



Demografía y patrimonio cartográfico a principios del S. XX: la IDE histórica de la ciudad de Madrid

Isabel del Bosque González
 Lourdes Martín-Forero Morente
 Rocío Gutiérrez González
 Diego Ramiro Fariñas

Centro de Ciencias Humanas y Sociales
 Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

El geoportal de cartografía y demografía histórica para la ciudad de Madrid pretende crear una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) histórica, realizada siguiendo los estándares y normativa de interoperabilidad del *Open Geospatial Consortium* (OGC). Esta IDE está enmarcada dentro de un proyecto de investigación más amplio, donde el objetivo final es la vinculación de las bases de datos demográficas históricas con la cartografía de Madrid de principios del siglo XX («*Plano de Madrid y pueblos colindantes*» de Facundo Cañada López, del año 1900), de tal modo que permita representar las variables socio-demográficas de estudio a suficiente nivel de detalle, así como los posteriores trabajos de análisis geoespacial.

En la actualidad, las IDE se configuran como la solución tecnológica adecuada para diseminar información geográfica de amplio espectro temático, conocer sus características a través de los metadatos y configurar servicios Web interoperables que permitan combinar diferentes fuentes de datos a través de internet.

1. Introducción

La IDE histórica de la Ciudad de Madrid vincula datos demográficos y cartográficos históricos de principios del siglo XX para la ciudad de Madrid, posibilitando la representación de variables socio-demográficas de la época a un nivel de detalle sólo alcanzable con fuentes actuales, esto no se ha realizado hasta el momento con datos históricos para el caso de una gran ciudad. La cartografía de base histórica procede fundamentalmente, aunque no

Las IDE se configuran como la solución tecnológica adecuada para diseminar información geográfica de amplio espectro temático, conocer sus características a través de los metadatos y configurar servicios Web interoperables.

de forma exclusiva, del plano de Madrid del cartógrafo español Facundo Cañada López, publicado en el año 1902 y cuya minuta original se encuentra en la Cartoteca del Centro de Ciencias Humanas y Sociales (CCHS) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC); para los datos estadísticos de referencia se hará uso de una base de datos de carácter longitudinal de información socio-demográfica.

Este es un proyecto ambicioso de colaboración interdisciplinar entre especialistas de la Geomática y la Demografía. Llevado a cabo en un marco institucional entre el CSIC y la Dirección General de Estadística del Ayuntamiento de Madrid. Desde el punto de vista geoespacial se ha realizado de acuerdo a la normativa INSPIRE (*IN*frastructure for *S*patial *I*nfoRmation in *E*urope)¹ y las especificaciones técnicas de interoperabilidad del OGC².

La IDE Histórica de la Ciudad de Madrid permite estructurar, visualizar, publicar y compartir, mediante un SIG (Sistemas de Información Geográfica) en Internet la Cartografía Histórica de la ciudad y el efecto de los movimientos migratorios y otros indicadores socio-demográficos de la capital, especialmente relevantes a principios del s. XX (fecundidad, nupcialidad y mortali-

1. Directive 2007/2/CE of the European Parliament and of the Council of establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). <http://www.ec-gis.org/inspire/directive>. 2007.

2. OGC® Standards and Specifications. <http://www.opengeospatial.org/standards>.

dad)³, elementos fundamentales para entender la transformación del nuevo régimen demográfico y social que tuvieron lugar, de forma pionera, en Madrid en este período histórico.

La generación de esta IDE se enmarca dentro de varios proyectos de investigación más amplios⁴ cuyo objetivo principal será analizar, históricamente, el efecto sobre la demografía urbana de los flujos migratorios en la ciudad de Madrid dentro de una perspectiva longitudinal, que permita reconstruir, a lo largo del tiempo, trayectorias vitales, a la vez que vincular esa información a la historia de la parcela geográfica o el hueco donde se ubica. Este estudio pretende, por un lado analizar cómo los movimientos de población pueden afectar a las variables demográficas en una gran ciudad, y por otro el efecto de la afluencia de migrantes a instituciones de beneficencia y salud, y cómo estas migraciones influyeron en la mortalidad general y en otros indicadores demográficos de Madrid a principios del siglo pasado. Para realizar los análisis, se ha escogido el período de años que va desde 1888 a 1935, en el que se están produciendo intensos movimientos migratorios hacia la capital⁵.

Esta información está vinculada y será representada sobre una base de datos cartográfica adecuada, de tal modo que permita los posteriores trabajos de análisis geoespacial y estadístico.

La información generada en este proyecto es de gran importancia, no sólo para el CSIC, sino también para otras entidades interesadas, como el propio Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid, o la Dirección General de Estadística del Ayuntamiento de Madrid, ya que les permitirá no sólo tener una SIG donde poder plasmar mucha de la información de tipo sociodemográfico (salud, epidemias, estructura de edades, tamaño familiar, estructuras de ocupación, nivel educativo, etc.), sino que también les permitirá unir sus Registro de Población, en creación actualmente para períodos más recientes, con los datos originados por este proyecto.

Conviene resaltar, por otro lado, los grandes avances de las Tecnologías de Información Geográfica (TIG) durante la última década, que han puesto en manos de las organizaciones nacionales de Estadística de todo el mundo, nuevas herramientas que permiten recopilar información más precisa, oportuna e imparcial sobre la población, así como la visualización de los datos de los censos, debidamente georreferenciados, mediante mapas temáticos o cartografía censal y la difusión de dicha información a través de las IDE.

La Comisión de Estadística de las Naciones Unidas⁶, convencida de la necesidad de la aplicación de las tecnologías de información geográfica a los estudios demográficos y estadísticos y en particular para los censos de población y vivienda, publica periódicamente desde el año 2000, un conjunto de principios y recomendaciones de gran interés al respecto: «*Handbook on Geographic Information Systems and Digital Mapping*» (2000), «*Integration of GPS, Digital Imagery and GIS with Census Mapping*» (2004) o el libro editado más recientemente con el nombre de *Handbook on Geospatial Infrastructure in Support of Census Activities*⁷. En este último, se ponen de manifiesto las bondades de la adopción de la filosofía INSPIRE de «*crear una vez y utilizar muchas veces*» en diferentes contextos y para múltiples propósitos, eficientemente aplicada en la construcción de Bases de Datos Geográficas de los Censos Nacionales y en disciplinas fuertemente interconectadas con los mismos, como es la Demografía.

No obstante, no se puede hablar de las aplicaciones de las TIG a los estudios demográficos sin hacer una mención expresa al *Center for Spatially Integrated Social Sciences (CSISS)*⁸. La integración de la perspectiva espacial en las teorías y prácticas de las ciencias sociales surgen, de hecho, a raíz de los trabajos desarrollados por este Centro, donde la adopción de conceptos como geolocalización, distancia, vecindad, proximidad, etc. y el uso de las técnicas geoanalíticas y la información geográficamente referen-

3. I. Del Bosque González, S. García Ferrero, I. Gómez Nieto, L. Martín-Forero Morente, and D. Ramiro Fariñas. «Cartografía y demografía histórica en una IDE. WMS del plano de Madrid de 'Facundo Cañada,' *Revista Catalana de Geografia*, vol. Volumen XV.40, p. 8, 2010.

4. Proyectos de investigación del Plan Nacional I+D denominado «*La población de una gran ciudad: Madrid 1890-1935*» MICINN, CSO2008-06130/SOCI y «*Creación de una infraestructura de datos espaciales urbanos como plataforma de información geoespacial y socio-demográfica (IDE-URBANA) (MICINN CSO2010-11485-E)*» y «*Mortalidad infecciosa y condiciones de vida en áreas urbanas: el ejemplo de Madrid en una comparativa internacional*»(MICINN CSO2011-29970)

por el demógrafo Diego Ramiro Fariñas del IEGD (CCHS-CSIC).

5. Ramiro Fariñas D. Il declino della mortalità durante l'infanzia nella Spagna urbana e rurale, 1860-1930. *Storia Urbana*. ISSN 0391-2248, Vol. 31, N.º. 119, 2008, pags. 125-148. 2008

6. United Nations Statistics Division-Demographic and Social Statistics, <http://unstats.un.org/unsd/demographic/meetings/egm/CensusEGM04/docs/>

7. United Nations. Statistical Division, *Handbook on geospatial infrastructure in support of census activities*. New York: United Nations, 2009.

8. M. F. Goodchild and D. G. Janelle, *Spatially integrated social science*. Oxford: Oxford University Press, 2004.

ciada sirven para abordar cuestiones fundamentales en otros campos como el de la Demografía; lo cual ha venido a denominarse, específicamente en este último contexto, con el término anglosajón «*spatial demography*».

Del mismo modo, en los ámbitos de la Demografía Histórica existe una tendencia internacional que pretende combinar el uso de los SIG y la investigación histórica, es lo que se ha denominado en términos generales con el nombre de «SIG Históricos¹⁰». Algunas de las manifestaciones originales de mayor envergadura han sido la creación de SIG históricos en países como Gran Bretaña¹¹ y Estados Unidos, ligados fundamentalmente a la evolución de los límites administrativos, a la cartografía histórica catastral y a la información de los censos antiguos.

En cuanto a la utilización de las IDE con datos de demografía y cartografía histórica, la aplicación en España es inexistente y muy incipiente en otros países del mundo. Existen ejemplos pioneros de atlas demográficos históricos en Internet realizados en Reino Unido¹², en Estados Unidos¹³ o China¹⁴ y se están llevando a cabo trabajos muy interesantes en «*The Netherlands Interdisciplinary Demographic Institute (NIDI)*¹⁵», todos ellos referidos, generalmente, a la geovisualización de mapas temáticos estáticos y no a la publicación de cartografía censal histórica con tecnología y servicios IDE interoperables.

2. Las fuentes demográficas históricas

Como ya hemos comentado, la finalidad del proyecto es incorporar la dimensión espacial al análisis de una serie de fuentes demográficas. Para ello, se está digitalizando el Padrón de habitantes de la ciudad de Madrid para el año 1905, momento en el que la ciudad contaba con una población de más de 500.000 habitantes. Esta fuente proporciona una información muy rica tanto demográfica como socioeconómica y ofrece información detallada por individuo. Al igual que los censos, la información de los padrones de habitantes está estructurada en base a hogares, identificados con una dirección física. En el padrón, de cada hogar consta, aparte de esta dirección física, la información sobre sus miembros, con sus nombres completos, parentesco, sexo, edad, lugar de nacimiento, estado civil, ocupación y en algunos casos el período de residencia en la ciudad.

El padrón de habitantes de 1905 servirá como punto de referencia y enlace con la otra gran fuente de interés demográfico: el Registro civil. Los datos de defunciones, nacimientos y matrimonios del periodo 1888-1935 serán incorporados mediante un sistema de enlace probabilístico a los datos padronales de 1905 al igual que entre los datos de nacimientos con sus

respectivas defunciones y matrimonios, per-



Ilustración: B. Moreno

9. A. J. Stillwell, «Geo-ICT in Demography: The Impact of Developments in Geoinformation and Geotechnology on the Discipline of Demography,» in *Geospatial Technology and the Role of Location in Science*, ed Dordrecht, 2009, pp. 103-132.

10. The Historical GIS Research Network, <http://www.hgis.org.uk>
11. I. N. Gregory, C. Bennett, V. L. Gilham, and H. R. Southall, «The Great Britain historical GIS project: From maps to changing human geography,» *Cartographic Journal*, vol. 39, pp. 37-49, Jun 2002.

12. Great Britain Historical Geographical Information System (GBH-GIS), <http://www.gbhgis.org/>

13. The National Historical Geographic Information System (NHGIS), <https://www.nhgis.org/>

14. China Historical GIS, <http://www.fas.harvard.edu/~chgis/>

15. The Netherlands Interdisciplinary Demographic Institute (NIDI), <http://www.nidi.nl/>

mitiendo reconstruir las vidas de los individuos y trazar sus trayectorias a través del tiempo.

La riqueza de la información contenida en estos registros administrativos permitirá comprender en profundidad los fenómenos demográficos de una manera más completa, al permitir la asociación de distintos tipos de eventos a ubicaciones geográficas y a estructuras familiares determinadas. Complementariamente, se están añadiendo varias bases de datos agregadas, ya digitalizadas, sobre la ciudad de Madrid, obtenidas a través de diferentes fuentes, como el Movimiento Natural de la Población, el Anuario Estadístico de Madrid, la Estadística Demográfica de la ciudad y otras fuentes de la época que también estarán incluidas en el sistema de información geográfica y que permitirán la representación de diferentes aspectos de la sociedad y demografía madrileña de principios del siglo XX.

La información demográfica está vinculada a una base de datos cartográfica histórica adecuada muy rica, como es el «*Plano de Madrid y pueblos colindantes*» del cartógrafo Facundo Cañada López, de tal modo que permita representar a través de mapas temáticos una serie de variables (tasas de natalidad, nupcialidad, mortalidad por causas específicas, etc.) para unidades agregadas, como barrios o distritos, que estarán a disposición pública. El nivel de detalle de la cartografía, no obstante, permitirá en el futuro el cálculo y la representación de esos mismos indicadores a nivel de manzana, obteniendo mapas de gran escala de la diversidad demográfica madrileña. Con la información padronal disponible, además, se podrán representar otros indicadores relacionados con la densidad, precio de las viviendas, ocupación, estatus socio-económico y demás variables asociadas a las edificaciones urbanas.

El nivel de detalle de la cartografía, no obstante, permitirá en el futuro el cálculo y la representación de esos mismos indicadores a nivel de manzana, obteniendo mapas de gran escala de la diversidad demográfica madrileña.

Más allá de las explotaciones meramente descriptivas, en el marco de este proyecto se pretende, también, la realización de distintos tipos de análisis geoestadísticos,

como por ejemplo la detección de patrones espaciales, pautas de segregación geográfica, evolución de epidemias en la geografía urbana, modelos matemáticos de contagios, etc.

3. La cartografía histórica de referencia

La ejecución de planos de población a escalas grandes ha sido uno de los grandes objetivos de la cartografía, hasta el punto de figurar estos planos entre los primeros intentos de todas las civilizaciones¹⁶.

«*El Plano de Madrid y pueblos colindantes al principio del s.XX*», así es como se llama el mapa de referencia de este proyecto, es la obra más importante del cartógrafo militar comandante de la Guardia Civil Facundo Cañada López.

Este plano de Madrid, datado en 1902 y en cuya ejecución se invirtieron cuatro años, es un plano realizado a escala 1:7.500 y consta de seis hojas que al unirlas forman un mapa continuo de gran detalle. Este plano fue realizado a partir de tomas de datos topográficos de campo y de información de los trabajos catastrales que hasta la fecha obraban en poder del Instituto Geográfico Nacional (en ese tiempo denominado Instituto Geográfico y Estadístico) y otros parcelarios inéditos cedidos por Corporaciones o particulares.

Posee curvas de nivel cada 5 metros referidas a Alicante y planos de población de los pueblos próximos en recuadros separados. Está dibujado por A. Bonilla y tirado en ocho colores. Por este plano le concedieron a Facundo Cañada el «Premio de Honor de la Cámara Internacional de Industria, Comercio y Ciencias de Madrid de 1902¹⁷».

Un elemento muy significativo del plano de Facundo Cañada es que aparece, por primera vez, el valor económico aproximado del terreno por metro cuadrado para la ciudad de Madrid, ya sea solar o edificado, lo que hace de este plano uno de los más apreciados e importantes documentos cartográficos históricos de Madrid con fines catastrales.

El plano de Madrid de Facundo Cañada lleva asociada, asimismo, una «Guía» muy extensa, en la que se refiere información literal diversa del Madrid de la época, como por ejemplo la lista alfabética de estatuas y escultores que las han tallado, relación de edificios públicos, escuelas públicas y el tipo de educación que impartían, ubicación de las torres de campanadas de incendios, relación alfabética de

16. Martín López J. Historia de la Cartografía y de la Topografía. Centro Nacional de Información Geográfica. Madrid. 2002

17. Martín López J. Cartógrafos Españoles. Centro Nacional de Información Geográfica. Madrid. 2001

Mapa 1. Aspecto general del plano unido de Madrid y Pueblos Colindantes de «Facundo Cañada»



Fuente: Biblioteca «Tomás Navarro Tomás» (CCHS-CSIC).

las vías públicas, directorio general de edificios y construcciones singulares, etc; todo ello debidamente referenciado de acuerdo a una cuadrícula dibujada en el plano.

4. Base de datos geográfica

Una vez transformada la información analógica en digital se ha georreferenciado la cartografía histórica en ETRS89¹⁸, dotándole de un sistema de referencia y un sistema de coordenadas que permita la realización de funciones de geoprocésamiento y análisis métrico.

El diseño definitivo de la base de datos espacial «demo-cartográfica» que dé solución a la problemática planteada, ha pasado por la realización de un modelo de datos Entidad-Relación que represente conceptualmente la realidad social y demográfica de la época y la cartografía histórica de referencia. Para ello, se ha optado por la modelización en notación UML (*Unified Modeling*

Language), siguiendo las recomendaciones de las reglas de implementación de la Directiva INSPIRE.

Las entidades espaciales se han estructurado de acuerdo a un modelo vectorial, organizándolas en capas según su geometría y temática; así por ejemplo, con geometría lineal se han digitalizado las capas de calles, las carreteras, los transportes y los cauces de agua; con geometría de polígonos, las manzanas y los edificios; y con la de puntos las esculturas ornamentales de la ciudad, o las zonas de interés como puentes, norias, etc. La integridad espacial de la base de datos se ha logrado por medio del modelo topológico, ajustándose a las tolerancias adecuadas de acuerdo con la escala, lo que permitirá realizar, en un futuro, análisis espaciales de los diferentes fenómenos socio-demográficos ocurridos en la ciudad de Madrid a principios del s. XX.

5. Tecnología del geoportal

El geoportal ha sido desarrollado basándose en la tecnología AJAX, utilizando para ello los lenguajes HTML y JavaScript (Figura 1).

Los visualizadores (Cartográfico, Comparador de mapas y Temático) utilizan la biblioteca de desarrollo «agslib-2.4-2011-07-25.swc» propiedad de la compañía ESRI. Para su implementación se han utilizado los siguientes lenguajes de programación:

- Flex 4.1
- ActionScript 3

Además, el visualizador cartográfico hará uso de un servicio generado en ASP .NET dedicado a la interrogación de capas de los servicios WMS externos.

Como Sistema Gestor de Bases de Datos (SGBD) se utiliza *PostgreSQL 8.4* con *ArcSDE 10* como *Spatial Extension*. Contiene las tablas asociadas a las capas de los servicios publicados en el geoportal a través de *ArcGIS Server 10*.

Tanto los servidores como los servicios, así como los ejecutables de las aplicaciones corren bajo un servidor dedicado con el sistema operativo *Windows Server 2003 R2*.

Los servicios de visualización y el geoportal se administran mediante *Internet Information Services (IIS) 6.0*.

18. Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España. 2007.

Figura 1. Aspecto general del visualizador cartográfico de la IDE Histórica de la Ciudad de Madrid



Fuente: CCHS-CSIC

6. Conclusiones

La IDE Histórica de la Ciudad de Madrid es un proyecto novedoso de investigación que viene a solventar la interconexión temporal y espacial de los registros estadísticos poblacionales, a la vez que posibilita el acceso a los mismos mediante servicios Web interoperables.

Este proyecto supone un avance muy significativo en la producción de estadísticas longitudinales de población por métodos geoestadísticos, basados en trayectorias biográficas de individuos y familias en su ámbito geográfico, convirtiéndose en un referente de la futura estadística demográfica.

De acuerdo con lo anterior, este proyecto supone un avance muy significativo en la producción de estadísticas longitudinales de población por métodos geoestadísticos, basados en trayectorias biográficas de individuos y familias en su ámbito geográfico, convirtiéndose en un referente de la futura estadística demográfica.

Pretende asimismo, ser un proyecto dinamizador en el Centro de Ciencias Humanas y Sociales y en el CSIC que avance, en el futuro, hacia la implementación de una IDE científica, resaltando las ventajas de la utilización de las tecnologías de la información geográfica para integrar datos generados por Instituciones y grupos de investigación, bajo especificaciones OGC que garanticen la interoperabilidad de la información.

Es por sí mismo un ejemplo de cooperación interdisciplinar entre profesionales (documentación histórica, SIG, cartografía, TIC y demografía) y diversas entidades de la administración pública (Ayuntamiento de Madrid, Universidades y CSIC).

Por último, la implementación de un Geoportal sobre cartografía y demografía histórica supone una contribución muy significativa de puesta en práctica del espíritu y filosofía de «*compartir*» de la Directiva INSPIRE y es un ejemplo de instrumento de la sociedad de la información que cumple una de las prioridades de la política europea.