

Herramienta móvil sobre arqueología defensiva en 4D: diseño conceptual

José M. Noguera, Rafael J. Segura¹

María V. Gutiérrez, Juan C. Castillo²

El estudio de la organización defensiva del territorio es una disciplina fundamental para comprender la historia y la evolución de la sociedad. No obstante, este estudio no debe entenderse sólo en tres dimensiones (emplazamiento de fortificaciones, etc.) sino que para su completa percepción es imprescindible interpretar su evolución a lo largo del tiempo. En este trabajo describimos el diseño conceptual de una herramienta informática que pretende ayudar al usuario a asimilar, de manera precisa, la organización defensiva del territorio en un contexto geográfico e histórico determinado. El diseño se centra en plataformas móviles (tabletas, etc.) si bien es exportable a otros entornos (la web, etc.). Nuestra herramienta representa gráficamente la evolución y distribución de los asentamientos defensivos sobre un mapa, ilustra de manera intuitiva el control de visibilidad, y permite al usuario desplazarse de manera interactiva en el espacio y en el tiempo. A fin de mostrar nuestro estudio, aportamos un caso de estudio centrado en la conquista cristiana de la provincia de Jaén (España).

¹ Grupo de Gráficos y Geomática de Jaén. Departamento de Informática. Universidad de Jaén
e-mail: {jnoguera, rsegura}@ujaen.es

² Grupo de Investigación del Patrimonio Arqueológico de Jaén. Departamento de Patrimonio Histórico. Universidad de Jaén
e-mail: {mvgutier, castillo}@ujaen.es

1. Introducción

El control territorial muta constantemente a lo largo del tiempo, por lo que es difícil obtener una representación gráfica que resulte lo suficientemente ilustrativa, especialmente para el ojo inexperto. El material de apoyo habitual consiste en mapas que representan la situación en un determinado instante temporal. Para que el estudiante/interesado pueda apreciar la evolución a lo largo del tiempo, necesita cotejar y comparar distintos planos que representen diferentes instantes en una secuencia temporal.

En este trabajo proponemos una herramienta de *m-learning* [6] de apoyo para fines docentes y/o divulgativos en esta área de estudio, que puede considerarse como una evolución de estos mapas tradicionales. Mediante el uso de un mapa almacenado en un soporte informático, el usuario puede obtener mapas actualizados a la época que le interese, en lugar de limitarse a las épocas concretas de la cartografía tradicional. La herramienta que proponemos permite incluso recorrer hacia adelante o hacia atrás el tiempo, observando los cambios en el control del territorio de manera dinámica. Por último, podemos añadir capas de información sobre el plano, con datos que no se ofrecen en los mapas tradicionales, pero son de elevado interés para comprender la organización defensiva y territorial. Hablamos de los mapas de visibilidad, esto es, nuestra herramienta permite representar de forma gráfica qué territorio es observable desde cada una de las fortificaciones representadas.

Esta nueva propuesta avanza sobre la que propusimos en un trabajo anterior [10], pero las diferencias son numerosas. En dicho trabajo previo nos ceñimos al uso de realidad virtual (mapas en 3D), mientras que ahora abarcamos un caso más general (2D y 3D). Además, el presente artículo añade innovadoras características antes no contempladas, como el control territorial mediante mapas de visibilidad y la incorporación de la dimensión espacial.

El resto de este artículo describe en detalle el diseño conceptual de la herramienta de *m-learning* propuesta. En la Sección 2 describimos las distintas características que ofrece nuestra herramienta, así como su interfaz de usuario. En la Sección 3 proponemos un caso de uso en un entorno histórico/temporal concreto que sirve para ejemplificar nuestro trabajo: la conquista cristiana de la provincia de Jaén.

2. Características generales

Nótese que para describir la interfaz nos centraremos en plataformas móviles, si bien todo lo que aquí se describe puede ser fácilmente extrapolado a aplicacio-

nes de escritorio o web. También es importante destacar que en esta sección describiremos la aplicación desde el punto de vista conceptual, sin ceñirnos a ningún contexto espacio/temporal. De esta forma esperamos que las soluciones que aquí se proponen sean lo suficientemente generales como para que el lector pueda adaptarlas a cualquier contexto. No obstante, en la siguiente sección sí se describe con detalle un caso de uso adaptado a un contexto determinado.

Básicamente nuestra propuesta es una herramienta de visualización de datos 4D almacenados en un servidor GIS (Sistema de Información Geográfico) con una interfaz intuitiva y amigable. La arquitectura de la aplicación se basa en el paradigma cliente-servidor. Los principales elementos a destacar son los siguientes:

- **El dispositivo móvil.** Ejecuta la aplicación cliente e interactúa con el usuario.
- **El servidor de mapas.** Es el encargado de proporcionar al cliente la cartografía de la zona de estudio (ver Sección 2.1).
- **El servidor GIS.** Almacena información de diversa índole que se representa sobre el mapa y proporciona la información arqueológica objeto de estudio. Distinguimos dos tipos de información: puntos de interés y capas con mapas de visibilidad (ver Sección 2.2 y 2.3, respectivamente).

Esta arquitectura cliente-servidor es muy general, y puede flexibilizarse en función de los requisitos concretos de la aplicación. Por ejemplo, ambos servidores (el de mapas y el GIS) pueden unificarse en un único servidor físico. Por otro lado, si la información arqueológica es lo suficientemente pequeña, entonces puede resultar interesante almacenarla en el propio dispositivo móvil de manera local, de forma que se elimina la necesidad de disponer de un servidor remoto dedicado.

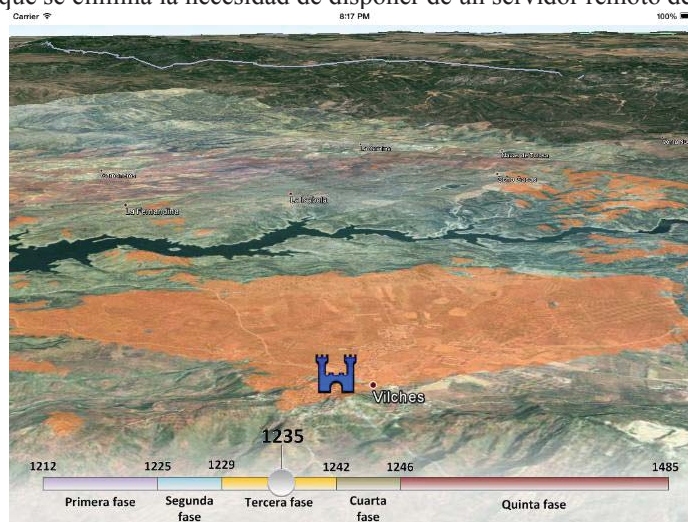


Fig. 1. Mapa de visibilidad (en naranja) que ilustra el territorio bajo el control del castillo de Vilches, sobreimpreso sobre un mapa 3D.

La Fig. 1 ilustra un ejemplo de la interfaz de usuario de la aplicación, y sus principales características. El principal elemento de la interfaz consiste en un mapa de la zona de estudio, sea 2D o en 3D (en la Fig. 1 se muestra uno en 3D). Sobre dicho mapa se superpone los distintos elementos que van a permitir el estudio arqueológico defensivo: los puntos de interés (POIs), un ejemplo de mapa de visibilidad desde uno de los POIs (en naranja) y en la parte inferior de la pantalla, la regla temporal. Las siguientes subsecciones describen todos estos elementos con mayor detalle.

2.1. El mapa 2D/3D

El mapa es el elemento central de la aplicación, y donde se superpone el resto de la información arqueológica georreferenciada. El usuario puede ampliar o reducir el campo de visión, así como desplazarse por libertad sobre dicho mapa para inspeccionar el área de su interés.

A día de hoy, el uso de mapas para el desarrollo de aplicaciones móviles es muy extendido, tanto de mapas 2D (*Google Maps*, *Apple Maps*) como en 3D (*Google Earth* o la propuesta de Noguera, Segura, Ogáyar y Joan-Arinyo [8]).

Las soluciones propuestas en este artículo son independientes de que el tipo de mapa utilizado por la aplicación sea 2D ó 3D, pues ambos pueden emplearse para alcanzar los mismos fines. A continuación describimos las características principales de ambos tipos de mapas en función del tipo de aplicación que describimos en este artículo:

- **Mapas 2D.** Proporcionan una proyección bidimensional que puede ir acompañada de ortofoto o simplemente de información vectorial. Según Noguera, Barranco, Segura y Martínez [9], este tipo de mapas resulta más sencillo de utilizar para la mayoría de los usuarios que los 3D dado que los usuarios ya se encuentran muy entrenados en el uso de este tipo de mapas 2D. Además, la navegación y orientación en 2D es mucho más sencilla, debido a que ofrecen un menor grado de libertad en los movimientos que los 3D [11]. Como contrapartida, es importante destacar que, en general, es mucho más rápido y sencillo desarrollar una aplicación con mapas 2D, pues la mayoría de entornos de programación ofrecen marcos de trabajo muy avanzados para este tipo de mapas.
- **Mapas 3D.** Estos mapas, combinados con texturas reales (ortofotografías satélite o aéreas), visualizan de forma realista la geografía del terreno. Por ello, este tipo de mapas pueden asociarse inmediatamente y de manera más intuitiva con el paisaje que rodea al usuario que un mapa abstracto en 2D [11]. Ello resulta de especial interés para nuestro estudio, pues el mapa 3D resalta los accidentes geográficos que condicionan el sistema defensivo y afectan al control visual desde las fortificaciones (Sección 2.2). La desventaja de este tipo de mapas, aparte de las ya comentadas en el punto anterior, reside en el hecho de que a día de hoy los entornos de programación para móviles no proporcionan soporte pa-

ra desarrollar aplicaciones sobre un mapa 3D, por lo que todo el trabajo queda a expensas del programador.

2.2. Los POIs

La representación gráfica de los elementos estudiados se van a caracterizar con una imagen sencilla de procesar y de entender desde el punto de vista didáctico. A esta imagen la denominamos POI (de *Point of Interest*), y se le asocia un código de color (por ejemplo, azul y naranja), así como un icono específico, dependiendo del POI que se esté analizando.

La tipología de los POIs viene diseñada en función de la jerarquía defensiva del elemento en cuestión, tema que está siendo ampliamente investigado por los miembros de este equipo redactor [5].

Paralelamente, los POIs se ubican en una cartografía georreferenciada para lo cual es necesario la aplicación de un GIS, en el cual no sólo se almacene la componente espacial de cada POI (su emplazamiento) sino que igualmente es necesario almacenar información de carácter temporal, concretamente un histórico que refleje su evolución a lo largo del tiempo: fecha de construcción y destrucción, así como fechas en las que el POI ha cambiado de bando (en caso de disputa militar). Debemos recordar que la Península ha sido campo de numerosas disputas territoriales y enfrentamientos bélicos que han requerido la construcción de elementos defensivos acordes a su situación, siendo muy significativa la famosa batalla de las Navas de Tolosa, que supuso el fin del control del territorio bajo el poder de los Almohades y el triunfo de los ejércitos Cristianos, dirigidos por el rey Fernando III el Santo.

2.3. El control de visibilidad del territorio

El emplazamiento de los asentamientos y elementos de carácter defensivo no son aleatorios ni fortuitos, sino que responden a ciertos patrones que dependen, en gran medida, de la geografía del terreno, siendo más que evidente que desde una posición en altura se obtiene una mayor cantidad de información referente a lo que está ocurriendo en el entorno inmediato.

Es por ello que se recurre con frecuencia al estudio del control visual de un territorio específico, que no debe ser entendido única y exclusivamente como el control político, militar o de cualquier otra índole que se ejerce sobre el espacio visto, sino que se trata de una valoración visual que posteriormente será estudiada y analizada en función de las necesidades del observador [13].

La aplicación de esta actividad desde una fortificación (POI) ha sido una práctica muy usada desde el ámbito de la arqueología del territorio y desde la arqueología militar para establecer, como ya se ha comentado previamente, un patrón de asentamiento definido y jerarquizado y así ha quedado reflejada en diferentes estudios asociados a diversos contextos culturales e históricos [1, 12], recurriendo para ello a herramientas manuales y a la cartografía del Servicio Cartográfico Militar del momento, que, aunque carecía de gran precisión, sus valores eran suficientemente significativos como para definir las características físicas del área donde se establece el asentamiento, al mismo tiempo que era útil para analizar las relaciones entre ellos.

No obstante esta práctica sigue siendo un factor importante en el estudio de la arqueología del territorio, utilizando para ello una nueva herramienta informática que ha revolucionado dichos análisis territoriales: los GIS, aplicándose a diferentes contextos [2, 3, 4].

La introducción de una cartografía temática acorde al tema de estudio, ayuda enormemente a la comprensión del área de análisis, fácil de asimilar no sólo para aquellas personas familiarizadas con esta disciplina científica, sino que igualmente es asequible para un profano en la materia. Durante los primeros estudios arqueológicos, se usaba una planimetría austera, específica y a escala suficiente (según el arqueólogo) en función de los recursos que tuviera. Sin embargo, la aplicación de las nuevas tecnologías a la disciplina arqueológica ha conllevado a la realización de análisis cartográficos más elaborados, complejos e incluso más representativos visualmente que los anteriores, haciendo que éstos sean un elemento imprescindible para la explicación del territorio estudiado.

Para cada POI representado en el sistema, el servidor GIS dispone de una capa *ráster* que almacena el mapa control visual desde dicho POI. Cada píxel de la capa sólo puede tomar dos valores: el terreno bajo dicho píxel es visible o no lo es. La Fig. 2 ilustra un ejemplo, en el que el área sombreada en verde representa el control de visibilidad desde el castillo indicado. Nuestra aplicación permite al usuario activar y desactivar el control de visibilidad de cada POI de manera individual, de forma que puedan estudiarse los solapes y cómo se complementan distintas fortificaciones para tener un control visual efectivo de toda la zona.

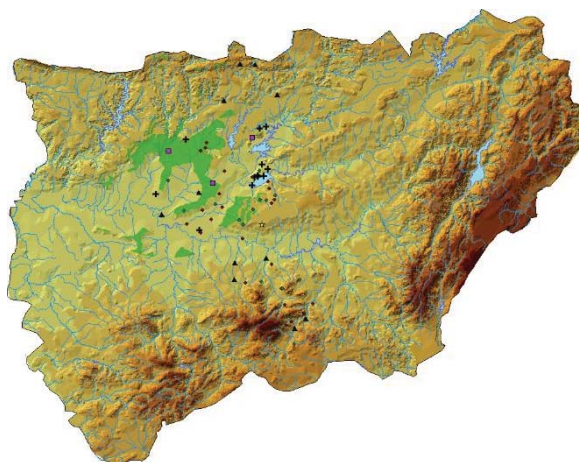


Fig. 2. Mapa de la provincia de Jaén. Se destaca en verde el control visual desde el castillo de Baños de la Encina (Jaén).

2.4. La regla temporal

Otro de los factores a tener en cuenta en este estudio, es la denominada “regla temporal” ubicada en la parte inferior de la pantalla, tal y como se representa en la Fig. 1. Este control consiste en una barra de deslizamiento que permite al usuario desplazarse en el tiempo, hacia adelante o hacia atrás, de manera continua. En la Fig. 3 incluimos como ejemplo la barra temporal de nuestro caso de uso, que será descrito en la Sección 3.

En su concepción más sencilla, este control consiste simplemente en una barra que ajusta el año de forma lineal conforme el usuario desplaza el control a un lado u otro. Sobre el control se visualiza con tipografía destacada el año seleccionado, a fin de facilitar la lectura. No obstante, el diseño gráfico de la regla temporal puede adaptarse al contexto histórico objeto de estudio a fin de aumentar el valor didáctico de la herramienta.

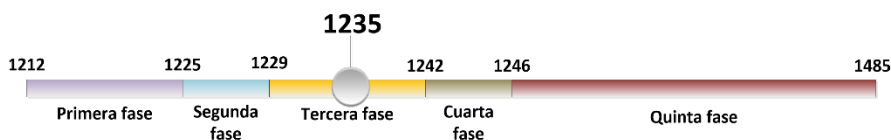


Fig. 3. Ejemplo de diseño de una barra temporal.

Entre las posibles adaptaciones destacamos:

- División de la barra en épocas/periodos significativos para la época de estudio. Esta división permite clasificar visualmente el tiempo conforme a alguna cro-

nología. Las distintas divisiones pueden representarse mediante códigos de color o incluir una leyenda.

- Distribución no lineal del tiempo. Es frecuente que algunos tramos temporales sean más representativos que otros (por ejemplo, en un periodo de guerra un gran número de fortificaciones pueden cambiar de manos). En estos casos, se sugiere no emplear una escala lineal constante para toda la barra, sino que cada división (ver punto anterior) posea su propia escala propia.
- Inclusión en la barra de iconos o etiquetas que resalten fechas o hechos destacados. Por ejemplo, una batalla decisiva.

3. Caso de estudio

En la sección anterior hemos descrito las características generales del diseño de nuestra aplicación de *m-learning*, y hemos propuesto su interfaz de usuario. En esta Sección proponemos un caso de estudio que aplica dicho diseño a un contexto territorial determinado, y sirve para ejemplificar nuestro trabajo.

3.1. Justificación histórica

El contexto elegido se circunscribe la provincia de Jaén (España) durante el periodo en el que se desarrolla la conquista cristiana (años 1212-1485), sin duda, un área fronteriza que jugó un papel importante durante el medievo.

En este marco cronológico, la parte norte de la provincia va a verse inmersa en un suceso histórico de gran relevancia, que culminó con el fin del dominio almohade y el triunfo de las tropas castellanas en la zona.

Esta situación de inestabilidad política y militar, conllevó la construcción de sólidas fortificaciones y otros elementos defensivos capaces de frenar el avance conquistador de las tropas cristianas, dando lugar a una densa red de fortalezas que defendían y controlaban no sólo el territorio más inmediato, sino también los cauces de los ríos y arroyos, convirtiendo el valle del Río Guadalquivir en una frontera inexpugnable para las tropas invasoras.

Sin embargo, el dominio y control del territorio por parte de los ejércitos cristianos fue sólo cuestión de tiempo, y a partir de 1212 y tras la batalla de las Navas de Tolosa, el organigrama defensivo del Alto Guadalquivir es definitivamente subyugado por los conquistadores castellanos, quienes lo adaptan a sus necesidades y nuevas realidades militares. Es éste, pues, el contexto de nuestro caso de estudio.

3.2. Introducción de los datos arqueológicos

Los primeros pasos a la hora de desarrollar la aplicación de *m-learning* consistieron en un exhaustivo análisis arqueológico de las estructuras fortificadas emergentes diseminadas por el territorio objeto de estudio, a fin de georreferenciar y documentar los POIs. La Fig. 4 muestra el emplazamiento de todas las estructuras documentadas y catalogadas en nuestra aplicación móvil. Cada una de estas estructuras documentadas en campo han sido previamente descritas y analizadas desde una óptica arqueológica a fin de agrupar cada uno de los elementos de forma exhaustiva, siguiendo una terminología adecuada. La terminología e iconografía asociada se muestra gráficamente en la Tabla 2.

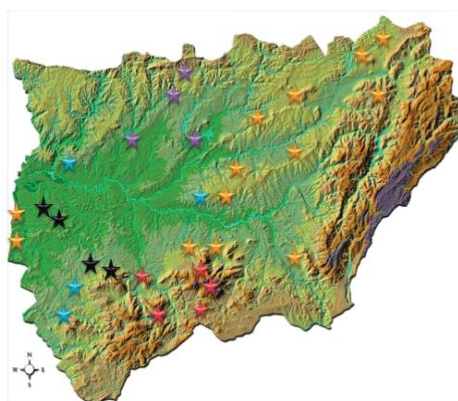


Fig. 4. Mapa de la provincia de Jaén, donde se indican los elementos arqueológicos defensivos incluidos en nuestra aplicación. El color de cada elemento indica la fase en que fue conquistado por el bando cristiano (ver Tabla 1).

Fase de Conquista	Centros y Castillos Conquistados
1ª Fase (1212 - 1224)	Castro Ferral, Tolosa, Vilches, Baños.
2ª Fase (1225 - 1227)	Martos, Víboras, Andújar, Baeza.
3ª Fase (1229 - 1242)	Sabiote, Garciez, Jódar, Quesada, Úbeda, Iznatoraf, Chiclana, Santisteban, Génave, Villarodrigo, Torres de Albánchez, Porcuna, Lopera, Torredonjimeno.
4ª Fase (1242 - 1246)	Jaén, Arjona, Torredelcampo, Arjonilla.
5ª Fase (1246 - 1485)	Bedmar, Bélmez, Cárcel, Alcaudete, La Guardia, Pegalajar, Alcalá La Real

Tabla 1. Fases de la conquista cristiana en la provincia de Jaén a partir de la Batalla de Navas de Tolosa (1212).





	Almohade	Cristiano
Castillo rural, torre vigía		
Ciudad amurallada, aldea privativa.		

Tabla 2. Tipología de los elementos de patrimonio defensivo e iconografía asociada en la aplicación

Esta iconografía responde a la siguiente tipología:

- En primer lugar se han agrupado las estructuras que se corresponden con los lugares de mayor envergadura política y militar dentro del denominado Concejo de Baeza una vez que los ejércitos castellanos han irrumpido en el territorio andalusí (proceso que descrito por Gutiérrez y Castillo [5]), y que serán representados en este artículo con el dibujo de un castillo flanqueado por dos torres, ver Tabla 2. **La Ciudad de Baeza** consiste en un núcleo de población que se ha ido configurando desde la prehistoria hasta nuestros días, ampliándose paulatinamente el espacio habitado hasta conformar la ciudad que conocemos hoy día. Sin embargo, fue durante el periodo medieval cuando adquirió un gran protagonismo, puesto que el Rey Fernando III, tras la conquista castellana, dotó a la ciudad amurallada de una serie de privilegios, que afectaron no sólo al espacio intramuros, sino que también le concedió una serie de aldeas y cortijos bajo su jurisdicción, pasando a denominar todo este amplio territorio como un "*Concejo de Villa y Tierra*", un sistema político, administrativo y judicial bastante conocido al norte peninsular [7].
- Seguidamente, las **Aldeas Privativas**, estructuras de población que a efectos administrativos continuarían siendo dependientes de la ciudad de Baeza, pero a su vez se le concede una mayor autonomía política y militar para regir su autogobierno, a la vez que autodefenderse de posibles incursiones andalusíes [4].
- Y por otro lado, se han analizado los **castillos** emplazados en las respectivas aldeas, así como otros **castillos y torres rurales** diseminadas por el territorio, que dependen económica, política y militarmente de la cabeza del distrito. Estas fortalezas y torres, se verán envueltas en la dinámica política territorial y militar del momento, por lo que es posible que algunas de ellas fuesen abandonadas y paulatinamente fueron desapareciendo, y de la misma manera, surgieron nuevas fortificaciones en otros puntos estratégicos del territorio. A diferencia del caso anterior, estas estructuras se verán representadas gráficamente con el dibujo de una torre, ver Tabla 2.

Una vez estructurada la parte arqueológica, nos hemos centrado en la parte gráfica de la aplicación, haciendo hincapié en la representación iconográfica de los POIs y su integración en el territorio. Así, hemos diferenciado gráficamente los dos "tipos" de elementos defensivos analizados: castillo flanqueado por dos torres

para las estructuras importantes y una sola torre para aquellas jerárquicamente inferiores. E igualmente se han representado con dos colores aleatorios el bando militar al que pertenecen cada una de las estructuras, siendo el naranja el color utilizado para representar los elementos que pertenecen al estado almohade y el azul, para representar los castillos y torres pertenecientes al bando castellano. Dichos colores se muestran en la Tabla 2.

Ha sido importante la incorporación de esta característica gráfica, puesto que la aplicación trata de representar sobre el espacio estudiado, la transformación militar que sufre el territorio a medida que los ejércitos cristianos van conquistando y dominando el Alto Guadalquivir, comprobándose de manera gráfica y visual la incorporación de algunos recintos al bando castellano, la destrucción y abandono de otros y la construcción de nuevas estructuras defensivas que defiendan las rutas y vías de comunicación que conducían al Reino Nazarí de Granada.

Todo este arduo trabajo se complementa con el diseño de una barra temporal, ubicada en la parte inferior de la aplicación, que se ha dividido en cinco segmentos que representan las cinco etapas en las que históricamente se divide la conquista cristiana en la provincia de Jaén, y que se describen en la Tabla 1.

La leyenda sobre la tipología de POIs, el código de colores empleado para los mismos y la barra temporal puede consultarse desde la misma aplicación mediante una pantalla auxiliar. Esta pantalla brinda información referente a cada una de las cinco fases de la conquista en torno a las cuales se articula la aplicación.

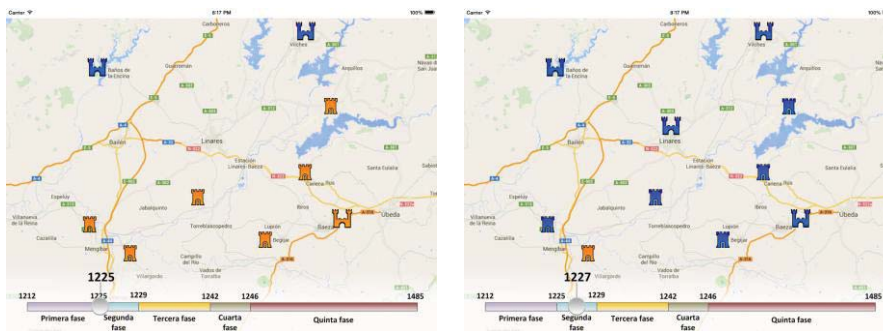
3.3. Uso de la aplicación

Una vez “maquetados” e introducidos en la aplicación todos estos elementos, el usuario es capaz de ubicarse geográfica y temporalmente en el territorio que observa, consiguiendo de esta forma obtener una visión general del espacio-tiempo, una práctica común que ya se comentó al inicio de este artículo (Sección 2.2). Es por ello que nuestra aplicación pretende servir de apoyo para una mejor visualización del territorio en época bajomedieval, aportando nuevos datos a este primer mapa básico.

Para ello, y ayudados de los GIS, la aplicación es capaz de ofrecer al espectador un nuevo mapa del control del territorio que se observa desde un asentamiento en concreto, como ocurre en la Fig. 1. A partir de un mapa 3D se ha sombreado en naranja el territorio visible desde el castillo de Vilches, teniendo en cuenta la altura del observador y el punto desde donde se está observando. Normalmente se utiliza como medida objetiva alrededor de 6 metros (1.60m del observador y 4m el punto más alto desde donde se observa) así como el radio aproximado hasta donde sería capaz de alcanzarnos la vista (en este caso específico, un radio de 5 km a la redonda). Como se desprende fácilmente de la Fig. 1, desde el castillo de Vilches

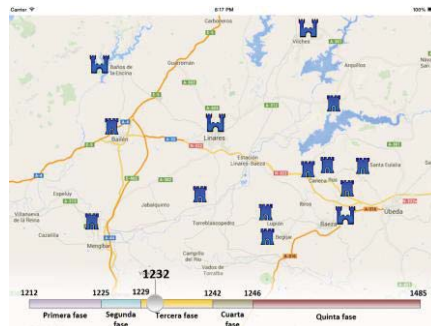
se obtiene un efectivo control visual en el valle del Guadalén, alcanzando incluso las nuevas poblaciones de Sierra Morena por su parte Norte.

En lo referente al aspecto temporal de nuestra herramienta, en la Sección 2.3 se presentó el concepto de barra temporal, y cómo ésta permite al usuario modificar la fecha de la visualización, y por ende, alterar el estado de los POIs. La secuencia cronológica de capturas de pantalla de la Fig. 5 muestra el resultado de alterar la fecha en un mismo entorno geográfico (respectivamente, año 1225, 1227 y 1229).



a) Año 1225.

b) Año 1227.



c) Año 1229.

Fig. 5. Evolución de los elementos defensivos a lo largo del tiempo en el norte de la provincia de Jaén.

En este caso, se visualiza cómo los castillos de Baños o Vilches son conquistados por las tropas castellanas (1225), alcanzando a medida que avanzamos en el tiempo otros recintos amurallados como Baeza, o incluso abandonando otros como el castillo de Iznadiel-La Higuera (1227), en el que no se aprecia ningún elemento que determine su conquista y su posterior transformación. Del mismo modo, a medida que avanzamos la barra temporal ubicada en la parte inferior de la pantalla, observamos como ciertos POIs que en épocas anteriores no estaban dibujados en el mapa aparecen representados a partir de una fase determinada de la conquista (en la Fig. 5c, aparecen los castillos rurales de Mármol y Torre del

Obispo, entre otros). Este hecho es señal del proceso repoblador que llevan a cabo los castellanos tras la conquista del territorio, y así servir de defensa a Baeza.

4. Conclusiones

La herramienta de *m-learning* que proponemos en este trabajo es sin duda útil para profesionales de la materia, pues a partir de su información, el investigador es capaz de formular nuevas hipótesis relacionadas con la Arqueología de la Guerra o la Arqueología del Territorio. No obstante, resulta especialmente interesante como herramienta divulgativa y docente. Esto es, permite que profanos a esta área de conocimiento, visualicen, analicen y comprendan el territorio y sus transformaciones militares en un periodo histórico determinado.

Destacamos que la contribución más importante que aporta nuestra herramienta es la posibilidad de avanzar y retroceder en el eje temporal, ofreciendo al espectador una clase práctica e interactiva sobre la evolución histórica que sufre una determinada zona.

Por último, y a fin de ejemplificar nuestra solución, hemos descrito un caso de uso basado en la conquista cristiana de la provincia de Jaén, por ser sin duda ésta una de las provincias más importantes durante el Medievo.

Referencias

1. Castillo Armenteros, J. C. (1998). La Campiña de Jaén en época Emiral (s. VIII-X). Universidad de Jaén.
2. Fairén Jiménez, S. (2002-2003). Visibilidad y Percepción del entorno. Análisis de la distribución del arte rupestre esquemático mediante Sistemas de Información Geográfica. Lucentvm XXI-XXII, Alicante, pp. 27-43.
3. Grau Mira, I. (2011). Análisis arqueológico con técnicas geográficas. Un ejemplo aplicado al mundo Ibérico. Revista PH, IAPH. nº 77 Monográfico, Sevilla, pp. 124-126.
4. Gutiérrez, M. V., Castillo, J.C. (2012). Los sistemas de información geográfica como herramienta arqueológica: la aplicación en el Concejo de villa y tierra de Baeza en la baja Edad Media. I Congreso Internacional, El Patrimonio Cultural y Natural como Motor de Desarrollo: Investigación e Innovación, pp. 2513-2529.
5. Gutiérrez, M. V.; Castillo, J. C. (2013). El control del territorio en la comunidad de Villa y Tierra de Baeza (Jaén): Apuntes desde la arqueología espacial. Fortificações e Território na Península Ibérica e no Magreb (seculos VI a XVI). Óbidos (Portugal), pp. 227-242.
6. Keegan, D. (2002). The Future of Learning: From eLearning to mLearning. Fern Univ. Hagen (Germany): Inst. for Research into Distance Education; 2002.
7. Monsalvo Antón, J. M. (2003). Frontera pionera, monarquía en expansión y formación de los concejos de Villa y Tierra. Relaciones de poder en el realengo concejil entre el duero y la cuenca del Tajo. Arqueología y Territorio Medieval, nº 10-2. Jaén, pp. 45-126.
8. Noguera, J.M., Segura, R.J., Ogáyar, C.J., Joan-Arinyo, R. (2011). Navigating large terrains using commodity mobile devices. Computers & Geosciences, Volume 37, Issue 9, pp. 1218-1233.
9. Noguera, J.M., Barranco, M.J, Segura, R.J., Martínez L. (2012). A mobile 3D-GIS hybrid recommender system for tourism, Information Sciences, Volume 215, pp. 37-52.
10. Noguera, J.M., Gutiérrez, M.V., Castillo, J.C., Segura, R.J. (2012). Arqueología Virtual en Dispositivos Móviles. Un Caso Práctico: Patrimonio Defensivo Medieval. Virtual Archaeology Review, Volume 3, Issue 7, pp. 109-115.
11. Nurminen, A.; Oulasvirta, A. (2008). Designing interactions for navigation in 3D mobile maps. Map-based Mobile Services, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography, Springer Berlin Heidelberg, pp. 198-227.
12. Ruiz Rodríguez, A; Molinos Molinos, M. (1993). Los Íberos: Análisis arqueológico de un proceso Histórico. Ed. Crítica. Barcelona.
13. Zamora-Merchán, M. (2013). Análisis Territorial en arqueología: Percepción visual y accesibilidad del entorno. Comechingonia, vol. 17, nº 2. Córdoba, pp. 83-106.