

## Las herramientas SIG Libre en la investigación histórica

X. Rubio Campillo<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Grup de Didàctica del Patrimoni, Museografia Comprensiva i Noves Tecnologies, Departament de Didàctica de les Ciències Socials, Facultat de Formació del Professorat, Universitat de Barcelona, Passeig de la Vall d'Hebron, 171, 08035 Barcelona, xrubio@ub.edu.

### RESUMEN

*En los últimos años hemos vivido un aumento considerable en el uso de tecnologías SIG como herramienta de análisis en la investigación histórica. El estudio del terreno y cómo éste ha influido en la Historia es una pieza fundamental en sectores como la arqueología o el estudio de campos de batalla, y por ese motivo poco a poco vemos como su uso se va generalizando.*

*Aunque aún hay pocas iniciativas dentro de este campo que usen software libre, las experiencias que se han dado hasta ahora en diversos proyectos internacionales demuestran que su uso es perfectamente viable. De hecho, parece que potentes aplicaciones como GRASS y QGIS, entre otras, pueden permitirnos, gracias a la capacidad de ampliar sus funcionalidades que nos ofrece el código libre, herramientas más adaptadas a las particularidades de estos campos que otras existentes de código cerrado.*

*En este artículo presentaremos los resultados obtenidos mediante la aplicación de tecnologías SIG libres a diversos proyectos y estudios del "Taller de Projectes de Museologia de la Universitat de Barcelona", donde se han usado aplicaciones libres en un entorno GNU/Linux para análisis del terreno y del paisaje, así como para la presentación de proyectos con necesidades de visualización cartográfica.*

*Además, se exploran las futuras posibilidades interdisciplinares que las herramientas SIG libre pueden tener en los ámbitos de investigación de la Historia y la Arqueología, así como las áreas en las que aún no existen alternativas libres funcionales.*

**Palabras clave:** *Historia, Arqueología, Software Libre, Cartografía, Análisis del Paisaje.*

**ABSTRACT**

*On last years we have seen an increase on the use of GIS technologies as analysis tools on the field of historical research. The study of landscape, and how it has influenced the development of History is a focal point of research fields like archaeology and battlefield analysis, and we are seeing nowadays how its use is spreading.*

*Although there are few initiatives that uses free software on this studies yet, the projects done until now show that its use is perfectly viable. In fact it seems that some powerful applications like GRASS and QGIS can be used to create tools more adapted to the particular needs of these areas, given some advantages of open source in front of closed source products.*

*On this paper we show the results obtained from the application of free GIS technologies on different projects of the “Taller de Projectes de Museologia”, from University of Barcelona. Different free applications have been used under a GNU/Linux platform in terms of landscape analysis, as well as on the presentation of projects needing cartographic visualization.*

*Finally we explore the future possibilities of free GIS tools on historic and archaeological research, with some insight on the areas where don't exist free functional alternatives yet.*

**Key words:** *History, Archaeology, Free Software, Cartography, Landscape Analysis.*

## EL ESTUDIO DEL TERRITORIO HISTÓRICO

Las variables que definen el estudio de la Historia, y en especial de la Arqueología, son de dos tipos: espaciales y temporales. Por este motivo el uso de sistemas SIG puede ser fundamental para estudiar el primer ámbito, así como relacionarlo con el segundo de manera efectiva.

Las aplicaciones de esta tecnología han de abordar dos campos fundamentales del conocimiento histórico: la investigación científica y la difusión de sus resultados.

El estudio de los restos de cultura material, es decir, la arqueología, es fundamental para entender los procesos históricos que han marcado las sociedades humanas. Como tal, los procesos de prospección, excavación y análisis de estos objetos han sido alguna de las disciplinas más importantes que han marcado nuestro conocimiento actual sobre las sociedades anteriores a la nuestra.

Por este motivo, el análisis de la relación de estos hallazgos con la zona en la que se han encontrado puede ser una herramienta extremadamente potente al servicio de los arqueólogos. La elección del territorio escogido para cualquier acción humana, sea un asentamiento, una vía de comunicación, o una batalla, se basa normalmente en motivos racionales, en los que tienen una importancia esencial las características del paisaje, además de los recursos propios de la zona y la proximidad a otras áreas. Estudios como el de la visibilidad entre poblados íberos [1] muestran cómo el análisis del territorio puede dar pie a nuevas teorías sobre la interacción social, que de otro modo serían difícilmente contrastables.

La arqueología del conflicto, es decir, la disciplina de la Historia que se encarga de analizar los restos materiales provenientes de enfrentamientos violentos entre humanos (campos de batalla, fosas comunes, etc.), también puede aprovecharse del uso de tecnologías SIG para mejorar su metodología de investigación [2]. Tradicionalmente la historia militar se ha valido básicamente de documentación textual para sus estudios, pero cada vez es más evidente que, sin analizar el paisaje en el cual se desarrollaron las batallas, difícilmente entenderemos realmente los sucesos, y las deducciones erróneas a partir de documentos serán frecuentes. Por contra, el estudio del campo de batalla a partir de cartografía, detección de restos materiales (balas, fragmentos de armadura, restos humanos) y análisis del paisaje puede proporcionar una visión mucho más completa del conflicto, a fin de entender mejor los textos relacionados.

Por estos motivos la arqueología requiere el análisis del territorio para contrastar hipótesis de trabajo, así como para crear nuevas a partir de sus resultados.

Otra cuestión importante en el caso que nos ocupa es un factor de cambio propio de la Historia: el tiempo.

El inicio de las tecnologías SIG en la Arqueología propició su uso como herramienta de visualización, obteniendo resultados a partir de la estadística relacionada con el hallazgo de objetos. Estos estudios, aunque muy útiles en ocasiones [3] pueden propiciar resultados equivocados si el tiempo en el cual se desarrolló actividad humana en una localización es muy prolongado. Es muy probable que en estos casos la estadística relativa a las densidades espaciales de los hallazgos no sea completamente válida, ya que un mismo lugar puede haber sido usado para distintas

formas de interacción humana, así como durante diferentes épocas, con resultados arqueológicos similares [4].

En este contexto las aplicaciones SIG actuales no han sido correctamente adaptadas a sus usos potenciales en el campo de la investigación histórica. El estudio espacio temporal de las acciones sociales requiere análisis multidimensionales de datos, con la finalidad de entender las causas que llevaron a encontrar en determinadas áreas los objetos encontrados por la arqueología [5].

Por otra parte, la difusión de la Historia no se debe basar tan sólo en textos, y en este sentido el uso de cartografía avanzada en yacimientos, museos y centros de interpretación es básico para crear una aproximación didáctica potente entorno la arqueología de un territorio concreto. Así, la visualización de datos en ámbitos museísticos puede dar un salto adelante muy importante con el uso avanzado de las tecnologías SIG, ya que además de nuevas modalidades de presentación de estos datos también es posible usarlas como herramienta de análisis del patrimonio.

Proyectos como la preservación de los campos de batalla de Estados Unidos [6] son vitales para conservar el patrimonio histórico de cada país, y en este sentido los SIG pueden servir para analizar el estado actual de los diferentes yacimientos, campos de batalla, etc. Es posible, a través de ellos, hacer estudios globales sobre el patrimonio material y paisajístico, así como detectar las posibles amenazas, con la intención de darles solución con los mínimos daños posibles.

## **LAS POSIBILIDADES DE LAS TECNOLOGÍAS SIG LIBRES**

El escenario dibujado, pues, es óptimo para la introducción de aplicaciones SIG libres como alternativa a los productos existentes a través del valor añadido proporcionado por sus características.

Como se ha apuntado, los sistemas SIG actuales no han sido diseñados, obviamente, para las particularidades de la investigación histórica. Por tanto, los usos que hagamos de ellos estarán siempre condicionados por sus limitaciones, que en ocasiones pueden dificultar la tarea del historiador o arqueólogo. La posibilidad de modificar el código de los programas que permiten las licencias libres pueden dar lugar a adaptaciones de programas SIG al ámbito histórico. Así, sistemas tan configurables como la combinación QGIS + GRASS, a los cuales es posible además añadir funcionalidad a partir de plug-ins, pueden ser fundamentales en la integración de SIG a las herramientas típicas de un historiador.

Por otra parte, los reducidos presupuestos de los grupos de investigación relacionados con la Historia y la Arqueología son otro factor a tener en cuenta a la hora de adoptar un determinado sistema SIG. Éstos acostumbran a comportar unos costes realmente elevados, fuera del alcance de estos grupos, que normalmente no están pensados para generar beneficios económicos importantes. En relación con esta cuestión encontramos otra de suma importancia: la extrema longevidad de algunos proyectos arqueológicos [7]. Este factor es fundamental, ya que la adopción de un programa de código privativo con estructuras de datos almacenadas en formatos de archivo no abiertos es un riesgo a considerar en excavaciones de varios años, y en algunos casos décadas. Si en un momento posterior se deja de dar soporte a una versión antigua de software o de formato, la considerable cantidad de

datos que genera un yacimiento arqueológico podría perderse, y eso puede ser catastrófico para los resultados de esa investigación.

## ALGUNAS EXPERIENCIAS PROMETEDORAS

El Taller de Projectes, Patrimoni i Museologia de la Universitat de Barcelona, vinculado al grupo de investigación DIDPATRI ha participado durante los últimos años en numerosos proyectos dedicados a la investigación y difusión del patrimonio histórico. En muchas de estas ocasiones se ha requerido la utilización de una cartografía potente, y por este motivo en el último año se ha recurrido al uso de tecnologías SIG libre con unos resultados muy satisfactorios.

### La difusión del patrimonio: el río Ripoll

Uno de los proyectos más ambiciosos es la creación y señalización de elementos naturales y patrimoniales en el río Ripoll, a lo largo de su curso por la ciudad de Sabadell. En este proyecto era necesario localizar los emplazamientos más atractivos a lo largo de diversas rutas por los márgenes del río. En ellos se debía proceder a instalar diversos módulos museográficos, con la intención de dar a mostrar los diferentes parajes naturales y edificios históricos, normalmente relacionados con la arqueología industrial, a los visitantes del lugar.

Después de recoger los diferentes puntos mediante instrumental GPS (Global Positioning System), se procedió a desarrollar una pequeña aplicación mediante la cual acceder a la cartografía existente de la zona en el Institut Cartogràfic de Catalunya. Esta información ha sido publicada en el entorno web de forma muy eficaz, y es posible descargarse los contenidos de manera automática a través de los diversos servicios web que el ICC ha puesto a disposición de todos los visitantes a su web.

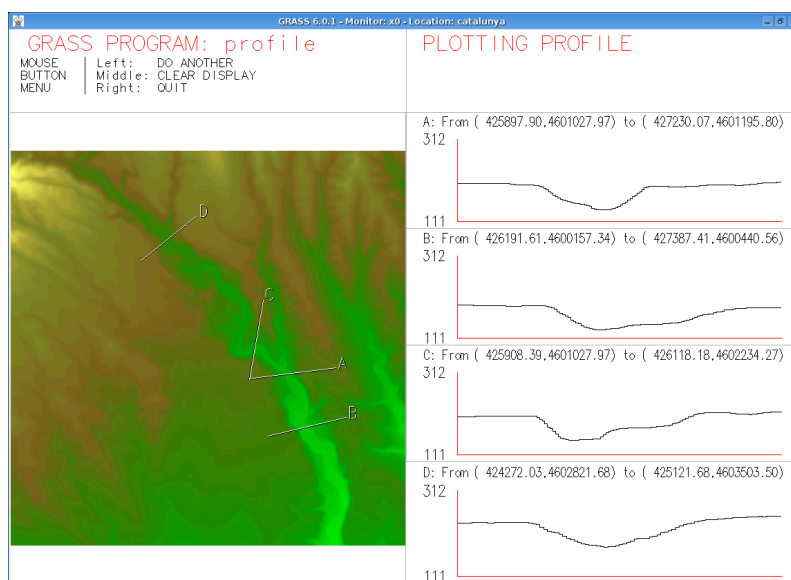


Figura 1: Análisis de perfiles del terreno en el río Ripoll

La aplicación desarrollada introducía los datos del ICC dentro de un proyecto desarrollado mediante GRASS, con la finalidad de analizar las puntos con mejor visión sobre los elementos importantes del patrimonio (ver Figura 1), dividiendo el

territorio en pequeñas zonas geográficas en las cuales diversas estaciones museográficas permitieran a sus usuarios conocer el ambiente que se está visitando (ver Figura 2).



Figura 2: Cartografía de una de las zonas de estudio

Finalmente, el uso de QGIS como herramienta de visualización de los datos almacenados en GRASS permitió la creación de mapas que, combinando la información recogida, añadieran al proyecto la cartografía necesaria para su correcta interpretación.

### Arqueología de conflicto: la batalla de Almenar

El proyecto de investigación de la batalla de Almenar (1710) es un completo estudio multidisciplinar entorno a las condiciones y causas de esta batalla de la Guerra de Sucesión Española localizada pocos kilómetros al norte de Lleida.

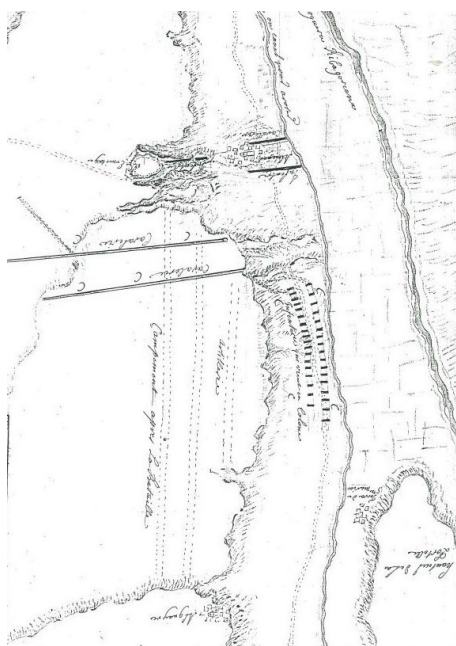


Figura 3: mapa de la batalla de Almenar creado en 1710

Después de una recogida de documentación sobre las fuentes de la época dando testimonio del enfrentamiento, se procedió a la prospección de la zona mediante técnicas avanzadas por parte de la empresa de prospección geofísica SOT. Algunas de las tecnologías usadas fueron el georradar, para descubrir posibles movimientos de tierra relativos a la batalla, y el gradiómetro, con la intención de identificar las zonas con más alta intensidad de balas de cañón enterradas, así como antiguos restos de hogueras.

Mediante la introducción de ortofotografías aéreas combinadas con datos de altura del terreno fue posible hacerse una mejor idea del paisaje relativo a la batalla usando la combinación GRASS+QGIS, así como de los cambios que el territorio había sufrido a lo largo de los siglos (ver Figura 3 y 4). Finalmente, con los estudios relativos a las gradientes del terreno, así como las perspectivas de visión de las diferentes líneas de fuego se hizo una completa relectura de las fuentes documentales anteriormente analizadas, dando como resultado una perspectiva de esta batalla mucho más rica de lo que hubiera sido posible sin estas herramientas.

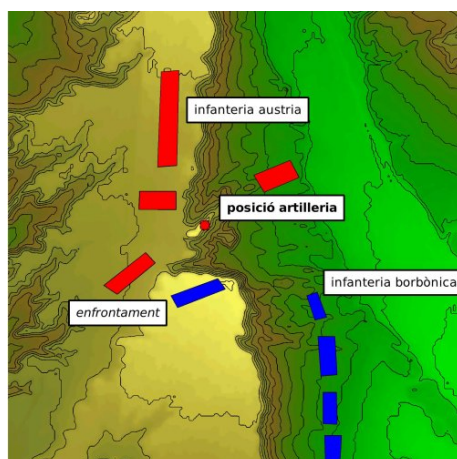
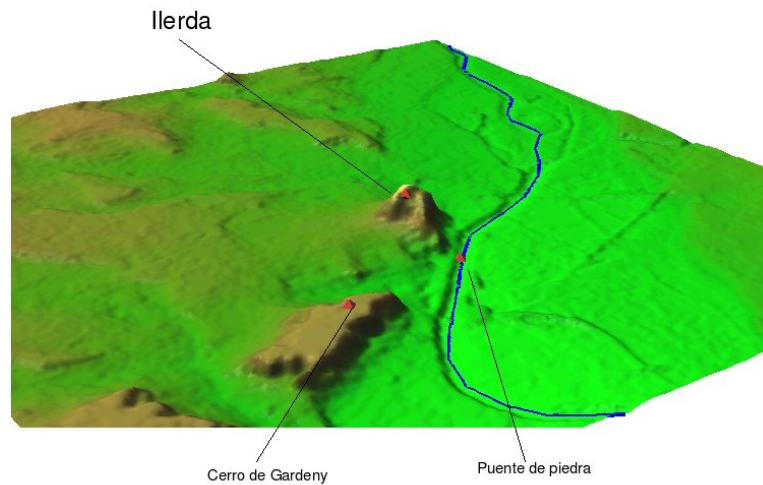


Figura 4: Reconstrucción de la batalla mediante GRASS+QGIS

### Teoría de juegos y SIG: la campaña de Ilerda

El último caso de estudio es una nueva aproximación a las fuentes documentales. A partir de los Comentarios de Julio César durante la guerra civil romana contra Pompeyo (49 aC-45 aC) [8], se está estudiando la campaña que, partiendo de Ilerda (actualmente Lleida), permitió a César controlar toda la Península Ibérica mediante la rendición de sus enemigos cerca del río Ebro (ver figura 5) [9].



*Figura 5: Entorno inicial de la campaña*

El estudio de los Comentarios permite conocer el territorio inicial de operaciones (la zona de Ilerda), así como el objetivo del ejército pompeyano: dirigirse a la Celtiberia a través del cruce del río Ebro, por un paso cercano al asentamiento íbero de Octogesa, no localizado actualmente.

La zona de la campaña, pues, es bastante amplia, y las indicaciones de César nos permiten por sí solas concretar las rutas que tomaron ambos ejércitos. Si fuera posible localizarlas, podríamos descubrir los campamentos que ambos ejércitos construyeron durante la contienda, así como la posición del poblado de Octogesa.

Para analizar las decisiones de los comandantes se ha decidido usar la teoría matemática de juegos, una herramienta muy potente para el estudio de la toma de decisiones racionales a nivel humano. Para ello es necesaria la recogida sistemática de datos y parámetros del escenario, con la finalidad de crear un modelo suficientemente completo para dar una respuesta eficaz a las necesidades del proyecto. Es en esta etapa que las tecnologías SIG libres son usadas, ya que permiten un análisis exhaustivo del territorio. De esta manera será posible alimentar el modelo con multitud de datos importantes, como pueden ser la gradiente de las diferentes zonas, las posiciones con una situación estratégica más ventajosa, la proximidad a fuentes de agua, etc.

## **APUESTAS DE FUTURO**

Aunque los trabajos realizados son un inicio prometedor, los aplicativos SIG de carácter libre distan mucho de ser la solución ideal a los problemas planteados por el estudio de la Historia. Como hemos comentado anteriormente, hay diversas particularidades de este campo que no están contempladas por las herramientas tradicionales anteriormente, y por tanto el desarrollo de esta funcionalidad es un factor fundamental en la implantación de este tipo de productos.



Por desgracia hay algunos huecos por tapan en la oferta de programas de licencia libre. La recreación de un paisaje pretérito, por ejemplo, es difícil de acometer con el software libre actual. También se da este caso en la prospección geofísica, ya que no hay herramientas aplicativos libres para interactuar con georadares o gradiómetros, por ejemplo. Tampoco es posible la edición digital eficiente de documentación arqueológica gráfica, como por ejemplo las estratigrafías.

Así pues, aunque las herramientas disponibles actualmente son útiles y permiten profundizar en el estudio del terreno a lo largo de la Historia, quedan varias lagunas por cubrir de forma eficaz.

El factor tiempo es otro aspecto a explorar y perfeccionar en las herramientas libres, ya que ninguna de las versiones actuales permite añadir este concepto de una manera fácil y adecuada a los propósitos de los proyectos de investigación histórica.

Como hemos visto, para lograr todas estas metas hace falta la colaboración interdisciplinar de técnicos, historiadores y arqueólogos. En este sentido el caso de la campaña de Ilerda, citado anteriormente, puede aportar algunas soluciones debido a sus requerimientos. Será necesario el desarrollo de aplicativos especializados, probablemente usando las capacidades de ampliación de QGIS a partir de nuevos plug-ins. Entre los usos previstos destaca la localización de potenciales zonas óptimas para el establecimiento de campamentos romanos teniendo en cuenta las indicaciones obtenidos por las fuentes de la época. Además, es probable que se requiera el desarrollo de algoritmos de Inteligencia Artificial que aborden problemas de path planning, con la intención de encontrar las posibles rutas de paso para las legiones romanas a través del terreno delimitado por las observaciones de Julio César. En este caso, como en el anterior, las funciones de coste asociadas deberían ser elaboradas a partir de los conocimientos actuales sobre los ejércitos de la antigüedad (ritmo de marcha, formación, etc.)

## CONCLUSIONES

En este documento hemos analizado el uso de sistemas GIS libres aplicados a la investigación histórica, teniendo en cuenta la necesidades especiales de este campo del conocimiento, así como las limitaciones de los programas actuales.

A partir de estas reflexiones se han marcado las líneas de actuación futura que ayudarían a mejorar la situación actual, aprovechando las ventajas que los sistemas informáticos libres pueden aportarnos. Prueba de ello son iniciativas como la ArcheOS [10], que demuestran las capacidades del software libre aplicadas a la Arqueología.

Podemos ver, pues, que éste es un campo con un potencial de crecimiento especialmente atractivo, ya que los datos provenientes del estudio tradicional de la Historia (fuentes documentales y arqueológicas) pueden alimentar sistemas GIS complejos, y éstos a su vez pueden producir resultados que nos sirvan para reinterpretar de manera más satisfactoria los datos que ya tenemos.

La falta de técnicos informáticos cualificados es un problema importante en los grupos dedicados a las Ciencias Sociales, así que para que estas sinergias sean posibles será necesaria una intensa colaboración intensa entre todos los sectores científicos y tecnológicos implicados.

## REFERENCIAS

- [1] SANMARTÍ, J.; SANTACANA, J. (2005), *Els Ibers del Nord*. Barcelona, Rafael Dalmau Editor.
- [2] FOARD, G. (2003), "Historic Terrain: Applying the Techniques of Landscape Archaeology to Military History". *Landscapes Vol. 4 num. 2*.
- [3] SIVILICH, D. (2005), "Evolution of Macro-Archaeology of the battle of Monmouth – 1778 American Revolutionary War", *Battlefields Annual Review*, pp 72-85.
- [4] BARCELÓ, J.A.; PALLARÉS, M. (1996), "A critique of GIS in Archaeology. From Visual Seduction to Spatial Analysis.", *Archeologia e Calcolatori num. 6*.
- [5] BARCELÓ, J.A. (2005), "Multidimensional Spatial Analysis in Archaeology. Beyond the GIS paradigm", presentado en *Reading the Historical Spatial Information in the World*, Kyoto, 2005.
- [6] DRUMMOND, W.J. A GIS-Based Model for Battlefield Preservation Planning: <<http://civilwar.gatech.edu/papers/acsp98/>> (Fecha de consulta: 30 de enero del 2007).
- [7] FIORETTI, M. *Uncovering progress in FOSS-Based Archeology*: <<http://trends.newsforge.com/article.pl?sid=06/06/22/1714202>> (Fecha de consulta: 30 de enero del 2007).
- [8] CÉSAR, J. (año de edición: 2003). *Comentarios a la Guerra Civil*. Madrid, Alianza.
- [9] RUBIO, X. (2007), "Campos de batalla de la antigüedad: el caso de Ilerda", *Íber*, num. 51, monográfico "Campos de batalla, espacios de guerra", pp 35-50.
- [10] BEZZI, A.; BEZZI, L.; FRANCISCI, D.; GIETL, R. (2005), "ArcheOS 1.0 Akhenaton, the first GNU/Linux live distribution for archaeologists", presentado en "Archäologie und Computer. Kulturelles Erbe und neue Technologien", Viena, 2005.