

La geografía y la representación cartográfica en un mundo virtual: las tierras digitales

José Antonio Rodríguez Esteban

Universidad Autónoma de Madrid, Madrid,
Espanha

p. 348-361

revista

Geo 
USP
espaço e tempo

Volume 19 • nº 2 (2015)

ISSN 2179-0892

Como citar este artigo:

RODRÍGUEZ ESTEBAN, J. A. La geografía y la representación cartográfica en un mundo virtual: las tierras digitales. **Geosp – Espaço e Tempo** (Online), v. 19, n. 2, p. 349-362, ago. 2015. ISSN 2179-0892.

Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/102807>>. doi: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2015.102807>.



Este obra está licenciado com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional.

La geografía y la representación cartográfica en un mundo virtual: las tierras digitales

Resumen

Este artículo tiene dos partes. La primera describe una serie de geotecnologías aplicadas en diversos trabajos geográficos y medioambientales para distintos ámbitos territoriales en España y el noroeste de África. El hilo conductor es la experiencia personal del autor como un ejemplo más de los campos de estudio y de la importancia creciente de las geotecnologías en la geografía. En la segunda parte, se hace una reflexión teórica sobre estos cambios, centrándose en la importancia, la evolución y las limitaciones que suponen las tierras digitales (Google Earth...). La primera parte fue expuesta en la mesa redonda correspondiente a estos temas en la VI Cieta, mientras que la segunda son las reflexiones e ideas preparadas para el debate posterior.

Palabras clave: Tierras digitales (Google Earth). Modelos. Socialización del píxel. Cartografías participativas.

Geografia e mapeamento de um mundo virtual: as terras digitais

Resumo

Este artigo tem duas partes. A primeira descreve uma série de geotecnologias aplicadas a diferentes trabalhos geográficos e ambientais em diferentes áreas geográficas na Espanha e no noroeste da África. O ponto comum é a experiência pessoal do autor como um exemplo de campo de estudo e da crescente importância das geotecnologias em geografia. A segunda parte é uma reflexão teórica sobre essas mudanças, enfatizando a importância, a evolução e as restrições das terras digitais (Google Earth...). A primeira parte deste artigo foi exposta no VI Cieta, enquanto a segunda são pensamentos e ideias para uma discussão mais aprofundada.

Palavras-chave: Terra digital (Google Earth). Modelos. Socialização do pixel. Mapeamento social. Mapeamento colaborativo. Mapeamento participativo.

Geography and Mapping in a virtual world: the digital earth

Abstract

This paper has two parts. The first describes a series of GeoTechnologies applied in different geographical and environmental work for different territorial areas in Spain and northwest Africa. The guiding thread is the author's personal experience as an example additional to the fields of study and the growing importance of GeoTechnologies in geography. A second part is a theoretical reflection on these changes focusing on the importance, evolution and the constraints that digital earth imply (Google Earth...). The first part was exposed in the corresponding panel of Cieta VI, while the latter correspond to the thoughts and ideas prepared for further discussion.

Keywords: Digital earth (Google Earth). Models. Socializing the Pixel. Participatory mapping.

Introducción

La geografía, con las nuevas tecnologías geográficas, está ampliando, como quizá nunca antes, sus posibilidades en la investigación y en la interacción con la sociedad: como ya sucedió con los avances técnicos en otras disciplinas como la física o la medicina.

Las fotografías aéreas y los Sistemas de Información Geográfica primero, y los productos geográficos de las tecnologías espaciales después (imágenes satelitales, GPS etc.), han posibilitado la creación de nuevos modelos para el estudio y la representación del planeta. Así como que la cartografía básica puede entenderse como un modelo territorial a escala, las nuevas tecnologías geográficas han ampliado exponencialmente la creación de estos modelos, tanto en el plano del análisis como de la representación. Se puede considerar en este sentido que las tierras o esferas digitales (Google Earth, World Wind de la Nasa, Bing Maps etc.), creadas en el presente siglo pero soñadas en el anterior, resumen esta tendencia en el modelado y la representación cartográfica, con el añadido de que estas tierras virtuales han sido diseñadas para cambiar nuestra percepción del planeta e, incluso, nuestra conciencia del mismo.

Los nuevos modelos de análisis y representación han ensanchado o abierto nuevas vías en el entendimiento territorial y medioambiental. Entre estas nuevas vías parece interesante recalcar la visualización geográfica, el tratamiento de la interacción espacio-tiempo, la explosión de nuevas aplicaciones "tiempo real/mundo real", y, a escalas grandes y medias, los modelos de análisis y representación en tres dimensiones, que se ampliarán a medida que se hagan más accesibles los datos tomados con tecnología Lidar. Todo ello ha situado a la geografía y a sus capacidades de análisis y representación, en el centro de las investigaciones territoriales y de la gestión multidisciplinar más avanzada.

Pero no hay que olvidar que, en paralelo, la preocupación social que siempre ha acompañado a la geografía conlleva, en el mundo de las geotecnologías, a movimientos de acción que van desde la “socialización del píxel” hasta las “cartografía social”, pasando por la creación de plataformas, de distinto signo, para la puesta en marcha de “cartografías colaborativas y/o participativas”: de la interacción de estas acciones con los más sofisticados procedimientos de análisis y representación cabe esperar avances significativos en la consecución de una mayor justicia social. Además, como ha señalado entre otros Bjørn Sletto et al. (2013, p. 196):

[...] el mapeo participativo no debe ser visto solo como una herramienta, sino como un proceso creativo de producción socioespacial dentro de un diálogo transdisciplinario, arraigado en realidades endógenas y que resulta en una multiplicidad de formas representacionales.

Experiencias de uso de las geotecnologías en los estudios geográficos y medioambientales

En la España del primer quinquenio de los 80, las geotecnologías apenas eran un apéndice de alguna asignatura en la licenciatura de geografía, donde se adivinaba lo que se podía hacer en el campo de la representación de mapas temáticos, con salidas gráficas muy elementales, cuyo relleno utilizaba conjuntos de letras (oooo, xxxx. ...). Los equipos eran muy rudimentarios, funcionaban con tarjetas y requerían una gran dedicación para su puesta en marcha. Se decía, frente al uso de las técnicas de estudio y representación tradicionales, que era como matar moscas a cañonazos.

El año 1987 está considerado como el de la irrupción de los Sistemas de Información Geográfica. Así lo han señalado diversos autores teniendo en cuenta hechos como: la importancia y el significado de la primera publicación profesional de SIG, el *International Journal of GIS; The Chorley Report*, en Reino Unido, que la Asociación de Geógrafos Americanos estableció oficialmente un grupo de interés en SIG; en el que la Fundación Nacional de Ciencias (NSF) de los Estados Unidos estableció el Centro Nacional de Información Geográfica y Análisis (NCGIA) para actuar como un canal en el desarrollo universitarios de los SIG; y, por qué no, en el que se lanza el sistema de SIG y Teledetección Idrisi, el primer sistema específicamente diseñado para una plataforma de microcomputadora cuyo desarrollo no se hace por empresas privadas sino por una Universidades (Dodge et al., 2000).

No sería hasta la siguiente década, con la sustituyendo de los comandos por ventanas en los PC y con la creación generalización de programas de cartografía y SIG de bajo coste, como ArcView, que las geotecnologías entran en los planes de estudio de las nuevas licenciaturas, como fue el caso de la de Ciencias Ambientales en España, o como optativas en las licenciaturas de geografía. El problema en ese momento era la falta de cartografía digital. En las clases y en las investigaciones era necesario utilizar tabletas digitalizadoras para vectorizar los mapas de papel y corregir las fotografías aéreas para poder ser utilizadas en los análisis geográficos (Rodríguez Esteban, 2012).

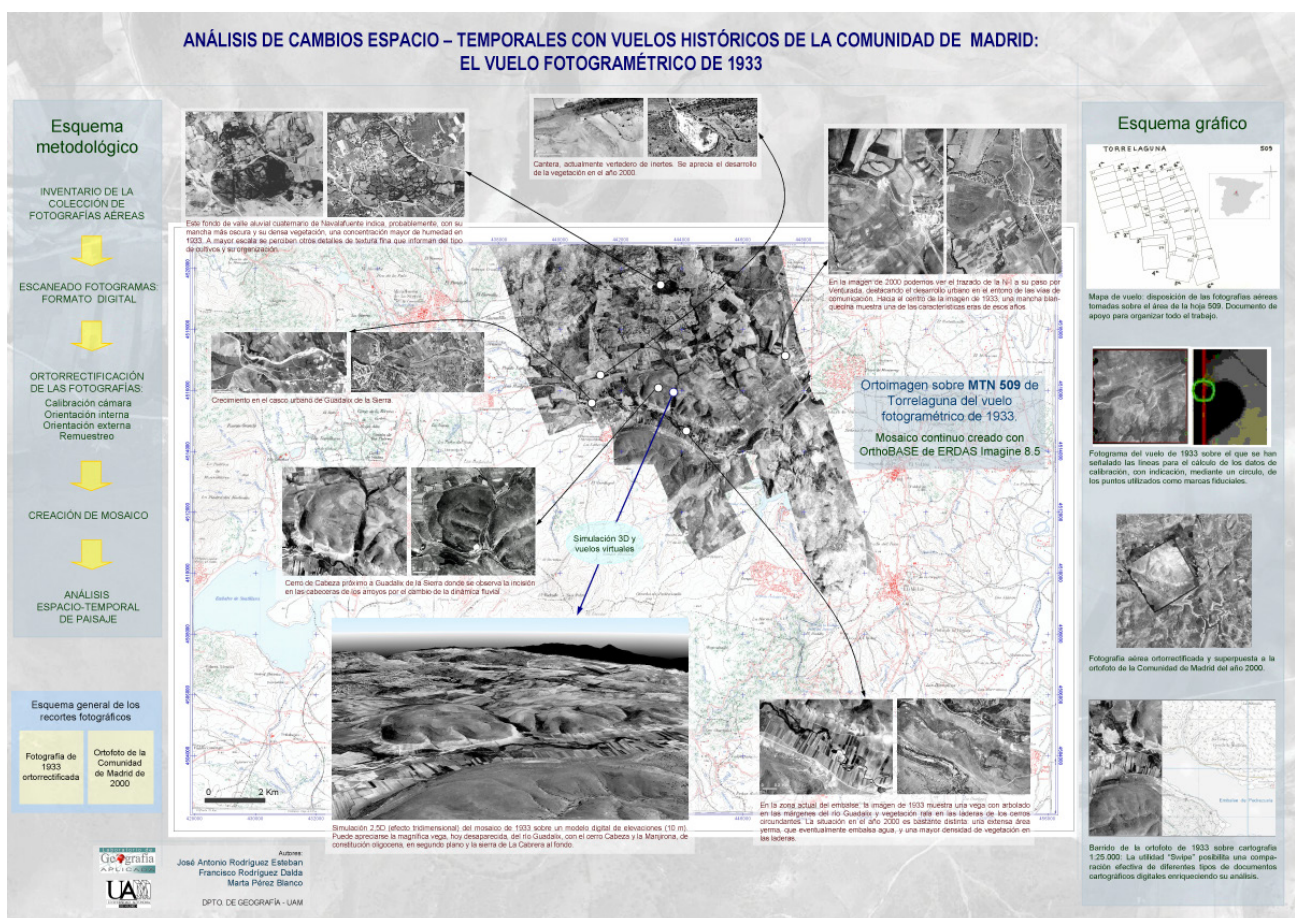
Ortorrectificación de fotografías aéreas históricas

Programas como Erdas Imagine incorporaron pronto módulos de fotogrametría que permitían crear bloques ortorrectificados de fotogramas incorporando los parámetros de las características vuelo y de la cámara y automatizando la introducción de las marcas fiduciales

y los puntos de control. Recalculando sobre las fotografías algunos de estos parámetros se podía conseguir la creación de bloques ortorrectificados con vuelos fotogramétricos de los años 1920 y 1930, de los que no se disponían datos, completando con estos datos las ecuaciones de colinealidad para rectificar y crear los mosaicos fotográficos.

Mi primera experiencia en este sentido fue con un amplio bloque de negativos del vuelo fotogramétrico que sirvió de ensayo para utilizar estas técnicas en la elaboración del Mapa Topográfico Nacional de España que, iniciado en 1875, tenía en la década de los años 1930 muchas hojas aún sin publicar (Urteaga; Nadal, 2001; Sastre, 1998). El gobierno de la Segunda República española quiso impulsar el proyecto realizando diversos ensayos de fotogrametría aérea que completasen los procedimientos de topografía clásica y de fotogrametría terrestre (utilizada desde 1914). Con estos fotogramas fue posible conformar el mosaico fotográfico de una amplia zona en el piedemonte de la Sierra de Madrid y estudiar los cambios espacio-temporales que se habían producido, comparando estas imágenes con las provenientes del Vuelo Americano (serie B de 1957), y otros realizados en las décadas siguientes por diversos organismos oficiales españoles (Rodríguez Esteban; Pérez Blanco; Rodríguez Dalda, 2003).

Figura 1 – Análisis de cambios espacio-temporales con un vuelo fotogramétrico de 1933, Madrid, España



fuentes: Rodríguez Esteban; Pérez Blanco; Rodríguez Dalda (2003).

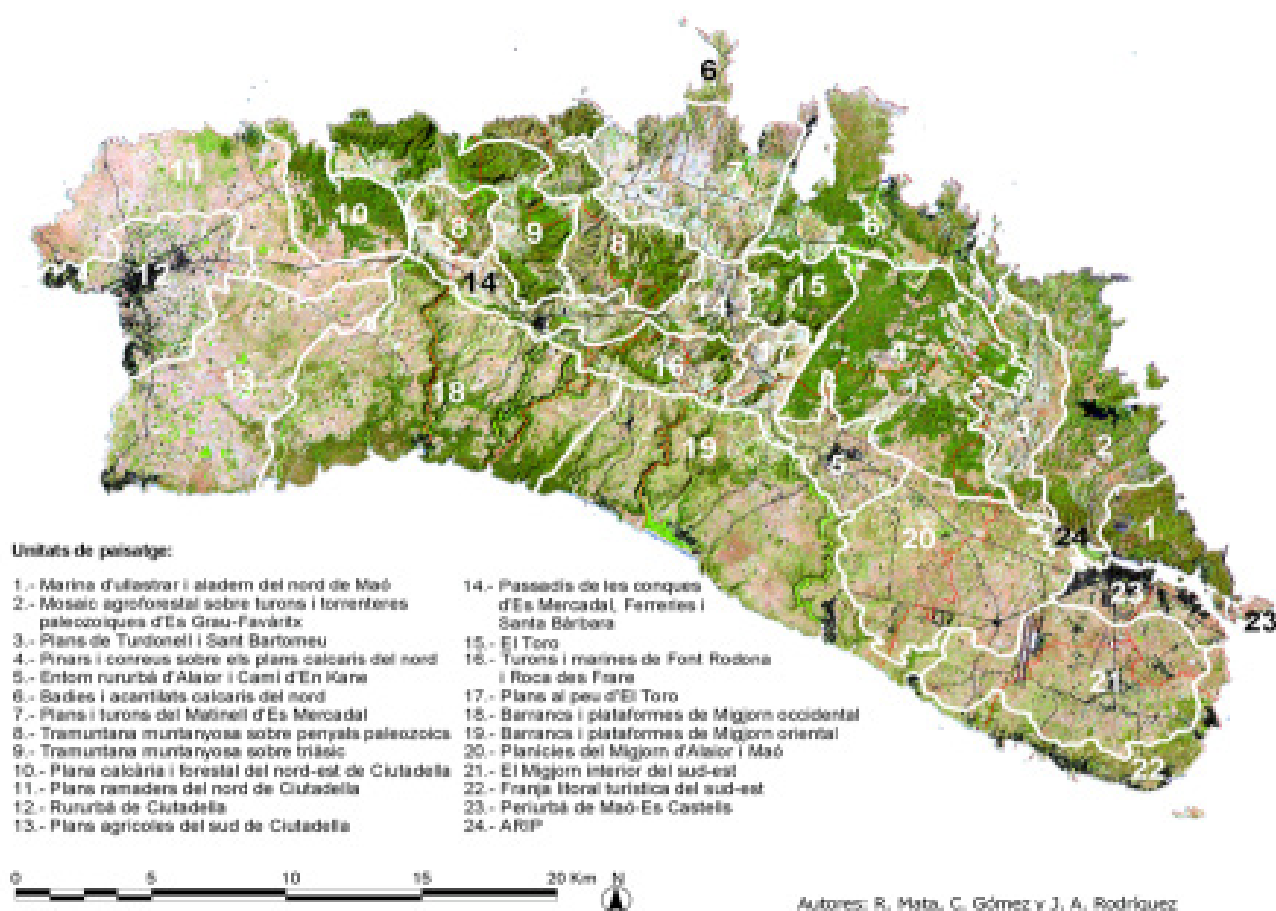
La creación de series temporales abría, además, la posibilidad de cuantificar los cambios y de hacer previsiones de futuro mediante el uso de cadenas de Markov y células autómatas (con el programa Idrisi), que junto a los procedimientos para estudios multicriterio y multiobjetivo, se emplearían para estudiar cambios los usos de parcelas y en la cuantificación de áreas regadas (Bea Martínez; Rodríguez Esteban; Montesinos Aranda, 2013).

Planes de ordenación territorial

En el año 2000, se inició en Menorca la elaboración del Plan Territorial Insular (PTI) con el objetivo fundamental de salvaguardar los especiales valores ambientales de esta isla balear. Para ello, el Plan ofrecía un modelo territorial basado en tres aspectos principales: limitación drástica del crecimiento urbano, acotado a los núcleos existentes y atendiendo, sobre todo, a las demandas derivadas del crecimiento vegetativo; desclasificación, en determinadas circunstancias, del suelo urbanizable existente; y aumento significativo del suelo rústico protegido.

Bajo mi dirección se creó un SIG desde cero, puesto que nada existía en esos momentos, con el que se fueron haciendo diversos estudios como la clasificación de los paisajes de la isla, fundamentarles para guiar los procesos de intervención, o la caracterización de lugares óptimos para la ubicación de las antenas en función de los impactos visuales y los procesos de degradación que su instalación y mantenimiento podían ocasionar.

Figura 2 – Un SIG para el plan de ordenación de Menorca (España): aspectos ambientales y paisajísticos

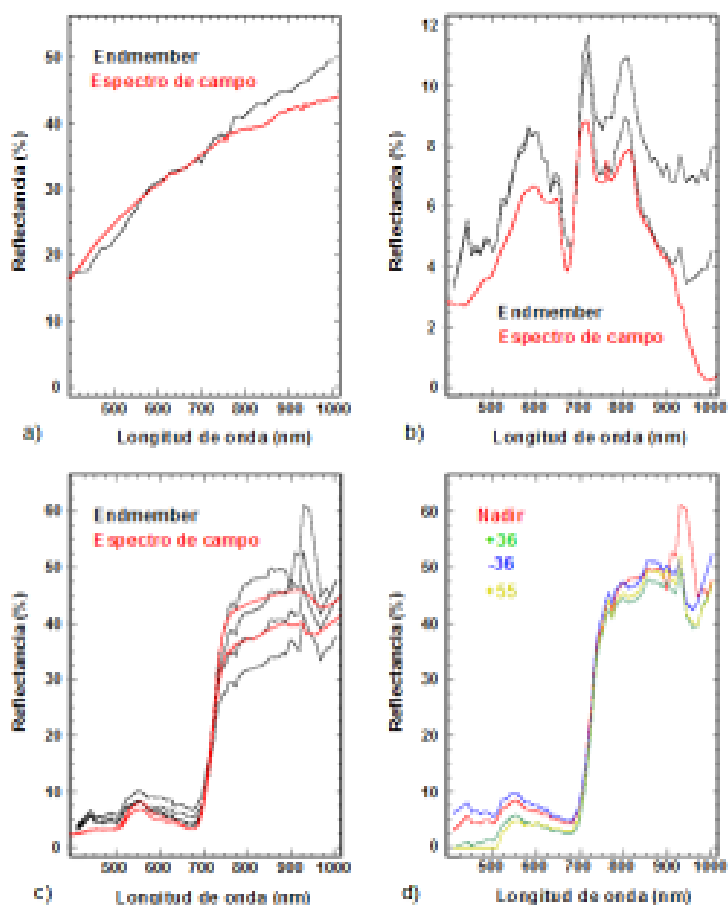


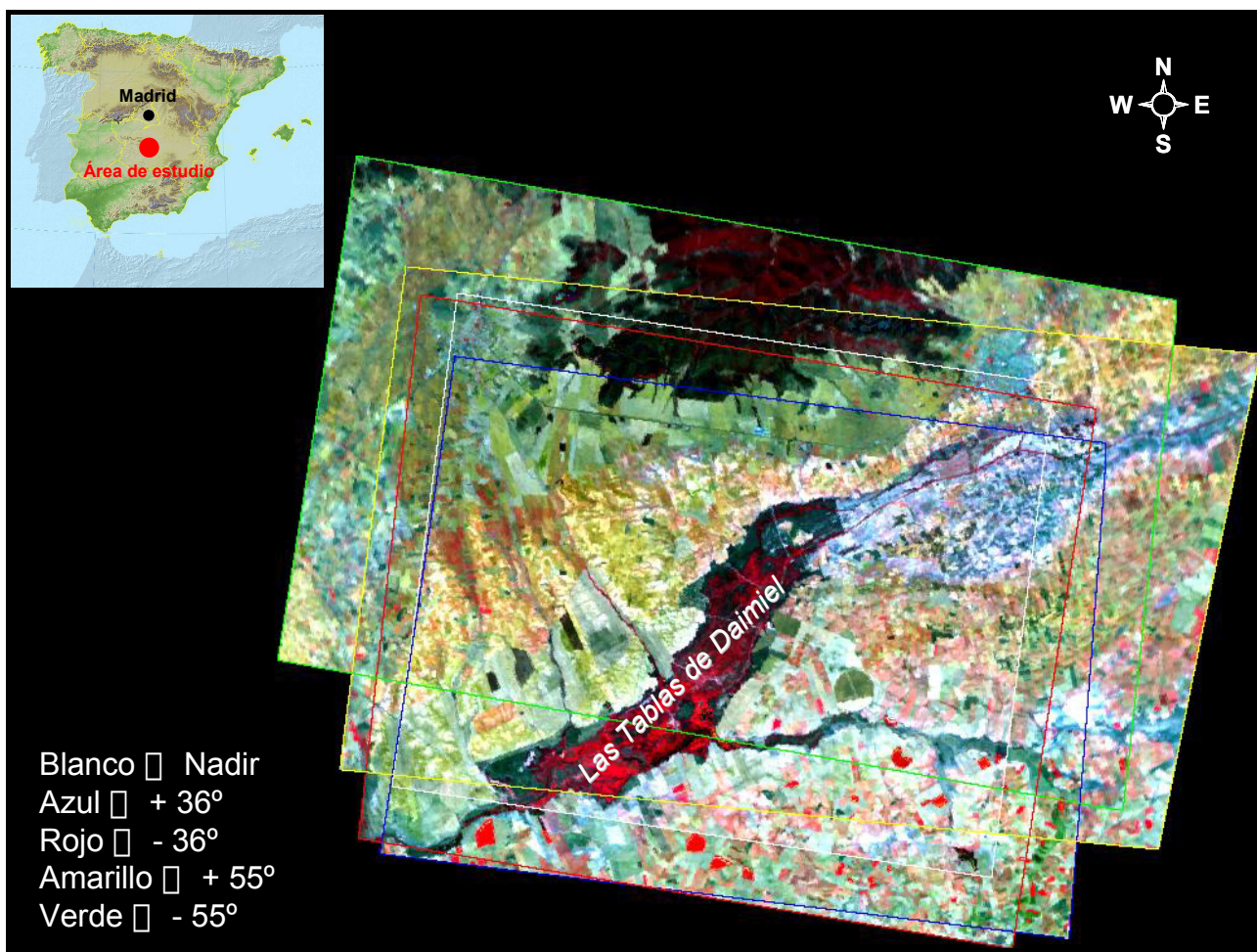
fuelle: Mata Olmo; Rodríguez Esteban; Sevilla Callejo (2002).

Los sensores remotos

Aunque puede parecer que los SIG, en relación a otras geotecnologías, se corresponden más con el trabajo del geógrafo, el uso de imágenes provenientes sensores remotos, aunque suelen usarse en un marco más interdisciplinar, terminan aportando el principal volumen de los datos que requieren los análisis del territorio. En este sentido, he tenido la oportunidad de trabajar con un equipo pionero en España en el uso de imágenes hiperespectrales para el estudio de los procesos de desertificación y degradación ambiental. Bajo la dirección José Gumuzzio, se realizaron diversas investigaciones en los humedales de las Tablas de Daimiel (Ciudad Real, España). Se trataba de obtener la radiometría de aguas someras, plantas y minerales, haciendo coincidir su medición en campo con radiómetros de mano, con el paso del satélite y la toma de datos de este (previamente acordada): en este caso, el satélite experimental Proba-1/Chris de la Agencia Espacial Europea, con 56 bandas y 5 tomas angulares. Obtenidos así los datos de campo y satélite, bajo las mismas condiciones atmosféricas, las correcciones de las imágenes eran muy precisas, facilitando la obtención de los denominados “miembro puros”, con los que detectar con facilidad y precisión la distribución de indicadores de degradación (Gumuzzio et al., 2008).

Figura 3 – Extracción de geoindicadores de degradación en humedales de ambientes mediterráneos en España mediante la teledetección de datos multisensoriales. La gráfica representa la identificación de miembros puros de (a) sedimentos lacustres, (b) agua turbida inferior a 50 cm de profundidad, (c) *Phragmites australis* y (d) curvas espectrales de *Phragmites australis* obtenidas para diferentes ángulos con el sensor Proba-1/Chris

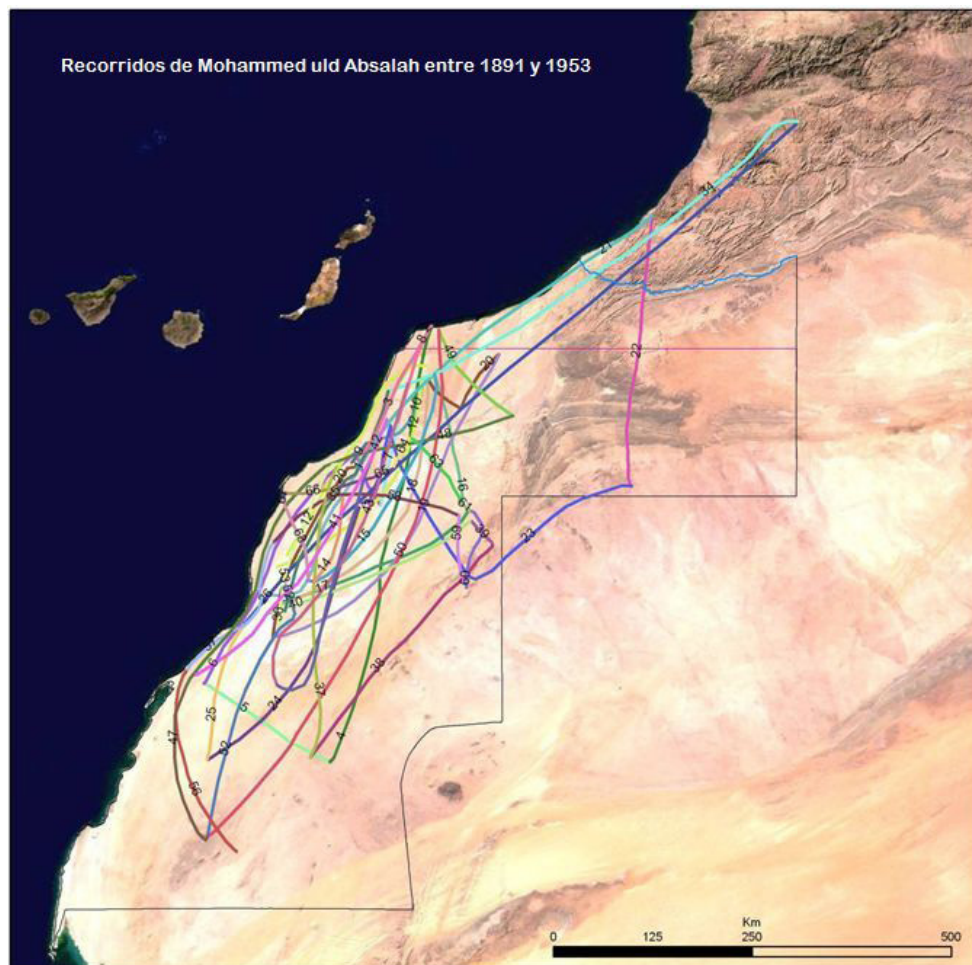




Las geotecnologías en las investigaciones sobre la historia de la geografía española

Pero las geotecnologías son herramientas que pueden ayudar a entender con mayor precisión acontecimientos de la historia de la geografía, y las reconstrucciones que las geovisualizaciones permiten y contribuyen sin duda a plantear nuevas e interesantes hipótesis. El uso de diversas herramientas tecnológicas ha permitido efectuar recorridos por los lugares visitados por geógrafos, naturalistas y cartógrafos españoles en lo que fue una colonia/provincia española del África occidental entre 1884 y 1976 (hoy conocida como Sáhara Occidental, en conflicto tras un proceso inconcluso de independencia). Esto ha permitido valorar con mayor precisión las aportaciones de los especialistas mencionados y reconstruir los procesos de apropiación del espacio por el proceso colonial (Rodríguez Esteban; Barrado Timón, 2014); entender la finalidad y los tiempos de la producción cartográfica (Rodríguez Esteban, 2011b; y reconstruir los itinerarios anuales de los nómadas del desierto sahariano (incluidos por sus desplazamientos entre de grades nómadas), utilizando el testimonio de Mohammed uld Absalah, jeque de la cabila de lo Awlád Tidrarín, desde su nacimiento hasta sus 62 años de vida (1891-1953): testimonio recogido por el antropólogo Julio Caro Baroja en aquellos momentos (Rodríguez Esteban, 2011a, p. 41-46).

Figura 4 – Sáhara Occidental, reconstrucción del recorrido de un Mohammed uld Absalah, jeque de la cabila de lo Awlád Tidrarín, desde su nacimiento hasta los 62 años



fuelle: Rodríguez Esteban (2011a, p. 43).

Tendencias de las geotecnologías en las visiones y representaciones geográficas: las esferas digitales

Es cada día más evidente que los geógrafos no debemos olvidar las posibilidades que desde hace una década se van abriendo con las tierras digitales, como las que ofrecen de Google Earth (World Wind de la Nasa, Bing Maps etc.). Su principal ventaja con respecto a otros SIG es la de poder disponer de cartografía de gran precisión, vectorial y raster, permanente georreferenciada y actualizada, para el conjunto del planeta, así como modelos digitales de elevaciones en tierra y océanos, ofreciendo con ello funcionalidades que supera en eficiencia a programas profesionales de alto coste. No es casual: Google no ha ocultado nunca su intención de hacer de sus herramientas cartográficas un Sistema de Información Geográfica de uso sencillo. Simon Garfield (2012, p. 425), en su mediático libro *On the map*, señala a Google Maps como la “última revolución cartográfica; de hecho – afirma –, resulta difícil imaginar un acontecimiento de importancia similar desde que la Gran Biblioteca de Alejandría abrió sus puertas alrededor del 330 a. C.”.

Preguntarse hasta donde llegará la utilidad para la geografía de las esferas digitales requiere, desde luego, conocer su origen. Aunque existen precedentes anteriores, hay una línea interpretativa aceptada que parte del discurso del exvicepresidente estadounidense Al Gore, en 1998, en la California Science State Center, donde señaló la conveniencia de una representación tridimensional del planeta, en la que pudiéramos integrar grandes cantidades de datos georreferenciados: “creo – dijo entonces – que necesitamos una tierra digital”. Y se atrevió a profetizar como sería:

Imagínense una criatura frente a una pantalla en forma de globo terráqueo, que representa la Tierra vista desde el espacio. Con unos guantes táctiles es capaz de interactuar teniendo acceso a vastas cantidades de información científica y cultural para ayudarle a comprender la Tierra y sus actividades humanas (Gore, 1998).

Ahí estaba la respuesta también al uso de todas las imágenes que desde 1972 (año del lanzamiento del satélite Landsat) se estaban tomando desde el espacio y a las que tan solo accedían unos pocos investigadores y especialistas de la Nasa: colocarlas en un planeta digital. Fue precisamente en el gobierno de Clinton/Al Gore en el que se liberaron por primera vez los datos geoespaciales (las imágenes de determinados satélites y una parte de la señal GPS), tirando de esta forma del hilo de una madeja que aún no ha parado de rodar (Rodríguez Esteban, 2010, p. 94).

El propio Garfield cuenta que cuando visitó la Googleplex en primavera de 2011, McClendon, el creador de Google Earth, le dejó claras las intenciones de la compañía, y de la cartografía del futuro (en ese momento se estaba comenzando con la visión interior de los edificios): “representar cada lugar de la Tierra con más detalle de lo que se ha conseguido nunca, y con más detalle del que antes había considerado necesario la mayoría de la gente” (Garfield, 2012, p. 426).

Pero el mismo año de la proposición de Al Gore, en Estados Unidos hay ya una importante corriente de opinión que demandaba lo que Jacqueline Geoghegan et al. (1998) denominaban la “Socialización del Píxel” (*Socializing the Pixel*) y la “Pixelación de lo social” (*Pixelizing the Social*) en una extensa publicación que llevaba el significativo título de *People and Pixels: Linking Remote Sensing and Social Science*.

Pero el lúcido planteamiento de Al Gore no salía de la nada. En 1992, antes de entrar en la candidatura de Clinton, había publicado *Earth in the Balance. Ecology and The Human Spirit*: importante no tanto por lo que decía, que lógicamente Al Gore recoge de su entorno, si no por lo que llegaría a ser quien lo decía. En la portada de este libro aparece una imagen muy significativa: la imagen que la Nasa fríamente denominó AS08_ AS08 14 2383 y que se conoce como el primer amanecer de la Tierra (Earthrise): lógicamente visto por el hombre, esto es, la imagen captada por los tripulantes del Apolo VIII en la misión preparatoria del alunizaje del Apolo XI. En aquella misión, se circunvoló nuestro satélite y en una de las vueltas los astronautas pudieron contemplar como la Tierra amanecía desde la superficie lunar, mostrando un planeta tan bello como frágil, envuelto en un halo de nubes que potenciaban esa misteriosa fragilidad. La tercera de las fotografías que

tomaron los astronautas fue en color, y precisamente esa Tierra azul se convirtió en un icono que marcó ya para siempre los movimientos ecologistas estadounidenses. Dos años después, en 1994, Al Gore lanzaba uno de los más fantásticos programas educativos: el programa Globe, acrónimo de Global Learning and Observations to Benefit the Environment, que se extendió por todo el mundo y que en la actualidad lo siguen más de 20.000 alumnos de secundaria en 110 países. La misma imagen que el exvicepresidente utilizó en la portada de su libro de 1992, esto es la Tierra (también volteada artificialmente porque los astronautas la vieron con la luna a su izquierda y no debajo), es la que ha estado mostrando brevemente Google Earth nada más abrirse, antes de que aparezca ante nuestros ojos la tierra digital soñada por Al Gore.

Pero la tierra digital no la creó Google, como sucede en el Universo, se formó en colisiones múltiples para venir a acrecentar su masa. La idea de Al Gore llevó a crear la International Society for Digital Earth, muy activa en su misión de llevar hasta las últimas consecuencias una verdadera tierra digital, y un año después de su discurso, en 1999, se eligió a la Nasa para ponerse a la cabeza de la Interagency Digital Earth Working Group (IDEWG), coordinando con este fin a muy diversas iniciativas, tanto de la Administración como de grandes y pequeñas empresas privadas. En los años siguientes el proyecto recibió el apoyo otras nacionales, como China (1st International Symposium on Digital Earth de 1999) y de organizaciones como la ONU dentro de su programa medioambiental (Unep), que se pusieron a buscar la forma de conseguirla. Los primeros prototipos de la Unep se restringieron al uso del personal de la organización y no sería hasta 2002 que se contactó con una empresa, Keyhole Technology, para que desarrollase un modelo 3D universal e interactivo, cuyos prototipos fueron comprados por el grupo de información geográfica de la ONU. En China, se produjo una explosión de iniciativas en este sentido, asociadas a la idea de modernización del país y a su cada vez más potente agencia espacial.

Finalmente la Nasa liberó en 2004 su tierra digital, que denominó World Wind, cuyas funcionalidades se dirigieron al mundo académico, integrando al proyecto Globe entre sus funcionalidades. Es ese mismo año, como se ha indicado, Google compra Keyhole Technology Inc. (nombre con que se bautizó en los años sesenta un programa de espionaje americano de fotografías desde el espacio), coincidiendo con el lanzamiento de un nuevo servicio que realiza búsquedas de contenidos cercanos al lugar donde se encuentra el usuario. En mayo de 2005 cambia el nombre de “Keyhole 2 LT” por el de Google Earth, liberando su uso: comienza así un desarrollo imparable de sus capacidades, entre las que destaca la incorporar a su tierra digital imágenes de un metro de resolución para las zonas más pobladas del planeta y la creación de una comunidad amplia y activa de usuarios.

El lanzamiento de Google Earth ha ido cambiando muchas cosas, a veces de forma imperceptible, pero real. En febrero de 2006, la prestigiosa revista *Nature* dedicó un número a la nueva cartografía digital. La idea general es que estos sistemas democratizan la cartografía (*Cartografía para las masas*, es el título del número). Para el geógrafo Michael Goodchild (2007), Google Earth ha supuesto lo mismo que supusieron los PC en informática, la democratización de los sistemas de información geográfica, propiciando además la figura del voluntario de la información geográfica (*volunteered geographic information* – VGI).

Los problemas de las tierras digitales

Evidentemente esto es sólo un punto de vista. Existen otros y otras valoraciones sobre los geoservicios de Google. Agnieszka Leszczynski, por ejemplo, hace unos oportunos análisis de estos, y de la geoweb en general, indicando que esta “representa un cambio profundo dentro de los regímenes de producción, difusión e institucionalización de la información geográfica”, situando la aparición de la geoweb en el contexto de la reestructuración económico-política neoliberal del Estado. Basándose en pruebas de mercado y en las prácticas ciudadanas de todo los medios de comunicación, argumenta que la geoinformación espacial en la *web* se produce a medida que en el Estado se ocasiona una “reducción” de proyectos cartográficos (*rolling back*), originándose un “despliegue” (*rolling out*), de las empresas de mapeo en la línea de los imperativos del capitalismo tecnocientífico (Leszczynski, 2012, p. 72)

Aunque se podría hablar más detenidamente de estos aspectos, desde el punto de vista más estrictamente de las geotecnologías, las principales carencias del proyecto desarrollado por Google están en sus propios objetivos. Dan Sieberg, un ejecutivo de Google que se describe a sí mismo como “evangelista” de la revolución de Google Maps ha hablado de que “nuestro objetivo es armar una especie de espejo digital del mundo” (Chivers, 2013).

Figura 5 – Un voluntario con Street View Trekker de Google y las Google Glass: dos nuevas herramientas para incorporar al espejo digital del mundo Google “con más detalle del que antes había considerado necesario la mayoría de la gente”



Desde su prestigioso Center for Spatial Studies, Goodchild ha sido muy claro contraponiendo el proyecto de una tierra digital con el proyecto de Google. Sus observaciones van precisamente en el concepto que subyace (señalado por Dan Sieberg), indicando que algunas de las carencias de Google obedecen al objetivo de crear una réplica del planeta.

Es por ello que los fenómenos abstractos, como la renta, la temperatura atmosférica, o las tasas de delincuencia, no se visualizan fácilmente. Los cartógrafos han experimentado mucho con las formas de transmitir dicha información no visual a través de medios visuales que utilizan el color, esgrafiado, contornos, y otros dispositivos. Pero sólo unos pocos de ellos se implementan fácilmente en los servicios existentes de la actual tierra digital, con capas adicionales de datos o *mashups*. La visualización de la incertidumbre es especialmente problemática (ya se trate de la incertidumbre de la posición o de atributos; es decir, lo que está presente en el lugar determinado): reconocido, no obstante, que cartografía tradicional tiene pocos medios para mostrar la incertidumbre, por ejemplo, a través de las líneas de trazos de límites inciertos o cursos de los ríos estacionales. Aunque la investigación sobre la comunicación de la incertidumbre geoespacial ha avanzado en los últimos años significativamente, todos los métodos requieren instrucción explícita para el usuario, que simplemente no está acostumbrado a esperar la incertidumbre en los mapas (Goodchild, 2012, p. 95).

Aunque en esta concepción de la visualización del planeta los cambios espacio-temporales pueden ser fácilmente implementados (de hecho, una de las últimas incorporaciones de Google Earth ha sido la posibilidad de ver las distintas imágenes que ha ido superponiendo en su modelo, lo que posibilita ya ver la evolución espacio-temporal en los usos urbanos, el movimiento de las dunas etc.), el problema surge si lo que pretendemos es implementar modelos, lo que por el momento parece impensable, siendo este uno de los principales argumentos de Goodchild en los esfuerzos para pasar de un modelo que replique la forma de la Tierra, a otro que recoja sus procesos implementando modelos de sus diversos mecanismos de funcionamiento.

Consideraciones finales

El camino en la representación cartográfica ha sido intenso en la última década. Con todas las limitaciones y dudas que despiertan las geotecnologías, es indudable que ha ensanchado el mundo de los mapas, no sólo permitiendo que las personas sean protagonistas de su propia cartografía, sino también, en el otro extremo y de forma más importante, contribuyendo a cambiar nuestra imagen del mundo y abriendo el camino para pensar más en términos de planeta que de territorio.

En la línea de lo planteado por Daniel Sui y Richard Morrill, la creciente “eterealización de la geografía”, con individuos digitales, ciudades virtuales y tierra digitales, ha planteado muchas cuestiones científicas, socioeconómicas y éticas fundamentales que necesitan mayor atención por parte de los propios geógrafos. El camino de esta reflexión está ejemplarmente por ellos descrito:

Para comprender mejor el mundo, los geógrafos deben tratar de confiar en la vanguardia de los ordenadores, por un lado, y al mismo tiempo, reconocer los límites fundamentales de la computación y construir diálogos con las diferentes tradiciones académicas. O dicho de una manera más sucinta, necesitamos continuar pixelando lo social y, al mismo tiempo, socializar los píxeles (Sui; Morrill, 2004, p. 102).

Referencias

- BEA MARTÍNEZ, M.; RODRÍGUEZ ESTEBAN, J. A.; MONTESINOS ARANDA, S. Uso de técnicas de información geográfica para la discriminación de superficies regadas. **GeoFocus**, n. 13-1, p. 220-245, 2013.
- BUTLER, D. Virtual globes: The web wide world. **Nature**, v. 439, p. 776-778, 2006.
- CHIVERS, T. The story of Google Maps, **The Telegraph**, London, 4 jun. 2013. Recuperado de: <<http://www.telegraph.co.uk/technology/google/10090014/The-story-of-Google-Maps.html>>. Consultado el: 4 nov. 2014.
- DODGE, M. et al. GiSTiMELine. Centre for Advanced Spatial Analysis, 2000. Recuperado de: <<http://www.casa.ucl.ac.uk/gistimeline/>>. Consultado el: 4 nov. 2014.
- GARFIELD, S. **On the Map: Why the World Looks the Way it Does**. [S.l.]: Profile Books, 2012. p. 464.
- GEOGHEGAN, J. et al. "Socializing the pixel" and "pixelizing the social" in land-use and land-cover change. In: LIVERMAN, D. et al. (Ed.). **People and Pixels: Linking Remote Sensing and Social Science**. Washington, DC: National Academie Press, 1998. p. 51-69. Recuperado de: <<http://www.nap.edu/search/?term=Linking+Remote+Sensing+&x=0&y=0>>. Consultado el: 4 nov. 2014.
- GOODCHILD, M. F. The future of Digital Earth. **Annals of GIS**, v. 18, n. 2, jun. 2012, p. 93-98.
- _____. Citizens as Voluntary Sensors: Spatial Data Infrastructure in the World of Web 2.0. **International Journal of Spatial Data Infrastructures Research**, v. 2, p. 24-32, 2007.
- _____. Geographic Information System. In: AITKEN, S.; VALENTINE, G. (Ed.). **Approaches to Human Geography**. Londres: Sage, 2006. p. 251-262.
- GORE, A. The Digital Earth: Understanding Our Planet in the 21st Century. **Open GIS Consortium**, Los Angeles, jan. 1998. Recuperado de: <http://www.isde5.org/al_gore_speech.html>. Consultado el: 4 nov. 2014.
- _____. **Earth in the Balance: Forging a New Common Purpose**. Londres: Earthscan, 1992.
- GUMUZZIO, J. et al. La teledetección espacial: una aproximación multisensor en la determinación de cambios en entornos semiáridos. **Tierra y Tecnología – Revista de Información Geológica**, Madrid, n. 34, p. 37-47, 2008.
- LESZCZYNSKI, A. Situating the geoweb in political economy. **Progress in Human Geography**, v. 36, n. 1, p. 72-89, feb. 2012.
- MATA OLMO, R.; RODRÍGUEZ ESTEBAN, J. A.; SEVILLA CALLEJO, M. Un SIG para el plan de ordenación de Menorca: aspectos ambientales y paisajísticos. In: CONGRESO DE MÉTODOS CUANTITATIVOS, SIG Y TELEDETECCIÓN, 10., 2002, Valladolid (España). **Anales... Valladolid**, 2002. p. 1-11.

- RODRÍGUEZ ESTEBAN, J. A. La enseñanza de los SIG en ciencias ambientales. In: DURÁN VILLA, F. R. et. al. Innovación metodológica y docente en Historia, Arte y Geografía. **Actas del Congreso Internacional**. Santiago de Compostela, 7-9 sept. 2011a. CD-ROM, 23 nov. 2012.
- _____. El mapa del África Occidental Española de 1949 a escala 1:500.000: orgullo militar, camelladas y juegos poéticos saharauis, **Cybergeo – European Journal of Geography**, enero 2011b. Recuperado de: <<http://cybergeo.revues.org/23461>>. Consultado el: 4 nov. 2014.
- _____. Grandes nómadas. In: _____. (Dir). **España en África: la ciencia española el Sáhara 1860-1976**. 2011. Recuperado de: <<https://www.youtube.com/watch?v=M5a0ODPBhFA>>. Consultado el: 4 nov. 2014.
- _____. El universo Google y su planeta Tierra. **Boletín de la Sociedad Geográfica de Madrid**, n. 36, p. 90-99, 2010.
- _____; BARRADO TIMÓN, D. Le processus d'urbanisation dans le Sahara espagnol (1884-1975): une composante essentielle du projet colonial. **Cahiers d'Emam**, número monographique (digital) sur le Sahara Occidental, 2014. En prensa.
- _____; PÉREZ BLANCO, M.; RODRÍGUEZ DALDA, F. Análisis de los cambios espacio-temporales a partir de la creación de ortoimágenes del vuelo fotogramétrico de 1933 (MTN 509, Comunidad de Madrid), 2003. Recuperado de: <<http://www.uam.es/geoteca/video/analisis1933.pdf>>. Consultado el: 4 nov. 2014.
- SASTRE, J. Recuperación de documentos cartográficos. **Topografía y Cartografía**, Madrid, n. 84, p. 2-18, 1998.
- SLETTTO, B. et al. Territorialidad, mapeo participativo y política sobre los recursos naturales: la experiencia de América Latina. **Cuadernos de Geografía – Revista Colombiana de Geografía**, v. 22, n. 2, 2013.
- SUI, D.; MORRILL, R. Computers and Geography: From Automated Geography to Digital Earth. In: BRUNN, S. D.; CUTTER, S. L.; HARRINGTON, J. W. J. **Geography and Technology**, 2004. p. 81-108.
- URTEAGA, L.; NADAL, F. **Las series del mapa topográfico de España a escala 1:50.000**. Madrid: Ministerio de Fomento/Dirección General del IGN, 2001.
- WILLIAMSON, A. An evening with Google's Marissa Mayer. Recuperado en: <http://alan.blogcity.com/an_evening_with_googles_marissa_mayer.htm>. Consultado el: 4 nov. 2014.