

La Historia geográficamente integrada y los Sistemas de Información Geográfica (SIG): concepto y retos metodológicos¹.

Ana Crespo Solana

Instituto de Historia, CCHS-CSIC

“The layered pictures that results can then be “read” and a story can be told, the story of complex relationships that are frozen by the analysis but which, of course, are really in motion. The next step is to acknowledge the motion by using cinematic techniques that present the passage of time as spatial units that succeed one another”

Stanley Fish, *The Triumph of the Humanities*²

Resumen: La aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el ámbito de la Historia Moderna constituye una tendencia metodológica al alza. El presente artículo tiene dos objetivos básicos: de una parte aspira a realizar un estado de la cuestión en torno a la relación entre SIG e Historia. Por otro lado, se define y explica el marco teórico y epistemológico inherente a la aplicación de dicha tecnología por parte de los historiadores, poniendo especial énfasis en la Historia Geográficamente Integrada.

¹ Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto de investigación: “Una ruta global: análisis histórico con bases de datos y geovisualización espacio-temporal del comercio marítimo internacional (1717-1850)”, del Plan Nacional de Investigación, Referencia: HAR2011-27694, el cual sigue la línea de trabajo del proyecto “DynCoopNet” del Programa EUROCORES de la European Science Foundation (06-TECT-FP004) y cofinanciado por la National Science Foundation (NSF, USA), el Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN, Acciones Complementarias, España) y la Fundación Portuguesa para la Ciencia y la Tecnología (FCT, Portugal). El proyecto ha tenido muchos resultados que han sido publicados en su gran mayoría. A modo de ejemplo puede consultarse: A. CRESPO SOLANA y D. ALONSO GARCÍA (coords.) *Self-organizing Networks and GIS Tools. Cases of Use for the Study of Trading Cooperation (1400-1800)*; special issue of *Journal of Knowledge Management, Economics and Information Technology*, June (2012); R. MUKHERJEE, ed., *Networks in the First Global Age, 1400-1800*, New Delhi: Primus Book, 2011 y K. KRITZ, W. CARTWRIGHT y L. HURNI, eds., *Mapping Different Geographies*, Heidelberg: Springer Verlag, 2010, que incluye artículos de miembros del equipo DynCoopNet.

² Reseña publicada en *The New York Times* a la obra de M. DEAR, J. KETCHUM, S. LURIA y D. RICHARDSON (Eds.), *GeoHumanities: Art, History, Text at the Edge of Place*, New York, Routledge, 2011, especialmente el capítulo introductorio de Edwards L. Ayers, “Mapping Time”, pp. 215-225.

Palabras Clave: Historia Moderna, SIG, Redes Complejas, Historia Geográficamente Integrada, Historiografía

Abstract: Currently, there is an on-going interest to use Geographical Information Systems (GIS) in History. This article has two main goals: firstly, we attend to present a historiographical review of relationships between GIS and History. After that, this work shows the theoretical and epistemological framework in order to explain why historians can use GIS, underlying what is Geographically-Integrated History.

Keywords: Modern History, GIS, Complexity, Geographically-Integrated History, Historiography.

1. Introducción

Los Sistemas de Información Geográfica (SIGs en sus siglas en castellano y GIS en su acrónimo en inglés³), así como sus múltiples herramientas para la visualización y el análisis de datos, están permitiendo desde hace dos décadas avances interesantes en el campo de la investigación empírica, la divulgación y el uso abierto y compartido de datos georreferenciales de naturaleza histórica. El denominado SIG histórico o HGIS (Historical GIS en inglés) tal como se le denomina entre humanistas y científicos sociales, inició su trayectoria en los años de 1990. No obstante, antes de surgir el término *Historical GIS* ya existían trabajos pioneros sobre representaciones cartográficas de datos espaciales aunque, como en el caso de la obra de P. B. Mires, hacían más alusión a la geografía histórica que a una historia geográficamente integrada⁴. Esta última línea de investigación (*geographically-integrated history*) surge como un paradigma historiográfico que propone tres cuestiones primarias: a) la historia de cualquier área geográfica debe ser entendida desde la perspectiva de su conexión con otros lugares; b) los períodos históricos son complejos, dinámicos y *non-linear systems*, que los define como espacialmente amplios y, sobre todo desde el siglo XV,

³ Siglas de Geographic Information Systems.

⁴ Peter B. MIREs, "Relationships of Louisiana colonial land claims with potential natural vegetation and historic standing structures: A GIS approach", *Professional Geographer*, 45, 3, (1993), pp. 342-350.

fuertemente interconectados y en continua y global expansión⁵. Por ello una de sus características más importantes es que los períodos históricos son inestables y a menudo atraviesan importantes fases de transición y permuta en sus estructuras; y c) en el interior de tales sistemas, los agentes sociales y los lugares están conectados por redes, en gran parte auto-organizativas (*self-organizing networks*), definidas como “núcleos complejos y flexibles que forman redes evolutivas integradas, en el marco histórico correspondiente a los siglos de la edad moderna”⁶. Estos agentes, comerciantes, productores, arrendatarios, funcionarios gubernamentales o negociantes aristócratas fueron protagonistas de innovaciones y cambios en los sistemas, más de lo que una buena parte de la historia ha señalado tradicionalmente. Un hándicap que ha minusvalorado el papel de los agentes como indudables protagonistas de los acontecimientos históricos ha sido que en muchos análisis históricos se ha convertido en actores sociales a las instituciones (incluso al Estado), o a los procesos en sí (como al capitalismo, por ejemplo). Sin duda es una herencia de la visión decimonónica de la disciplina de la Historia y el interés poco científico y verdaderamente interdisciplinar de muchos historiadores.

Pero actualmente, los importantes avances tecnológicos en materia de visualización e integración de datos en los sistemas de información geográfica están haciendo posible la realización de proyectos sobre SIGs dinámicos que permiten la representación de narrativas históricas como vías de comunicación y divulgación del conocimiento sobre el pasado. En esta representación de las narrativas, los modelos orientados a agentes son fundamentales a la hora de comprender los cambios, transiciones y alteraciones históricas. No obstante, el primer reto con el que se han encontrado los primeros proyectos sobre SIGs ha sido la conceptualización y ubicación del evento histórico en su espacio. A. K. Knowles menciona algunos estudios ejemplares sobre SIGs históricos

⁵ Hay una amplia bibliografía sobre esta línea de investigación que es fuertemente interdisciplinar, como ejemplo puede verse: J. B. “Jack” OWENS, “Toward a Geographically-Integrated, Connected World History: Employing Geographic Information Systems (GIS)”, *History Compass* 5/6 (2007): 2014–2040; T. PUU, *Attractors, bifurcations and chaos: non-linear phenomena in economics*, Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, 2002; M. FUJITA, P. KRUGMAN, A.J. VENABLES, *The Spatial economy: cities, regions and international trade*, Cambridge/ Londres: MIT, 1999. Hay un buen resumen de estos supuestos teóricos en: J. B. OWENS, M. YUAN, M. WACHOWICZ, V. KANTABUTRA, E. A. COPPOLA Jr., D. P. AMES y A. GANGENI, “Visualizing Historical Narratives: Geographically-Integrated History and Dynamics GIS”, *Position Paper for the National Endowment for the Humanities workshop “Visualizing the Past: Tools and Techniques for Understanding Historical Processes”*, 20-21 February 2009, University of Richmond, Virginia, USA.

⁶ Una descripción del concepto “self-organizing networks” adecuada para el estudio de redes en A. CRESPO SOLANA, coord., *Comunidades transnacionales. Colonias de mercaderes extranjeros en el mundo atlántico (1500-1830)*, Madrid, Doce Calles, 2010, p.25.

para fechas anteriores a 1990, cuando los proyectos de HGIS empezaron a tener mayor relevancia⁷. Rebeca Dobbs y Mary B. Ruvane han señalado, en un interesante estado de la cuestión, algunas de las novedades más importantes de los últimos años⁸. El avance en lo que respecta a la aplicación del SIG a las ciencias históricas se han debido, en parte, a las aclaraciones metodológicas introducidas por Ian Gregory, en un práctico manual que a la fecha actual sigue siendo la guía más práctica para iniciarse en el campo de los SIGs históricos⁹. En otros trabajos reunidos en monográficos especializados se ofrece ya un conciso pero útil estado de la cuestión sobre lo que los Sistemas de Información Geográfica pueden aportar en el campo de los estudios históricos. Una buena parte de estas publicaciones contienen estudios sobre las llamadas tecnologías geoespaciales y una metódica explicación de herramientas aptas para la investigación en una línea que se podría denominar como un espacio de colisión entre la Historia y la Geografía. En general, los SIGs constituyen una metodología fuerte y verdaderamente, interdisciplinar para los estudios del pasado de la humanidad y tienen el valor añadido de que relacionan estrechamente un amplio espectro de condicionamientos naturales y múltiples fenómenos geográficos, sociopolíticos, económicos y biológicos haciendo posible la realización de análisis transversales sobre los aspectos que han limitado o favorecido a la propia evolución humana en su adaptación al medio (natural y social) durante siglos de evolución histórica¹⁰. Es importante señalar que un SIG histórico puede contener capas de información sobre otros datos históricos procedentes de las *Lifes Sciences*, como información meteorológica anual (frecuencia de huracanes por ejemplo), datos pluviométricos por épocas, información dendrocronológica (útil para el estudio del comercio de las maderas o de la relación que pueda existir entre deforestación, agricultura o construcción naval) así como otras variables que permitan tener en cuenta datos sobre los condicionantes naturales de la actividad humana¹¹.

⁷ A. K. KNOWLES, "Gis and History", en A. K. KNOWLES (Ed.), *Placing History: How maps, spatial data and GIS are changing historical scholarship*, Redlands, ESRI Press, 2008, pp. 1-25.

⁸ R. DOBBS y M. B. RUVANE (Eds.), "The Past: Informing the Future: Applied Geospatial Solutions", introduction chapter to the special issue in: *International Journal of Applied Geospatial Research* (2011).

⁹ I. N. GREGORY, *A Place in history: A guide to using GIS in historical research*, Oxford, Oxbow Books, 2003. (Se puede consultar en línea: <http://hds.essex.ac.uk/g2gp/gis/index.asp>)

¹⁰ D. ROBEY, "E-Science in the arts and humanities", *International Journal of Humanities and Arts Computing*, nº1, (1, 2007), pp. 1-3.

¹¹ Algunos de estos trabajos geográficos serían útiles para los SIGs históricos. Cf: "Climatological Database for the World's Oceans 1750-1850", proyecto realizado entre las universidades Complutense de Madrid, Vigo, Sunderland, East Anglia, Leiden, el Archivo General de Indias de Sevilla, el National

2. SIGs e historia espacial: breve estado del arte

Es precisamente desde 1990 cuando algunas revistas y publicaciones periódicas de las ciencias históricas y sociales empiezan a dedicar a los SIGs históricos dossieres monográficos especializados que vienen a engrosar el material didáctico disponible heredado de otras aplicaciones anteriores de los sistemas de información¹². Y es que el HGIS parece despuntar, sobre todo en ambientes académicos norteamericanos así como en Inglaterra, Alemania, Países Bajos, Bélgica o China como una apuesta de futuro para la reconversión de la disciplina de la Historia en una pieza clave en la enseñanza de las Humanidades. De hecho, los estudios históricos con empleo de sistemas de información geográfica forman parte de programas de estudio en universidades norteamericanas y existe ya un amplio abanico de recursos en la web para uso y beneficio de docentes y estudiantes¹³. Diversas sesiones especializadas en encuentros científicos interdisciplinares han mostrado los resultados de algunas de estas investigaciones que definen lo que en la actualidad se denomina *Spatial Humanities*. Es un concepto que define cómo las consideraciones acerca del espacio, tanto geográfico como en sus distintos sentidos metafóricos, están introduciendo importantes perspectivas de análisis para la investigación en Humanidades y concretamente en el sub-género de la *Spatial*

Maritime Museum y otras instituciones (<http://www.ucm.es/info/cliwoc/intro.htm>). También existen bases de datos dendrocronológicas para su inclusión en un SIG histórico, como el "Iberian Heritage Project" (proyecto del que la autora de este artículo también forma parte): (<http://vkc.library.uu.nl/vkc/dendrochronology/research/ProjectsWiki/IHP%20Home.aspx>). En relación a la climatología se están llevando a cabo interesantes investigaciones sobre como el clima ha influido en cuestiones geopolíticas: A. SALZMANN, "The Tulip as Synecdoche: Climate change and the Geopolitical Reorganisation of the West and Central Asia (1600-1800)", Paper presented at the 36th annual conference of the Social Science History Association, Boston, November 17-20, 2011: Session: *Geographical Frameworks for World History I*.

¹² Son los siguientes: *Social Science History*, vol. 35, 4 (2011), una edición especial titulada: "Historical GIS and the study of urban history." Edited by D.A. DE BATS y I. N. GREGORY, *Journal of Interdisciplinary History*, 42,1 (2011); M. HENNEBERG (Ed.), "Railways, population and Geographical Information Systems", edición especial en la revista: *Social Science History*, 34, 2 (2010). Una mención especial es: "Railways and political economy in Britain, France, and the United States, 1840-1950"; *International Journal of Humanities and Arts Computing*, vol. 3(1-2), 2009, que incluye un forum titulado: "Is GIS changing historical scholarship?"; *Social Science Computer Review*, 27, 3 (2009); T. J. BAILEY y J. B. M. SCHICK (Eds.), *Historical Geography*, vol. 33, 2005; A. K. KNOWLES, (Ed.), *History and Computing*, vol. 13 (1, 2001); y P.S. ELL y I.N. GREGORY (Eds.), *Social Science History*, 24, 3 (2000).

¹³ Véase por ejemplo los recursos citados en la página personal de J. B. "Jack OWENS", <http://www.isu.edu/~owenjack/gishist/gishist.html>. También se han realizado cursos especializados sobre esta materia en la Indiana University Purdue University Indianapolis y en otros importantes centros de investigación norteamericanos.

History, o Historia espacial¹⁴. Es lo que se viene denominando *Spatial Turn* y que está influyendo en algunas importantes líneas de investigación histórica como los estudios atlánticos o la *Global History*, y es que el uso de los SIGs está fuertemente relacionado con giros metodológicos y teórico-conceptuales que ambas líneas están tomando hacia el estudio de las conexiones globales. Ambas líneas están en franca revisión sobre todo desde las acepciones expuestas por André Gunder Frank sobre la falta de sostenimiento empírico que hay detrás de algunos planteamientos teóricos historiográficos, lo cual demandaba la elaboración de una nueva teoría social así como edificar dicha teoría sobre un método de análisis de la evidencia histórica misma¹⁵. No obstante, y a pesar de sus críticas, Frank no se aleja de los presupuestos de Braudel, Wallerstein (criticado por su eurocentrismo), o de los miembros de la escuela francesa de los Anales, cuando consideraban que a través del estudio de las relaciones económicas y culturales, la migración, el comercio, los intercambios artísticos y biológicos, en definitiva, del estudio de cualquier proceso evolutivo que ha desembocado en la actual globalización del mundo y en la densificación de las redes humanas, se puede comprender la conectividad de la historia del mundo fundamentada en una economía mundial activa incluso desde tiempos anteriores a la colonización de América y la navegación a través del Cabo de Buena Esperanza. Si algo tienen realmente en común estos autores es su continua reivindicación de la relación existente entre la Historia y el espacio. Esta historia espacial innova de alguna manera a las historiografías tradicionales en que es fuerte, y verdaderamente, interdisciplinar, e incluso colaborativa, al ser necesaria la estrecha colaboración de historiadores con otros científicos y no solamente sociales, sino también con matemáticos o ingenieros informáticos. Es cierto que esta concepción está ya presente en revisiones de la *World* o *Global History*, cuando se intenta recaer el objeto del análisis en el papel de las regiones y en cómo las sociedades locales han

¹⁴ Para una buena definición sobre la “Spatial Humanities” ver: D. J. BODENHAMER, J. CORRIGAN y Trevor M. HARRIS (Eds.), *The Spatial Humanities. GIS and the Future of Humanities Scholarship*, Indiana, Indiana University Press, 2011. Algunos ejemplos de estas sesiones especializadas en la “Spatial History” han sido: “Self-Organising Networks and Trading Cooperation: GIS tools in the visualization of the Atlantic Economic expansion. (1400-1800)”, organizado por A. CRESPO SOLANA y D. ALONSO GARCÍA, en el XVth *World Economic History Congress* (Utrecht, 3-7 August 2009); la sesión “Geographical Frameworks for World History II”, en el 36th *annual conference program of the Social Science History Association*, November 17-20, 2011; o el 33rd *Annual Meeting of the Social Science History Association*: “It’s About Time: Temporality and Interdisciplinary Research” (Miami, Florida, 23-26 October 2008), a modo de ejemplos.

¹⁵ A. G. FRANK, *Re-Orientar. La economía global en la era del predominio asiático*, Valencia: Universitat de València, 2008, pp. 351 y 352.

llegado a estar relacionadas de forma interdependiente unas con otras durante ciertas fases históricas o durante breves etapas coyunturales¹⁶.

Esta historia espacial reivindica la necesidad de representar narrativas y no solo con lenguajes y textos sino con imágenes que permita “visualizar la historia”¹⁷, con análisis en los que se haga uso de la informática científica con la que se pueda hacer una historia digital. Por encima de todas estas acepciones técnicas, los especialistas en *Spatial History* enfatizan sobre el concepto de espacio más que sobre el de tiempo, tradicionalmente más desarrollado por los profesionales de la Historia como disciplina interesada en describir la evolución y los cambios en el tiempo. No obstante son muchos los historiadores que han subrayado que el cambio en los espacios o en las relaciones espaciales es lo que explica los comportamientos a través de la Historia¹⁸. Cabe decir que esta aspiración no es lejana ni extraña a los historiadores pues ya estaba presente en los objetivos científicos de Fernand Braudel en su definición de la Geohistoria como “la historia que el medio le impone a los hombres a través de sus constantes, el caso más frecuente, o mediante sus ligeras variaciones, cuando éstas llegan a entrañar consecuencias humanas”¹⁹ o en la escuela de Anales cuando se emprendió el camino hacia una mayor calidad científica de la disciplina histórica con análisis empírico-cuantitativos y el uso masivo de bases de datos históricas²⁰.

Así, este *spatial turn* prima el análisis desde la percepción cartográfica, el paisaje o los encuadramientos geográficos donde tienen lugar los eventos históricos. Supone una importante reconsideración sobre la necesidad de crear “mapas mentales” por parte del historiador pero también una vuelta al análisis de las relaciones en el espacio-tiempo tan

¹⁶ De hecho la “Global History” es el estudio de las conexiones locales. Cf. D. RINGROSE, *Expansion and Global Interaction, 1200-1700*, Longman, 2001.

¹⁷ Estos puntos son específicos en varios proyectos actualmente en vigor sobre la “Spatial History”. Véase, por ejemplo: <http://www.stanford.edu/group/spatialhistory/cgi-bin/site/pub.toc.php>; proyecto dirigido en la Universidad de Stanford, en concreto: E. SHNAYDER, “A Data Model for Spatial History. The Shaping the West Geodatabase”, *Working paper published on 15 November 2010* (en línea: <http://www.stanford.edu/group/spatialhistory/cgi-bin/site/pub.php?id=23>).

¹⁸ Aunque es cierto que Fernand Braudel destacó su teoría de los tiempos diferenciados (*longue durée*) situaba su análisis en un contexto geográfico limitado por acontecimientos y eventos históricos y medioambientales que condicionaban, a su vez, la consiguiente evolución histórica: F. BRAUDEL, *El Mediterráneo y el mundo mediterráneo en la época de Felipe II*. Madrid, Fondo de Cultura Económica, 2001.

¹⁹ Cf. el inolvidable artículo de Fernand BRAUDEL y su idea sobre el espacio-tiempo histórico: F. BRAUDEL, “Geohistoria: la sociedad, el espacio y el tiempo”, recogido en *Las ambiciones de la Historia*, Barcelona, Crítica, 2002, pp. 53-87, cita en p. 78.

²⁰ Véase: E. PÉREZ ASENSIO, I. del BOSQUE GONZÁLEZ, R. MAESTRE, J. M. SÁNCHEZ-CRESPO y A. CRESPO SOLANA, “Modelling and implementation of a Spatio-temporal historic GIS”, en *Self-Organizing Networks... op. cit.*, pp. 145-189.

importante en los estudios regionales, enmarcados ahora en un contexto más amplio, ya sea nacional, en ámbitos geográficos transnacionales o, sobre todo, globales. Esta revisión del paradigma espacial es, por ejemplo, muy importante a tener en cuenta en la delimitación de los espacios sociales y económicos que se analizan desde la perspectiva de las relaciones que se producen en ellos, como es el caso de la Historia Atlántica²¹. Aunque en realidad se trata del “revival” de una perspectiva ya tomada en cuenta por estudios clásicos como los realizados por historiadores de la talla intelectual y científica de Jules Michelet o Fernand Braudel, la noción de espacio ofrece la posibilidad de acotar áreas geográficas condicionantes a la propia evolución histórica. Algunos especialistas en historia atlántica han tenido en cuenta esta relación con el espacio, considerado un aspecto fundamental para comprender las dinámicas entre los imperios, la formación de estructuras jerarquizadas en torno a monopolios o la naturaleza periférica o dominante de ciertas regiones. Ello se ha comprobado en estudios sobre las distintas “expansiones” observadas bajo el ángulo del *large-scale treatment* que reivindica sobre todo la consideración del Atlántico como sujeto histórico y la importancia de analizar hasta dónde llegan las influencias de los propios intercambios espaciales²². El espacio, como categoría de la Historia, permite destacar un determinado evento donde se permite agregar datos para su conocimiento exhaustivo por lo que el empleo de los sistemas de información geográfica supone un valor añadido de base tecnológica que incluye a los SIGs históricos en el marco de la *Frontier of Knowledge*²³.

Por ello un estado de la cuestión sobre este tema, haciendo hincapié en lo que se puede sacar o no del SIGs es ya una necesidad para la cada vez mayor comunidad de historiadores que hacen uso de esta importante herramienta metodológica. La característica principal del SIG de procesar datos geográficos procedentes de una cantidad enorme de fuentes e integrarlas ordenadamente en un proyecto cartográfico

²¹ Ver Introducción de R. PIEPER y P. SCHMIDT, eds., *Latin American and the Atlantic World /El mundo atlántico y América Latina (1500-1800). Essays in honor of Horst Pietschmann*, Köln, Böhlau Verlag, 2005, p. 17.

²² Algunos ejemplos son: D. ARMITAGE y M. J. BRADDICK, (Eds.), *The British Atlantic World, 1500-1800*, New York, Palgrave MacMillan, 2009; J. GREENE y P. D. MORGAN, (Eds.), *Atlantic History: A critical Appraisal*, New York, Oxford University Press, 2009; y A. GAMES, “Beyond the Atlantic: English Globetrotters and transoceanic Connections”, *William and Mary Quarterly*, 3d. ser. 63 (2006), pp. 675-692.

²³ M. MIDDELL, “Global history and the spatial turn: from the impact of area studies to the studies of critical junctures of globalization”, *Journal of Global History* (2010), 5, pp. 149-170; véase un estado de la cuestión en J. GULDI, “The Spatial Turn in History”, *Spatial Humanities. A Project of the Institute for Enabling Geospatial Scholarship*, the *Spatial Humanities*, a website created by the [Scholars' Lab](http://spatial.scholarslab.org/) at the University of Virginia Library. (en línea: <http://spatial.scholarslab.org/>).

permite, de entrada, que el historiador pueda tener en un solo programa las ingentes cantidades de datos empíricos y de información que suele recopilar durante años sobre sus propios objetos de estudio. Estos datos hacen referencia siempre -como bien indicaba J. B. Owens- a procesos complejos, dinámicos, no lineales que demandan la organización de una gran cantidad de variables de muy distinta naturaleza (las capas del SIG) y poder así identificar aquellas que estaban más implicadas en la estabilidad o en las transformaciones de los sistemas, ya sean estos las líneas migratorias entre continentes, el comercio de larga distancia, la formación de los estados o la emergencia de nuevas formas de comportamiento humano en distintos *social environment* en cualquier tiempo y lugar²⁴. Los historiadores construyen narrativas de diferente naturaleza siendo así los resultados de su investigación muy susceptibles, no solo de ser procesados en bases de datos, sino que pueden proveer mucha información a los propios SIGs²⁵. Por otra parte, también existen bases de datos y colecciones de información, como el proyecto *The Commodities Empires Project*, que ofrece una rica información sobre economía espacial integrada y que ha producido diversos resultados que ahondan en análisis comparativos, aunque su modelo de base de datos no parece orientado a SIG²⁶.

A tenor de los trabajos existentes puede decirse que la elaboración de un estado de la cuestión sobre Historia y SIGs podría representar ya un capítulo considerable. Tal magnitud de trabajos se ha visto reforzada por la perspectiva interdisciplinar de las ciencias sociales que, especialmente para el estudio de fenómenos históricos contemporáneos, están cada vez teniendo más en cuenta aspectos estructurales de espacio y tiempo desde el punto de vista de la antropología, la sociología o la historia urbana²⁷. Sin duda, la narrativa teleológica de los historiadores ofrece una enorme cantidad de documentación para la construcción de SIGs históricos, y en apenas dos

²⁴ J. B. "Jack" OWENS, "What Historians Want from GIS", *Essays on Geography and GIS*, ESRI, September 2008, pp. 35-45.

²⁵ Por ejemplo existen algunas bases de datos que aunque no orientadas a SIG sí se podrían utilizar para esto debido a que están basadas en agentes. Es el ejemplo del trabajo llevado a cabo por J. P. DEDIEU, "Un instrumento para la historia social: la base de datos Ozanam", *Cuadernos de Historia Moderna*, 24 (2000), pp. 11-31.

²⁶ Caso del interesante trabajo de R. DAVINI, "A Global Commodity within a Rising Empire: The History of Bengali Raw Silk as Connective Interplay between the Company Bahadur, the Bengali Local Economy and Society, and the Universal Italian Model, c. 1750 c. 1830", working paper at <http://www.open.ac.uk/Arts/ferguson-centre/commodities-of-empire/working-papers/abstract-roberto-davini-feb08.htm>

²⁷ Véase, por ejemplo, el documento de trabajo: M. BARBOSA, *Segregación espacial en las ciudades modernas. El espacio en la construcción de la Historia*, Universidad Autónoma Metropolitana, Cuajimalpa, (consultado en línea: http://web.cua.uam.mx/csh/ebook/pdf/Template_CS3Barbosa.pdf).

décadas las publicaciones de manuales, monografías y obras colectivas sobre HGIS se han ido multiplicando de forma acelerada²⁸. No solo eso, pues desde la celebración en 1998 de un curso sobre *Historical GIS* en el Queen Mary and Westfield College, de la Universidad de Londres²⁹, se han organizado congresos y se han llevado a cabo proyectos de investigación inter y multidisciplinares en torno al uso de los SIGs. En dichos trabajos se ha experimentado con la primera ventaja que esta herramienta ofrece: hacer viable la integración y unificación de datos espaciales para el uso público. Además, en estos proyectos se está demostrando la utilidad que tiene la organización de infraestructuras especialmente diseñadas para llevar a cabo estudios interdisciplinares en ciertas líneas de investigación histórica. Lo cierto es que algunos temas concretos son muy susceptibles de la aplicación de los SIGs, como, por ejemplo, el estudio evolutivo de la articulación administrativa, política y fiscal de imperios, estados y naciones, tema que ha sido muy tratado historiográficamente pero está falto de un conocimiento más sistemático por épocas y regiones desde el punto de vista de las implicaciones de sus límites geográficos y logísticos. Esto quizás pueda complementarse con la representación visual de las organizaciones políticas, de las articulaciones territoriales y de los verdaderos alcances de sistemas impositivos, militares o misionales. Es por ello que algunos de los proyectos ya existentes sobre SIG histórico ofrecen materializaciones coherentes en torno a estos objetivos. Un ejemplo es el *Great Britain Historical Geographical Information System* (GBHGIS), una colección digital de información sobre la evolución de las localidades británicas, teniendo en cuenta factores geopolíticos, la aplicación de políticas urbanas y económicas o las repercusiones sociales de cuestiones medioambientales. Este SIG reúne información procedente de una gran cantidad de fuentes históricas por lo que su conocimiento para comprobar como se han integrado estas fuentes es muy valioso, y los datos representados contienen también historias de viajeros, mapas o censos de población³⁰. Casi todos estos HGIS

²⁸ Aparte de los trabajos anteriormente citados, caben destacar una lista de aportaciones imprescindibles para iniciarse en el estudio del HGIS: D. J. BODENHAMER, J. CORRIGAN, y T. M., HARRIS, (Eds.), *The Spatial Humanities: GIS and the future of humanities scholarship*. Bloomington: Indiana University Press, 2011; O. BOONSTRA y A. SCHUUMAN, (Eds.), *Tijd en Ruimte: Nieuwe toepassingen van GIS in de alfawetenschappen*. Utrecht, DANS, 2009; I. N. GREGORY y P. S. ELL, (Eds.), *Historical GIS: Techniques, methodologies and scholarship*. Cambridge, Cambridge University Press, 2007; T. OTT y F. SWIACZNY, *Time-Integrative Geographic Information Systems: Management and analysis of spatio-temporal data*, Berlin, Springer Verlag, 2001; M. GOERKE, ed., *Coordinates for Historical Maps*, Göttingen, Max-Planck-Institut für Geschichte: Göttinge, 1994.

²⁹ Organizado por el The Great Britain Historical GIS (GBH-GIS) Programme.

³⁰ Organizado en la Universidad de Portsmouth, se puede consultar en www.gbhgis.org

ofrecen información espacial sobre áreas que van desde el enfoque geográfico local al nacional, y se nutren, no de hallazgos arqueológicos, como se ha hecho en otros casos, sino en documentación histórica procedente de archivos y, en parte, ya publicada en diversos materiales bibliográficos. Estos SIGs son históricos, que no arqueológicos, y trabajan con *places*. Gracias a las diversas capas que puede tener un SIG la representación de estos lugares o unidades administrativas puede ofrecer una visión en movimiento temporal y dinámico para comprender su evolución a lo largo del tiempo histórico, pero dando una gran importancia a las localizaciones y al impacto global de las actividades que suceden en un determinado lugar y tiempo. Se trata de una representación geográfica de la actividad humana y responde a un análisis histórico-geográfico sobre “donde” ocurren los eventos, así como aglutinar datos sobre el “quién”, “cómo” y “porqué” de los acontecimientos³¹.

El proyecto NHGIS (*National Historical Geographic Information System*) o el CHGIS (*The China Historical Information System*), creado en la Universidad de Harvard, son otras iniciativas pioneras que sirven de modelo metodológico. El segundo, desarrollado a partir del año 2001, contiene una gran cantidad de mapas digitales. Su objetivo es esclarecer las complejas delimitaciones fronterizas de las unidades administrativas chinas y es ambicioso en su dinámica temporal pues comprende desde la era de la unificación dinástica (hacia el 222 antes de la era cristiana) hasta el final de dicho período en el año 1911 del siglo XX³². Por su parte, el NHGIS pretende dar información interactiva sobre la historia poblacional y socio-política de los Estados Unidos de América entre 1790 y 2012³³. De esta misma naturaleza se han organizado otros SIGs algo menos ambiciosos, como el *Belgian Historical GIS*, que contiene datos entre fechas comprendidas desde el año 1800 al 2003 acerca de la estructura territorial de Bélgica. Creado en el Departamento de Historia Moderna de la Universidad de Gante, está basado en la integración de información procedente de dos bases de datos. Una de ellas contiene estadísticas digitalizadas sobre población, agricultura e industria entre 1800 y 1961. La otra base de datos contiene mapas históricos digitalizados que

³¹ Capítulo introductorio a la obra de A. K. KNOWLES, (Ed.), *Past Time, Past Place. GIS for History*, ESRI, 2001, pp. xii. Y de la misma autora: *Placing History, Op. Cit.* (2008).

³² Se puede consultar en: <http://digitalhistory.unl.edu/essays/bolessay.php>. Cf. Peter BOL, “China Historical GIS (CHGIS) Choices Faced, Lessons Learned” Paper presented at *Conference on Historical Maps and GIS*, Nagoya University, Aug 2007. <http://www.fas.harvard.edu/~chgis/> (consultado 30 septiembre 2012).

³³ Minnesota Population Center. *National Historical Geographic Information System: Version 2.0*. Minneapolis, MN: University of Minnesota 2011 (en línea: <http://www.nhgis.org>).

permiten apreciar los cambios en las fronteras dentro del territorio belga a diferentes niveles, provincias y municipalidades, desde 1796³⁴.

Frente a estos GIS, por así decirlo, nacionales, desarrollados en torno a historias por países, hay importantes proyectos sobre procesos históricos de gran envergadura que se extienden más allá de las fronteras de la historia local o regional. Uno de estos SIGs es el proyecto sobre *European Communications and Transport Infrastructures: Performance and Potentials, 1825-2000*, un atlas digital que contiene unos 40 mapas sobre las dimensiones de las comunicaciones en Europa en los siglos XIX y XX. Su autor, Andrea Kunz es el responsable también de la creación del *Digital Atlas on the History of Europe since 1500*³⁵. Estos trabajos también demuestran como el SIG permite definir y representar cartográficamente polígonos espaciales de una determinada localización e implican análisis económicos y sociales. Han hecho hincapié en los cambios observados en la transición del Antiguo Régimen a las nuevas estructuras socio-económicas derivadas del avance tecnológico, demográfico y económico del siglo XIX. Las fronteras de las localizaciones objeto de estudio pueden ser jurisdicciones institucionales como una ciudad, un estado o una provincia, que han sido perfiladas para después incluir todo tipo de información acerca del territorio, ya sea cómo estaba gobernado el territorio, población por edad y sexo, negocios y trabajadores, granjas y actividades agrícolas en general, cabezas de ganado, media de altura de los terrenos, precipitaciones anuales, etc. Así se pueden representar las características de distintos bloques espaciales de forma completa, representado por los polígonos y mostrando las distintas características a través de varios colores y símbolos. Esto añade una nueva dimensión a los análisis convencionales de tipo cuantitativo y cualitativo que pueden hacerse con datos históricos que muestran procesos sociales complejos. En el caso del *Digital Atlas on the History of Europe since 1500*, se combina cartografía temática con el objeto de crear una historia visual e interactiva de la historia de los sistemas estatales europeos desde comienzos de la Edad moderna y sus consecuencias en el desarrollo político y económico³⁶.

En la Historia económica, la conjunción de la cartografía con mapas temáticos y la representación espacial de datos cuantitativos relacionados están empezando a ofrecer

³⁴ http://www.hisgis.be/start_oud.htm (en línea 8 de octubre de 2012).

³⁵ Actualmente este SIG tiene unos 250 mapas, algunos de ellos interactivos. Puede verse un resumen de este proyecto en: <http://www.atlas-europa.de/>.

³⁶ A. KUNZ, "Mapserver for German Historical GIS", *Presented at the CHGIS Intl Workshop on Historical GIS*, August 2001.(en línea: <http://www.fas.harvard.edu/~chgis/>)

resultados interesantes. Esta metodología se ha aplicado, por ejemplo, a estudios sobre la evolución del transporte, su actuación e impacto regional y su importancia en el desarrollo económico gracias a la representación espacial de datos cuantitativos. El propio Andreas Kunz afirmó – refiriéndose a su propio proyecto- que: “los resultados obtenidos tienen una doble vertiente. Por un lado, se relacionan con la historia del transporte europeo. Trabajando desde mapas sencillos hasta series relacionadas de temas se hacen evidentes los contornos de un atlas tipo multimedia del transporte europeo. Por otro, se pone de manifiesto que la presentación cartográfica de datos históricos no solo completa la función clásica del mapa, ampliando la descripción, sino que puede ser una herramienta en sí misma para el historiador de la economía, el cual podrá observar nuevos nexos entre las dimensiones espaciales de los procesos históricos”³⁷. Esta concepción del espacio en relación al análisis de datos está presente en proyectos como el *European Communications and Transport*, ya citado³⁸; o también en la elaboración de SIGs sobre la evolución histórica de ciudades como el proyecto *Imagining London*, donde se ha construido un sistema de información histórica y geográfica en multi-capas donde se incluyen datos sociales, económicos, políticos y de tipo cultural³⁹.

Las potencialidades de los sistemas de información geográfica a la hora de llevar a cabo una historia geográficamente integrada se han reflejado en algunos proyectos interesados en analizar la globalidad de los procesos, y no solo desde el lado puramente económico, sino también con una especial atención a la intersección en la economía de la política, las instituciones o la dinámica social. Un ejemplo podría ser el análisis de las dimensiones geográficas y temporales de la pobreza en sectores y poblaciones con objeto de conocer la implicación a largo plazo de problemas sociales en el devenir de ciertas regiones⁴⁰. La historia geográficamente integrada permite, además, ir más allá de las teorías conceptuales de André Gunder Frank o de Immanuel Wallerstein al poder tener las herramientas necesarias para comprender la importancia de las

³⁷ A. KUNZ, “El impacto de la Info-Cartografía en la Historia Económica del transporte europeo (siglos XIX-XX)”, F. J. ARANDA, F. FERNÁNDEZ INZQUIERDO y P. SANZ CAMAÑES, (Coords.), *La Historia en una nueva frontera*, Cuenca, Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, 2000, pp. 79-81.

³⁸ También dirigido por Andreas Kunz en el Institute of European History en Mainz, <http://www.atlas-infra.eu/>.

³⁹ <http://geography.ssc.uwo.ca/faculty/gilliland/ImaginingLondon2007.htm>.

⁴⁰ Trabajo de I. GREGORY, H. SOUTHALL, y D. DORLING, “A century of poverty in England & Wales, 1898-1998: A Geographical Analysis”, en J. BRADSHAW, y R. SAINSBURY (Eds.), *Getting the Measure of Poverty. The early legacy of Seebohm Rowntree*, Bath: Policy Press, 2000.

conectividades y la influencia entre diferentes localizaciones en la historia mundial. Se trata de generalizar una herramienta que implica el uso de diversas metodologías, al gusto del historiador, que relaciona hábilmente investigación y docencia de la Historia debido a la naturaleza fuertemente divulgativa y práctica de los SIGs. Se desea llevar a cabo una “real world historical research, which is both geographically-integrated and connected, whose results can be expressed concisely and clearly to researchers and students”⁴¹. Esta perspectiva ya ha conocido interesantes avances gracias a la elaboración de bases de datos, en el campo teórico y en los estudios cuantitativos y cualitativos, especialmente en la Historia económica, gracias a lo cual se dispone de datos empíricos susceptibles de incluir en bases de datos georreferenciadas. Recientes proyectos sobre bases de datos han logrado importantes avances en relación, sobre todo, a temas relacionados con el estudio de la navegación marítima y el intercambio de productos comerciales. Estos trabajos también son deudores de una gran cantidad de trabajos sobre temas económicos que pueden proveer a los SIGs de una gran cantidad de metadatos⁴². Esta información cuenta ahora con el valor añadido de su representación y visualización, pudiéndose llevar a cabo trabajos de investigación sobre la percepción y utilización del espacio urbano por parte de diferentes grupos sociales. Algunas líneas de investigación como el comercio marítimo de la edad moderna, los estudios sobre las interconexiones atlánticas y globales o las rutas de navegación abiertas por sistemas y monopolios comerciales representan ejemplos paradigmáticos para la evolución de los SIGs históricos. Pero además, el estudio de las formas de cooperación humana y la emergencia de nuevos comportamientos sociales también empiezan a ser importantes objetos de estudios, como es el ejemplo del proyecto *Dynamic Cooperation Network*

⁴¹ J. B. OWENS, “Toward a Geographically-Integrated... art. cit.”. pp. 2014–2040.

⁴² Dos ejemplos de estos son: S. MARZAGALLI, P. POURCHASE y J. P. DEDIEU, *Navigocorpus: Corpus itineraries of merchant ships XVIIe-XIXe's*, que puede consultarse en: <http://navigocorpus.org/>; y el proyecto: *Soundtoll Registers online* (STRO), liderado por la Rijksuniversiteit Groningen y TRESOAR, Friesch Historisch en Letterkundig Centrum, Leeuwarden. Puede consultarse en: <http://www.soundtoll.nl/index.php/nl/welkom>. Sobre un estado de la cuestión general sobre la historia económica pueden verse los interesantes artículos de H. CASADO ALONSO (a quien en parte debemos el inicio del proyecto DynCoopNet en España cuando nos reunimos por primera vez en el año 2005 en Santiago de Compostela): “The Economic History of Spain in the Early Modern Ages”, Francesco AMMANNATI, ed., *Dove va la Storia Economica? Metodi e prospettive secc. XIII-XVIII/ Where is Economic History going? Methods and prospects from the 13th to the 18th centuries*, Firenze University Press, 2011, pp. 173-191; B. YUN CASALILLA, “¿Seminal?, ¿obstruiva? Los historiadores anglosajones y la Historia económica de España: problemas y planteamientos”, José Manuel DE BERNARDO ARES (Ed.), *El Hispanismo Anglonorteamericano: Aportaciones, problemas y perspectivas sobre Historia, Arte y Literatura españolas (siglos XVI-XVIII)*, Córdoba, Caja Sur, 2001, pp. 433-453.

(DynCoopNet, en el acrónimo con el que se le conoce)⁴³. Este proyecto, co-liderado por la autora de estas líneas junto a J. B. Owens, demostró que el procesamiento masivo de datos históricos puede ser un receptáculo idóneo no solo para la ampliación de estudios relacionado con el campo de las Humanidades, significando un avance sin precedentes en el campo de los estudios históricos interdisciplinarios, sino que era una oportunidad de ofrecer a otros científicos una arquitectura real del mundo para la aplicación de análisis diversos con diferentes metodologías, como las matemáticas, la biología evolutiva o la *social network analysis*. La investigación llevada a cabo por el equipo de historiadores de este proyecto tuvo como primordial objetivo el estudio de la evolución de la cooperación humana a lo largo de tres siglos de comercio, migración e intercambios globales de todo tipo, elaborando bases de datos con información relativa a los siglos XVI, XVII y XVIII⁴⁴. El proyecto contaba con la colaboración de expertos en la ingeniería de sistemas de información geográfica que lograron implementar un valioso modelo conceptual destinado a someter a estos datos a nuevos análisis, modelo que es por el momento, pionero en su género, aunque ya hay otros proyectos similares en curso⁴⁵.

Pero aparte del indudable servicio metodológico a la hora de aglutinar y analizar de forma integrada una gran cantidad de datos históricos así como su conservación vía internet para el aprovechamiento de estos datos, la pregunta más importante es: ¿hasta qué punto el uso de los SIGs puede enriquecer el futuro de la investigación histórica? Es cierto que para ello es necesario mejorar los datos, la forma en la que son recogidos y las técnicas espacio-temporales con el objeto de hacer un SIG dinámico⁴⁶. Ello representa una nueva metodología que aprovecha el software de las ciencias geoespaciales tanto para la investigación como para la enseñanza de la Historia. Las

⁴³ Un ejemplo de este tipo de proyectos de programas fuertemente interdisciplinarios fue el proyecto DynCoopNet, anteriormente citado: “Dynamic Complexity of cooperation-Based Self-Organising Networks in the First Global Age (DynCoopNet)”, 2007-2011. Cf. J. B. “Jack” OWENS, “A Multi-national, Multidisciplinary Study of Trade Networks and the Domains of Iberian Monarchies during the First Global Age, 1400-1800”, *Bulletin of the Society for Spanish and Portuguese Historical Studies*; y B. DIXON, E. HOOGLAND y C. RUSTAT-FLINTON, eds., *The Evolution of Cooperation and Trading (TECT). Final Report*, Strasbourg: European Science Foundation, 2011.

⁴⁴ Actualmente estas bases de datos están disponibles en internet, en el repositorio digital del Consejo Superior de Investigaciones científicas: <http://hdl.handle.net/10261/28395> (correspondiente al equipo español liderado por Ana Crespo). Los resultados del equipo formado por historiadores portugueses, liderado por Amélia Polonia Da Silva pueden consultarse en: <http://www.dyncoopnet-pt.org/about-portuguese-project>.

⁴⁵ Una buena parte de los resultados de este proyecto están recogidos en la obra colectiva: A. CRESPO SOLANA y D. ALONSO GARCÍA (Coords.), *Self-Organizing Networks...op. cit.*

⁴⁶ Tal como afirma O. BOONSTRA, “Barriers between historical GIS and historical scholarship”, *International Journal of Humanities and Arts Computing*, 3 (2009), pp. 3-7.

herramientas de georreferenciación y visualización de la información histórica en un contexto geográfico ofrecen nuevas oportunidades para la revisión teórica de problemas y nuevas posibilidades metodológicas en la historia cuantitativa al permitir y facilitar la colocación en un mapa dimensional de grandes cantidades de información (data sets). Esto incluye el mapeo de datos, es decir, ubicar los datos en su correcta, o más o menos aproximada, referencia geográfica y temporal.

A simple vista parece que el uso de los SIGs es un “más difícil todavía” en el análisis de datos con la particularidad de que los estudios con bases de datos y SIGs se enriquecen con la visión geográfica y su representación temporal gracias al uso de mapas, a veces superpuestos, para una mayor apreciación visual de la representación geo-histórica. Los SIGs pueden contener imágenes, grabados y todo tipo de material visual georreferenciado ya que representa un importante medio visual de comunicación y análisis. En lo que respecta a la enseñanza de la Historia el uso de bases de datos y mapas están derivando, al menos en algunos países, en un resurgir de las ciencias históricas a todos los niveles⁴⁷.

3. ¿Qué es un SIG?: perspectivas metodológicas

En resumen, los proyectos sobre GIS histórico están llevando a cabo importantes innovaciones teórico-metodológicas para la integración de bases de datos y su orientación a modelos conceptuales de SIGs, y la revisión de la teoría histórica. Empero, aún hay un largo camino que recorrer debido sobre todo a la falta de estandarización de las bases de datos históricas en un modelo de datos. Pero, ¿cómo se puede definir realmente un SIG en relación a las ciencias históricas? En líneas generales se trata de un sistema de computación, una tecnología de manejo de información formada por un hardware adecuadamente programado (software) que permite manejar una serie de datos espaciales (información geográfica) para la realización de análisis⁴⁸. En cualquiera

⁴⁷ GREGORY & ELL, eds., *Historical GIS... op. cit.*, p. 2.

⁴⁸ Algunos manuales sobre SIGs son: G. D. BUZAI, D. DURÁN, *Enseñar a investigar con sistemas de información geográfica*, Buenos Aires, Editorial Troquel, 1997; o el libro de J. BOSQUE SENDRA, *Sistemas de información geográfica*, Madrid, Ediciones Rialp, 2ª edición, ya algo antiguos y muy generales. Quizás el manual más importante en relación al SIG histórico siga siendo el de GREGORY, *A Place in History...op. cit.* Existe un buen estado de la cuestión bibliográfica en: I. del BOSQUE GONZÁLEZ, C. FERNÁNDEZ FREIRE, L. MARTÍN-FORERO, y E. PÉREZ ASENSIO, *Los sistemas de información geográfica y la investigación en Ciencias Humanas y Sociales*, Madrid, CECEL-CSIC, 2012.

de estos sistemas destaca siempre la disponibilidad de los datos geográficos como elemento diferenciador frente a otros sistemas de información relacionados con el uso de bases de datos, término éste muy general y que puede hacer referencia a recopilatorios de información de distintas naturalezas y orientados a múltiples usos⁴⁹. Los sistemas de información geográfica con información histórica tienen, por así decirlo, dos vertientes diferenciadas: la espacial, referente a la geografía (places) y la temática, que incluye los datos incluidos para el análisis, los cuales pueden estar distribuidos en diferentes capas. También se diferencian de otros sistemas de información en que estos SIGs no contienen solo datos alfanuméricos sino que implican siempre la referencia espacio-temporal. Y es que toda investigación histórica puede, efectivamente, georreferenciarse e incluir un sistema de acopio de diferentes capas de información con datos procedentes de archivos o literatura histórica. Otras definiciones del SIG apuntan a su valoración como un paradigma tecnológico que “debe ser entendido como el conjunto de procedimientos técnicos y metodológicos que permiten, por un lado, tratar la espacialidad de los datos, y por otro, favorecer el estudio de la realidad desde enfoques multidimensionales e integrados, como son el tiempo, el espacio y las “personas” que interactúan con el territorio en un momento determinado”⁵⁰; o bien “una tecnología de la información que almacena, analiza y visualiza datos espaciales y no espaciales”⁵¹. Las múltiples definiciones que tiene un SIG es debido a dos razones principales que ya apuntaba Ian Gregory: una forma de aproximarnos a los SIGs está relacionada con la herramienta en sí con objeto de explorar cómo un software puede modelar el mundo; en segundo lugar, nuestra aproximación estaría orientada a saber qué se puede llevar a cabo con un SIG y qué nos permite hacer con nuestros datos⁵².

Hoy en día se ha acuñado el concepto *GIScience*, Ciencia de la Información Geográfica, sobre todo defendida por Michael Goodchild en 1992, refiriéndose al conjunto de conceptos y técnicas que subyacen en los SIGs y que forman una ciencia por sí misma más que una tecnología⁵³. Esta ciencia podría ser descrita como la teoría

⁴⁹ Y que también recogen diversas tipologías de información histórica: J. LÓPEZ YÉPES, “Las bases de datos históricas”, *Biblios: Revista electrónica de bibliotecología, archivología y museología*, nº 9 (2001), pp. 1-28.

⁵⁰ I. del BOSQUE *et al.* *Los sistemas... op. cit.*, pp. 13 y 14.

⁵¹ *Ibidem*, p. 31.

⁵² A. GREGORY, *A Place in History ... op. cit.*, capítulo 1.

⁵³ M. F. GOODCHILD, “Geographical Information Science”, *International Journal of Geographical Information Systems*, 6 (1992), pp. 31-45.

académica que está más allá del desarrollo, uso y aplicación de los SIGs a cualquier campo de la investigación científica y hace referencia también a los datos geoespaciales y a posibles conexiones con otras herramientas de las tecnologías de la información⁵⁴.

Lo cierto es que además de los componentes de hardware y software, un SIG está compuesto por los datos y por la propia información geográfica aparte de contar con un equipo de personas involucradas en su creación y composición así como un procedimiento organizativo que es inherente a cada SIG histórico. La formación de las personas involucradas en estos equipos de trabajo es, o ha de ser, formación interdisciplinar y tener capacidad para desarrollar unos conocimientos transversales de los procesos que se han de analizar, siempre bajo la supervisión de historiadores con objeto de construir la “máquina” adecuada a cada tipo de estudio. Finalmente la construcción de un SIG supone el almacenamiento de información en “capas temáticas que pueden enlazarse geográficamente”⁵⁵. Su funcionalidad depende de varias capas de información que se corresponden con niveles temáticos y en donde el componente “tiempo” desempeña un papel primordial ya que, aunque parezca paradójico, muchos trabajos históricos y de las ciencias sociales fallan a la hora de ubicar temporalmente el suceso estudiado, ofreciendo explicaciones anacrónicas y atemporales de los fenómenos. Era lo que A. N. Whitehead denominaba la “fallacy of misplaced concreteness”⁵⁶. Por ello, la elaboración de SIGs espacio-temporales es actualmente el reto más importante en la investigación en este campo de la ingeniería geomática, aunque, cabe decirlo, especialmente demandado por historiadores y científicos sociales que necesitan ubicar las localizaciones simples que ofrezcan una descripción de la realidad concreta⁵⁷. Partiendo de la base de que cualquier hecho histórico “produce una mutación de las relaciones estructurales existentes”⁵⁸, en los SIGs espacio-temporales la variable “tiempo” hace referencia a la sucesión de movimientos recurrentes sean de una naturaleza u otra. La narrativa histórica puede introducir aquí el modelo teórico de las

⁵⁴ Tal como la definen J. P. WILSON y A.S. FOTHERINGHAM, *The Handbook of Geographic Information Science*, Malden, Blackwell Publishing, 2007, en concreto las páginas 3-12.

⁵⁵ Valoración realizada por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) citada por BOSQUE *et al*, *Los Sistemas... op. cit.*, p. 37.

⁵⁶ OWENS, “Toward... art. cit.”, p. 2017, citando a A. N. WHITEHEAD, *Process and Reality: An Essay in Cosmology*, Gifford Lectures Delivered in the University of Edinburgh During the Session 1927-28, London/New York: Macmillan, 1929.

⁵⁷ Sobre los avances en GIS temporales puede verse algunos de los trabajos de una de las investigadoras del proyecto DynCoopNet: M. YUAN, “Temporal GIS and Applications”, en S. SHEKHAR y H. XIONG, (Ed.), *Encyclopedia of Geographic Information Science*, Berlín: Springer-Verlag, 2008.

⁵⁸ L. ALTHUSSER, *Leer el Capital*, citado en M. GALCERÁN, “El tiempo de la Historia”, *Logos. Anales del Seminario de Metafísica*, 32 (1998-1999), pp. 287-303, p. 288.

bifurcaciones, analizando qué variables introducen cambios cualitativos importantes en la dinámica de un sistema⁵⁹. Aunque apenas se ha aplicado a los estudios de HGIS, este modelo se inspira en la *Fuzzy Logic*, o lógica difusa⁶⁰, teoría que puede ayudar a la composición de sistemas modélicos donde se aprecie cómo las variables de información alteran o no los comportamientos de dichos sistemas. Aunque se trata de una idea matemática y, quizás muy abstracta, sí puede ayudar a crear una aplicación que se adapte a análisis históricos ya que los conjuntos de datos disponibles se pueden corresponder con estas variables que hacen referencia a cambios y conmutaciones. Es algo, sin duda encuadrado teóricamente en los sistemas complejos entendidos aquí – según la acepción de R. García- “como una representación de un recorte de la realidad compleja, conceptualizado como una totalidad organizada (de ahí la denominación de sistema) en el cual los elementos no son separables y por lo tanto no pueden ser estudiados aisladamente”. Esta visión se justifica porque “los sistemas complejos están constituidos por elementos heterogéneos en interacción – y de allí su denominación de complejos, lo cual significa que sus subsistemas pertenecen a los “dominios materiales” de muy diversas disciplinas”⁶¹. Esta concepción teórica puede aplicarse, por ejemplo, a los estudios de redes, campo en el que se ha avanzado mucho recientemente, por lo que el uso complementario de los SIGs podría permitir la visualización de movimientos así como la modelización de los comportamientos de los agentes, utilizando prototipos más avanzados que los disponibles hasta el momento⁶². Los estudios de redes con

⁵⁹ Su aplicación en Historia puede verse, por ejemplo, en la Fuzzy logic theory: L. A. ZADEH, “On the analysis of large scale systems”, en H. GOTTINGER, (Ed.), *Systems Approaches and Environment Problems*, Gottingen, Vandenhoeck and Ruprecht, 1974, pp. 23-27. Ver también: L. A. ZADEH, “The role of Fuzzy logic in modeling, identification and control”, *Modelling, Identification and control*, 15/3 (1994), pp. 191-203.

⁶⁰ Una teoría matemática que se usa cuando la complejidad de un proceso es muy alta, sobre todo si tal proceso es no lineal, y no existe un modelo matemático preciso. Es la teoría desarrollada por Lofti A. ZADEH, “Toward a theory of fuzzy information granulation and its centrality in human reasoning and fuzzy logic”, *Fuzzy Sets and Systems*, 90 (1997), pp. 111-127, y descrita ampliamente en E. COPPOLA, Jr., J.B. “Jack” OWENS y F. “Szidar” SZIDAROVSKY, “Fuzzy Rule-Based Modelling of Degrees of trust in cooperation-Based Networks: Close Research Collaboration among Domain Experts (Historians) and Mathematical Modelers”, *Paper presented at Congress: Visualisation and Space-Time Representation of Dynamic, Non-linear, Spatial Data in DynCoopNet and other TECT Projects*, organizado por M. Á. BERNABÉ POVEDA, M. WACHOWICZ y A. CRESPO SOLANA, Madrid, UPM-CSIC, 25-26 Septiembre 2008.

⁶¹ R. GARCÍA, *Sistemas complejos: Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*, Gedisa, 2006.

⁶² Un ejemplo de estos prototipos en: A. K. NAIMZADA, S. STEFANI y A. TORRERO, (Eds.), *Networks, topology and Dynamic. Theory and Applications to Economics and Social Systems*, Heidelberg: Springer Verlag, 2009. Un estado de la cuestión sobre los estudios históricos de redes en: J. M. IMÍZCOZ, “Las redes sociales de las elites. Conceptos, fuentes y aplicaciones”, en E. SORIA MESA, J. J. BRAVO CARO y J. M. DELGADO BARRADO (Eds.), *Las elites en la época moderna: La*

herramientas SIGs y con análisis cartográficos pueden ofrecer nuevas visiones comparativas sobre los sistemas económicos, razón por la que es necesario desarrollar nuevas investigaciones en este campo⁶³. Otro reto que se plantea ahora es desarrollar herramientas que sean capaces de extraer automáticamente información espacio-temporal de los textos históricos. Ello exige un sistema de reconocimiento automático de palabras, expresiones y frases de contenido temporal y por lo tanto exige la existencia de un diccionario de expresiones⁶⁴.

Pero el paso fundamental en la elaboración de un SIG histórico es la creación de un modelo de datos acorde con los planteamientos de la investigación histórica así como con los tipos de análisis que desean llevarse a cabo con el fin de responder a las preguntas planteadas a la hora de recopilar los datos. Un modelo de datos es una colección de conceptos que se emplean para describir la estructura de una base de datos que incluyen entidades, atributos y relaciones⁶⁵. El modelo relacional es fundamental para una base de datos histórica debido a la importancia de interconectar las tablas de información para facilitar el análisis. Su elaboración se lleva a cabo en varias fases donde se chequea la viabilidad del sistema y se diseña un modelo conceptual que “representa la realidad a altos niveles de abstracción, y se apoya en la definición de los requerimientos de usuario que se especificaron en la fase anterior correspondiente al estudio de viabilidad del sistema”⁶⁶. Los ingenieros de SIG han propuesto un modelo de marco conceptual para el estudio de las dinámicas geográficas en Historia que recoge mediciones sobre localizaciones y mediciones espaciales basadas en estudios empíricos⁶⁷.

Monarquía Española, Vol. 1: *Nuevas Perspectivas*, Universidad de Córdoba, 2009, pp. 77-111. Véase también: M. BERTRAND y C. LEMERCIER, “Introducción: ¿en qué punto se encuentra el análisis de redes en Historia?”, *Redes-Revista Hispana para el análisis de redes sociales*, vol. 21, 1 Diciembre, 2011 (<http://revista-redes.rediris.es>).

⁶³ Y sobre lo que se hablará ampliamente en otro artículo: A. CRESPO SOLANA, E. PÉREZ ASENSIO, I. DEL BOSQUE, R. MAESTRE, “Agents of Empire: networks comparative analysis during the Early Modern Age”, A. CRESPO SOLANA, (Ed.), *Spatio-Temporal Narratives: Historical GIS and the study of Global Trading networks (1500- 1800)*, London, Cambridge Scholar Publishing (en elaboración).

⁶⁴ Véase: M. GUERRERO NIETO, A. URRUTIA ZAMBRANA, M. Á. BERNABÉ POVEDA y M. J. GARCÍA RODRÍGUEZ, “Toward temporal annotation in GIS environments”, en A. CRESPO SOLANA y D. ALONSO GARCÍA (Coords.), *Self-organizing... op. cit.*, pp. 337-356.

⁶⁵ Cf. O. PONS, N. MARÍN *et al.*, *Introducción a las bases de datos. El modelo relacional*, Madrid, Ed. Paraninfo, 2005.

⁶⁶ I. del BOSQUE *et al.*, *Los Sistemas... op. cit.*, p. 58.

⁶⁷ H. J. MILLER y E. A. WENTZ, “Representation and Spatial analysis in geographic information systems”, *Annals of the Association of American Geographers*, 93 (3): 574-594, citado por M. YUAN, “Toward Knowledge... art. cit”, pp. 353 y ss.

En función de la forma en la que los elementos que existen en la naturaleza o en la sociedad hacen uso del espacio, su representación puede ser en modelo ráster o matricial (en celdillas con información), o modelo vectorial (formas geométricas con puntos, líneas o polígonos) y puede tener distintas estructuras dependiendo de su complejidad. Existen otros modelos avanzados, como los Modelos Digitales del Terreno o los modelos Orientados a Objeto, más abstracto, denominado *Object-Oriented* y que requiere distinto modelo relacional⁶⁸. Este modelo orientado a objeto está pensado para gestionar grandes cantidades de información y tiene la ventaja de que posibilita el procesamiento de información espacio-temporal en un modelo de datos adecuado. Según M. Wachowicz representar datos espacio-temporales en SIG es implementar una dimensión adicional a un modelo de datos más estático, tradicionalmente dado por modelos ráster y vectorial, que pretende organizar *space over time*. Un espacio geográfico se organiza en particiones (*layers*) que incluyen las entidades que habitan tal espacio. De hecho estos *layers* son el esqueleto donde se representan distintas entidades localizadas en el espacio geográfico en un punto temporal determinado. Es lo que se denomina *Region-to-entity*, o representaciones de las dimensiones espaciales (puntos, polígonos, líneas, bordes) y temporales o la sucesión de eventos (acción, cambio, movimiento)⁶⁹.

Las bases de datos existentes actualmente serían mucho más útiles a la investigación si se creara un modelo de datos estándar que sirviera para todos. Estas bases de datos se podrían ir completando, ampliando e incluso modificando con el paso del tiempo. Elaboradas con diferentes herramientas informáticas y programas (Access, Excel, Filemaker) podrían ser vertidas en una interface adaptada al modelo de datos en donde se reflejarán no solo los conceptos, sino también todas las informaciones derivadas de la investigación. En la mayoría de los casos pueden perfilarse campos unificados, como en el caso del citado proyecto *DynCoopNet* en donde se ha establecido un modelo de datos con campos que hacen referencia a actores, rutas, escalas, puertos, ciudades, mecanismos de cooperación, fechas, productos y/o mercancías de intercambio, en todas

⁶⁸ La complejidad de estos tipos de modelos están explicados en: J. A. SEGRELLES SERRANO (Dir.), *Geografía Humana. Fundamentos, métodos y conceptos*, Alicante: Club Universitario, 2002, pp. 187-216. M. WACHOWICZ, D. ORELLANA, A. CRESPO SOLANA, J.B. OWENS, y M. A. BERNABÉ POVEDA, "A Spatial representation for reasoning about the Atlantic commercial routes of the 18th century", Paper presented at the 33rd annual conference program of the Social Science History Association, October 23-26, 2008, Paper session: *Contributory GIS For Historical Research*.

⁶⁹ M. WACHOWICZ, *Object-Oriented Design for Temporal GIS*, Research Monographs in GIS, E-book, Taylor & Francis Book, 1999; e I. del BOSQUE et al., *Los Sistemas...op. cit.*, pp. 63-64.

su facetas: productos, ideas, libros, personas, difusiones culturales, políticas, técnicas, etc. Todos estos campos, atributos y entidades se relacionarían con una geodatabase. Los datos aportados son susceptibles de ser manejados desde múltiples vertientes y con finalidades variadas como la confección de mapas temáticos tridimensionales, elaboración de rutas, coherencia de redes, plantillas de conectividad, e incluso herramientas de modelización con expresiones matemáticas para el análisis de cambios dinámicos objeto-campo (*objects-field-dynamics*); herramientas para el estudio de redes, su topología, conectividad (densidad, características de nodos), agrupamientos y distribución de datos (clúster) y sus entornos. Se podrá visualizar también los elementos de los entornos con intersecciones irregulares a la geografía (por ejemplo, ideologías políticas) y se podrá incluir formulaciones matemáticas para el análisis de las bifurcaciones que puedan dar indicios sobre la emergencia de nuevas formas (evolución) en los sistemas. Por supuesto, la elección de un modelo de datos está abierta a distintas posibilidades, como por ejemplo, el explicado por Michael Goodchild sobre el uso de Uniform Modeling Language (UML) para la introducción de procesos temporales⁷⁰. La construcción de un SIG incluye también la posibilidad de experimentar con modelos matemáticos o de la economía experimental así como con fórmulas econométricas, o simulaciones por ordenador que permitan observar el comportamientos de actores y sistemas.

4. Retos metodológicos: narrar la Historia, analizar y modelar

La elección del tipo de modelo se hace en función del tipo de análisis espacio-temporal adecuado a la investigación histórica. Primero debe elaborarse una base de datos georreferenciada así como las relaciones topológicas adecuadas que permitan efectuar el análisis posterior de los datos. Como se ha indicado anteriormente, una ventaja de los SIGs históricos es que es capaz de integrar información diversa (social, medioambiental, económica o política) que puede ser utilizada para comprobar la incidencia de ciertos fenómenos en el comportamiento de los procesos históricos. Reunir datos de diferente tipología permitiría comprender diversas formas de interacciones localizadas. En este contexto metodológico los Sistemas de información

⁷⁰ Michael F. GOODCHILD y A. GLENNON, "Representation and Computation of Geographic Domains", en K. STEWART HORNSBY y M. YUAN (Eds.), *Understanding Dynamics of Geographahic Domains*, Boca Raton, Florida; London and New York, CRC Press, 2008, pp. 13-29.

geográfica suponen una ventaja por ser un sistema dinámico que permite seleccionar criterios de análisis para ver cómo diferentes factores afectan al desarrollo de los modelos. Todos los tipos de información deberían estar interrelacionados con una buena base cartográfica para la correcta representación ya que ello facilita la visualización y análisis. La base cartográfica es de vital importancia, razón por la que las colecciones de mapas históricos digitalizados son complementarias a los SIGs. Algunas colecciones, como la realizada por el proyecto DIGMAP muestran claramente cómo deben digitalizarse los mapas incluyendo metadatos descriptivos⁷¹. Se debe contar, pues, con una base cartográfica, procediendo a la localización de mapas históricos que se puedan incorporar al estudio e incluso integrarlo dentro de la geodatabase del proyecto⁷².

Para establecer la cartografía, por ejemplo, de un proyecto sobre comercio atlántico, es necesario establecer una previa base de datos con los campos relativos a rutas comerciales que contengan información sobre la ruta en sí: coordenadas geográficas, puertos principales, escalas, puntos clave en el océano por donde pasaban los barcos y toda aquella información relativa a la ubicación de cada acción o actividad que implique la escala del buque. Si es posible, y siempre que la documentación lo permita, se pueden señalar los tiempos de arribadas y salidas, fechas establecidas o aproximadas de detención en un puerto, actividades que tienen lugar a bordo o en torno al navío. Se puede establecer información sobre los lugares incluidos a lo largo de la ruta (*Places, nodes*), que contenga las coordenadas de longitud y latitud, algo que es posible con documentos de derroteros marítimos. También es de gran importancia, incluir información de metadatos, los cuales pueden aparecer en una transcripción de documentos históricos. Para ello existen los sistemas de notación, como el desarrollado por Matthew Ciolek⁷³. La base de datos DynCoopNet que se encuentra en el repositorio

⁷¹ Para una explicación más amplia véase: H. MANGUINHAS, B. MARTÍNS, J. BORBINHA y W. SIABATO, "The Digma Geo-Temporal Web GAZETTER Service", *e-Perimtron*, vol. 4, nº 1 (2009), pp. 9-24. Está accesible en: <http://portal.digma.eu/>.

⁷² Existen otros catálogos de mapas como: *The David Rumsey Map Collection*: (disponible en: <http://www.davidrumsey.com>) y el *World Historical Dataverse*: <http://www.dataverse.pitt.edu>. Este proyecto pretende crear un "global historical database and gazetteer".

⁷³ Vid ut supra, nota 59, Matthew OWTRAD *Notation system: a method for standardizing and computerising geographical and logistical data about long-distance transportation/communication routes*. Old World Trade Routes (OWTRAD) Project. Canberra: www.ciolek.com – AsiaPacific Research Online. Version 5.4 (Oct. 2006). www.Ciolek.com/OWTRAD/notation.html. Una versión actualizada en: <http://www.ciolek.com/OWTRAD/DATA/oddda.html>.

digital del CSIC⁷⁴, provee de metadatos que informan sobre las fuentes usadas para su creación. Los metadatos ofrecen información sobre quien creó la base de datos, qué tipo de información contiene y por qué se creó. También proveen de la información necesaria acerca de los conjuntos de datos y son necesarios en caso de que se deseen publicar en algún tipo de formato estándar como los que ha ofrecido Ciolek con el sistema Dublin Core⁷⁵. De forma paralela es necesario organizar un *Digital gazetteer* donde listar todos los nombres de lugares con datos específicos relativos a latitud y longitud, que una vez se elabore “it can be used as an interface between any sort of spatial information and a cartographic visualization of some sort”⁷⁶. Estos *gazetteer* deberían incluir los distintos nombres (*variant name*) que un lugar ha tenido en diversas épocas con las variaciones registradas en cuanto a topónimos, y, eventualmente, alguna otra característica sobre el lugar en cuestión (si ha cambiado en tamaño, etc.). Esto también debe tenerse en cuenta al representar entidades históricas supranacionales o de gran envergadura política, social, económica o lingüística, como pudo ser, por ejemplo, el Sacro Imperio o la Monarquía Hispánica, con sus complejas fronteras y con sus nacionalidades múltiples que cambiaron constantemente dependiendo de determinados eventos que actuaron como desencadenantes de distintos procesos o fenómenos.

En lo que concierne a los mapas de la expansión marítima, la toponimia histórica y la imagen que ha ido adquiriendo un puerto o ciudad es importante para analizar la percepción del espacio, algo que sin duda cambió sustancialmente desde el Descubrimiento de América por Cristóbal Colón⁷⁷. Los movimientos portuarios, las zonas de producción o los mercados como “límites que se desplazan”⁷⁸, o las ferias y centros financieros donde operan las actividades mercantiles pueden representarse cartográficamente con objeto de visualizar las lindes geográficas de las áreas que articulan. Pero también sucede con la representación de la dinámica del conocimiento

⁷⁴ CrespoDynCoopNetDataCollection; el modelo de datos está explicado en: <http://hdl.handle.net/10261/29215>. cf. PÉREZ ASENSIO *et al.* “Modelling and Implementation... art. cit” pp. 145-190.

⁷⁵ Una guía útil de cómo hacer esto se provee en el siguiente documento elaborado por J. B “Jack” OWENS, para el proyecto DynCoopNet: “Mapping Your Historical Information: A Beginner’s Guide”, http://idahostate.academia.edu/JBJackOwens/Papers/84965/Mapping_Your_Historical_Information_A_Beginners_Guide (2008).

⁷⁶ *Ibidem*.

⁷⁷ Se han hecho algunos estudios interesantes sobre la influencia de la cartografía en la concepción del espacio y al revés. Véase, por ejemplo: A. PICAZO MUNTANER, “La concepción del hombre-otro en la percepción de la ampliación colonial del espacio indiano y el olvido del indígena americano”, *Cauces*, 4 (2003), pp. 29-34.

⁷⁸ F. BRAUDEL, *Civilización material, economía, capitalismo*, Madrid: Alianza Editorial, 1984, 3 vols., vol. II: *Los juegos del intercambio*, p. 32.

científico o filosófico. Muchos trabajos sobre la circulación del saber son susceptibles de incluir en un sistema de información geográfica lo que sin duda puede aportar nociones sobre los movimientos y evolución de estos saberes a través del espacio y el tiempo⁷⁹. De hecho la representación espacial ofrece la posibilidad de cruzar disciplinas así como “mapear” la información y la experiencia combinando ontologías formales y conceptos sociales.

Existen algunos gazzetter que pueden utilizarse como interface complementaria como el *Google Maps world GAZetter*⁸⁰ o el también importante *Discovering our Past World with Digitised Maps*⁸¹. Hay que señalar que las longitudes y latitudes de los *places* y *nodes* deben figurar no en grados, minutos y segundos (como habitualmente se hace para este tipo de información) sino en valores decimales ya que el software de SIG así lo requiere, aunque estos programas, como el de ArcGIS tienen herramientas metodológicas que pueden ayudar en su conversión⁸². Además, es necesario incluir todos los lugares que aparecen en la documentación, incluso si se desconoce dónde está o se trata de un topónimo antiguo que actualmente no se sabe con qué lugar exacto se corresponde. Es importante incluirlo ya que no sabemos si más tarde podremos relacionar algún tipo de link, evento, persona o acción, relacionada con dicho lugar. Ver la evolución de una ciudad u otro tipo de poblaciones ha sido posible tradicionalmente con las planimetrías que recogen mapas históricos de ciudades. Pero estas planimetrías tienen hoy una desventaja y es que son demasiado estáticas. Por el contrario existen diversos software disponibles para especialistas que, como los historiadores, hacen uso de una gran cantidad de datos espacio-temporales; y algunos son de *open source*⁸³.

Con los SIGs estos trabajos se amplían al poder establecer vínculos diversos con bases de datos con diferentes capas de información que incluyan también vínculos vía internet a repositorios de grabados, mapas o fotografías. Al elaborar la base de datos orientada a SIG es necesario tener en cuenta tres aspectos importantes que relacionan

⁷⁹ Por ejemplo, en el proyecto “Circulation of Knowledge and learned Practices in the 17th century Dutch Republic”, véase G. KULLER, *The Shape of Time: remarks on the History of things*, Yale University Press, 2008 (first edition of 1962).

⁸⁰ <http://www.maplandia.com/>

⁸¹ Se trata del proyecto DIGMAP: <http://gaz.digmap.eu/homepage.action>

⁸² OWENS, “Mapping” (passim).

⁸³ Algunos de estos software son: *TimeMap*: <http://www.timemap.net.>; ESRI's *ArcExplorer*: <http://www.esri.com/software/arcexplorer/index.html>; Un programa muy interesante para los historiadores es: *GenMap*: <http://www.archersoftware.co.uk/index.htm>. (adecuado para estudios históricos y genealógicos); *GeoDa*: <https://www.geoda.uiuc.edu>, o SANET, por nombrar unos ejemplos útiles para historiadores: <http://sanet.csis.u-tokyo.ac.jp/> (adecuado para el estudio de análisis espacial o para estudiar eventos que suceden en una red).

cuestiones inherentes a la medición y análisis de coordenadas espacio-temporales. En primer lugar hay que tener en cuenta el impacto de la localización. Una primera pregunta sería ¿qué impacto pueden tener mis datos en la geografía?, ¿cómo puedo representarlos?⁸⁴ Relacionado con la localización es cierto que tenemos un problema, y es que los datos presentan limitaciones y no son siempre susceptibles de ser completos debido a la propia naturaleza de las fuentes históricas que no siempre ofrecen datos exactos en cuanto a escasa escala y precisión. Ian Gregory advertía de que había que “evitar simplificaciones innecesarias al explorar, visualizar o analizar datos”⁸⁵ lo que implica tratar de utilizar los datos de una forma lo más cerca posible a su estado original. La concepción del espacio geográfico y la percepción que del mismo se tiene en cada momento histórico también debe tenerse en cuenta para la visualización cartográfica⁸⁶.

Para el procesamiento de la información Matthew Ciolek creó una codificación de procedimientos estándar para la extracción sistemática de datos de fuentes históricas en relación al comercio internacional y el transporte marítimo⁸⁷. Tiene la ventaja que presenta la mayor parte de variables posibles en relación al tipo de datos que pueden extraerse de las fuentes, estas variables pueden referirse al nombre del puerto de salida (*Departure node' name*), localizaciones geográficas, nodos de llegada de los navíos, links con diversas fuentes de información sobre tipos de navegación, etc., Además se incluirían campos relativos a los productos transportados, direcciones a las que fluyen personas y mercancías, distancias físicas recorridas, tipo de transporte, tiempo recorrido (*Travel time*), distancia y otras magnitudes temporales referentes al contexto cronológico (como por ejemplo, si coincidían los viajes con los tiempos oficialmente requeridos, si había incidencias en la ruta, etc.). Sería importante vincular datos como bandera del navío (si se conoce) y también cualquier referencia bibliográfica y documental que luego pueda ser empleada para la elaboración de un catálogo de metadatos⁸⁸. En general, estas notaciones contienen información referente a rutas y agentes en un modelo de datos espacio-temporal. Desde el punto de vista técnico es

⁸⁴ Ya señalado por GREGORY, *A Place in History...* op. cit.

⁸⁵ *Ibidem*.

⁸⁶ A. PICAZO MUNTANER, *Cooperación y colaboración en la primera Edad Global, 1400-1800: Modelos comerciales mercantilistas en el Pacífico*, Londres: *IdeaIndia.com*, 2010, E-book. (disponible en: <http://www.ideaindia.com/cooperacioacuten-y-colaboracioacuten-en-la-primera-edad-global-14001800/p/1860/>)

⁸⁷ C., T. MATTHEW, *OWTRAD Notation system...* op. cit.

⁸⁸ *Ibidem*.

conveniente integrar información de lugares, espacios y agentes. Esto requiere la mejora de la herramienta con objeto de poder tener técnicas de análisis y visualización que permitan una conservación ética, útil y ecológica de los datos. Para medir y visualizar cómo se producen las relaciones espaciales, hay que valorar que tipo de granularidad puede posibilitar análisis a niveles macro y micro. Dependiendo de la granularidad, o medida del tamaño de los componentes o descripción de los elementos que componen un sistema, más o menos específico será el SIG⁸⁹. Por ejemplo, a la hora de estudiar cómo actúan las cadenas migratorias en las relaciones entre sistemas político-sociales, los análisis pueden hacerse entre regiones, entre países, o bien comparando las posibles bifurcaciones en los comportamientos globales. También puede hacerse una comparación entre sistemas económicos, considerando regiones, áreas de mercado o entre diferentes subsistemas en los cuales hay que analizar el comportamiento de las redes o cómo los agentes actúan en cada determinada acción.

La conexión entre la variable *espacio* y la variable *tiempo* en un SIG histórico está también relacionada con la forma en la que se hace el modelo de datos. Actualmente esto es un reto para los ingenieros de SIG que están desarrollando nuevas técnicas. Una opción es el establecimiento de coordenadas temporales tomando unas capas por años concretos establecidos con el fin de reunir datos. Por el momento, predecir en qué forma se debe introducir las fechas es difícil. Para detectar procesos y sin saber el tipo de visualización que mejor pueda servir hay una forma de indicar las fechas, siendo necesario elegir fechas precisas cuando éstas sean conocidas y la duración entre fechas cuando las fuentes ofrecen información sobre ellas. May Yuan propone construcciones espacio-temporales y marcos conceptuales que permiten estudios geoespaciales más allá de los datos que están directamente recogidos en las bases de datos⁹⁰. Estos modelos espacio-temporales pretenden estar menos limitados que otros modelos anteriores que están más constreñidos a la naturaleza de los datos y a los criterios de su elección. “Así como las posibilidades de análisis de datos dependerá de los esquemas de representación elegida, el conocimiento obtenido a partir de los datos se limita a los

⁸⁹ M. WACHOWICZ, “Modelos conceptuales de bases de datos espacio-temporales”, Presentación en el *I Seminario de Historia y SIG: Representando un sistema: Redes dinámicas de cooperación en el Mundo Atlántico, siglos XVI-XVIII*, Viernes, 3 de julio de 2009, Madrid.

⁹⁰ M. YUAN, “Toward Knowledge Discovery about Geographic Dynamics in Spatiotemporal Databases”, H. J. MILLER y J. HAN (Eds.), *Geographic Data Mining and Knowledge Discovery*, Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2009, pp. 347-365.

patrones y reglas de los *data objects* (objetos de datos) representados en los modelos de datos empleados”⁹¹.

En la representación y visualización es importante llevar a cabo una taxonomía, es decir, elegir un color determinado para la representación cartográfica de un determinado proceso, evento o acción, como pueden ser los modos de cooperación. También hay que considerar la escala de representación: la escala a nivel continuo es más importante para los historiadores ya que ofrece la posibilidad de que haya equilibrio entre la información representada y la escala. En la representación se sitúa el tiempo lineal, con fechas, cambios y eventos. Si quiero analizar un fenómeno que se repite se puede elegir la representación espiral (modelización espiral), como por ejemplo, la cooperación, que es un proceso continuo hasta cierto punto, este modelo permite tratar el espacio como algo relativo⁹². En las distintas capas que componen el SIG se debe hacer una representación absoluta del movimiento de intercambios, ya sea del comercio marítimo o entre los diversos agentes que intervienen en cada etapa. (Estos son “entidades”, que solo existen si están asociadas a una capa). El modelo más apropiado para este tipo de visualizaciones es el modelo, ya descrito, orientado a objeto ya que hace hincapié en la representación de los eventos que marcan la actividad humana así como los cambios y consecuencias de las alteraciones dadas en un proceso. Este modelo tiene la ventaja que permite también una gran granularidad y puede albergar muchos datos exactos. Es importante tener en cuenta la escala, por ejemplo para la representación de rutas, las cuales pueden ser representadas con líneas. Se opta por una escala ordinal debido a que así se puede observar como se detiene en las etapas de un viaje y analizar cada vez que se produce un evento, una acción, un negocio, una cooperación⁹³.

A la pregunta de qué tipo de base de datos histórica se necesita para hacer un SIG espacio- temporal y dinámico, hay que tener en cuenta de que no es solo importante la localización y la geometría sino los altos niveles de conceptualización (*higher-level concepts*). En este contexto el término “dinámico” es un termino común utilizado para caracterizar las fuerzas de trabajo que rigen el comportamiento de un sistema y los componentes de un sistema tanto individual como colectivamente⁹⁴. La dinámica genera un cambio a lo largo de los procesos evolutivos y la premisa principal de un SIG sobre

⁹¹ M. YUAN, “Toward... art. cit.”, pp. 348 y ss.

⁹² *Ibidem*.

⁹³ M. WACHOWICZ, “Modelos conceptuales...” (Passim).

⁹⁴ M. YUAN, “Toward...art. cit”, passim.

un determinado sistema es que las actividades, eventos y procesos son generalmente “construcciones espacio-temporales de las dinámicas geográficas”.⁹⁵ May Yuan distingue tres construcciones en el contexto de la exploración de las dinámicas geográficas que deben ser tenidas en cuenta a la hora de establecer modelos de datos espacio-temporales: a) la actividad geo-espacial, considerada como una acción conducida por uno o más “agentes”, entidades socio-económicas que pueden ser individuales o colectivos (refiriéndose incluso a instituciones). El tipo de información clave referida a esta actividad geo-espacial hace referencia a tipos de actividades, agentes, acciones, duraciones, frecuencias, y datos sobre el “cuándo” y el “dónde”. Esto implica la creación de tablas de información con estos datos que son viables de recogerse en documentación histórica y en fuentes literarias. Algunas actividades geográficas son estacionarias pero otras son móviles, como la actividad comercial llevada a cabo a lo largo de un viaje de comercio, por ejemplo. En un SIG los puntos o un grupo determinado de puntos pueden servir para representar espacialmente las actividades estacionarias. En caso de que las actividades sean móviles las cadenas de puntos o grupos de puntos necesitarán tener localizaciones concretas a lo largo del tiempo y el espacio en donde la actividad se desenvuelve. El conocimiento sobre las actividades de los agentes, hace hincapié en sus acciones, y los resultados de sus acciones. La exploración de las actividades realizadas por un individuo puede revelar los “qué” y “cuándo” de los agentes por un período concreto. En el modelo de datos *DynCoopNet Data Collection*, se denomina “espectro” a esta biografía vital de un agente o entidad (que puede ser un comerciante o un barco). La descripción física de este concepto “hace referencia al estado de un navío en un instante de tiempo concreto. Esto va a permitir realizar el seguimiento de un determinado barco en todos y cada uno de los viajes marítimo-comerciales en los que participa, especialmente en el Sistema Atlántico, ya que de este se dispone de información histórica sobre las rutas que realizaron, las incidencias acaecidas o las mercancías comercializadas”⁹⁶. La segunda construcción hace referencia al denominado “evento geo-espacial”, es decir, la información acerca de un evento provee un sumario espacio-temporal de qué es lo que

⁹⁵ *Ibidem*. Cf. también: A. CRESPO SOLANA, “Data Sets on Cooperation”, *Paper presented at TECT Final meeting*, Budapest, 14-19 September, 2010.

⁹⁶ A. CRESPO SOLANA (coord.), R. MAESTRE MARTÍNEZ, E. PÉREZ ASENSIO, I. DEL BOSQUE, D. ALONSO GARÍA y A. PICAZO MUNTANER, *Modelo de Datos SIG espacio-temporal histórico. Dynamic Cooperation Networks, 2008-2011*, Madrid, CSIC, 2010, descripción en página 11. Este documento es el modelo de datos explicado paso por paso y se puede consultar en el Repositorio digital del CSIC: <http://hdl.handle.net/10261/29215>.

está ocurriendo. Este sumario debe incluir las precondiciones, componentes envueltos en el proceso y las consecuencias. Esto es importante para el estudio de la Historia y un modelo de análisis orientado a evento ha sido ya aplicado en el campo de las ciencias políticas y la Historia con buenos resultados⁹⁷. Por último hay que tener en cuenta el proceso geo-espacial: “una progresión de continuos y discretos estados y fases de un sistema dinámico”⁹⁸. Representan los ciclos de la naturaleza como el ciclo del carbón, por ejemplo, pero también los ciclos de la historia como los representados por Brenner o por el propio Braudel. Si en un sistema se producen una serie de acciones o eventos, un proceso geo-espacial puede cambiar total y radicalmente un sistema y se producen importantes fases de transición que son visibles cuando estos procesos son representados. Los tipos de información que pueden contener incluyen especificación de los tipos de procesos (si son políticos, institucionales, sociales, culturales o económicos) conductores, estados, fases, duración, fase de transición, cuándo, dónde y en qué se han convertido. Desde luego, comprender los procesos es uno de los motivadores esenciales de toda actividad de investigación científica, incluyendo a los sociólogos e historiadores⁹⁹. En comparación con los eventos y actividades, los procesos hacen hincapié en aquello que “resulta de”, es decir, el estado final de algo que evoluciona en el tiempo. Actividad, evento y proceso: las tres categorías tienen en común que son geo-espaciales. Y esto se traduce que su visualización es notable y altamente analizable en un SIG histórico. Se consideran como diferentes niveles de abstracción e interactúan, como los hechos de la historia. Un hecho cualquiera es considerar la actividad cuando hacemos énfasis en la acción (como el momento de contratar una compañía comercial implica que uno o más negociantes se ponen en movimiento para hacer negocio), puede ser un evento si se enfatiza en la acción misma de firmar contrato de compañía, pero también puede ser considerado un proceso si analizamos los distintos estadios que lleva a cabo un mercader para poder poner en marcha una compañía de comercio, desde que conoce a sus posibles socios hasta que firma el contrato en sí. Cómo, con quién, dónde,

⁹⁷ S. McLAUGHLIN *et al.*, “Timing the changes in political structures: A new polity Database”, *Journal of Conflict Resolution*, 42/2 1998), pp. 231-242; J. M. BOX-STEFFENSMEIER y B. S. JONES “Event history modeling: A guide for social scientist”, *Perspectives on Politics*, New York, Cambridge University Press, 2004; *vid* también G. KULLER, *The shape of time... op. cit.* p. 121.

⁹⁸ M. YUAN, “Toward... art. cit.”, p. 351. La autora afirma que: “is a progression of continuous or discrete states and phases of a dynamic system”.

⁹⁹ E. DREASSI, y A. GOTTARD, “A Bayesian approach to model interdependent event histories by graphical models” *Statistical Methods and Applications*, 16/1 (2007), pp. 39-49; D. JOHNSON, “Connectivity in antiquity: Globalization as long-term historical process”, *American Anthropologist* 109/1 (2007), pp. 217-218.

etc., lleva a cabo tal proceso es lo que finalmente le conduce a un resultado final, sea de éxito o fracaso.

Poder visualizar estos procesos nos ayudaría a comprender de la forma más clara posible de la evolución de estos acontecimientos y cómo tales eventos impactan en la dinámica de la Historia. Dentro de esto es posible alcanzar altos niveles de representación espacial hasta un nivel de detalle donde pueda representarse las acciones individuales, las formaciones de compañías, las decisiones a la hora de hacer o no un determinado negocio. Para ello es necesario que previamente definamos qué tipo de análisis queremos hacer, y si estos pueden implicar o no modelos matemáticos ya generados por el SIG para analizar los datos. Un proceso fácil de visualizar hace referencia a la formación de redes ya que éstas muestran claras bifurcaciones espaciales que implican que hay redes que desaparecen por alguna razón dando lugar, a su vez, a otras nuevas. En relación a los datos de agentes sociales, es posible introducir información sobre nombres y apellidos y crear programas que puedan realizar genealogías¹⁰⁰. Uno de los valores añadidos del SIG es la visualización de los datos. Tal como se señaló en el foro del *AHRC ICT Methods Networks*¹⁰¹, una iniciativa británica para la digitalización de documentos en Humanidades. Los aspectos digitales de la investigación histórica conllevarían una estandarización de las estructuras de las bases de datos, una relativa homogeneización y comprobación del *Data Mining*, o minas de datos necesarias para el uso de las diferentes capas, métodos cuantitativos aplicados en diversos programas matemáticos y técnicas de mapeo y visualización cartográfica de los datos¹⁰². Aún queda una asignatura pendiente, y esto compete en primer lugar a los historiadores más que a los técnicos de SIG, y es que, e lo que respecta a las bases de datos existentes hay que estudiar hasta qué punto éstas pueden ser sometidas a un modelo de estandarización, un reto que aún parece estar lejos, debido más a la tradicional forma de trabajar de los historiadores que a las tecnologías ya disponibles para acometer tal empresa.

5. Conclusión

¹⁰⁰ Ya se ha citado al programa *GenMap*: <http://www.archersoftware.co.uk/index.htm>. Vid ut supra, nota 82.

¹⁰¹ Se trata de N. GRINDLEY, "Tools and Methods for the Digital Historian", working paper en: <http://www.digital-historian.net>

¹⁰² El documento se encuentra en: <http://www.methodsnetwork.ac.uk/resources/workingpapers.html>

Es difícil ofrecer una conclusión acerca de las posibilidades de un trabajo o línea de investigación a la que aún le queda mucho camino por delante. En la primera década del siglo XXI cuando las tecnologías de la información parecen invadir todas las dimensiones de la existencia humana, se hace urgente estandarizar una herramienta para la conservación y la compartición de datos con objeto de homogeneizar, corregir y completar información empírica. De hecho, una de las aspiraciones de los proyectos en curso actualmente sobre los ya denominados HGIS sería introducir nuevas bases teóricas y nuevas comprensiones del pasado evolutivo integrando perspectivas de análisis más amplias en donde aparezcan factores como las cuestiones medioambientales, biológicas o sociológicas, que hasta el momento no se han tenido tan en cuenta a la hora de explicar el pasado histórico. La utilización de nuevas herramientas informáticas aplicadas al conocimiento histórico ha generado un desarrollo espectacular no solo en materia de divulgación, sino en lo que es más importante, el análisis de los datos. La utilización de los SIG en Historia, y la confección de bases de datos de amplio espectro (actores, compañías, prestaciones ideológicas, culturales, técnicas, económicas, puertos, redes, rutas, mercancías, precios, divulgación religiosa...), facilitará cualquier análisis transnacional por complejo que éste sea, tanto sobre grandes cuestiones teóricas como sobre otras mucho más concretas relacionadas con casos de usos particulares. La construcción de un Sistema de Información Geográfica de naturaleza histórica aspira al *data sharing* para lo cual es importante tener en cuenta que los proyectos sobre infraestructuras de datos espaciales suponen una base fundamental para el desarrollo y la planificación de la investigación en Europa de forma sostenible para el futuro. El objetivo es crear plataformas para acceder a la información, implementar modelos y análisis, producir investigación así como diseminar y divulgar los resultados de forma coherente. Por ello se tiende cada vez más a promover las aplicaciones sobre bases de datos existentes y plantear proyectos realmente interdisciplinares destinados a la transferencia tecnológica de la ingeniería SIG a las Humanidades. Por ello, un paso último en la elaboración de los sistemas de información geográfica son las IDES (Infraestructura de datos espaciales). El reto de las IDES radica no solo en la importancia que tiene la aplicación de las altas tecnologías a la investigación científica, sino que se plantea como el sueño de tener una plataforma web donde acceder, implementar nuevas herramientas, producir material científico, diseminar y divulgar los resultados de la investigación, de ahí la iniciativa INSPIRE, en Europa, con objeto de

tener más accesibilidad a la información¹⁰³. A nivel mundial este programa se complementa con el OGC (Open GIS Consortium)¹⁰⁴.

En definitiva, y en lo que concierne a la investigación histórica, el SIG es una demanda de la *Global History*, de las revisiones de las distintas escuelas relacionadas con la Historia Atlántica y la *World History* dada la importancia cada vez más creciente de los estudios de conexiones entre lugares, las transferencias y los intercambios así como el análisis de los procesos que han tenido lugar en la evolución de la integración global. Los SIGs están presentes en toda ciencia que precise de acumular grandes cantidades de información y de narrativas. Es volver a reconsiderar el espacio braudeliano pero con la ayuda de los importantes avances tecnológicos y científicos del siglo XXI. Como el informe final del proyecto *DynCoopNet* establecía: “This wide-ranging collaboration of historians, geographers and economists has already built bridges with disciplines from other subject areas”, y efectivamente hay mucho que ofrecer y mucho que ganar, sobre todo en el uso compartido de los sistemas de información geográfica¹⁰⁵. Es además un ejemplo de lo que los historiadores podemos hacer para dar un nuevo vigor a nuestra disciplina en estos tiempos aciagos.

¹⁰³ Sobre las IDES ver: M. Á. BERNABÉ-POVEDA y C. M. LÓPEZ-VÁZQUEZ (Coords.), *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales*. Madrid: UPM-Press, Serie Científica, 2012. Más información sobre este programa INSPIRE en M. CRAGLIA, “Building INSPIRE: The Spatial Data Infrastructure for Europe”, *ArcNews Online*, (acceso: 23/06/2010).

¹⁰⁴ La información sobre este programa europeo puede verse en: <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>.

¹⁰⁵ *The Evolution of cooperation... op. cit.*, p. 24.