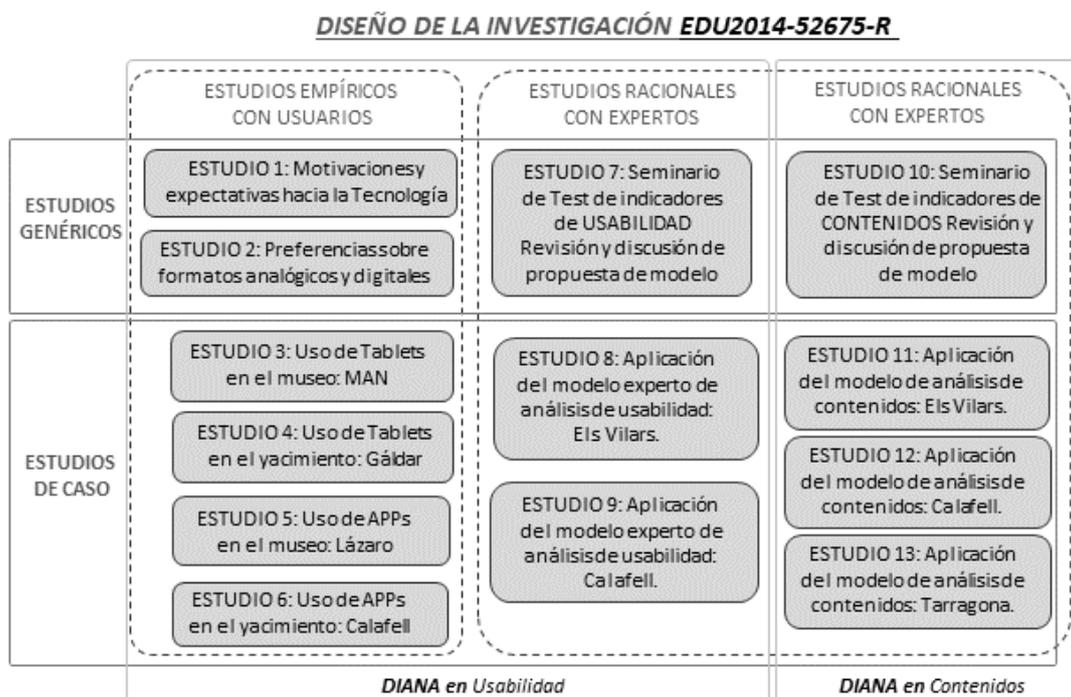
Y también, las técnicas de evaluación que se precisarían para completar el círculo, serían las tareas cuasi-experimentales, que nos permiten medir la adquisición de conocimiento, sean de tipo procedimental/competencial, conceptual o emocional. Hay infinitas maneras de medir estos contenidos, con enfoques más cualitativos o más cuantitativos, algunas propias de los ámbitos del patrimonio como, por ejemplo, los ‘*meaning mapping*’ de Falk & Dierking (1992) o las tareas de claves expositivas (Asensio & Pol, 1996), o de ‘*clikers*’ (Asensio, Castro, Asenjo & Pol, 2014).

## 2.- El proyecto EDU2014-52675-R

### 2.1.- El diseño del proyecto

La investigación sobre “el análisis evaluativo de las aplicaciones para *M-Learning* de carácter inclusivo en los espacios patrimoniales” se planteaba rastrear diferentes aproximaciones al estudio de la evaluación de las *apps*. La evaluación de *apps* es algo muy complejo que debería cubrir aspectos muy diferentes y complementarios: **enfoques de análisis** (los estudios empíricos *in situ* realizados sobre usuarios reales; y los estudios racionales de carácter ubicuo realizados por sujetos expertos); **niveles de aproximación** (generales frente a estudios de caso); **tipos de aplicación** (de *hardware*, *tablets* vs. *smartphones*, y de *software* (gamificación vs. educación); **tipos de herramientas** (autoinformes, escalas de preferencia, tareas colectivas negociadas y tarea racional de indicadores), todas ellas tienen una parte cuantitativa y otra parte cualitativa; **escenarios de aplicación patrimonial**, en nuestro caso el museo y el yacimiento, cada uno con sus ventajas y limitaciones; tipos de dianas/objetivos de evaluación (con el énfasis en los contenidos o el énfasis en la usabilidad).

El diseño de la investigación trató de recoger esta complejidad, cruzando diversas fuentes para graduar los problemas desde una base amplia. A continuación, aparece un cuadro (tomado de Asensio, Santacana & Asenjo, en prensa), que recoge el planteamiento realizado en la investigación y las tareas administradas.



En las líneas siguientes, vamos a comentar dos aspectos. Primero, permítasenos compartir por un momento un pequeño resumen sobre las diferentes tareas del proyecto,

para dar una visión panorámica. Y, segundo, nos centraremos en el estudio realizado sobre el estudio piloto desarrollado en el yacimiento de Calafell.

## 2.2.- Panorama de los estudios realizados en el proyecto<sup>3</sup>

**El estudio 1** versó sobre Motivaciones y expectativas hacia la Tecnología. La disposición (el *'set'*) hacia una situación está compuesta básicamente por una mezcla holista de las motivaciones y las expectativas hacia todo aquello (contenidos, actividades, estados emocionales, ...) que asociamos a esa situación (Ryan, 2012). Uno de los intereses previos de investigar esta disposición era comprobar ideas previas muy extendidas, como las asociadas al interés generalizado por las nuevas tecnologías, o los problemas de brecha digital que explican el desafecto de grandes segmentos hacia la tecnología.

La tarea estaría basada en los modelos de análisis de la experiencia, que tiene una base clásica en los estudios clásicos de estética, la experiencia autotélica de Csikszentmihalyi (1990, 1998), de la ergonomía tecnológica, los estudios de Don Norman (1993), y que en nuestro contexto patrimonial ha sido desarrollado como 'experiencia museal', por autores como Falk & Dierking (1992, 2017).

La tarea diseñada era colaborativa y cualitativa (Kaplan & Patrick, 2016). La base era explorar los dos componentes básicos: motivaciones y expectativas. Entendiendo la motivación y la expectativa desde una perspectiva general y popular, la motivación será sin más una tendencia positiva o negativa hacia el contenido propuesto en torno a ese destino patrimonial; y la expectativa será cualquier previsión de aspectos concretos sobre lo que vamos a encontrar en dicha visita.

Por ejemplo, un alumno de infantil puede estar aterrado porque no le gusta nada el mundo de las ballenas, porque espera que, en la exposición, le pudieran meter dentro del estómago del mamífero asesino. Esta motivación negativa (M -) bajo una expectativa también negativa (E -), no favorece realmente la asistencia al museo de ciencias naturales. Por el contrario, otro alumno puede tener una motivación alta y positiva hacia el mundo de las ballenas porque espera ver en el cachalote el animal más grande del mundo. La tarea se pasa antes y después de una visita a un museo o a un yacimiento, lo cual pondrá de manifiesto las motivaciones y expectativas, antes y después de la visita, y su posible conservación o cambio de una a otra. De hecho, nos interesarán especialmente aquellas M+- y M-+, lo mismo que las E+- y E-+, quizá más que las M++ y M-- , y las E++ y E--.

La tarea consiste en que a un grupo de personas se les proporciona una cantidad igual de *pos-its* de colores diferentes para cada tipo de comentario (M+, M -, E+ y E -). Hemos aplicado la tarea de manera piloto a un gran número de grupos. La tarea tiene dos fases, una de dimensionamiento, cuando se le pide al sujeto que escriba sus opiniones que

---

<sup>3</sup> Las partes de este punto 2.3., que se refieren a la descripción de algunos estudios de la investigación, han sido recogidas de manera similar, aunque más amplia, en una publicación anterior (Santacana, López & Asensio, en prensa).

tienen que ver con las motivaciones positivas y negativas y las expectativas positivas y negativas; y la de escalamiento, una vez que las personas han escrito, y pegado en el mural, las motivaciones positivas y las negativas, y las expectativas positivas y las negativas, se reparten entre los participantes unos *gomets* de color (ejemplo, de color verde y de color rojo). Se les pide a los participantes que coloquen los verdes sobre aquellas motivaciones y expectativas, tanto positivas como negativas, con las que estén claramente más de acuerdo; y los rojos sobre los que estén más en desacuerdo. La fase de escalamiento permite saber el grado de acuerdo y permite sacar un peso para cada una de las dimensiones, que podrá ser relativo o absoluto.

La tarea se ha aplicado a varios grupos de jóvenes de la Universitat de Barcelona, del grado de educación y del de turismo, y a varios grupos de la UAM, de educación y psicología. Los resultados serán publicados en breve. Aunque podemos adelantar que, a nivel metodológico, la tarea ha funcionado muy bien, resultando generadora en cuanto a la cantidad de dimensiones, y discriminante en cuanto al escalamiento. Y sobre los contenidos, podemos asegurar que no se cumple esta visión simplista de la bondad intrínseca de las tecnologías, obteniéndose claramente resultados positivos y negativos para los distintos contenidos. Por ejemplo, la tecnología no rebaja la expectativa de que muchas *apps* están pensadas desde un planteamiento de museo ‘intimidatorio’ (van Boxtel et al., 2016), con mucha información y con un nivel alto de complejidad.

**En el estudio 2**, sobre aproximación a la preferencia de los formatos tecnológicos, hablamos de formato para referirnos a un conjunto de restricciones y facilitaciones que presentan los tipos de programas de actuación en el patrimonio. Cada formato manipula de manera diferente al menos cinco parámetros básicos del diseño del programa: el tratamiento de la cultura material; el acceso a materiales complementarios de interpretación; el plan de acción sobre el recorrido de la visita; las interacciones con los visitantes; la opción analógica o digital de interacción, lo cual implica también el tipo de tecnología elegida si la hubiere (ver una discusión del concepto de ‘formato’ en Asensio & Pol, 2008; Asensio y Pol, 2014; y del de *affordance* en Conole & Dyke, 2004).

Nuestra tarea es una escala de 34 ítems que recogen diferentes formatos de programas en el ámbito del patrimonio (extraído de Castro, Pérez & Asensio, 2017). La tarea del sujeto consiste en expresar el nivel de preferencia ante ese formato en una escala Likert de seis opciones (1-6). Los tipos de formatos pueden ser estudiados además en base a una serie de características del formato que permite discriminar entre formatos pasivos vs. activos, formatos con objetos vs. sin objetos, y formatos analógicos vs. tecnológicos.

En esta tarea hemos utilizado una muestra de 146 participantes distribuidos en cinco grupos: adolescentes, jóvenes, docentes, profesionales de museos y voluntarios de museos. Esta tarea da una cantidad muy considerable de resultados. Además, los cruces de variables (por tipo de grupo y por tipo de parámetro, aportan gran riqueza a las discusiones posibles, lo cual implica una interpretación compleja.

Los resultados apuntan a unas considerables diferencias entre unos grupos y otros y a una valoración muy diferente de los formatos en general y de los formatos tecnológicos en particular.

**El estudio 3** versó sobre el uso de *tablets* en el museo. Nuestro proyecto se planteaba mezclar estudios generales con estudios de caso, y dentro de ellos, evaluaciones de *tablets* y *apps*. El estudio del MAN consistió en el diseño de una tarea original basada en los guiones de cuestionario habituales en este tipo de estudios (ver por ejemplo una interesante reflexión en Economou & Meintani, 2011). La tarea incluye 19 preguntas cualitativas, de las cuales 8 incluyen además una estimación cuantitativa directa escalar (tipo Likert) y otras 4 tienen una estimación cuantitativa ordinal, el resto permiten análisis cuantitativos categoriales.

Seleccionamos la *tablet* del Museo Arqueológico Nacional por ser representativa de las utilizadas en los museos estatales. La aplicación está realizada y mantenida por una empresa externa (GVAM), y se ‘alquila’ en el hall de acceso mediante un sobre-precio de la entrada del museo.

Este estudio se centró en una primera muestra de docentes jóvenes que realizaron una reflexión a dos niveles, como aplicación en sí mismo y sobre su carácter educativo. La opinión generalizada es que se trata de una herramienta totalmente centrada en los contenidos, pesada y lenta, sin ningún atractivo para los escolares, adolescentes o no iniciados, con contenidos técnicos y monótonamente presentados. Las notas cuantitativas son las más bajas que hemos encontrado para este tipo de aplicaciones entre los estudios realizados en esta investigación. En cuanto a las características del propio formato también se describen muchas limitaciones de usabilidad, aunque la propia simpleza de la aplicación facilita en cierto modo que disminuyan los problemas en este sentido.

**El estudio 4** ha sido sobre el uso de *tablets* en el yacimiento, con un estudio de las *tablets* del Museo y Parque Arqueológico Cueva Pintada, otro modelo radicalmente diferente al del MAN, primero porque están pensadas para acompañar la visita por el yacimiento, pero sobre todo porque se incluyen en un programa con su propia evaluación. Nuestro equipo de investigación lleva más de 10 años colaborando con el Museo y Parque Arqueológico Cueva Pintada (Gáldar, Gran Canaria). El motivo inicial fueron los estudios de público (Asensio, 2017), de los que llevamos ya once años acumulando los perfiles los impactos y la opinión. Además, se ha venido haciendo una labor de evaluación sistemática de exposiciones permanente y temporales, y de aspectos de uso y comprensión y aprendizaje en los programas públicos y educativos. Todo ello, desde una estrecha labor de colaboración con los técnicos del museo y del cabildo.

Entre las propuestas realizadas, se diseñó un espacio nuevo, el i-Lab (Asenjo et al., 2017), como un entorno de aprendizaje profundo mediado por las Tecnologías de la Información la Comunicación y la Participación (TICP). Un espacio de trabajo diseñado especialmente para el público de secundaria: el Laboratorio Interactivo de Aprendizaje de la Historia.



Alumnado de secundaria trabajando en el iLab del Museo y Parque Arqueológico Cueva Pintada, diseñado por nuestro equipo de investigación.

Durante el diseño de lo que sería el “espacio tecnológico” del i-Lab teníamos claro que la herramienta tecnológica debía acompañar a los participantes durante el recorrido por los espacios expositivos, para que sirviese de apoyo, andamiaje y dinamizador del contacto con la cultura material y con los contenidos del mensaje expositivo. Por tanto, la herramienta utilizada debía ser portátil y favorecer el *mobile learning* (Handal, 2016) o *ubiquitous learning* (Bruce, 2009), es decir, que sean fácil mente transportable, personalizables, usables, etc. (Sharples, Taylor y Vavoula, 2007). Sobre esta premisa nos decantamos por el formato del iPad mini, por su amplia pantalla que permite trabajar cómodamente los contenidos y su ligereza que lo hace adecuado para transportarlo durante un periodo de tiempo prolongado. A petición del profesorado que participó en contactos previos, el *software* utilizado, dado que el objetivo es que aprendieran a usar los recursos tecnológicos a su alcance con fines de aprendizaje / alfabetización tecnológica, decidimos emplear aplicaciones gratuitas de libre acceso en Internet, así como aplicaciones básicas del propio iPad. El programa educativo del i-Lab es un programa de *Deep Learning* o aprendizaje profundo (Herman & Linn, 2013; Hermida, 2015). Es decir, un programa que cree las condiciones necesarias para que se produzcan aprendizajes que permanezcan durante un periodo de tiempo prolongado y que pueda ser aplicado en nuevas situaciones y contextos.

A lo largo de esas cuatro horas el grupo de estudiantes tendrá que participar en un total de tres fases que componen el programa: Fase 1: Acogida e introducción: presentación de la actividad y de los contenidos y evaluación previa y plan de trabajo; Fase 2: Visita al Museo y Parque Arqueológico: realizando las actividades propuestas; y Fase 3 Reflexión y cierre: revisión del trabajo realizado, envío de los materiales trabajados a sus centros, evaluación sumativa, autoevaluación y despedida. La evaluación se lleva a cabo con *clickers*, mandos de votación remota (Asensio, Rodríguez y Sáenz, 2012). A continuación, los grupos, equipados con su iPad, realizarán el recorrido de forma autónoma, pero pautada por unas líneas de actuación alojadas en el iPad.

Los primeros resultados se basan en dos estudios, con estudiantes de 3º y 4º de la ESO. En general, el programa contó con una gran aceptación por parte de los grupos de estudiantes y del profesorado, también se registró una alta satisfacción respecto al patrimonio material y respecto a los recursos. Lo cual iría en línea con lo que Nancy Proctor (2011) proponía sobre el papel de la tecnología como facilitador de la experiencia en el museo.

**El estudio 5:** Uso de *apps* en el museo Lázaro Galdiano, de Madrid, que dispone de una *app* muy interesante, desarrollada por el Departamento de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial Universidad Complutense de Madrid. La aplicación, denominada ‘Enigma Galdiano’, está diseñada tomando como referente los ‘serious games’ y consiste en un recorrido por las salas del museo resolviendo una serie de preguntas sobre las obras a partir de un sistema de realidad aumentada. Una descripción más técnica y unos primeros datos de evaluación puede verse en Camps et al., 2017.

Nuestro estudio consiste en el diseño de una tarea original para evaluar impacto y opinión sobre la aplicación ‘Enigma Galdiano’. La tarea se basa en un cuestionario de autoinforme de 43 preguntas, 20 abiertas y 23 con forma de escala Likert.

La muestra fue de un total de 35 personas jóvenes iniciadas. Todas ellas eran jóvenes entre 20 y 32, distribuidos en dos grupos: 15 pertenecen a un grupo de maestros y licenciados dedicados a la docencia; y 20 son jóvenes, estudiantes o recién licenciados y graduados en psicología. Todos ellos eran iniciados e interesados específicamente en temas de patrimonio y nuevas tecnologías; fueron invitados explícitamente a participar en esta experiencia, y todos ellos tenían experiencia previa en haber realizado alguna visita al patrimonio con algún tipo de dispositivo móvil, así como haber manejado varias aplicaciones móviles de este tipo en algún otro contexto, educativo y/o turístico.

Los resultados iniciales indican, no solamente una gran opinión del uso de la aplicación, sino una buena opinión de la mayor parte de las dimensiones de opinión generales del museo. Dos tercios de la muestra reconocen explícitamente que el museo es muy interesante mientras que un tercio lo considera clásico en cuanto a su planteamiento. La mayoría destaca el atractivo de sus colecciones y del montaje.

Pero los resultados más interesantes son los que se refieren a la satisfacción del uso de la aplicación y de sus diferentes partes, lo que constituye un excelente *feedback* para los desarrolladores y gestores de la aplicación y del centro.

Hay un acuerdo bastante generalizado de que la *app* es apropiada para familias con niños pequeños o para grupos de niños pequeños, en general, niños de primaria, entre los 8 y los 12 años. Hay menos acuerdo en cuanto a su uso en secundaria y empieza a ser mayoritaria la opinión de que es menos adecuada para jóvenes o adultos, especialmente interesados en los contenidos temáticos.

Por su parte el carácter lúdico vs. educativo de la aplicación viene dado por el convencimiento en ambos grupos por igual de que la aplicación es muy lúdica, mientras que la aplicación resulta muy poco educativa.

Los estudios 7, 8 y 9 tienen su origen en un Seminario de Test de indicadores de USABILIDAD pensado para la revisión y discusión de propuesta del modelo de análisis. El estudio 7 inicia otra línea de investigación, la de un análisis racional, mediante la técnica de indicadores, valorados en principio por personas expertas o al menos iniciadas. El objetivo de la tarea consiste en conformar un modelo de evaluación de *apps* a partir de la selección de un conjunto de indicadores que den cuenta de la complejidad de los aspectos a evaluar. Aquellos que se consideran significativos desde un determinado modelo teórico de referencia, para lo cual es necesario desarrollar en primer lugar un estudio de revisión en el que se perfilan para su comparación, a poder ser, la mayoría de los modelos significativos propuestos por los especialistas.

El estudio se planteó en dos fases, sobre la base de dos metodologías de trabajo cualitativo colaborativo: el ‘Taller de Futuro’ y las ‘Matrices de Reflexión’ (Francés, 2016). **La primera fase es el ‘Taller de Futuro’**, que permite la revisión en profundidad de un tema, con una división de tareas (en este caso la revisión bibliográfica de los modelos de evaluación de *apps*), el desarrollo progresivo de una puesta en común, y la negociación colaborativa de una propuesta de nuevo modelo de indicadores. **La segunda fase es las ‘Matrices de Reflexión’**, que ordena la discusión sobre la aplicación exploratoria de un modelo, la aplicación del modelo a uno o más estudios de caso, el ajuste del modelo en un análisis confirmatorio, y la propuesta final del modelo. En nuestro caso, se aplicaría a dos estudios de caso, que constituirían los estudios 8 y 9.

En la medida que ya hemos dicho que este estudio de las *apps* en patrimonio es muy interdisciplinar, hay que revisar bibliografías provenientes de muy diferentes campos de estudio y con todas ellas tratar de fundir las variables en un modelo común que profile los criterios necesarios. Una vez tenidos los criterios se aterrizan éstos en indicadores que deben cumplir unas condiciones de aplicabilidad, claridad, etc., para poder ser aplicados de manera unívoca. Por ejemplo, Boyle et al. (2016) distinguen siete criterios sobre los que construir los indicadores: adquisición de conocimiento, adquisición de habilidades, perceptuales y cognitivos, fisiológicos, afectivos, cambio de comportamiento, y habilidades sociales. Mientras que por su parte Lee & Cherner (2015) proponen 24 criterios asociados en tres bloques: instrucción, diseño y involucramiento. Economou & Meintani (2011) se basan en cinco bloques: tipo de aplicación, usos en relación al museo, interacción usuario-contenido, integración perspectivas múltiples, e interacción social (del conjunto de artículos que proponen diversos modelos podríamos destacar por diversos motivos los siguientes: Buckler, 2012; de Freitas, 2010; Walker, 2010; O'Brien & Toms, 2008; Reeves, & Hedberg, 2003).

La estrategia sería la de ser capaces de construir un modelo de indicadores que posteriormente sea estilizado mediante procedimientos estadísticos (dejando aquellos indicadores que cumplen con características de validez, fiabilidad, discriminación, factorialización, etc.).

El ‘taller de futuro’ se ha desarrollado durante más de dos meses sobre la revisión y discusión de los modelos y la extracción de criterios y la producción de indicadores; se

han discutido estos indicadores hasta elegir un conjunto con los que construir la tarea. Este estudio está aún en marcha.

**El estudio 8**, la aplicación del modelo experto de análisis de usabilidad al estudio de caso del yacimiento de la ciudadela Ibérica de ‘*Els Vilars*’, ha sido iniciado con un modelo tentativo, que ha servido para ir chequeando la viabilidad de los criterios y los indicadores. Se realizó una visita al yacimiento con cuatro expertos que permite dos tipos de análisis: uno acumulativo que afecta a la evaluación de los diferentes aspectos de usabilidad de la aplicación; y uno interjueces, que permite analizar la coherencia estadística del modelo a través de la ejecución en los cuatro jueces. La visita fue desarrollada con la *app* “*Vilars d’Arbeca*”, de la ‘*Fortalesa dels Vilars*’ para teléfonos móviles de sistemas iOS y Android, desarrollado por la empresa *Develop Software*, con la colaboración del *Grup d’Investigació Prehistòrica de la UdL*, y la conceptualización y el diseño del grupo *DHiGeCS, Didàctica de la Història, la Geografia i altres Ciències Socials*, de la UB. La *app* permite recorrer la fortificación e ir accediendo a información e imágenes con restituciones interpretativas y videos de arqueólogos (Natàlia Alonso, Emili Junyent, Joan López, ...). La *app* incorpora además unas espectaculares imágenes virtuales de Josep R. Casals.

La *app* de *Els Vilars* aporta una información fundamental para comprender el yacimiento. A nivel de contenidos la *app* ha sido analizada en el estudio 11 (descrito anteriormente). A nivel de usabilidad, aunque aún no estén terminados los análisis, podemos avanzar que la *app* muestra un conjunto de problemas similares a los detectados en otras *apps* equivalentes: de una parte, un conjunto de limitaciones técnicas (la geolocalización, de descarga, etc.); de otra, un conjunto claramente acusado de ubicación de los recorridos y de localización de determinadas estructuras, que confunden considerablemente la movilidad por el yacimiento; a nivel de comprensión, la *app* aporta un discurso con un considerable nivel de encriptación, conceptualmente abstracto, que no parece accesible cognitivamente a cualquier nivel de instrucción.

**El estudio 9** tratará sobre la aplicación del modelo experto de análisis de usabilidad al estudio de caso del yacimiento de la ciudadela Ibérica de ‘*Calafell*’, se realizará en el momento en que cerremos el modelo de indicadores.

Los resultados de la evaluación desde el punto de vista de la usabilidad, igual que el estudio anterior, permitirá los mismos dos niveles de análisis, acumulativo (que aportará resultados sobre el análisis concreto de los niveles de uso de la aplicación) e interjueces. En el caso de estos últimos, serán acumulables a los anteriores de modo que sirvan para analizar las propiedades psicométricas del modelo de análisis y criterios y el test de indicadores.

Una vez desarrollados los estudios 8 y 9, se desarrollaría una sesión denominada ‘matrices de reflexión’, que permite discutir los resultados obtenidos en la aplicación del modelo a los dos estudios de caso (*Els Vilars* y *Calafell*), analizar sus propiedades psicométricas y discutir el ajuste final del modelo a nivel teórico. Una vez realizado este paso, el modelo quedaría dispuesto para su aplicación a nuevos casos.

Finalmente, los **estudios 10, 11, 12 y 13**, de la tabla anterior, son tareas dedicadas igualmente a un análisis racional, pero centradas en la valoración de los contenidos, y diseñadas de acuerdo a un modelo de análisis educativo y didáctico (Santacana, López & Asensio, en prensa).

### **2.3.- Algunas tendencias generales**

Los resultados de una investigación como ésta siempre son amplios y complejos y, hasta el momento, apenas hemos comenzado a analizar la mayor parte de ellos. Sin embargo, sí podemos apuntar algunas reflexiones que, a modo de conclusiones provisionales, se desprenden de una lectura global de los datos.

A nivel metodológico, podríamos afirmar que creemos indispensable el cruce de al menos tres métodos complementarios: los estudios racionales con expertos, los estudios empíricos con usuarios y los estudios de observación y tracking (también con una base empírica, pero que incorporan los datos de tracking de la tecnología).

En cuanto a los resultados de evaluación, las *apps* están muy lejos de ser las herramientas culturales atractivas y eficientes que nos explican la mayoría de los vendedores de tecnología que se acercan a nuestras instituciones.

El primer problema es la dificultad tecnológica. Demasiado a menudo, las *apps* no resuelven algunos de los principales problemas técnicos de accesibilidad, capacidad, descarga, navegabilidad, fluidez, velocidad, etc. Su eficiencia se ve muy resentida y en muchas ocasiones esta falta de funcionalidad termina por cortocircuitar su uso hasta el punto de hacerlo insostenible.

El segundo problema es que los datos de evaluación no apoyan la idea de que cualquier formato tecnológico es atractivo en sí mismo. Muy al contrario, las opiniones de los visitantes están llenas de críticas a la tecnología, de miedos y de expectativas negativas. Igualmente, muchas de las preferencias no se inclinan necesariamente por opciones tecnológicas sino analógicas, y en caso de hacerlo por las digitales, imponen un conjunto nada desdeñable de condiciones a su situación de aplicación y desarrollo.

Las principales quejas de los usuarios están en la línea de la adecuación de contenidos y de la usabilidad, así como de la capacidad para utilizar adecuadamente las potencialidades de las tecnologías.

Al mismo tiempo, los usuarios son sensibles para reconocer tanto los fracasos como los aciertos de las aplicaciones cuando son capaces de resolver estos problemas. Incluso las propuestas tecnológicas más atractivas pueden presentar inconvenientes, como las gafas de realidad aumentada (Asensio et al., 2013) o los museos virtuales (López-Menchero et al, en prensa).

Desde el punto de vista de los contenidos que se implementan en las aplicaciones, la mayoría de las que hemos revisado en la investigación tienen dos problemas. El primero es una falta de rigor disciplinar, histórico o arqueológico. El segundo es la falta de adecuación didáctica: los usuarios, que han utilizado las aplicaciones, informan en una

gran mayoría que en las aplicaciones hay demasiada información, que la aplicación dura demasiado, con demasiadas paradas, con mucha información gráfica o con un exceso de actividades y propuestas.

Finalmente, muchos usuarios distinguen entre la función lúdica, la función educativa y la función patrimonial de las aplicaciones, siendo bastante críticos con estas dos últimas.

### 3.- Evaluación del uso del APP del yacimiento de Calafell

#### 3.1. El espacio arqueológico

La ciudadela ibérica de Calafell (Tarragona), de 2.500 años de antigüedad, es un yacimiento arqueológico que tiene la peculiaridad de estar reconstruido en parte, y que cuenta con una contextualización de piezas y bienes muebles que permiten interpretar adecuadamente muchos de los espacios. El reto de la reconstrucción y, por tanto, la elección de determinados momentos y formas, muchas de ellas basadas en la arqueología experimental, ofrece a las *apps* una excelente oportunidad para realizar un aporte significativo sobre las diferentes variantes de interpretación y sobre los criterios utilizados.



Fotos actuales de la entrada y del interior de la ciudadela

La ciudadela de Calafell es el único yacimiento arqueológico en España reconstruido en el mismo lugar, por lo que es el máximo referente de la llamada arqueología reconstructiva. En este museo al aire libre se ha utilizado la información obtenida durante la excavación –codirigida por Joan Santacana entre 1983 y 1993– para reconstruir las viviendas, su interior y los muros sobre las mismas ruinas (Pou, Santacana, Morer, Asensio & Sanmartí, 2001).

El asentamiento en Calafell de la tribu ibérica de los cosetanos comienza en el siglo VI aC y finaliza en el siglo III aC, con la llegada de los romanos. Un asentamiento como

éste, que dura muchos siglos, no se mantiene siempre igual; pero cuando se reconstruye se debe elegir un momento en el tiempo. En cambio, la tecnología digital sí permite recrear varias etapas y así mostrar la evolución de la ciudadela (Santacana & Belarte, 2013).



Vistas de los interiores y exteriores tematizados del poblado

### 3.2.- La APP

Las imágenes virtuales, que aparecen en la aplicación, ilustran el estado de la ciudadela en el siglo VI aC y también en el siglo III aC. Así, una vez en el entorno del yacimiento, la aplicación geolocaliza al usuario y le avisa en cada uno de los seis puntos explicativos del recorrido virtual. Si se enfoca la cámara del móvil hacia el lugar indicado, se reproduce un vídeo que enseña cómo podría haber sido la ciudadela al inicio y al final de su historia.



App de la ciudadela ibérica de Calafell y alumnos utilizando la aplicación

Uno de los objetivos básicos de la aplicación es diferenciar hipótesis de excavación e interpretación de las certezas históricas, de las evidencias arqueológicas o de las interpretaciones fuertes basadas en diversas fuentes.

Una característica singular de los vídeos de esta aplicación es que distinguen con colores las partes de la reconstrucción que los investigadores conocen con seguridad de las partes sobre las que tienen diferentes hipótesis que no se han podido comprobar. Se señala, por ejemplo, la posibilidad de que un mismo espacio hubiera albergado una plaza o un núcleo de casas, ya que no existen pruebas suficientes para afirmar una de las dos opciones.

En este sentido, esta es una *app* muy honesta en comparación con la mayoría de aplicaciones digitales que muestran reconstrucciones verídicas, pero no diferencian las certezas históricas de las hipótesis. La aplicación móvil reconstruye en 3D la ciudadela ibérica de Calafell. La *app* utiliza tecnología de la realidad aumentada. La *app*, denominada *Calafell Open Air Museum*, utiliza la tecnología de la realidad aumentada y las posibilidades de la realidad virtual para mostrar cómo era esta población en diferentes épocas de su historia (siglos VI-III aC). La herramienta es gratuita –se puede descargar en iTunes y Google Play– y ha sido desarrollada por la empresa DIGIT con la colaboración del Grupo de Didáctica de la Historia de la UB.

El objetivo último de la aplicación es trasladar al visitante 2.500 años atrás y que después de la visita sepa cómo vivían los íberos, aunque antes no supiera nada de aquella época. La aplicación móvil es un paso adelante en esta línea de divulgación del patrimonio que aprovecha las posibilidades facilitadas por la tecnología móvil. Nuestro proyecto de investigación siempre tuvo como objetivo la evaluación de esta aplicación. El estudio 6 consiste en la adaptación de la tarea del estudio 5, a la aplicación de la ciudadela ibérica de Calafell. Usar la misma tarea tiene el sentido de poder facilitar las comparaciones con tareas equiparables.

### 3.3.- El diseño de evaluación

La tarea consiste en un cuestionario de 41 preguntas: 3 iniciales antes de la visita, 11 preguntas abiertas y 27 preguntas cerradas escaladas tipo Likert, de ellas las 10 primeras recogen aspectos generales de la visita, mientras que las 17 restantes recogen los aspectos concretos referidos a la aplicación.

El procedimiento de aplicación es siempre supervisado, con una introducción *in situ* inicial en la que se explican la tarea y los objetivos, se presenta el procedimiento, se contestan todas las dudas, se responsabiliza sobre la importancia de la actividad y se oferta un obsequio al final de la visita. También se ofrece la posibilidad de dar *feedback* sobre los resultados, tanto a la institución como a los participantes interesados. Todos los cuestionarios son anónimos.



Cuestionarios para rellenar tras la visita, a la derecha usando la aplicación.



**Piensa en la aplicación que ha utilizado durante la visita que acabas de realizar**

Marque en los círculos con una (x)

| ¿Cuánto te ha gustado...?                 |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|   | Nada                  | Muy Poco              | Poco                  | Bastante              | Mucho                 | Muchísimo             |
|   | 1                     | 2 3                   | 4 5                   | 6 7                   | 8 9                   | 10                    |
| El planteamiento general de la aplicación | <input type="radio"/> |
| Cómo se guía y desarrolla la visita       | <input type="radio"/> |
| La historia / argumento que va contando   | <input type="radio"/> |
| El tratamiento de las personas            | <input type="radio"/> |
| La visita te ha parecido divertida        | <input type="radio"/> |

Ejemplo de detalle del protocolo de evaluación de la aplicación de la visita a la ciudadela Ibérica de Calafell. Una versión completa del cuestionario se incluye en el anexo I.

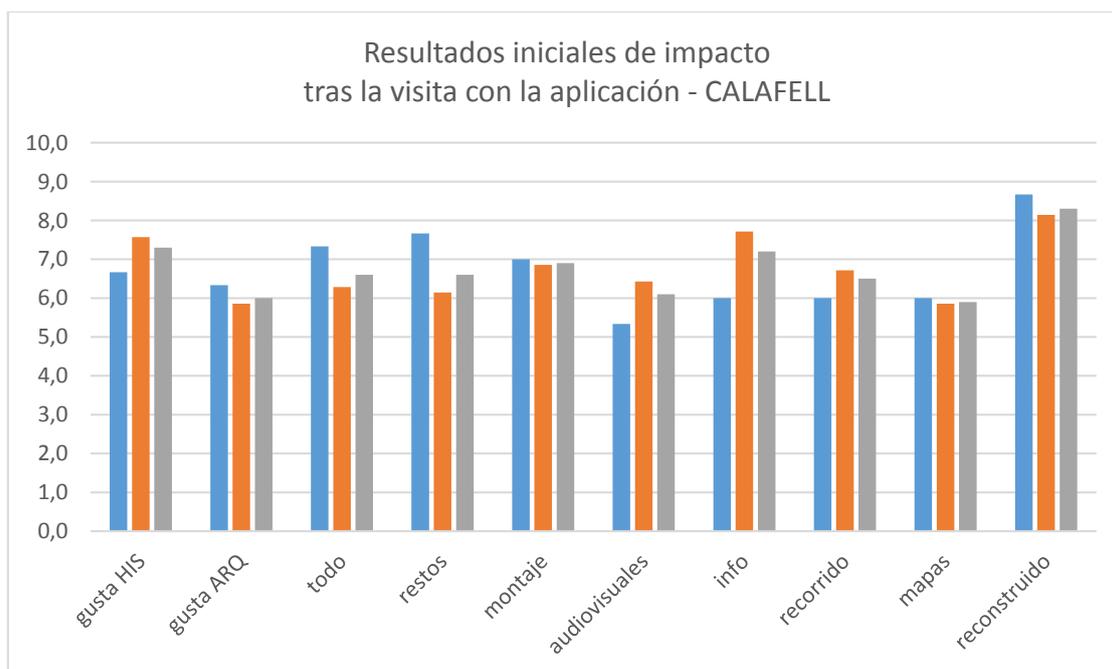
La muestra del estudio de Calafell es, por ahora, exigua, disponemos de resultados de 3 profesores y de siete alumnos de secundaria. Al tratarse de una entrevista cualitativa en profundidad, *sensu stricto*, soportaría una N muy baja. No obstante, estamos ampliando la muestra y pretendemos llegar a un mínimo de 10 profesores y 30 alumnos. Todos ellos hicieron la visita con la aplicación, y rellenaron el cuestionario después de la visita.

### 3.4.- Resultados

La evaluación *in situ* mostró un conjunto de problemas técnicos que están actualmente en vías de resolución (versión para Mac, descarga para Smart-phones más antiguos, geolocalización de la segunda parada, condiciones de descarga, etc.). Los resultados de auto-informe muestran unas valoraciones positivas sostenidas y altas para la mayoría de los criterios solicitados. Los usuarios mostraron un alto nivel de satisfacción con factores como la propia aplicación, su usabilidad, su capacidad de apoyo a la interpretación y su potencial educativo. Además, mostraron una valoración muy positiva del yacimiento y de las reconstrucciones efectuadas, reconociendo explícitamente su utilidad en la comprensión global del recurso y del periodo histórico.

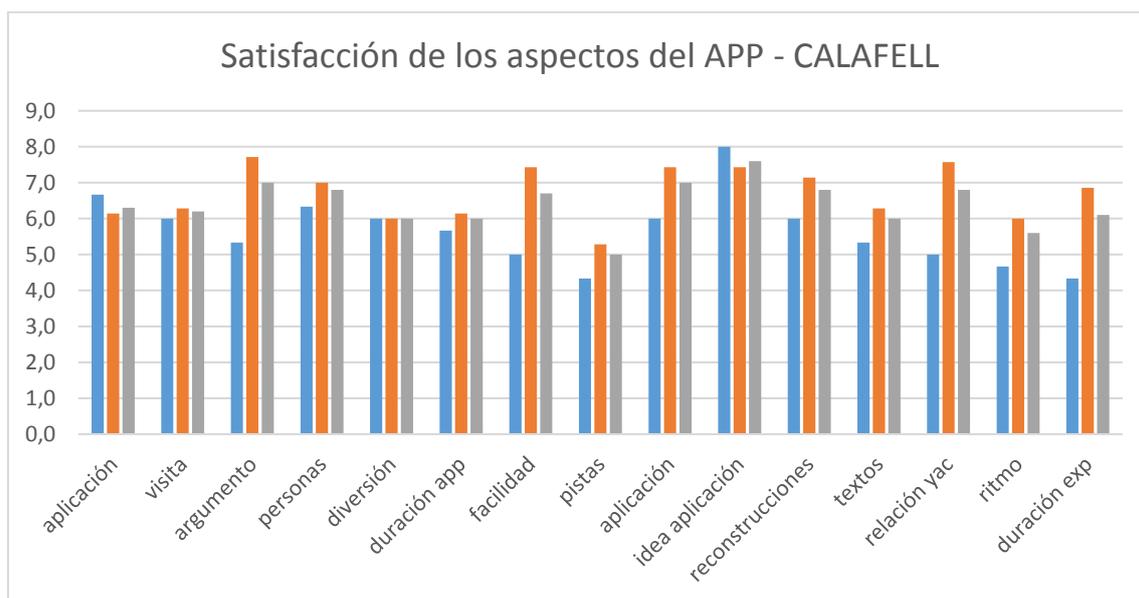
Metodológicamente, es de destacar la coherencia entre las preguntas de escalamiento y las preguntas abiertas, con un grado de sintonía muy alto en todos los sujetos. Igualmente, las preguntas tanto abiertas como de escala mostraron diferencias notables de unos sujetos a otros, mostrando su capacidad para discriminar opiniones diferenciadas. En cuanto a los tratamientos estadísticos, por el momento, y a la espera de aumentar la muestra, nos hemos limitado a vaciar y categorizar las preguntas cualitativas y a codificar las respuestas escalares, de modo que podamos realizar una primera lectura comparativa / descriptiva de los resultados. Posteriormente, pretendemos realizar análisis inferenciales, así como factoriales.

El resultado principal es que los niveles preferenciales iniciales muestran una buena opinión del yacimiento y sus dimensiones tras la visita con la *app*. Todas las puntuaciones tienen unos resultados medios notables (aunque hay algunas opiniones negativas aisladas entre los visitantes).



Los resultados en azul son los de los adolescentes mientras que los naranjas son los de los profesores y los grises los globales. Pueden observarse diferencias notables entre los diferentes aspectos, uno de los más destacables es la buena opinión de los tres grupos sobre las reconstrucciones realizadas.

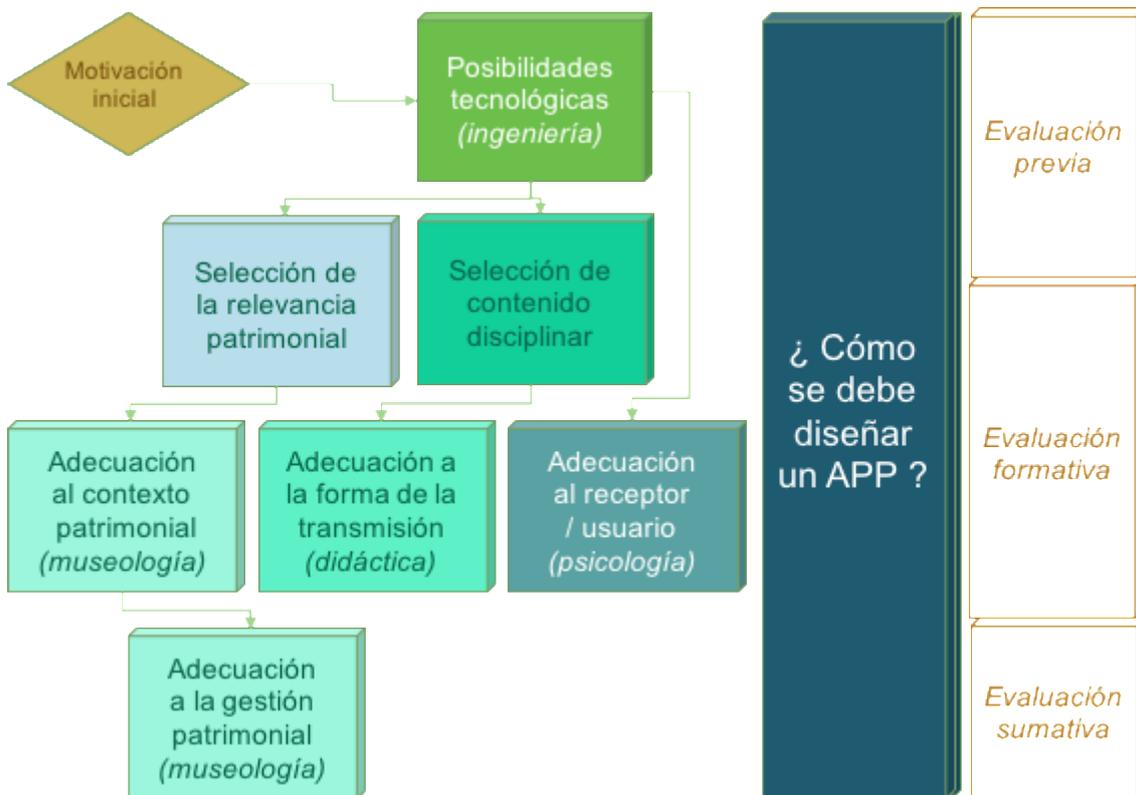
Pero, tal como ocurría en el estudio 5, los resultados más interesantes de este estudio 6 se deben a los referidos a los aspectos evaluados de la propia *app*. Los grupos de colores son los mismos que en la gráfica anterior.



Los resultados muestran que mientras la opinión general sobre la aplicación y sus aspectos más generales, como el argumento y las reconstrucciones, es más positiva, algunas de las cuestiones puntuales como las pistas que ofrece, su duración o el ritmo son menos valorados.

#### 4.- Apreciación final sobre los marcos de referencia para la construcción de *apps*

Tradicionalmente, la construcción de *apps* ha venido partiendo de una iniciativa generalmente tecnológica. Normalmente son las empresas de tecnología, o sus grupos de investigación asociados, las que proponen a clientes una determinada aplicación (o solución tecnológica de otro tipo), a menudo, porque se trata de una innovación y quieren venderla en el ámbito del patrimonio. Esta iniciativa suele activarse a partir de una supuesta motivación inicial del cliente y para resolverle algún tipo de problema, aunque es habitual que los tecnólogos no conozcan lo suficiente el ámbito museológico y patrimonial como para que presenten alternativas que realmente resuelvan los problemas que tienen planteados los espacios de presentación de patrimonio.



Esquema de marcos teóricos precisos para el desarrollo de apps en Museos y Patrimonio.

Los diseñadores tecnológicos entienden de manera natural que precisan de expertos que les proporcionen los contenidos disciplinares necesarios para el desarrollo de la app. Esta asociación básica del ingeniero informático con el historiador o el arqueólogo es el “par natural” para la manera tradicional de construir una app. La adecuación de los contenidos recae en las impresiones subjetivas, generalmente muy ingenuas, de los expertos disciplinares, son paralelas a las adecuaciones subjetivas en las estrategias de involucramiento que plantean los ingenieros. En el par clásico no entran en juego profesionales ni saberes que reflexionen sobre la adecuación didáctica de los contenidos, lo mismo que no hay adecuación al usuario. Aunque se insiste desde hace años en la experiencia del usuario, pocas aplicaciones resisten un análisis desde la perspectiva del usuario. Los dos bloques, didáctica y ergonomía, son imprescindibles para no cometer errores básicos de transposición y de usabilidad. En paralelo hay una adecuación necesaria a los espacios y desarrollos del contexto patrimonial en el que se desarrolla la aplicación, que tiene un corolario, con mayor o menor solución de continuidad en la gestión patrimonial con la que se va a plantear la aplicación en el día a día posterior de la institución.

La evaluación debería correr pareja a este proceso de desarrollo, incorporándose en cada una de las tres fases clásicas del proceso de diseño: previa (frontal), formativa y sumativa. Con las herramientas adecuadas en cada momento.

Finalmente, nuestro trabajo precisa desarrollar cada uno de los marcos que aparecen en el esquema anterior, aunque no dispongamos de modelos teóricos unívocos y precisos en cada uno de ellos. Por el momento, los modernos desarrollos de la teoría de carga cognitiva (Mayer, 2009) y el análisis pormenorizado de los *inputs* (Castro, Pérez & Asensio, 2017), parecen dos direcciones adecuadas de trabajo.

Igualmente, nuestro trabajo pretende continuar ampliando el foco a un número mayor de espacios de presentación de patrimonio, incluyendo espacios de patrimonio natural, diferentes tipos de espacios de patrimonio material, y de patrimonio inmaterial.

## BIBLIOGRAFÍA

- ASENJO, E., ASENSIO, M., CASTRO, Y., POL, E., REYES, M.M., RODRÍGUEZ, M., RODRÍGUEZ, C.G. & SÁENZ, J.I. (2017). i-Lab: un espacio de aprendizaje profundo de la arqueología en el Museo y Parque Arqueológico Cueva Pintada. *Arkeologi Museoa: Los Cuadernos del Arkeologi*, 8, pp. 137-156.
- ASENSIO, M. (2015). El aprendizaje natural, la mejor vía de acercarse al patrimonio. *REVISTA EDUCATIO SIGLO XXI*, 33, 1, 55-82.
- ASENSIO, M. (2017). Como el agua que fluye: formar para lo informal. *Información Psicológica*, 113. pp. 70-84
- ASENSIO, M. (2017). ¿Hacia dónde vamos? Los estudios de público, un desafío para el futuro de los museos. En: Bialogorski, M. & Reza, M.M. (Eds.) *Museos y Visitantes. Ensayo sobre estudios de público en Argentina*. La Plata: Universidad de la Plata. pp. 13-25.
- ASENSIO, M. Y ASENJO, E. (Eds.) (2011): *Lazos de Luz Azul: Museos y Tecnologías 1, 2 y 3.0*. Barcelona: UOC.
- 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., CASTRO, Y., ASENJO, E. & BOTELLA, J. (2017). Meta-análisis sobre estudios T&T en museos y exposiciones. *Arkeologi Museoa: Los Cuadernos del Arkeologi*, 8, pp. 115-136.
- ASENSIO, M., CASTRO, Y., ASENJO, E., POL, E., RODRÍGUEZ, J.A., PAREDES, P., CABRERA, A., RODRÍGUEZ, I. & VILLAR, C. (2013). Cómo aprender disfrutando de la ‘Cocina Valeniana’: un modelo de evaluación para el diseño de

- dispositivos de realidad aumentada. En: Cabrera, A., Rodríguez, I. & Villar, C. (Eds.) *La cocina valenciana del Museo Nacional de Artes Decorativas. Una relectura a través de la tecnología de Realidad Aumentada*. Madrid: Secretaria de Estado de Cultura.
- ASENSIO, M. & POL, E. (2017). The Never-ending Story About Heritage and Museums: Four Discursive Models. In: Carretero, M., Berger, S. & Grever, M. (Eds.) *Handbook of Research in Historical Culture and Education*. Capítulo 39. N.Y.: Palsgrave. Pp. 755-780.
- ASENSIO, M., SANTACANA, J. & ASENJO, E. (en prensa) Evaluación de aplicaciones para un patrimonio inclusivo: el proyecto EDU2014-52675-R. En: Santacana, J., López, V. & Asensio, M. (Eds.) *APP's, Arqueología & M-Learning: reconstruir, restituir, interpretar y evaluar*. Gijón: TREA.
- ASENSIO, M., SANTACANA, J. & FONTAL, O. (2017). Inclusión en Patrimonio y Museos: 'Más allá de la dignidad y la accesibilidad'. *Monográfico de la Revista Hermus, 17*, pp. 39-56.
- BOYLE, E.A., HAINEY, T., CONNOLLY, T.M., GRAY, G., EARP, J., OTT, M., LIM, T., NINAUS, M., RIBEIRO, C. & PEREIRA, J. (2016) An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games. *Computers & Education 94*, 178-192.
- BRUCE, B.C. (2009). Ubiquitous learning, ubiquitous computing, and lived experience. En: B. Cope y M. Kalantzis (Eds.), *Ubiquitous Learning*, (pp. 29-39). Urbana, IL: University of Illinois Press.
- BUCKLER, T. (2012). Is there an app for that? Developing an evaluation rubric for apps for use with adults with special needs? *The Journal of BSN Honors Research, 5*(1), 19-32.
- CAMPS-ORTUETA, I., RODRÍGUEZ-MUÑOZ, J.M., GÓMEZ-MARTÍN, P.P. & GONZÁLEZ-CALERO, P.A. (2017) Combining augmented reality with real maps to promote social interaction in treasure hunts. In: Camacho, D., Gómez, Y. & González, P.A. *CoSECiVi 2017, IV Congreso de la Sociedad Española para las Ciencias del Videojuego. Proceedings of the 4th Congreso de la Sociedad Española para las Ciencias del Videojuego*. Barcelona. pp. 131-143.
- CASTRO, Y., BOTELLA, J. & ASENSIO, M. (2016). Re-paying Attention: a Meta-Analysis Study of Visitor Behavior. *The Spanish Journal of Psychology, 19*, e39, 1-9.

- CASTRO, Y., PÉREZ, C. & ASENSIO, M. (2017). Construcción de herramientas para el estudio de la inclusión en museología y museografía. *Monográfico de la Revista Hermus*, 17, pp. 77-94.
- CONOLE, G. & DYKE, M. (2004) Understanding and using technological affordances: a response to Boyle and Cook. *ALT-J, Research in Learning Technology*, 12:3, 301-308.
- COUGHLAN, J., & MORAR, S. S. (2008). Development of a tool for evaluating multimedia for surgical education. *Journal of Surgical Research*, 149(1), 94-100.
- CHEN, C.C Y HUANG, T.C. (2012). Learning in a u-Museum: Developing a context-aware ubiquitous learning environment. *Computer & Education*. 59. 873-883.
- DE FREITAS, S., REBOLLEDO-MENDEZ, G., LIAROKAPIS, F., MAGOULAS, G., & POULOVASSILIS, A. (2010). Learning as immersive experiences: using the four-dimensional framework for designing and evaluating immersive learning experiences in a virtual world. *British Journal of Educational Technology*, 41, 69-85.
- EARL, M. (2013). iPads in the social classroom, K-12 education. *Instructional Technology Education Special Research papers*, Paper 5.
- ECONOMOU, M., AND MEINTANI, E. (2011). Promising beginning? Evaluating museum mobile phone apps. In: *Rethinking Technology in Museums 2011: Emerging experiences*, University of Limerick, Ireland, 26-27 May 2011.
- FALK, J. & DIERKING, L. (1992). *The museum experience*. Washington, DC: WhalesBack Books.
- FALK, J. & DIERKING, L.D. (2012): *The Museum Experience Revisited*, Walnut Creek, CA: Sage.
- CSIKSZENTMIHALYI, MIHALY (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. NY: Harper and Row.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. (1998). *Finding Flow: The Psychology of Engagement With Everyday Life*. N.Y.: Basic Books.
- HANDAL, B. (2016). *Mobile makes learning free. Building Conceptual, Professional, and School Capacity*. Charlotte, NC: Information age Publishing Inc.
- HERMAN, J., & LINN, R. (2013). *On the road to assessing deeper learning: The status of smarter balanced and PARCC assesment consortia, CRESST report 823*. National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing (CRESST).

- HERMIDA, J. (2015). *Facilitating Deep Learning. Pathways to Success for University and College Teachers*. Toronto, NJ: Apple Academic Press.
- KAPLAN, A. & PATRICK, H. (2016). Learning environments and motivation. In: Wentzel, K.R. & Miele, D.B. (Eds.) *Handbook of Motivation at School*. NY: Tylor & Francis. pp. 251-274.
- LEE, C-Y. & CHERNER, T. S. (2015). A comprehensive evaluation rubric for assessing instructional apps. *Journal of Information Technology Education: Research*, 14, 21-53. Retrieved from <http://www.jite.org/documents/Vol14/JITEV14ResearchP021-053Yuan0700.pdf>
- LÓPEZ BENITO, V., MARTÍNEZ GIL, T. Y SANTACANA, J. (2014). Aplicaciones: ¿también instrumentos educativos para descodificar el mundo de los museos y la cultura? En J. Santacana y V. López Benito (Coord.), *Educación, tecnología digital y patrimonio cultural. Para una educación inclusiva*. Gijón: Ediciones Trea. pp.71-84.
- LÓPEZ-MENCHERO, V., GRANDE, A. & ASENSIO, M. (en prensa). Towards international principles of virtual museums. *Virtual Archaeology Review VAR*.
- MAYER, R. E. (2009). *Multimedia learning*. NY: Cambridge University Press.
- MURRAY, O. T., & OLCESE, N. R. (2011). Teaching and learning with iPads, ready or not? *TechTrends*, 55(6), 42-48.
- NORMAN, D. (1993). *Things That Make Us Smart: Defending Human Attributes in the Age of the machine*. N.Y.: Diversion Books.
- O'BRIEN, H. L., & TOMS, E. G. (2008). What is user engagement? A conceptual framework for defining user engagement with technology. *Journal of the American Society for Information Science*, 59(6), 938e955.
- PILGRIM, J., BLEDSOE, C., & REILY, S. (2012). New technologies in the classroom. *Delta Kappa Gamma Bulletin*, 78(4).
- POL, E. & ASENSIO, M. (2017). *Talking Brains. Resultados de Evaluación*. Barcelona: Fundación La Caixa. Memoria interna no publicada.
- POU, J., SANTACANA, J., MORER, J., ASENSIO, D. & SANMARTÍ, J. (2001). El projecte d'interpretació arquitectònica de la Ciudadela ibèrica de Calafell (Baix Penedès). En: Belarte, M.C., Pou, J., Sanmartí, J. & Santacana, J. (Eds.) *Tècniques constructives d'època ibèrica i experimentació arquitectònica a la Mediterrània*. *Arqueomediterrània*, 6, 1-189.

- PROCTOR, N. (2011). De El Museo como Anfiteatro y el Conservador como Anfitrión. En: Asensio, M. y Asenjo, E. (Eds.) *Lazos de Luz Azul: Museos y Tecnologías 1, 2 y 3.0*. Barcelona: UOC. pp. 327-346.
- RAO, L. (2012). Apple: 20,000 education iPad apps developed; 1.5 million devices in use at schools. *TechCrunch*. Retrieved May 13, 2014, from <http://techcrunch.com/2012/01/19/apple-20000-education-ipad-apps-developed-1-5-million-devices-in-use-at-schools>
- REEVES, T. C., & HARMON, S. W. (1993). Systematic evaluation procedures for interactive multimedia for education and training. *Multimedia Computing: Preparing for the 21st Century*, 472-505.
- REEVES, T. C., & HEDBERG, J. G. (2003). *Interactive learning systems evaluation*. Englewood, NJ: Educational Technology Publications.
- RYAN, R.M. (Ed.) (2012). *The Oxford Handbook of Human Motivation*. Oxford: Oxford University Press.
- SADA, A. (2012). *App lists for education*. Retrieved from <http://www.appitic.com/>
- SANTACANA, J. & BELARTE, M. C. (2013). El debat sobre les reconstruccions arqueològiques in situ. El marc teòric. En: Belarte, M.C., Masriera, C., Paardekooper, R. & Santacana, J. (Eds.) *Espais de presentació del patrimoni arqueològic: la reconstrucció in situ a debat*. *Arqueo Mediterrània* 13, 11-24.
- SANTACANA, J. & COMA, L. (2014). *El M-learning y la educación patrimonial*. Gijón: TREA.
- SANTACANA, J. & HERNÁNDEZ, X. (2006). *Museología crítica*. Gijón: TREA.
- SANTACANA, J. & LÓPEZ, V. (2015). *Educación, tecnología digital y patrimonio cultural*. Gijón: TREA.
- SANTACANA, J. & LLONCH, N. (2016). *El patrimonio cultural inmaterial y su didáctica*. Gijón: TREA.
- SANTACANA, J., MARTÍNEZ, T. & ASENSIO, M. (2017). Investigando en Educación Patrimonial: los museos y la inclusión Cultural en la Educación Secundaria. *Monográfico de la Revista Hermus*, 17, pp. 15-24.
- SCHIBECI, R., LAKE, D., PHILLIPS, R., LOWE, K., CUMMINGS, R., & MILLER, E. (2008). Evaluating the use of learning objects in Australian and New Zealand schools. *Computers & Education*, 50(1), 271-283.

SHARPLES, M., TAYLOR, J., Y VAVOULA, G. (2007). A Theory of Learning for the Mobile Age. En: R. Andrews & C. Haythornthwaite (Eds.), *The Sage Handbook of Elearning Research*. London: Sage, pp. 221-247.

VAN BOXTEL, C., GREVER, M. & KLEIN, S. (Eds.) (2016). *Sensitive Pasts. Questioning Heritage in Education*. NY: Berghahn Books.

WALKER, H. (2010). Evaluating the effectiveness of apps for mobile devices. *Journal of Special Education Technology*, 26(4), 59-66.

WINSLOW, J., DICKERSON, J., & LEE, C. (2013). *Applied Technologies for Teachers*. Dubuque, IA: Kendall Hunt.

## Anexo I. Cuestionario utilizado en la evaluación



### Evaluación de la aplicación móvil de la Ciudadela Ibérica de Calafell

¿Qué conocías de la Ciudadela de Calafell antes de venir a esta visita?

.....  
.....  
.....

Habías estado antes en la ciudadela de Calafell  SÍ  NO

Dinos un lugar en el que hayas estado que sea parecido a la Ciudadela de Calafell

.....

**Asegúrate de que dispones de la aplicación en tu móvil**

¿Qué tipo de móvil tienes? .....

¿Has tenido algún problema para bajar la aplicación?

.....  
.....

¿Conocías alguna versión anterior de esta aplicación o de alguna aplicación similar? ¿Cuál?

.....

Marca en el círculo con una (x)



¿Cuánto te gusta la Historia?

¿Cuánto te gusta la Arqueología?

Tu opinión es muy importante para mejorar en nuestro yacimiento. Muchas gracias por colaborar.

### Piensa en la visita que acaba de realizar

Marque en los círculos con una (x)

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|---|---|---|--|---|---|
|  | Nada  | Muy Poco  | Poco  | Bastante   | Mucho   | Muchísimo   |
|  | 1   | 2 3   | 4 5   | 6 7  | 8 9   | 10  |
| EN EL YACIMIENTO                         |   |   |   |  |   |   |
| ¿Cuánto te ha gustado...?                |   |   |   |  |   |   |
| En general, la visita al yacimiento      | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   |
| Las restos (estructuras) de la ciudadela | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   |
| La disposición y presentación            | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   |
| Los apoyos gráficos y/o audiovisuales    | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   |
| La información que ofrece la visita      | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   |
| El recorrido por el yacimiento           | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   |
| Los mapas de situación                   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   |
| Las partes reconstruidas de la ciudadela | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   |

Es muy importante que reflejes lo que piensas sin dejarte influir por otras opiniones.

**Piensa en la aplicación que ha utilizado durante la visita que acabas de realizar**

**Marque en los círculos con una (x)**

| ¿Cuánto te ha gustado...?   |  |  |  |  |  |  |                       |                       |                       |                       |
|---|---|---|---|--|---|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|   | Nada  | Muy Poco  | Poco  | Bastante   | Mucho   | Muchísimo   |                       |                       |                       |                       |
|   | 1   | 2   | 3   | 4  | 5   | 6   | 7                     | 8                     | 9                     | 10                    |
| El planteamiento general de la aplicación                               | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Cómo se guía y desarrolla la visita                                     | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| La historia / argumento que va contando                                 | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| El tratamiento de las personas  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| La visita te ha parecido divertida                                      | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| La duración de la aplicación  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| La visita es fácil de seguir  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Las pistas que da han sido fáciles y eficaces para seguir la aplicación | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

**Siguiendo con la estructura de la aplicación**

**Marque en los círculos con una (x)**

| ¿Cuánto te ha gustado...?  |  |  |  |  |  |  |                       |                       |                       |                       |
|--|---|---|---|--|---|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|  | Nada  | Muy Poco  | Poco  | Bastante   | Mucho   | Muchísimo   |                       |                       |                       |                       |
|  | 1   | 2   | 3   | 4  | 5   | 6   | 7                     | 8                     | 9                     | 10                    |
| El tipo de aplicación con imagen virtual                                     | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| La idea de usar la aplicación para la visita                                 | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Las reconstrucciones   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Los textos de la aplicación  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| La relación de las imágenes con la realidad de lo que se ve en el yacimiento | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| El ritmo de la aplicación  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| La duración de las explicaciones   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |



¿Qué te ha parecido la aplicación en general?:

¿Por qué crees que la aplicación es un buen compañero en la visita al museo?:

¿Para qué tipo de personas es más adecuada la aplicación?:

Sin embargo, la aplicación sería menos adecuada para ... :

¿Qué aporta la aplicación desde el punto de vista del aprendizaje?:

Finalmente, mi principal crítica a la aplicación como herramienta de aprendizaje, sería ...

¿Qué problemas has observado desde el punto de vista de la usabilidad de la aplicación?

Es fácil de manejar de una pantalla a otra, o es fácil quedarse colgado:

¿El número de paradas te pareció adecuado, escaso o excesivo?

¿Por qué crees que las reconstrucciones virtuales resultan creíbles?