

APLICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN ARQUEOLÓGICA PARA EL DISEÑO DE RECURSOS EDUCATIVOS DE BASE VIRTUAL EN LA DIDÁCTICA DEL PATRIMONIO

Application of Archaeological Research for Design of Educational Resources Based on Virtual Support in Heritage Education

JOAN SANTACANA MESTRE¹

jsantacana@ub.edu

TÀNIA MARTÍNEZ GIL

tania.martinezgil@ub.edu

VICTORIA LÓPEZ BENITO

victorialopezb@ub.edu

IRINA GREVTSOVA

Irina.grevtsova@ub.edu

Universitat de Barcelona

Departamento de Didáctica de les Ciències Socials

Campus Mundet. Passeig de la Vall d'Hebron, 171. Edificio de Llevant. 1er piso

08035 Barcelona (España)

Recibido: 29.10.2013 / Aceptado: 07.04.2014

Resumen. El artículo presenta los resultados preliminares de una investigación sobre aplicaciones didácticas de la realidad virtual en el campo del patrimonio arqueológico. En la investigación se compara el tratamiento del patrimonio arqueológico restituído *in situ* con los modelos de restitución virtual partiendo del modelo de la Ciutadella Ibérica de Calafell (Tarragona). Avanza el proceso metodológico y se destaca el interés que para los planteamientos didácticos tiene el propio proceso de implementación de la RV. La investigación tiene como destinatario su aplicación en el campo del *M-learning* tanto en el contexto educativo formal e informal.

Palabras clave: arqueología reconstructiva, restitución *in situ*, arqueología virtual, didáctica del patrimonio, metodología didáctica.

Abstract. This article provides the preliminary results about the educational potential of AR applications in Archaeological Heritage. Firstly, the advantages and disadvantages of physical restitution and virtual restitution are compared, taking as a reference model the Case Study of Iberian Citadel in Calafell (Tarragona-Spain). Additionally, the article describes the methodological process employed for the virtual restitution. Moreover, it points out the value of the AR for educational purposes. The research is focused on the use of M-learning in formal and informal education.

Keywords: reconstructive archaeology, restitution *on site*, virtual archaeology, heritage education, educational methodology.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación, realizada en el marco de un proyecto I+D titulado «Musealización didáctica de espacios patrimoniales a partir de aplicaciones reactivas con contenidos multiplataforma: telefonía móvil y superficies táctiles» (EDU2011-28684) plantea la problemática y el estado de la cuestión de las recreaciones arqueológicas de base digital y su uso en contextos educativos. Por lo tanto, parte de lo que se ha dado en llamar «la arqueología reconstructiva».

Este tema goza de una larga tradición en Europa y América del Norte y ha sido tratado en numerosos trabajos en

los que se pone de manifiesto la amplia problemática que presenta la reconstrucción/restitución de yacimientos arqueológicos desde ópticas tan diversas como la propia investigación arqueológica o la didáctica del patrimonio (Santacana y Masriera, 2012).

Al mismo tiempo, los trabajos de obtención de imágenes del pasado mediante la virtualidad gozan hoy de una notable buena salud y son objeto de debates e investigaciones diversas. La didáctica ha usado y abusado de ellas durante décadas. (Santacana y Belarte, 2013).

CONCEPTOS CLAVE Y ACLARACIONES TERMINOLÓGICAS SOBRE EL TEMA

Para abordar correctamente el tema es importante definir correctamente los términos. Se trata de diferenciar las palabras: *reconstrucción*, *restitución*, *recreación*, *interpretación*, *simulación* y *rehabilitación*. Normalmente se utilizan casi como sinónimos, cuando en realidad responden a planteamientos muy diferentes.

Por **reconstrucción** se entiende «volver a construir», es decir, rehacer aquello que se destruyó. Reconstruir implica que algo se cayó y lo volvemos a colocar en su sitio.

Por su parte, **restituir** es volver a construir añadiendo las partes que faltan.

Por el contrario, **recreación** es la acción de recrear, es decir de «crear o producir de nuevo alguna cosa». En realidad se recrea lo que no existe y se supone que existió.

En arqueología, como en arquitectura, es frecuente reconstruir lo que se cayó; son operaciones habituales y la mayoría de edificios históricos no existirían sin estas «operaciones reconstructivas». Ni que decir tiene que la recreación implica casi «resucitar a un muerto», es decir, algo que desapareció y queremos que vuelva a existir, mientras que la restitución es similar a colocar «prótesis» a algo que sigue vivo pero carece de determinados miembros.

La **interpretación** en arquitectura es querer dar sentido a lo construido, atribuirle funciones, imaginar usos; éstas suelen ser operaciones propias de la arqueología en la medida que es una ciencia que intenta «comprender» el pasado a través de los restos y objetos.

Con el vocablo **simular** lo que queremos es reproducir un elemento o realidad mediante imitación de otros. Ello significa que desconocemos en realidad los elementos que queremos reproducir y, por lo tanto, recurrimos a «paralelos», a casos similares o a ejemplos próximos. La simulación arquitectónica es frecuente mediante soluciones iconográficas, sean de carácter digital o no.

Finalmente, el término **rehabilitar** es aplicable a edificios que una vez intervenidos suelen tener otros usos; es el caso de una fábrica que se transforma en escuela, o un hospital que se transforma en centro de arte. Éstas son operaciones genuinamente arquitectónicas y quedan excluidas de este planteamiento.

Naturalmente, todas estas operaciones, tanto si se trata de **reconstrucción**, **restitución**, **recreación**, **interpretación** o de **simulación** pueden realizarse materialmente, es decir, *in situ*, encima de los edificios destruidos o de los yacimientos arqueológicos excavados, o bien puede hacerse virtualmente e incluso, si se prefiere, iconográficamente. Obviamente, la única operación que no puede ser de carácter virtual es la rehabilitación, ya que comporta intervención arquitectónica real sobre el edificio o ruina.

EL ESTADO DE LA CUESTIÓN DESDE LA ÓPTICA EDUCATIVA

La investigación más reciente sobre el tema de la didáctica en yacimientos arqueológicos y probablemente la más documentada (Masriera, 2008) parte de la hipótesis de que en la medida que la mayoría de personas tienen dificultades en la conceptualización del espacio físico, la visita a un yacimiento arqueológico restituido debería llevar a una mayor comprensión de los mismos. La hipótesis parece una obviedad, pero su investigación planteó sorpresas.

Para determinar la validez o no de la hipótesis de la investigación, la autora estableció en primer lugar un estado de la cuestión de la arqueología protohistórica en Europa occidental, centrando el análisis en la Edad de los Metales. Posteriormente, la investigación analizó cómo se traduce a nivel patrimonial, de espacios de presentación del patrimonio del periodo que se toma como referente. Mediante un muestreo de los yacimientos europeos existentes (*snowball sampling*) se estudió la realidad museográfica de una amplia zona de Europa Centro Occidental.

En la tercera fase de la investigación, la autora se planteó establecer una comparación entre los grados de comprensión de los yacimientos arqueológicos fosilizados, es decir, no restituidos, y los que han sido objeto de restitución física integral. El único yacimiento arqueológico de la Edad de los Metales que ha sido musealizado en España de forma integral, siguiendo técnicas de arqueología experimental y con fines didácticos, era y sigue siendo la Ciudadela Ibérica de Calafell (Tarragona). Por ello, la investigación didáctica hubo de centrarse en este yacimiento, empleando como contraste otros cuatro yacimientos ibéricos que formaban parte de «la Ruta de los Iberos» —Ullastret (Girona), El Cerro de Ca n'Olivé (Barcelona), el Molino del Espliego (Lleida), y La Moleta del Remei (Tarragona)—. La particularidad de este estudio es que quiso comparar dos modelos de presentación del

patrimonio arqueológico; por un lado, aquél que tan sólo ha sido consolidado y se presenta al público sin más interpretación que un panel y, por otro, aquél en el que se le ha aplicado una reconstrucción volumétrica a tamaño real de parte o todo el conjunto.

La investigación, constituida fundamentalmente por un trabajo de campo de tipo cualitativo en una primera fase y cuantitativo en una segunda permitió llegar a resultados que no sólo validaron la hipótesis de partida sobre la mayor comprensión por el público de los yacimientos arqueológicos restituidos respecto a los fosilizados, sino que incluso en su conclusión final se apunta la idea de que las visitas a yacimientos fosilizados plantean una mayor confusión en los usuarios; en el fondo, con estas visitas culturales, en realidad se «desaprende». Aun cuando estas conclusiones deberían ser verificadas con otro tipo de estudios, la tendencia parece clara.

La siguiente investigación relevante sobre el tema, centrada también en España, es la de Víctor Manuel López-Menchero (2012). En esta investigación se presentan de forma exhaustiva todos los yacimientos arqueológicos españoles que son visitables y se analizan sus características, incluida la didáctica y la difusión de cada uno de ellos. La investigación del autor, que parte de un buen conocimiento del tema a nivel europeo, es de especial relevancia cuando plantea las reconstrucciones volumétricas (López-Menchero, 2011).

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA

Nuestro planteamiento parte de la hipótesis de que procesos de restitución arqueológica tanto en formato real como en formato virtual tienen una diversa incidencia entre los usuarios, aunque presentan un idéntico valor educativo o eficacia didáctica. Por ello también lo concretamos, como en la mencionada investigación, en el yacimiento de Calafell (Tarragona), no por el interés intrínseco que tiene, sino porque es de los pocos lugares que ha sufrido este múltiple proceso de reconstrucción/restitución/recreación tanto en real como en virtual.

La Ciudadela Ibérica de Calafell (Tarragona), fue el primer yacimiento reconstruido casi totalmente *in situ* en España, un paradigma de la arqueología reconstructiva y didáctica. Es por ello que lo elegimos como paradigma para ilustrar nuestra reflexión. Dado que es un yacimiento que ha sufrido acciones de *reconstrucción*, *restitución*, *recreación*, *simulación* y de *interpretación in situ*, nos permite comparar estas intervenciones reales con las in-

tervenciones de carácter virtual realizadas mediante tecnología digital.

LAS INTERPRETACIONES DEL CONJUNTO Y SU PROBLEMÁTICA. EL REFLEJO DE LOS CAMBIOS EN EL MODELO DIDÁCTICO

Dicho yacimiento, situado en Calafell, frente al mar, a 30 km al norte de Tarragona, fue descubierto en 1983 por Joan Sanmartí, Joan Santacana y Ramón Serra, en el curso de unas prospecciones arqueológicas en la costa del Penedés (Sanmartí *et al.*, 1983). A partir de ese momento, fue objeto de las primeras intervenciones arqueológicas (Miret *et al.*, 1984). Los trabajos de prospección arqueológica, realizados de forma casi simultánea, condujeron a la elaboración de un modelo teórico de poblamiento protohistórico a partir de los planteamientos de Kolb y Brunner (Sanmartí y Santacana, 1986b). Trabajos posteriores insistieron en la aplicación del mencionado modelo, que atribuía al yacimiento una jerarquía de segundo orden, es decir, un asentamiento de tipo aldeano en el conjunto de la sociedad ibérica entre los siglos V y II a.C. Asimismo, la excavación del conjunto mostraba la existencia de una calle en la cual se identificaron diversos recintos a ambos lados, uno de los cuales se interpretó como un recinto de culto, mientras los demás fueron interpretados como «casas-hogar», aplicando a los restos arqueológicos los modelos interpretativos de Max Derruau.² Por otra parte, el análisis funcional de los recintos concluyó en un primer momento que se trataba de un asentamiento de pescadores, dada la presencia de restos de *ictiofauna* y, sobre todo, por su ubicación, prácticamente frente al mar (Sanmartí y Santacana, 1986a, 1987a, 1987b). Se establecieron las fases evolutivas de la pequeña aldea en cuatro, desde mediados del siglo V a.C. hasta finales del siglo II a.C. De todas formas, este poblado ibérico lo considerábamos como «el único centro de poblamiento agrupado de una cierta entidad» en el seno de una población dispersa en granjas y caseríos.

Esta interpretación se mantuvo durante un lustro, y en contribuciones científicas de principios de la década de 1990 fue el modelo interpretativo que se propagó (Miret *et al.*, 1991, p. 41). Los primeros cambios que afectaron a la interpretación del conjunto surgieron a raíz de las campañas arqueológicas de 1988 y 1989, que pusieron de manifiesto la existencia de un sector importante de fortificación, que se intuía de «grandes proporciones y que, además, experimentaba en un corto periodo de tiempo, seguramente no superior a setenta y cinco años, muchas obras de reforma y mejora» (Sanmartí y Santacana, 1992, p. 279).

Lo que más sorprendía era que la superficie que protegía esta barrera fortificada era inferior a 1.500 metros cuadrados. Este hallazgo se producía cuando estaba en prensa el volumen en el que se publicaban los resultados de las campañas de excavación desde 1983 a 1988. Por ello, el yacimiento fue publicado con una interpretación que reflejaba los modelos de tipo aldeano que se habían propuesto a lo largo de aquellos años; sin embargo, al final del volumen se insertaba el resultado de la campaña de 1989, con el hallazgo de la muralla que, en realidad, aunque no cuestionaba las fases cronológicas, ponía de manifiesto las contradicciones interpretativas (Sanmartí y Santacana, 1992). Por esta razón, el conjunto arqueológico de Calafell ya fue discutido en las reuniones científicas que trataban de recintos fortificados, empezando a cuestionarse el modelo anteriormente mencionado (Sanmartí y Santacana, 1991, p. 127).

Sin embargo, el modelo de aldea empezó a ser cuestionado de forma clara, a modo de ensayo, en un significativo artículo publicado en un modesto boletín local en el que se planteaba que el yacimiento era «una especie de castillo, fortificado por potentes murallas, con un gran recinto interno en el que probablemente habitaba un caudillo, con una serie de dependencias anexas, cada una de las cuales estaba especializada en una función distinta» (Santacana *et al.*, 1991). Naturalmente esta interpretación se deducía del hallazgo no sólo de la muralla, sino también de la constatación de que el recinto fortificado albergaba en su interior un palacio con todas sus dependencias. A partir de ese momento, la interpretación del conjunto se separaba del modelo de «aldea de pescadores» para asociar el yacimiento a un recinto fortificado, sede de una aristocracia militar, con una base tribal de tipo gentilicio y una amplia población campesina que sostenía al grupo aristocrático. A partir de aquí se establecen los primeros cálculos de población en el interior del recinto, situando el número de moradores en un centenar y otro centenar para las granjas y alquerías que colonizaban el *hinterland*. Esta interpretación recogía la idea planteada mediante el modelo de Kold-Brunner, situando al núcleo fortificado también en una jerarquía de segundo orden, rodeado de granjas y alquerías de rango demográfico y social inferior (Pou *et al.*, 1993, p. 183). También a partir de este momento se diferencian de forma clara cinco etapas evolutivas del yacimiento, desde el ibérico antiguo hasta la actualidad. Asimismo la investigación de los materiales proporcionados por el yacimiento arqueológico prosiguió, pero la interpretación fundamental no se alteró. Y esta interpretación es la que dominó todo el proceso de su puesta en valor hasta casi el presente, en el que nuevamente se empieza a cuestionar.

La idea de intervenir el yacimiento desde la óptica de la museografía didáctica surgió de una propuesta nuestra en 1991. Pero el modelo de intervención concreto no se pudo establecer hasta julio de 1993, cuando después de un viaje de estudio a Suecia pudimos examinar el conjunto arqueológico de Eketorp, en la isla de Öland (Ufnäsman y Wegraeus, 1976). El detenido examen de un yacimiento arqueológico de dimensiones parecidas, que había sido excavado y puesto en valor mediante técnicas propias de la arqueología reconstructiva y didáctica, nos permitió formular una propuesta en la misma línea. En la propuesta se especificaba que el proyecto proponía intervenir los restos arqueológicos mediante la materialización de las hipótesis de restitución en un 25% del yacimiento, con la finalidad de abrirlo al público a finales del verano de 1995 (Santacana, 1993b). El proyecto era objeto de una propuesta educativa justamente en las mismas fechas mediante un programa amplio y detallado (Ordeix y Santacana, 1993, p.25). Poco después la idea era presentada a las sociedades culturales comarcales, detallando así el plan previsto (Santacana 1993c, p. 16).

La propuesta educativa para la escuela reglada, implícita en todo el proyecto, se basaba en 14 actividades de orientación y percepción para las etapas de 6 a 12 años; seis actividades de trabajo mediante fuentes primarias, para las etapas de 13 a 16 años; 4 actividades de planteamiento de hipótesis para las etapas también de 13 a 16 años; 3 actividades de análisis crítico de la información arqueológica y algunos talleres. La fundamentación teórica de estas propuestas de hallaba en los trabajos de Merrill (1983) y en la larga y extensa experimentación del grupo Historia 13-16.³

La propuesta establecía niveles diversos, pero fundamentalmente pretendía utilizar el yacimiento restituído para enseñar a plantear hipótesis sobre el modelo restituído, sobre la sociedad protohistórica, sobre los hallazgos *in situ* y también sobre la excavación; en segundo lugar mostraba cómo extraer información relevante de las fuentes arqueológicas o fuentes primarias textuales y finalizaba planteando cómo realizar análisis críticos de las mismas fuentes.

En todas estas propuestas el yacimiento se identificaba y definía desde 1994, «Ciudadela Ibérica de Calafell» dándole la interpretación postrera y así apareció desde entonces, tanto en la bibliografía didáctica como en los trabajos científicos (Pou *et al.*, 1994)

PROBLEMÁTICA DE LA REINTEGRACIÓN Y DE LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO VIRTUAL

Naturalmente, tanto para restituir —si ello era posible—, como para recrear, el primer problema que se presentaba era y es que la larga historia del yacimiento arqueológico —medio milenio de actividad edilicia— pone de manifiesto la existencia de diversas fases o etapas de ocupación humana y cómo estas etapas se superponían en un mismo espacio de apenas 3000 metros cuadrados; por ello era imprescindible conocerlas para «elegir» y optar cuál de ellas se reconstruía o recreaba.

Después de las campañas de excavación fue posible definir las diversas fases de ocupación de este yacimiento arqueológico y establecer una periodización por fases y con límites cronológicos relativamente precisos, tal como hemos dicho anteriormente.

De las cinco fases de ocupación establecidas correspondientes al periodo antiguo, para nuestro trabajo sobre imágenes virtuales, seleccionamos las dos más representativas: la fase ALP⁴ I y la fase ALP III. Veamos de forma sucinta las características crono-culturales de las dos fases objeto de tratamiento en la presente investigación:

- FASE ALP. I: Se trata del momento fundacional del asentamiento y equivale a lo que se suele denominar *Ibérico antiguo*. Los niveles de esta fase se relacionan con estructuras defensivas halladas y documentadas en el exterior de las murallas actuales y también en algunos niveles muy destruidos del interior del recinto fortificado actual. Cronológicamente esta fase se inició en un momento difícil de precisar, quizás a mitad del siglo VI e incluye la primera mitad de la centuria siguiente, es decir, el siglo V a.C. Anterior al siglo VI no sabemos nada más.
- FASE ALP. III: Es quizás la fase mejor conocida arqueológicamente y en ella se produce el abandono del recinto; es el final de la existencia del poblado como tal. Esta fase ocupa todo el siglo III y quizás los inicios del siglo II a.C. La mayoría de los recintos excavados en el yacimiento se abandonan en este preciso momento. En esta fase la muralla era ya una obra potente, con torreones, y se remodeló todo el trazado urbano interno. Además se construyó un castillo-palacio en el interior del recinto.

Esbozadas brevemente las fases histórico-arqueológicas que nos proponemos trabajar nos apresuramos a decir que en la mayoría de estos trabajos en los que se plantean los problemas de la arqueología reconstructiva *in*

situ se habla de arquitectura pero no se alude a las ventajas e inconvenientes de la reconstrucción de base digital desde el punto de vista didáctico/educativo. Nosotros, en un trabajo junto con Carmen Belarte, planteamos ya esta problemática (Santacana y Belarte, 2012). A decir verdad, la *reconstrucción arquitectónica* de un edificio deteriorado o que se ha desplomado es una actividad propia de la arquitectura y ha sido planteada siempre en términos arquitectónicos, desde que en el siglo XIX se pronunciaran Ruskin y Viollet le Duc. Naturalmente no es éste el lugar para discutir los principios por los que a lo largo del tiempo se ha regido la reconstrucción de edificios.⁵

Por el contrario, la *restitución de elementos* —reconocer y colocar si fuere el caso aquellas partes que faltan— es tarea que incumbe también a los arqueólogos, ya que lo que «falta» es o puede ser siempre objeto de hipótesis científicas elaboradas por esta disciplina a lo largo del proceso de excavación e interpretación del pasado. Hay, finalmente una función fundamental de la restitución, que no discutiremos en el presente artículo y que es la de conservar el conjunto o el monumento.

Dicho esto, hay que plantear que estas tareas de *reconstruir, recrear o restituir* monumentos o yacimientos arqueológicos pueden tener funciones de carácter científico, didáctico/educativo o bien turístico/patrimonial. Veamos las ventajas e inconvenientes que, a priori, podemos atribuir para la función didáctico/educativa, contrastando la intervención *in situ* con la intervención de carácter **virtual**:

A nuestro juicio, y después de haber intervenido y analizado todos los factores en una y en otra situación, creemos poder afirmar que:

Las ventajas **didáctico/educativas** en la *restitución/recreación in situ* son:

- El público en general tiene dificultades para conceptualizar el espacio, para interpretar un plano, convertir escalas, etc. La *restitución/recreación* soluciona estos problemas.
- Mas allá de la comprensión de los espacios y de los volúmenes, la *restitución/recreación* nos aproxima a la comprensión de algunas de las soluciones que en el pasado se aplicaron a muchos problemas; nos ayuda a comprender las sociedades rurales del pasado.
- La *restitución/recreación* permite visiones completas, comprensibles, sin esfuerzo, para casi todas las edades.
- La *restitución/recreación*, en la medida que la gente puede pasearse, produce un efecto empático, ya que se pueden tocar los elementos, completarlos con muebles, etc.

- La *restitución/recreación* estimula la imaginación del público, ya que proporciona imágenes nuevas en su cabeza y fija los conceptos que ya no le desaparecerán fácilmente de la misma, etc.
- Finalmente, la *restitución/recreación* fundada en la arqueología experimental nos permite explicar los procedimientos, los procesos y las técnicas, al tiempo que nos muestra el método que utilizamos los arqueólogos para comprender las sociedades pretéritas.

Sin embargo, también desde el punto de vista didáctico, la *restitución/recreación* también presenta problemas:

- Las restituciones nos muestran «instantáneas fosilizadas en el tiempo» y por ello consagran a menudo simples hipótesis de trabajo e inutilizan la capacidad crítica de los usuarios.
- La *restitución/recreación* no evoca los procesos temporales; no ayuda a comprender el tiempo.
- El peligro de presentismo y del anacronismo es evidente; los elementos del presente se introducen en las restituciones.

Las **restituciones/recreaciones virtuales**, frente a todo esto, presentan también sus ventajas y sus inconvenientes desde la óptica didáctica; entre las ventajas podemos citar:⁶

- No se tocan los vestigios originales pero el usuario visualiza escenarios auténticos.
- Se pueden obtener volumetrías y restituciones exactas basadas en los restos originales.
- Se puede mostrar claramente la evolución diacrónica de los conjuntos, el antes y el después. Todas las fases pueden ser visibles, con lo que es más fácil plantear los problemas cronotemporales.
- Si el resultado no es satisfactorio se puede volver a intervenir y modificar.
- Se pueden plantear simultáneamente todas las hipótesis, con lo que el valor didáctico es muy relevante.
- Se puede discutir paso a paso el proceso de reintegración, con sus pros y contras.
- Se pueden proporcionar imágenes mentales que luego actuarán sobre el cerebro, cuando se visualicen las ruinas.
- Estimulan la curiosidad y pueden transformarse fácilmente en centros de interés.
- Pueden contribuir notablemente a introducir al alumnado a la investigación arqueológica básica.
- Constituyen modelos de enseñanza aprendizaje de tipo inductivo muy eficaces.
- Crean imágenes didácticamente comprensibles
- Tienen costes más bajos normalmente.

La virtualidad también plantea problemas; el problema más importante es que no se pueden experimentar técnicas y es muy difícil de provocar la empatía.

Naturalmente, la ventaja didáctica más importante de las *reconstrucciones/restituciones* virtuales es pues su reversibilidad y la posibilidad de plantear todas las hipótesis. En efecto, la investigación arqueológica suele tener la voluntad de resolver las hipótesis y problemas que los investigadores se plantean. En este sentido, los resultados de la investigación siempre suelen presentar aquello que es demostrable o existe la presunción de demostración; pocas veces se plantean los problemas de las hipótesis fracasadas. Y, a pesar de ello, el aprendizaje y la acción suelen avanzar tanto a partir de los aciertos como de los errores. Por ello, las reconstrucciones virtuales de base digital permiten materializar todo tipo de hipótesis entre el alumnado sin correr riesgo alguno. La reconstrucción de base digital permite contrastar todas y cada una de las fases desarrolladas sobre un yacimiento a lo largo del tiempo. Así, por ejemplo, en el caso que estamos analizando de Calafell hemos constatado los cambios sufridos en la interpretación del conjunto a lo largo del proceso de investigación, desde una aldea de pescadores a una Ciudadela aristocrática.

En resumen, creemos poder afirmar que, tanto si la reconstrucción/recreación se realiza *in situ* o es de carácter virtual, para la investigación didáctica lo más importante no es la obtención de una imagen final creíble, sino el proceso científico y el método que se ha seguido, paso a paso, hasta obtener la imagen. Para el arqueólogo, sólo el método riguroso justifica la imagen obtenida, y para el didacta, sólo el conocimiento del método permite conocer el «cómo lo sabemos». Creemos, junto a Rafael Altamira (1997), que el conocimiento del método nos evita presentar al educando el resultado de la investigación como un plato cocinado por el «sabio en su laboratorio» y que el «alumno» tan sólo tiene que comerlo.

LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN Y SUS FASES. APLICACIÓN DE LOS PLANTEAMIENTOS TEÓRICOS AL TRATAMIENTO VIRTUAL DE LA CIUDELA IBÉRICA DE CALAFELL

A partir de las premisas anteriores, que concluyen afirmando que lo importante es «el cómo lo sabemos», tanto si se trata de modelos reales, *in situ*, como de modelos virtuales (el problema didáctico es en el fondo el mismo) los pasos metodológicos que hay que seguir creemos que son los ocho siguientes:

- 1) Analizar el yacimiento arqueológico, los informes e imágenes existentes, las memorias de excavación, las U.E. y todo aquello que ha creado conocimiento científico sobre el mismo.
- 2) Separar todas y cada una de las fases arqueológicamente identificables y elegir las que fueren relevantes para nuestra investigación.
- 3) Clasificar todos los objetos hallados *in situ* susceptibles de ser analizados desde la óptica de la didáctica del objeto (envases de transporte de líquidos, molinos rotatorios domésticos, armas, adornos para indumentaria, etc.)
- 4) Analizar todas las hipótesis de reintegración existentes sobre cada una de las fases del yacimiento
- 5) En caso de no ser posible realizar una *reintegración*, analizar las hipótesis de *recreación* existentes.
- 6) Construir el modelo sólido a partir de la planimetría original y tratar de diseñar a partir del mismo todas las fases, variables e hipótesis de intervención.
- 7) A partir del modelo sólido plantear la texturización del mismo, poniendo énfasis en lo que es *reintegración* y lo que es *recreación*. Para ello hay que crear códigos iconográficos claros, como por ejemplo texturizar en blanco las recreaciones y con hiperrealismo las restituciones.
- 8) Construir las propuestas didácticas a partir de los modelos obtenidos y poniendo énfasis en los distintos problemas aparecidos a lo largo de la interpretación del yacimiento.

LA EJEMPLIFICACIÓN DEL MODELO VIRTUAL EN LA INVESTIGACIÓN

Siguiendo esta metodología, en la presente investigación hemos partido de la información arqueológica existente y el procesamiento de la misma y su tratamiento virtual ha sido el resultado del trabajo de un equipo multidisciplinar formado por arquitectos, ilustradores, ingenieros informáticos, arqueólogos y didactas (López *et al.*, 2012). Además, el equipo de investigación contó con el trabajo del diseñador industrial Josep Ramon Casals⁷ y el ilustrador Guillem H. Pongiluppi,⁸ que dieron forma a la propuesta.

Ello ha dado lugar a una rica variedad de hipótesis y problemas, de que los analizamos aquí tan sólo uno a modo de ejemplo:

La restitución hipotética del yacimiento de Calafell en su fase I ha resultado muy difícil de realizar por la falta de información (Figura 1). Hay una cierta seguridad sobre el trazado de muralla en el sector norte; la existencia de un pseudobaluarte con casas en batería en su interior es discutible, dado que también podría tratarse de una fortificación formada por dos anillas concéntricas; téngase en

Figura 1

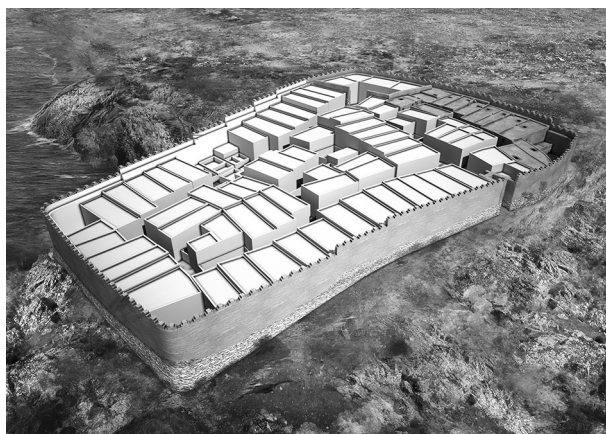


Figura 2



cuenta que el codo del ángulo noroeste es una hipótesis muy especulativa; la puerta de entrada al recinto, de grandes dimensiones, sin foso ni parapeto, casi no es creíble (Figura 2). En este caso hay que recordar que la mayoría de yacimientos conocidos en toda el área catalana abogan por recintos circulares u ovoides.

¿Qué ocurriría si esa gran puerta de entrada al recinto fuera tan sólo una puerta posterior de un gran edificio con patio situado en el ángulo entre el pseudobaluarte y la muralla (Figura 3)? Naturalmente, éste es un sector del cual no hay información arqueológica por estar absolutamente arrasado y debido a la inexistencia de datos no se puede inferir nada. Por ello es tan sostenible la existencia de un gran edificio con la puerta trasera de grandes dimensiones y que se abre dentro del recinto del poblado como la de una puerta de entrada a la muralla con cuatro metros de luz (Figura 4) (Figura 5). No hay datos para fundamentar ninguna de las dos hipótesis, pero una recreación icnográfica es seguramente más aceptable en la versión de un gran edificio con puerta trasera grande que da a un patio que la existencia de una abertura que inutilice la muralla (Figura 6) (Figura 7).

Figura 3



Figura 4



Figura 5

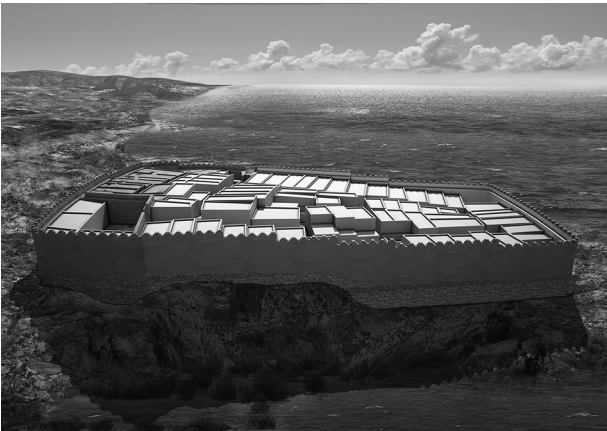


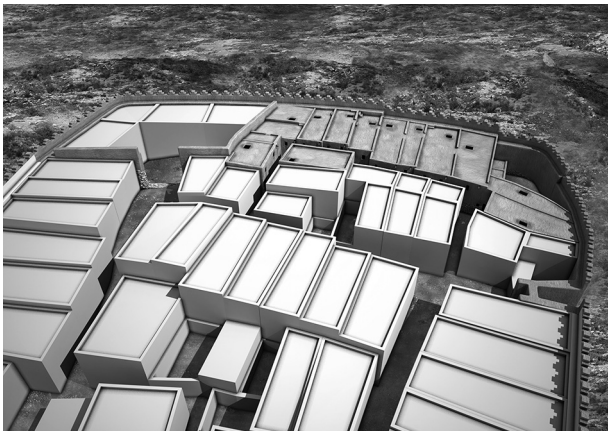
Figura 6



Figura 7



Figura 8



De todas formas, tanto si se acepta la propuesta del falso baluarte como si no se acepta, es evidente que las casas en batería formaban como mínimo dos anillos concéntricos separados por calles.

Con respecto a la altura de los edificios, los que se hallaban adosados a la muralla casi con toda seguridad deberían tener un piso superior; la razón de ello es que el paso de ronda sólo podía efectuarse por encima de los tejados, pues la muralla era demasiado estrecha. Y dado que una muralla para ser efectiva debe tener como mínimo cuatro metros de altura, los edificios adosados requerían una altura de dos pisos para facilitar la defensa (Figura 8).

Este modelo de vivienda no pudo ser muy diferente de los que se conocen de las fases últimas de la cultura de los campos de urnas, y por ello las casas las asimilamos a las que se documentaron en Barranc de Gàfols y fueron experimentalmente construidas en el Laboratorio de Arquitectura Protohistórica de la Universidad de Barcelona en El Vendrell (Sanmartí *et al.*, 2001).

Con respecto a la arquitectura defensiva, poco es lo que sabemos de las fortificaciones y asentamientos del periodo ibérico antiguo; entre las raras unanimidades hay la de mantener la hipótesis de que una buena parte de las técnicas derivaban de modelos fenicios y púnicos (Prados, 2008). Si ello fuera así, los lienzos amurallados estarían fuertemente almenados, tal como aparecen en algunas fuentes iconográficas, como por ejemplo, la pintura de la ciudad circular que aparece representada al fondo del hipogeo de cámara VIII de Jebel Mlezza, en las proximidades de Kerkouane. Se trata, sin duda alguna, de la iconografía mejor conocida y la que más información ha aportado sobre estos temas. Esta tumba está muy bien estudiada y descrita por Pierre Cintas, Gubert y posteriormente por M.H. Fantar (1970). Se trata de pinturas hechas a base de ocre y en donde las casas y las murallas presentan almenas con remates semicirculares que parecen ser del s. iv (Parrot *et al.*, 1975). Por lo tanto, nos podrían servir de modelo para las fortificaciones del periodo pleno, es decir la fase III del yacimiento.

Por lo que respecta a los modelos de almena del periodo antiguo propiamente dicho, hay que recurrir a modelos más antiguos, como los relieves que representan ciudades fenicias del palacio de Senaquerib o bien los que aparecen en las conocidas puertas de bronce de Balawat, aunque corresponden al siglo ix. En estos casos se trata de almenas escalonadas, que quizás corresponden a la tipología que pudo existir hasta principios del siglo iv a.C. (Figura 9).

Figura 9



Por todo ello, en las propuestas iconográficas para el yacimiento ibérico de Calafell, quizás el modelo de muralla almenada de la fase I contó con sistemas escalonados mientras que en la fase III ya es fácil que dispusieran de almenas con remates semicirculares (Figura 10).

Figura 10



Naturalmente las fases II y III del yacimiento están mucho mejor documentadas, en especial esta última. Tal vez uno de los edificios que presenta mayor complejidad es el del ángulo noroeste, edificado precisamente encima del muro en el que se abría la puerta de entrada al recinto de la fase antigua (Figura 11). Lo componen los recintos AN, AO, AQ y AR, además de diversas habitaciones anexas por el lado de poniente. Este complejo edificio es el que hemos denominado «palacio» (Figura 12). La imagen que se obtiene de esta zona es la de un potente castillo-torreón, con patio central empedrado al que se accede por un estrecho pasillo. Probablemente las escaleras de acceso se hallaban en este patio, habida cuenta la existencia de una base de mampostería que probablemente tuvo la función de sostener el entablamento de la escalera de

madera y barro. El edificio tenía, con mucha seguridad, un primer piso, pero la necesidad de superar en altura a todo el conjunto fortificado nos mantiene en la hipótesis de que disponía de un segundo piso, además de la terraza almenada (Figura 13).

Sirva este ejemplo para ilustrar cómo la restitución virtual es el intento de recuperar monumentos visualmente a partir de modelos digitales, como si se tratara de una fosilización temporal del paisaje. Para la fase AP-I no fue posible su *restitución*, y en todo caso, a partir de indicios podemos proponer *recreaciones* de la misma, pero con múltiples variantes. Las recreaciones, en nuestro proyecto, no están texturizadas y se muestran en monocroma blanco precisamente para indicar que se trata propiamente de una recreación y no de una restitución (Figura 14).

La **restitución virtual** que proponemos de la fase AP-III no intenta ser una simple **recreación virtual** del pasado que incluya elementos muebles, figuras humanas y

otros entornos culturales. La restitución virtual interactiva mediante ordenador que proponemos trata ciertamente de introducir al usuario en un ambiente artificial, pero se intenta que sea percibido casi como real. El resultado de esta restitución, en nuestro caso como en muchos otros, será el hiperrealismo. Sin embargo, el proceso de construcción del modelo sólido suele poner de manifiesto a menudo la existencia de errores en la excavación, construcciones imposibles, secuencias de fases cronológicas que no concuerdan con los datos obtenidos y un sinfín de datos que generalmente se desechan, dado que el objetivo final es obtener un 3D hiperrealista. En el caso de Calafell, al tratarse de una investigación de carácter didáctico interesa lo que se deduce del modelo sólido.

Las interpretaciones iconográficas de la fase AP-I no puede pretender, obviamente, ningún tipo de *restitución* virtual; sólo es posible hacer *recreaciones* y no una, sino diversas, dado que la falta de datos siempre impide fosilizar

Figura 11



Figura 13



Figura 12



Figura 14



una hipótesis. Por ello, como mínimo se deducen dos hipótesis para la recreación virtual de esta fase como hemos visto en el ejemplo precedente.

ANOTACIONES FINALES SOBRE LA INVESTIGACIÓN

En nuestro proyecto de investigación, la arqueología virtual tiene un destinatario concreto además de los usos didácticos y otros que habitualmente se dan a los productos virtuales: los dispositivos móviles. El auge que la computación móvil ha tenido en los últimos años exige

este recorrido (Noguera *et. al.*, 2012, pp. 109-115). Las características técnicas de estos dispositivos, con conectividad a internet y capacidad de detectar localización geográfica y orientación del usuario son fundamentales para nuestro proyecto, ya que se trata de unos dispositivos que en realidad son plataformas que permiten geoposicionar al usuario (LBS, locational base services). De hecho se puede resumir la tarea de estos dispositivos diciendo que funcionan como una aplicación de realidad virtual para artefactos móviles que se convierten en un extraordinario medio útil no sólo para la didáctica del patrimonio, sino también para la educación formal (Noguera *et. al.*, 2012, pp. 24-28; Ibáñez *et. al.*, 2007, pp. 180-183).

NOTAS

¹ Profesores e investigadores en didáctica de las Ciencias Sociales en la Universidad de Barcelona. Miembros del grupo DHIGECs, en el seno del cual desarrollan investigaciones vinculadas a la didáctica de la historia, del arte y del patrimonio, la museografía didáctica e interactiva y el uso de las nuevas tecnologías para la educación. Autores de numerosos artículos científicos en revistas del ámbito de la educación como *Iber Didáctica de las Ciencias Sociales*, *Clio*, *Educatio siglo XXI* o *Her&Mus*, así como autores de distintas obras colectivas de la editorial Trea como *Educación, tecnología digital y patrimonio cultural* y *El m-learning y la educación patrimonial*.

² Es interesante en este sentido la clasificación establecida por el autor en Derruau, M. (1961). *Précis de Géographie Humaine*, Paris: Librairie Armand Colin.

³ La propuesta completa aparece en Santacana Mestre, J. (1994). *Didáctica del patrimonio arqueológico: el proyecto del poblado ibérico de Alorda Park o de Les Toixoneres (Calafell, Tarragona)*. Universidad de Valladolid. (Tesis doctoral inédita). Existe una versión impresa de los cuadernos de ejercicios para usos escolares, que fue lo que se experimentó entre 1994 y 1996.

⁴ Las siglas ALP corresponden al neotopónimo *Alorda Park*, que es el nombre que inicialmente recibió el yacimiento arqueológico y que se mantuvo a lo largo de la investigación por coherencia metodológica.

⁵ Estos trabajos se han publicado en Santacana, J. y Masrera, C. (2012). *La arqueología reconstructiva y el factor didáctico*. Gijón: Ed. Trea.

⁶ Las imágenes virtuales ofrecen un gran potencial tanto desde el punto de vista didáctico/educativo como desde la óptica del turismo cultural, ya que permiten múltiples reaplicaciones. Léase en este sentido López, V., Martínez T. y Romero M. (2012). Iconografía didáctica y arqueología en Hernández, FX. & Rojo, M.^a C. (coords.). *Museografía didáctica e interpretación de espacios arqueológicos*, Gijón: Editorial Trea, pp. 125-144 y Martínez, T., y Rojo, M.C. (2011). Una aproximación virtual al Territorio Vetón. *Iber. Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*. Iconografía didáctica. Materiales interactivos, 68, 25-32.

⁷ Véase <http://www.jrcasals.net/>. Consulta a 15 de mayo de 2015.

⁸ Véase <http://www.guillemhp.com/>. Consulta a 15 de mayo de 2015.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTAMIRA, R. (1997). *La enseñanza de la Historia*. Madrid: Ediciones Akal.

BAEZA, U. (2011). Realidad Virtual para la dinamización de entornos rurales. Un caso práctico: Red Parque Cultural. *Virtual Archaeology Review (VAR)*, 2(3), pp. 105-108.

CINTAS, P. y GOBERT, E. G. (1939). Les tombes puniques de Jebel Mlezza. *Revue Tunisienne*, xxxvi, pp. 135-198.

FANTAR, M. H. (1970). *Eschatologie phenicienne et punique. Col-lection notes et documents*. Túnez: Ministère des affaires culturelle.

GUTIÉRREZ, M. V., CASTILLO, J.C. y SEGURA, R. J. (2012). Arqueología virtual en dispositivos móviles. Un caso práctico: el

patrimonio defensivo medieval. *Virtual Archaeology Review (VAR)*, 3(7), pp. 109-115.

IBÁÑEZ, A., CORREA J. M. y ASENSIO M. (2007). M-learning Technology Applied to Heritage and Archaeological e-learning. *International Conference mobile Learning* Lisboa: IADIS. [En línea] http://www.ub.edu/histodidactica/images/documentos/pdf/m-learning_technology_applied_heritage_archaeological_learning.pdf (Consulta, 10 de mayo de 2013).

LÓPEZ, M. V., MARTÍNEZ T. y ROMERO M. (2012). Iconografía didáctica y arqueología. En F.X. HERNÁNDEZ & M.^a C. ROJO (eds.). *Museografía didáctica e interpretación de espacios arqueológicos* (pp. 125-144). Gijón: Trea.

LÓPEZ-MENCHERO, V. M. y GRANDE, A. (2010). Hacia una Carta Internacional de Arqueología Virtual. El Borrador SEAV. *II Congreso Internacional de Arqueología e Informática Gráfica, Patrimonio e Innovación* (pp. 79-84). Sevilla: Sociedad Española de Arqueología virtual. [En línea] http://www.arqueologiavirtual.com/comun/8_PONENCIAS.pdf (Consulta, 1 de junio de 2013).

LÓPEZ-MENCHERO, V.M. y GRANDE, A. (2013). *Manual para la puesta en valor del patrimonio arqueológico al aire libre*. Gijón: Trea.

MARTÍNEZ, T. y ROJO, M.C. (2011). Una aproximación virtual al Territorio Vetón. *ÍBER. Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 68, pp. 25-32.

MIRET, M., SANMARTÍ, J. y SANTACANA, J. (1984). Distribución espacial de núcleos ibéricos: un ejemplo en el litoral catalán. *Arqueología espacial*, 4, pp. 173-186.

MIRET, M., SANMARTÍ, J. y SANTACANA, J. (1987). La evolución y el cambio del modelo de doblamiento ibérico ante la romanización: un ejemplo. *Coloquio Los asentamientos ibéricos ante la romanización*. Madrid: Ed. Ministerio de Cultura-Casa de Velásquez.

MIRET, M., SANMARTÍ, J. y SANTACANA, J. (1991). From Indigenous Structures to the Roman World: Models for the Occupation of Central Coastal Catalunya. En G. BARKER, J. LLOYD (eds.). *Roman Landscapes. Archaeological survey in the Mediterranean region* (pp. 47-53). Londres: Ed. British School at Rome.

NAVARRO, J. (ed.) (1995). *Casas y palacios de Al-Andalus*. Barcelona: Lunwerg.

NOGUERA, J. M., SEGURA, R. J. y OGÁYAR, C. J. (2012). Dispositivos móviles como guías 3D para el conocimiento del patrimonio arqueológico. *Virtual Archaeology Review (VAR)*, 3(6), pp. 24-28.

ORDEIX, L. y SANTACANA, J. (1993). *Patrimoni artístic i cultural*. Barcelona: Graó.

PARROT, A., CHEHAB, M. H. y MOSCARI, S. (1975). *Los fenicios. La expansión fenicia*. Cartago. Madrid: Aguilar.

POU, J., SANMARTÍ, J. y SANTACANA, J. (1993). El poblament ibèric a l'àrea cosetana. *Laietania: Estudis d'història i d'arqueologia de Mataró i del Maresme*, 8, pp. 183-206.

POU, J., SANMARTÍ, J. y SANTACANA, J. (1994). *La Ciutat de la Ibèrica de Calafell*. Tarragona: Ajuntament de Calafell.

PRADOS, F. (2008). *Arquitectura púnica. Los monumentos funerarios*. Madrid: Archivo Español de Arqueología. Anexo XLIV.

SANMARTÍ, J., SANTACANA, J. y SERRA, R. (1983). Notes sobre el poblament protohistòric de la costa del Penedès. *Informació arqueològica. Boletín informativo del Instituto de Prehistoria y Arqueología*, 40, pp. 121-126.

SANMARTÍ, J. y SANTACANA, J. (1986a). Anàlisi funcional de los recintos domésticos del poblado de Alorda Park (Calafell, Baix Penedès, Tarragona). *Arqueologia Espacial-Coloquio sobre el microespacio-3* (pp. 257-270). Teruel: Seminario de Arqueología y Etnología Turolense.

SANMARTÍ, J. y SANTACANA, J. (1986b). La jerarquia de nùclis en el poblament ibèric de la costa del Penedès. *6è Col·loqui Internacional d'Arqueologia de Puigcerdà* (pp. 227-244). Puigcerdà: Institut d'Estudis Ceretans.

SANMARTÍ, J. y SANTACANA, J. (1987a). Un recinte cultural al poblat ibèric d'Alorda Park. (Calafell, Baix Penedès). *Fonaments: prehistòria i món antic als Països Catalans*, 6, pp. 157-170.

SANMARTÍ, J. y SANTACANA, J. (1987b). El poblat ibèric d'Alorda Park (Calafell, Baix Penedès) i el seu entorn. Anàlisi crític. *Tribuna d'arqueologia*, 1996-1997, pp. 7-14.

SANMARTÍ, J. y SANTACANA, J. (1991). Les fortificacions ibèriques de la Catalunya central i costanera. *Fortificacions. La problemàtica de l'Ibèric ple: (segles IV-III a.C.)*. Simposi Internacional d'Arqueologia Ibèrica (pp. 127-144). Manresa: BPR Publishers.

SANMARTÍ, J. y SANTACANA, J. (1992a). El poblat ibèric d'Alorda Park. Calafell, Baix Penedès. *Excavacions arqueològiques a Catalunya*, 11, pp. 79-288.

SANMARTÍ, J. et al. (2001). *L'assentament del bronze final i primera edat del ferro del Barranc de Gàfols (Ginestar, Ribera d'Ebre)*. *Arqueomediterrània 5*. Barcelona: Universitat de Barcelona.

SANTACANA, J. (1993a). Calafell: un projecte d'arqueologia experimental. Full Informatiu. *Societat catalana d'Arqueologia*, 94, pp. 2-3.

SANTACANA, J. (1993b). Projecte per a la rehabilitació del jaciment arqueològic de les Toixoneres. (Calafell). *Gran Penedès*, 35, pp. 16-17.

SANTACANA, J. y MASRIERA, C. (2012). *La arqueología reconstructiva y el factor didáctico*. Gijón: Trea.

SANTACANA, J. y BELARTE, M.C. (2005). La restitution archéologique comme modèle: le cas espagnol. [En línea] http://www.monuments-nationaux.fr/fichier/editions_ebook_chapitre/662/1_2_B.pdf (Consulta, 27 de junio de 2014).

SANTACANA, J. y BELARTE, M.C. (2013). El debat sobre les reconstruccions arqueològiques in situ: el marc teòric. En M. C. BELARTE et al. (eds.). *Arqueomediterrània.13/2013. Interpretations Espaces for Archaeological Heritage: Discussions about in situ Reconstruction* (pp. 11-24). Barcelona: Ed. Universitat de Barcelona & Publicacions ICAC.

ULFNÄSMAN, K. y WEGRAEUS, E. (eds.) (1976). *Eketorp. Fortification and Settlement on öland/Sweden. The Monument*. Londres: Ed. Royal Academy of Letters History and Antiquities.