

timos avances en la investigación histórica. La lista es amplia, de modo que recomendamos indagar acerca de las más importantes consideradas desde el punto de vista del factor de impacto. Ciertas empresas se dedican a medir dicho factor y ofrecen clasificaciones al público interesado, siendo una de las más seguidas en la actualidad el *Journal Citation Report* (JCR) dentro de la *Web of Knowledge*, página sustentada por la empresa estadounidense Thomson Reuters.

Finalmente, existen diversas publicaciones dedicadas exclusivamente a presentar las principales fuentes para el estudio de la historia económica. Destacamos dos volúmenes que acercan a la historia de España, escritos por Sebastián Coll y José Ignacio Fortea para una colección editada por el Banco de España⁶⁰. En el apartado bibliográfico que presentamos al final del texto se puede encontrar un brevísimo compendio de los títulos que hemos considerado esenciales para el inicio de una investigación en historia económica.

Anotaciones finales

La historia económica en la actualidad parece suficientemente preparada para dar respuesta a preguntas relevantes (aspiración, esta, la de la relevancia, común e irrenunciable en todas las ciencias sociales en la medida en que se ocupan de lo general y que, por tanto, los estudiantes que afrontan la elección de sus temas de investigación deben tener siempre en cuenta).

El esfuerzo de normalización metodológica y la tensión teórica que los historiadores económicos han permitido imprimir sobre el trabajo de los historiadores en general constituyen efectos notables y duraderos que conviene no minimizar. Sin embargo, debemos resaltar que las técnicas cuantitativas y cualitativas a día de hoy no son para nada excluyentes en la investigación histórica de los procesos económicos del pasado, aun cuando sea aconsejable que la exploración cuantitativa preceda por regla general a la incorporación de otras variables, aquellas no sujetas a medición.

No podemos sino reafirmar, en estas líneas finales, que la aspiración generalizadora del cuantitativismo seguido por la historia económica ha ampliado hasta límites insospechados el campo de visión del historiador, abriéndole puertas que antes aparecían cerradas. Y le ha proporcionado, sobre todo, nuevos métodos, que constituyen no un objetivo sino todo un medio de conocimiento. Cabe resaltar, por supuesto, que también los economistas han salido ganando de este intercambio disciplinar, por cuanto el trabajo de los historiadores económicos ha contribuido, sin duda, a la elaboración y perfeccionamiento de la propia teoría económica.

Para terminar, retomamos la idea con la que iniciábamos el texto, en la que explicábamos la necesidad de estudiar la economía desde la óptica de la historia económica. En estos tiempos críticos, la historia, una y mil veces se ha repetido, constituye un verdadero banco de pruebas donde buscar puntos de apoyo para no repetir errores anteriores. En palabras de Enric Tello: «[...] sólo si comprendemos en qué medida las trayectorias del pasado condicionan nuestro presente, y de qué modo, podremos realmente cambiar las tendencias en curso para virar hacia otras dimensiones»⁶¹.

⁶⁰ Coll, y Fortea (1995), Colly Fortea (1995: 42). Véase también un artículo más antiguo pero igualmente esclarecedor de Teresa Tortella. Tortella (1983: 161-169).

⁶¹ Tello (2005: 12).

II.3. INTRODUCCIÓN A LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (TIG) Y SU APORTACIÓN A LA INVESTIGACIÓN EN GEOGRAFÍA

DAVID SAMPEDRO SÁNCHEZ

Introducción

¿Qué es la geografía? y ¿para qué sirve? siguen siendo preguntas que se hacen los geógrafos. La palabra geografía procede de los términos griegos *geo* (tierra) y *graphein* (describir), por tanto «descripción de la tierra».

Cómo la mayoría de las disciplinas actuales, posee una larga tradición histórica, que sería imposible resumir en este apartado. En su evolución, la geografía ha ido variando y reduciendo su objeto de estudio. Después del Renacimiento y las grandes exploraciones, y de la aparición de la nueva física y de la astronomía, su objeto se limita al planeta Tierra. Desde finales del XVIII y a lo largo del XIX, la geografía experimenta profundos cambios, concentrándose en el estudio de los fenómenos ocurridos en la superficie terrestre¹. Así, el nacimiento de la geografía como disciplina moderna se produce en Europa a partir de la segunda mitad del XIX, al menos esta es la concepción más extendida entre los geógrafos. Por tanto, nace en un contexto cultural determinado y se consolida en unas circunstancias históricas concretas². Será a finales del siglo XIX, cuando se institucionalice definitivamente en un gran número de universidades europeas. Este camino hacia la consolidación como disciplina moderna, variará en los distintos países tanto en los tiempos como en las escuelas. Detrás de esta diversidad de situaciones se encuentran las distintas filosofías de la ciencia que explican los modelos de geografía.

«Los distintos enfoques, las diversas concepciones del espacio, los distintos objetos que se proponen como "objeto de la geografía", las diferencias metodológicas, los campos o centros de interés, la propia estructura o con la que se organiza y jerarquiza el conjunto de ámbitos contemplados por la geografía, tiene su razón de ser en esas filosofías. La geografía no se constituye al margen de las preocupaciones de la sociedad en que surge; es, por el contrario, un trasunto de tales preocupaciones»³.

El siglo XX ha supuesto un gran desarrollo cuantitativo y cualitativo para la Geografía. Se han definido diferentes ramas o campos (física, humana y regional) con múltiples subcampos (climatología, geomorfología, hidrología, biogeografía, geografía de la población, rural, urbana, política, etc.) y nuevos paradigmas de estudio (ambiental, cuantitativo, radical, humanístico, crítico, etc.). Por una parte se sitúa entre las Ciencias de la Tierra o de la naturaleza y por otra entre las Humanidades y Ciencias Sociales. Razón

¹ Vilá Valentí (1983).

² Ortega Valcárcel (2000).

³ *Ibidem*, p. 9.

por la cual está continuamente preocupada por la búsqueda de su unidad. Esta unidad, como veremos a continuación, no puede ser metodológica.

En este capítulo se ha considerado oportuno profundizar en las Tecnologías de la Información geográfica por varios motivos. En primer lugar porque, aunque no son tecnologías que utilicen en exclusiva los geógrafos si «se han asociado históricamente al quehacer geográfico»⁴. En segundo lugar, por su utilización creciente en las investigaciones emprendidas desde las diferentes ramas de la geografía, incrementando las posibilidades de las herramientas de análisis más tradicionales. Por último, por su presencia en investigaciones emprendidas desde otras ramas de las ciencias sociales y de las humanidades incluidas en esta obra, como la sociología, la historia o la historia económica.

El espacio: objeto de la investigación geográfica

A pesar de esta diversidad de temas y enfoques, la investigación geográfica tiene como elemento común o problema-clave al espacio⁵. Es el elemento que le ha concedido continuidad y cuerpo a la geografía, aunque haya estado «más preocupada en una discusión narcisista sobre la geografía como disciplina que en preocuparse en la geografía como objeto. Siempre, y aún hoy, en este sentido se ha discutido y se discute más sobre la geografía que sobre el espacio, el objeto de la ciencia geográfica»⁶.

Existen muchas definiciones de espacio geográfico, pero de modo general podemos entenderlo «como el marco de referencia multidimensional elaborado sobre la base de la superficie terrestre, en el que el hombre localiza sus experiencias y toma sus decisiones de acción»⁷.

En adelante prestaremos atención ya no a qué estudiar, sino a cómo hacerlo. Al comenzar la investigación hay que plantear una metodología, «es decir, unas normas básicas de argumentación racional, para que el proceso sea lo suficientemente riguroso, preciso y coherente, evitando en lo posible la arbitrariedad y la falta de un cierto orden»⁸.

Dado que en esta obra se muestran las claves del debate sobre los métodos científicos en ciencias sociales y humanidades describiremos de forma breve y siguiendo a Méndez⁹, algunas de las estrategias propias que se han desarrollado en Ciencias Sociales para aproximarse al conocimiento, identificadas con el método inductivo y deductivo.

Sin embargo, no podemos obviar las posiciones que defienden la subjetividad del trabajo geográfico, subjetividad necesaria para aproximarse a la totalidad de la naturaleza, y por lo tanto, la imposibilidad de ampararse en ninguna ortodoxia teórica o metodológica¹⁰.

En el método inductivo, que se caracteriza por partir de la observación y el análisis para llegar a la teoría, se define el problema, se toma la información y se procesa, se busca la ley que rige el fenómeno o su distribución, se formula la hipótesis, y finalmente se verifica en el terreno.

Alternativamente, el método deductivo parte de la teoría para estudiar la realidad, se propone una hipótesis de partida tras la definición del problema, al realizarse la investi-

⁴ Chuvieco, Bosque, Pons, Conesa, Santos, Gutiérrez, Salado, Martín, De la Riva, Ojeda y Prados (2005: 37).

⁵ Capel (1981).

⁶ Santos (1990: 20).

⁷ Bodini (2001: 20).

⁸ Méndez (2004: 18).

⁹ *Ibidem*.

¹⁰ Ortega y Muñoz (1994).

gación se obtienen los datos y se procesan y se confirma la hipótesis o no. En este último caso, se propone una hipótesis alternativa y se procede a una nueva verificación.

Los dos procedimientos no son excluyentes, y en casos especiales, la investigación directa puede servir de preludeo para la formulación de la hipótesis que mediante el segundo camino será verificada.

Cualquier análisis de una realidad espacial exige incorporar la acción ejercida por múltiples factores. Como consecuencia la geografía es, necesariamente, heterogénea a nivel metodológico. La geografía, ciencia de relaciones, reclama un proceso de pensamiento específico en tres términos principales: observación analítica, detección de las correlaciones y búsqueda de las relaciones de causalidad¹¹.

En definitiva se trata de una ciencia de síntesis que parte de la descripción para desembocar en la explicación.

Las fuentes

La propia naturaleza de la geografía, que se ocupa de aspectos tan diversos y a escalas tan variadas, implica una enorme variedad de fuentes de información. El geógrafo se enfrenta tanto a problemas relacionados con la obtención de los datos como a la determinación de las formas y relación entre ellos, a su representación y a su continua actualización. La experiencia indica que estos procesos no se pueden separar en fases aisladas puesto que se retroalimentan y se desarrollan en función del objetivo de la investigación.

Posiblemente la fase de obtención de la información geográfica necesaria para realizar la investigación, sea la labor a la que el investigador deberá dedicar el mayor esfuerzo temporal. La recopilación de los datos, es un trabajo arduo y delicado, que conduce al geógrafo hacia el terreno¹².

Como se ha descrito ya en esta obra, las fuentes de información se pueden agrupar en directas o primarias e indirectas o secundarias. Las directas se crean durante el procedimiento de la investigación. Son obtenidas por el propio equipo investigador y algunas de las más comunes en Geografía son: la observación de campo, la toma directa de datos GPS, encuestas, entrevistas, etc. En las fuentes indirectas o secundarias, se parte del análisis e interpretación de las fuentes primarias. Los datos primarios tomados de otro documento constituyen siempre una fuente secundaria. Destaca por su uso habitual en la investigación geográfica la cartografía y las series estadísticas.

Uno de los principales problemas a los que se enfrenta el investigador es la recopilación de la información adecuada. Existe un gran cantidad de datos, generalmente dispersos e inconexos, como para analizarlos todos. El investigador debe encontrar formas eficaces y rápidas para filtrar y obtener la información pertinente, ya que la toma exhaustiva de datos, en la mayoría de las ocasiones, es imposible. Así pues, será necesario realizar una observación parcial, seleccionando el número de elementos que proporcione el detalle suficiente para llevar a cabo generalizaciones y nos permitan deducir las características del aspecto que se analiza. En este proceso de observación parcial, el primer paso es definir la población que aporte una imagen fiable del fenómeno geográfico

¹¹ George (1982).

¹² *Ibidem*.

a estudiar. El segundo paso será definir el método más apropiado para realizar la muestra. Citaremos aquí los sistemas de muestreo más utilizados:

- Aleatorio, donde todos los componentes de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidos.
- Sistemático, por el que se obtiene una muestra a intervalos regulares dentro de la población.
- Espacial, la diferencia en relación al muestreo no espacial consiste en que se trata de seleccionar puntos o cuadrados de una superficie continua y no elementos de una lista¹³.
- Estratificado, utilizado cuando se pretende asegurar que cada subgrupo está representado dentro de la muestra. Así, si estamos recogiendo mediante una encuesta la visión de los diferentes grupos de agricultores sobre una determinada medida o política agraria, el trabajo de campo se diseñará para que estén recogidos en la muestra los propietarios de explotaciones agrícolas pequeñas, medianas y grandes.

Dado que la Geografía, comparte con otras disciplinas un gran número de fuentes que ya han sido recogidas en esta obra y que las fuentes utilizadas van a variar según el fenómeno a analizar (la precipitación, la densidad demográfica, el grado de mecanización de las explotaciones agrícolas, la renta media, etc.) se ha considerado conveniente centrarse en la cartografía y en la información espacial o georreferenciada, quizás los recursos de investigación más característicos de la Geografía.

La representación cartográfica y la información geográfica. Conceptos básicos y fuentes

El conocimiento cartográfico tiene una especial relevancia dentro de la geografía, de hecho, aún hoy se confunde cartografía y geografía. Para la geografía el mapa, no es su objeto de estudio, es una fuente y un instrumento de expresión, de representación de un fenómeno geográfico.

El sentido espacial ha acompañado al hombre en su devenir histórico. Desde las primeras representaciones cartográficas, realizadas en China hace 5.000 años, hasta hoy ha habido una importante evolución en las técnicas, pero la necesidad siempre ha sido la misma: representar la superficie terrestre y los objetos situados sobre ella¹⁴. Este es precisamente el objetivo final de la cartografía, representar en un plano una parte o la totalidad de la superficie terrestre¹⁵.

La construcción e interpretación de mapas requiere un tratamiento particular de la información y un conocimiento de una serie de conceptos básicos y de técnicas específicas.

Siguiendo la definición de mapa, que realizó Joly, describiremos brevemente los conceptos y elementos básicos que debemos considerar a la hora de realizar un mapa y de gestionar la información espacial con las nuevas Tecnologías de la Información Geográfica (TIG).

¹³ Ebdon (1982).

¹⁴ Fernández, Muguruza, Martín y Abad (2008).

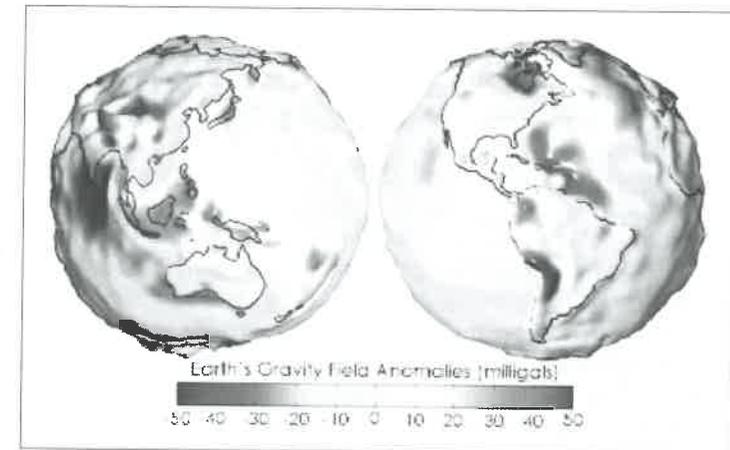
¹⁵ Franco (1999).

«Un mapa es una representación geométrica plana, simplificada y convencional, de toda o parte de la superficie terrestre, con una relación de similitud proporcionada, a la que se llama escala»¹⁶.

Para trasladar la superficie terrestre, total o parcialmente, a un plano (una hoja de papel o la pantalla de un ordenador) se deben realizar una serie de operaciones. Considerando el objetivo de este trabajo no entraremos a analizar en profundidad estas tareas, pero es necesario conocer varios conceptos clave: geoide, proyección, coordenadas geográficas, coordenadas cartográficas, huso y escala. Un conocimiento básico de estos términos evitará que cometamos errores que impidan la correcta adquisición, gestión, análisis y representación de datos espaciales.

Ya desde la Antigüedad son numerosos los científicos y filósofos que aportan argumentos racionales para apoyar la afirmación de que la tierra tiene, básicamente, forma de esfera. La tierra es un cuerpo casi esférico aunque con un ligero achatamiento en los polos. Aunque su forma se asemeja a un elipsoide, es un sólido que no se parece a ningún otro y se denomina geoide (etimológicamente, del griego: γεια -Tierra-, εἶδος -forma, apariencia- «forma que tiene la Tierra»). El Geoide está considerado como la forma teórica de la tierra y está definido por la superficie equipotencial del campo gravitatorio terrestre que coincide con el nivel medio del mar. La forma, se asimila en la práctica, a un elipsoide de revolución cuyas características se admiten universalmente¹⁷.

FIGURA II.3.1
Representación del Geoide



Fuente: Earth Observatory NASA, disponible en <http://earthobservatory.nasa.gov/>.

El problema de trasladar a un plano este elipsoide se resuelve geoméricamente mediante una proyección. Una superficie elipsoidal no es desarrollable en un plano sin deformaciones, con lo que se deberá aplicar una cierta transformación. La transformación matemática o geométrica de esa localización en posiciones sobre un mapa plano está determinada por el tipo de proyección.

¹⁶ Joly (1982: 2).

¹⁷ *Ibidem*.

Desde la época griega se conocían algunos tipos de proyecciones de una esfera en un plano. Por ejemplo, la proyección estereográfica (principalmente utilizada en astronomía), la proyección gnómica (utilizada para elaborar relojes de sol) y las proyecciones cónicas de Ptolomeo¹⁸.

Las proyecciones estudian las distintas formas de representar la superficie terrestre minimizando las deformaciones, que se producen en todos los casos, ya que sólo se puede mantener una de las magnitudes (distancia, ángulo, tamaño, etc.). Debemos elegir la que permita conservar los elementos que más nos importan como usuarios: por ejemplo las relaciones entre las áreas, las relaciones entre las formas o entre las distancias.

Otro aspecto importante es cómo localizar un punto. Podemos hacerlo mediante coordenadas geográficas (latitud y longitud) o coordenadas cartográficas (en nuestro ámbito las más utilizadas son las UTM, Universal Transversal Mercator). Previamente debe estar perfectamente identificado el sistema de proyección utilizado.

Las coordenadas geográficas permiten referenciar un punto siguiendo un sistema de referencia de tres dimensiones, formado por:

- El eje de tierra. Es la recta que une los polos geográficos, el Polo Norte y el Polo Sur.
- Los meridianos. Líneas de intersección con la superficie terrestre, de los infinitos planos que contiene el eje de la tierra. El sistema toma como posición de origen para referenciar un punto, el Paralelo 0 que pasa por la ciudad británica de Greenwich.
- Los paralelos. Líneas de intersección de los infinitos planos perpendiculares al eje terrestre con la superficie de la tierra. El paralelo principal es aquel que se encuentra a la máxima distancia del centro de la tierra, se le denomina Ecuador y divide a la tierra en Hemisferio Norte y Sur.

Una vez establecida la red de meridianos y paralelos, la situación de un punto viene definida por su latitud y longitud respecto a la red creada. Por ejemplo: 40° 28' 51" N-3° 21' 42" O.

Al pasarlas a un mapa, los puntos se identifican por dos coordenadas (x,y) y las convertimos en coordenadas planas, denominadas también *coordenadas cartográficas*. Se basan en la identificación de las coordenadas dentro de un malla o sistema de retícula en cuyo centro se sitúa el valor de origen para ambas coordenadas (0,0). Además requiere de la citada proyección.

El sistema UTM construye geoméricamente el mapa de manera que los meridianos y los paralelos se distribuyan de manera regular, rectangular, de esta forma mantienen los ángulos originales. Este tipo de transformación se denomina conoforme¹⁹. Para hacer efectivo el sistema UTM se proyectan seis grados sobre un meridiano abarcando un *huso* de seis grados de longitud. Cada huso se nombra de oeste a este (60 husos), correspondiendo el 30 al meridiano de Greenwich.

4481409,69N; 469208,89E

El mapa es una representación simplificada y convencional. No todo se puede representar, hay que elegir, qué representar, cuántos fenómenos y el grado de importancia. Por tanto, es una creación subjetiva. Los objetos o fenómenos son representados mediante símbolos, dibujos simplificados y esquematizados, que traducen de forma visual el fenómeno.

¹⁸ Gutiérrez Llorente (2005).

¹⁹ Fernández-Coppel (2001).

meno representado. Pueden ser más o menos descriptivos, pictogramas o ideogramas y susceptibles de variaciones cuantitativas (tramas, signos proporcionales).

El último elemento básico a tener en cuenta, es la escala. Es la proporción que existe entre el mapa y la realidad. Joly la define como «la razón constante que existe entre las distancias lineales medidas sobre él y las distancias lineales correspondientes medidas sobre el terreno» (1982: 3).

Así pues un mapa debe ser expresivo (debe mostrar una jerarquía en los hechos representados), fácil de leer y ser preciso.

La primera clasificación que se establece en cartografía es la de general, base o referencia y la temática. La cartografía base es desarrollada por instituciones públicas con el objeto de representar de forma general el territorio. De estos mapas se pueden obtener datos del relieve, la hidrografía, los usos del suelo (recursos naturales, núcleos de poblamiento, infraestructuras), las divisiones administrativas, la toponimia, etcétera.

En el caso de España, las series 1:25.000 y 1:50.000 del Mapa Topográfico Nacional, desarrollado por el Instituto Geográfico Nacional, conforman la cartografía básica oficial del estado. Además existen cuatro series más de mapas topográficos a diferentes escalas: 1:200.000, 1:500.000, 1:1.000.000 y 1:2.000.000, que abarcan la totalidad del estado español. A nivel regional, se han creado series de cartografía básica a mayor escala, por los distintos organismos cartográficos.

La cartografía temática representa cualquier fenómeno que tenga una componente espacial, en este sentido, la elaboración de mapas temáticos es un aspecto fundamental en la ciencia geográfica en todas sus ramas. Atendiendo a la naturaleza de la información los mapas temáticos pueden ser: analíticos o sintéticos, estáticos o dinámicos, cualitativos (fenómenos distribuidos de forma continua) o cuantitativos (puntos, coropletas, isolíneas, símbolos proporcionales, anamórficos, flujos...).

La idoneidad de la cartografía para representar los fenómenos espaciales, la necesidad de gestionar un territorio, Internet y la generalización de las NTIG han contribuido a un aumento importante de la cartografía e información geográfica disponible. Son numerosos y variados los organismos e instituciones que disponen de información espacial fácilmente accesible vía Internet o mediante peticiones expresas:

- A nivel internacional, instituciones como la Unión Europea o Naciones Unidas, empresas de Teledetección y Sistemas de Información Geográfica (SIG), Universidades, etcétera.
- A nivel nacional, el Instituto Geográfico Nacional, el CSIC o Ministerios como el de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, etcétera.
- A nivel autonómico los organismos de cartografía, o los órganos administrativos competentes en temas de medio ambiente, agricultura, ordenación del territorio, etcétera.
- A nivel local, cada vez más las diputaciones y ayuntamientos generan su propia cartografía a gran escala.

Las posibilidades de acceder a datos geográficos se multiplican con las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) accesibles mediante Internet. Según el Consejo Superior Geográfico de España, una IDE es un sistema informático integrado por un conjunto de recursos (catálogos, servidores, programas, datos, aplicaciones, páginas *web*...) dedicados a gestionar Información Geográfica (mapas, ortofotos, imágenes de satélite, topónimos...), disponibles en Internet, que cumplen una serie de condiciones de interoperabilidad (nor-

mas, especificaciones, protocolos, interfaces,...) que permiten que un usuario, utilizando un simple navegador, pueda utilizarlos y combinarlos según sus necesidades.

Para el establecimiento de una IDE, a cualquier escala espacial, es necesario el acuerdo de los productores, integradores y usuarios de datos espaciales del ámbito territorial en el que se establece. Este acuerdo a nivel europeo, se ha materializado en la Directiva INSPIRE (*Infraestructura for Spatial Information in Europe*)²⁰. En ella se establecen los estándares y protocolos de tipo técnico, los aspectos organizativos y de coordinación, las políticas sobre la información que incluye el acceso a los datos y la creación y mantenimiento de información espacial. A nivel español, la IDEE pretende integrar los datos, metadatos, servicios e información de tipo geográfico que se producen en España, tanto a nivel nacional, como regional y local. Desde ella podemos acceder a todas las IDEs desarrolladas en este país.

Estas infraestructuras, entre sus muchas ventajas, nos permiten acceder a la información espacial que hasta ahora era de acceso complicado por diferentes motivos: formatos, modelos, políticas de distribución, falta de información... Por otro lado, posibilitan reutilizar la información generada en otros proyectos, ahorrando costes y energías duplicadas.

A modo de ejemplo, la posibilidad de disponer de ortofotografías de un mismo territorio de los años cincuenta del pasado siglo y de 2009 (generadas en formatos y escalas diferentes), y poder visualizarlas al mismo tiempo, supone una gran herramienta para observar y reflexionar sobre diversos temas: la situación económica de la posguerra española, los cambios en la ocupación del suelo o los modelos urbanísticos actuales.

Las Tecnologías de la Información Geográfica

Bajo el término de Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) se engloban un conjunto de disciplinas como la cartografía, la estadística espacial, los Sistemas de Información Geográfica, los Sistemas de posicionamiento por satélite o la Teledetección²¹.

Como podemos intuir fácilmente, y ha quedado constatado en la historia de la cartografía, el hombre ha tenido necesidad de información espacial desde siempre. Hoy la información geográfica es cada vez más necesaria para comprender una sociedad en cambio, intercultural, aquejada de nuevos problemas de dimensión planetaria²². Para Antonio Moreno²³ quizás lo más novedoso radica en la capacidad progresiva actual en adoptar las tecnologías de la información geográfica (TIG) para satisfacer esa necesidad. A veces para cuestiones poco importantes, como no desorientarse conduciendo un vehículo en una ciudad, y otras más importantes como establecer los riesgos naturales que afectan a un territorio.

La observación de la tierra

La fotografía aérea, las imágenes de satélite y los datos recogidos por los sensores LIDAR (*Laser Imaging Detection and Ranking*), han supuesto un gran salto en la obser-

²⁰ Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo.

²¹ Chuvieco *et al.* (2005)

²² *Ibidem.*

²³ Moreno (2007).

vación de los fenómenos que acontecen en nuestro planeta. Entre las muchas ventajas que podríamos citar sobresale la posibilidad de proporcionar coberturas exhaustivas de amplios territorios. Esto supone la posibilidad de disponer de una información sintética, completa y renovable periódicamente, sobre las características físicas, sociales y económicas de las zonas de estudio.

Según Chuvieco²⁴ la Teledetección, en sentido amplio, engloba tanto a los procesos que permiten obtener una imagen desde el aire o el espacio, como a su posterior tratamiento. Para esta adquisición de información es necesario que exista una interacción energética entre la superficie terrestre u otro objeto y el sensor. Esta interacción puede producirse por reflexión de la energía solar o de un haz energético artificial, o bien por emisión propia del objeto. Por tanto, va a depender de los desarrollos tecnológicos disponibles en cada momento.

En geografía, y en general en las ciencias de la Tierra, las técnicas más utilizadas son la fotografía aérea y la teledetección espacial. Como el lector podrá deducir sólo describiremos de forma básica algunos de los principios claves de estas técnicas, que esperamos sean útiles para entender las posibilidades y el desarrollo de las mismas.

La fotografía aérea recoge parte del espectro electromagnético (visible e infrarrojo) reflejado por los elementos de la superficie terrestre, en emulsiones pancromáticas (fotografías en blanco y negro o en color). En la fotografía en blanco y negro, los objetos más reflectantes (como las superficies desnudas) aparecen en blanco mientras que los menos (como la vegetación) aparecen en negro. En las fotografías a color las reflectancias se traducen en intensidades de color. También se producen fotografías en falso color (se modifica la emulsión para destacar un determinado fenómeno geográfico) o multiespectrales. En esta última cada cámara toma una porción del espectro o banda (azul, verde, rojo e infrarrojo), de esta forma se obtienen cuatro fotografías de un mismo espacio. Se puede analizar cada banda independientemente, o superponerla, con estos tratamientos se aumenta la posibilidad de reconocimientos de objetos.

FIGURA. II.3.2

Fotografía aérea en color (Alcalá de Henares)



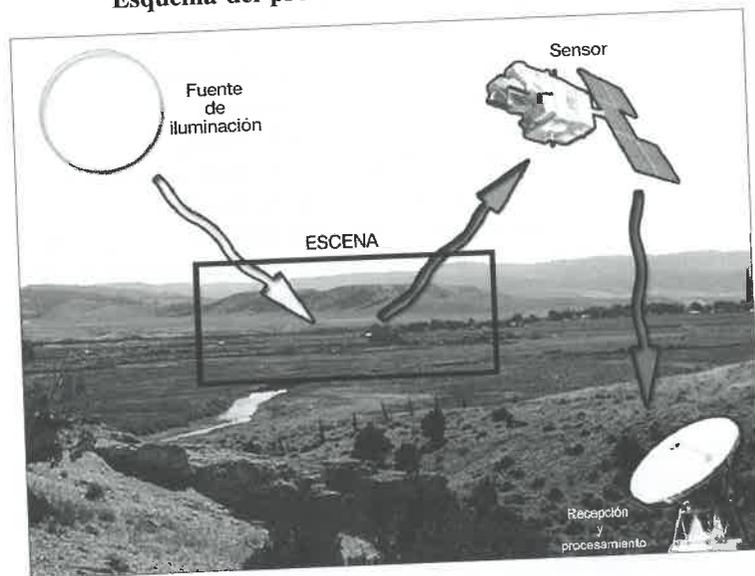
Fuente: Plan Nacional de Ortofotografía Aérea de España. Visor IBERPIX. Instituto Geográfico Nacional.

²⁴ Chuvieco (2006).

La teledetección espacial nace con la posibilidad de instalar cámaras o sensores en los satélites que orbitan la tierra. Un sistema de teledetección incluye los siguientes elementos²⁵:

- Fuente de energía. En la teledetección pasiva la energía es externa al sensor, como la energía solar. En la teledetección activa, el haz de energía es emitido por el sensor.
- Cubierta terrestre, cuyos elementos reflejan o emiten energía según sus características físicas.
- El sensor y la plataforma que lo sustenta.
- El sistema de recepción y distribución.
- El intérprete, que procesa la información, y el usuario final que analiza esta información.

FIGURA II.3.3
Esquema del proceso de Teledetección pasiva

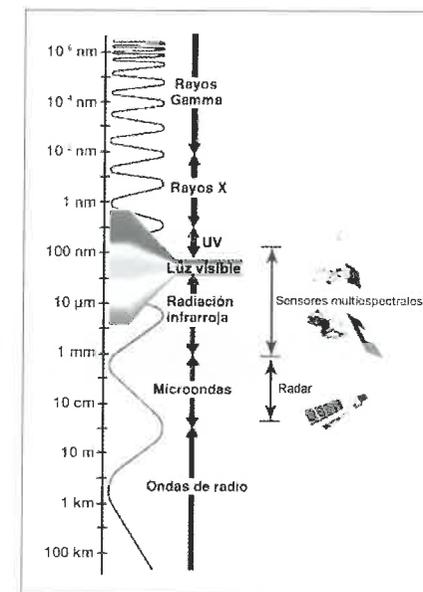


Fuente: CNICE. Ministerio de Educación.

Estos sensores captan una gama mayor del espectro. Así pues, además del espectro visible y del infrarrojo es posible captar energía ultravioleta y microondas.

²⁵ *Ibidem.*

FIGURA II.3.4
Representación del espectro electromagnético

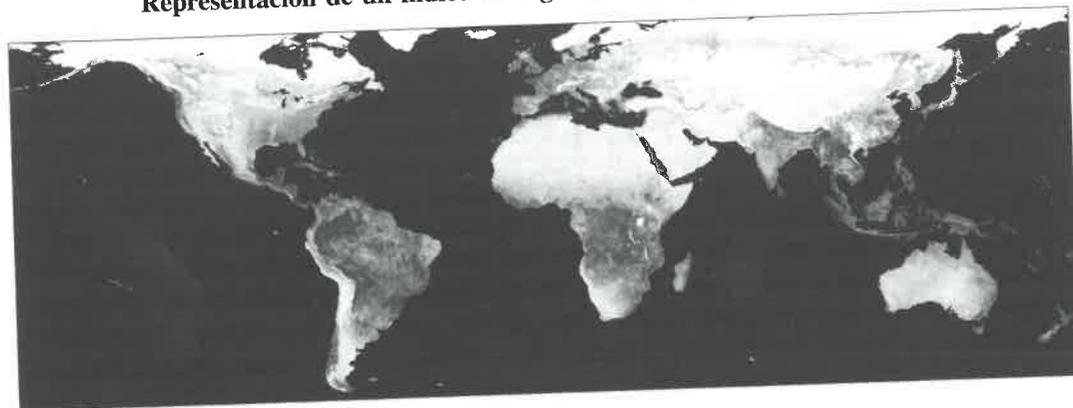


Fuente: CNICE. Ministerio de Educación.

A esta clara ventaja se suman la posibilidad de obtener una cobertura total del globo, la observación a diferentes escalas, la toma de datos de una misma área de forma periódica, la transmisión inmediata y la producción de la información en formato digital. Es fácil deducir que el rango de fenómenos a estudiar se ha ampliado notablemente.

Las aplicaciones de la teledetección, han ido aumentando con la tecnología. Algunos de sus usos más conocidos son la meteorología, los estudios sobre la evolución de las masas de nieve, la clasificación de las cubiertas del suelo, la salinidad de las grandes masas de agua, su uso para estudiar la deforestación de áreas poco accesibles, etc. Además de estos estudios, muchas veces desarrollados por grandes organizaciones o centros de investigación, la teledetección se aplica a la planificación territorial, para analizar la evolución de superficies afectadas por incendios forestales, a la realización de inventarios de regadío o a la propia gestión de las comunidades de regantes, etcétera.

FIGURA II.3.5
Representación de un índice de vegetación (NDVI). Satélite MODIS



Fuente: Earth Observation. NASA.

Los Sistemas de Información Geográfica

En numerosos casos el investigador necesita, para avanzar en el proceso de investigación, integrar los resultados de sus análisis con otras variables geográficas. Esta posibilidad se ha fortalecido con la notable evolución de los sistemas de gestión y procesamiento de la información geográfica.

No existe una sola definición de Sistema de Información Geográfica, en adelante SIG (*Geographic Information System*, GIS). Para Alonso Sarría²⁶ la complejidad en establecer una definición unitaria estriba en aunar en un único concepto: datos y teoría de datos, *hardware* y *software*, diversos intereses (científicos, comerciales, de gestión, etc.) y diversas disciplinas científicas (informática, matemáticas, geografía, etc.).

Para no entrar en ese debate, recogeremos en este texto la realizada por el *National Center for Geographic Information and Analysis*, una de las definiciones de SIG que más consenso ha generado «Sistema de *software*, *hardware* y procedimientos elaborados que facilita la gestión, manipulación, análisis, modelado y representación de datos georreferenciados, para resolver problemas de planificación y gestión (equipo multidisciplinar)»²⁷. En definitiva entendemos por SIG, según los objetivos pretendidos por este epígrafe, cualquier sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar información geográficamente referenciada.

El elemento diferenciador de los SIG, con otros sistemas de gestión de información, es su capacidad para analizar información espacial y generar nueva información que puede ser expresada cartográficamente.

El análisis espacial ha estado vinculado al hombre desde los primeros momentos. Ejemplos como las pinturas de las cuevas de Lascaux (Francia) donde se asocian a las reproducciones de los animales a trazas lineales que, se cree, cuadraban con las rutas de migración de esas especies, hasta el mapa original del John Show²⁸. En él plasmó las

²⁶ Alonso (2006).

²⁷ Goodchilde y Kemp (1990).

²⁸ Johnson (2006).

ubicaciones exactas de los pozos de agua y los sectores donde se habían producido casos de cólera. De esta forma pudo localizar los pozos de agua contaminados que estaban en la base del brote de cólera.

DeMers²⁹ describe las condiciones para que en 1966 se materializara la primera utilización los SIG, tal y como la conocemos actualmente, el *Canadian Geographic Information System* (CGIS), aunque sin ser en absoluto una herramienta novedosa³⁰. El geógrafo inglés Roger Tomlinson recibió el encargo de realizar el Inventario de Tierras Canadá (*Canada Land Inventory*, CLI) donde se recogieran: los recursos forestales y minerales, el estado y las necesidades de conservación de la fauna salvaje y la disponibilidad y calidad de los recursos acuáticos. Además debía establecer qué recursos pueden ser explotados y su evolución a corto, medio y largo plazo, considerando que el uso de estos recursos genera conflictos sociales y ambientales.

Para ello Tomlinson necesitaba obtener una enorme cantidad de datos espaciales, organizarlos, realizar análisis espaciales y modelizar y presentar los resultados. El CGIS estuvo operativo hasta la década de los noventa llegando a ser la base de datos, sobre recursos del territorio, más grande de Canadá.

En las décadas de 1980 y 1990 se produjo el gran crecimiento de los SIG. Al comienzo dominaron las iniciativas públicas, pero la adecuación de estos programas a los ordenadores personales, abriendo una clara posibilidad de negocio, supuso el incremento de la presencia de las empresas privadas en los desarrollos de *software* SIG.

En los últimos años, a la consolidación de los grandes proyectos empresariales, se han sumado con una fuerza los proyectos de *software* SIG de código libre. Pero quizás el elemento común más destacable, que ya hemos comentado al hablar de las IDE, es la generalización del acceso y utilización de la cartografía digital y la información geográfica mediante Internet.

A esta «democratización» del acceso a la información geográfica están contribuyendo otros fenómenos como:

- El desarrollo de otras tecnologías ya citadas (Teledetección, Lidar, GPS, etc.) que generan información geográfica en formato digital.
- La inclusión de los SIG en los planes de estudio universitarios y la proliferación de cursos de especialización y postgrados.
- La evolución del *software* y *hardware*, orientados a utilizar los SIG en dispositivos móviles cada vez de menor tamaño.

Por tanto, su potencial de uso se incrementa constantemente en numerosas actividades:

- Como las relacionadas con la gestión y planificación del territorio: gestión de espacios naturales, la planificación sectorial, ordenación del territorio y urbanismo, gestión del tráfico, etcétera.
- Como soporte de actividades profesionales: diseño de redes de riego, declaraciones de impacto ambiental, estudios de mercado, etcétera.
- En la gestión de emergencias, indispensable en la gestión de vertidos contaminantes, inundaciones, incendios forestales, etcétera.
- En la docencia e investigación científica en numerosos campos: Geografía, Historia, Meteorología, Sociología, Economía, Geología, etcétera.

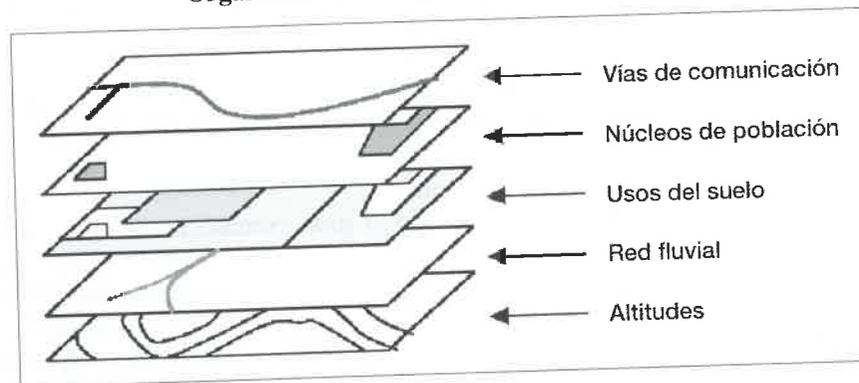
²⁹ DeMers (1997).

³⁰ Alonso (2006).

Cómo se modela la realidad en un SIG

Los objetos del mundo real (ríos, materiales geológicos, ciudades) se pueden dividir en dos abstracciones, datos discretos (los límites de un edificio urbano) y continuos (precipitaciones o temperatura), por tanto, se han diseñado dos formas de modelizar los datos en formato digital, el modelo vectorial y el raster.

FIGURA II.3.6
Organización de la información en un SIG



Fuente: Corso, en www.wikipedia.org.

El formato raster, divide el espacio mediante una retícula regular, donde en cada una de estas divisiones o celdas, se guarda un valor único (igual que las imágenes de una cámara fotográfica digital). Está destinado a representar valores continuos, con lo que se centra más en las propiedades del objeto que en la precisión de los límites.

El formato vectorial está diseñado para representar datos discretos que se expresan a menudo como vectores. A diferencia de los continuos, en estos fenómenos geográficos la precisión en la representación de su localización y sus límites es muy importante. Se pueden representar mediante:

- Puntos (o multipuntos), se reducen a pares de coordenadas x,y que marcan la posición del fenómeno modelizado, por ejemplo, pozos, señales de tráfico, estaciones meteorológicas, núcleos de población, yacimientos arqueológicos, etcétera.
- Las líneas o polilíneas, son un conjunto de puntos ordenados en los que los extremos se denominan vértices. Utilizado para representar vías pecuarias, infraestructuras hidráulicas, curvas de nivel, etcétera.
- Polígonos (o multipolígonos) son líneas cerradas que delimitan superficies. Representan usos del suelo, parcelas catastrales, términos municipales, etcétera.

Cada uno de estos elementos gráficos está vinculado a un registro en una base de datos que contiene atributos que lo caracterizan. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e, inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede conocer a qué elemento gráfico corresponde.

Cómo funcionan los SIG

El sistema permite combinar y analizar información espacial que se encuentra almacenada en diferentes capas temáticas, mediante tres componentes o dimensiones: la espacial, la temática y la temporal³¹. De esta forma podemos generar nueva información que nos sería muy costoso obtener de otra forma. La componente espacial alude a su localización (de ahí la importancia de tener unos conocimientos básicos sobre sistemas de coordenadas, *datum*, husos, etc.), las propiedades (forma, tamaño, etc.) y relaciones espaciales. Estas últimas están basadas en la topología (contenida en, sobre, al lado de, etc.) o en relaciones cuantitativas (por ejemplo, la distancia entre elementos).

Las características o atributos de las entidades constituyen la componente temática. Como imagina el lector, la tipología es muy variada: un color, un número, un texto, etc. Los datos se pueden representar, combinar o clasificar conforme a estas características.

Por último, existe una componente temporal, ya que los datos se refieren a un momento establecido. Esto nos permite observar la evolución de los fenómenos que estamos estudiando, basta comparar una ortofotografía de un área litoral actual con una o varias anteriores.

El análisis espacial o geoprocésamiento

El análisis espacial consiste en la obtención de información espacial nueva a partir de la información existente. Así pues, es la propiedad más importante de los SIG, ya que sin la utilización de los mismos la generación de esta nueva información sería muy costosa.

Mediante el análisis de las relaciones topológicas existentes entre los diferentes elementos y su posición (proximidad, inclusión, conectividad y vecindad) podemos realizar modelizaciones y análisis espaciales complejos. Por ejemplo podemos obtener áreas de influencia en torno a unos elementos y aplicar relaciones topológicas. Así podremos conocer:

- Qué yacimientos arqueológicos se encuentran en zona inundable. Si establecemos de forma general que serán aquellos situados a menos de una distancia determinada de un curso de agua.
- Cuáles son las áreas urbanas que tienen un centro sanitario a una distancia superior a un kilómetro o cuáles son las construcciones que se encuentran ubicadas dentro de la Zona de Dominio Público Marítimo Terrestre.

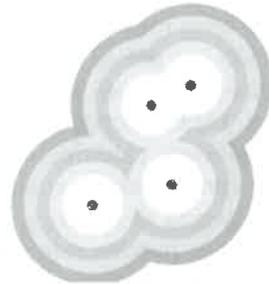
³¹ Moreno (2007).

FIGURA II.3.7
Análisis espacial de proximidad con gvSIG

Área de influencia

Este geoprocaso crea una nueva capa vectorial de polígonos, generados como zonas de influencia alrededor de las geometrías de los elementos vectoriales de una capa de entrada.

Las geometrías de la capa de entrada pueden ser tanto de puntos como de líneas o polígonos. Se pueden generar varios anillos concéntricos equidistantes en torno a las geometrías de entrada. Además, en el caso de geometrías de entrada poligonales el área de influencia puede ser exterior, interior o exterior e interior al polígono original.



Fuente: www.gvSIG.org.

Otra de las posibilidades con datos vectoriales es el análisis de redes. Un SIG puede simular flujos a lo largo de una red lineal, tanto natural como artificial (la circulación del agua por una red hidrográfica o el desplazamiento de bienes o de personas en una urbe) Además este flujo puede estar ponderado por valores como la velocidad, el sentido de la circulación, la pendiente, el límite de velocidad, niveles de servicio, etc., para modelar con más precisión la realidad.

El análisis raster requiere del conocimiento de una serie de conceptos básicos de este modelo necesarios para comprender la lógica de la asignación de valores a cada unidad, los tipos de funciones y análisis. Describir estos conceptos necesitaría de varios capítulos como el presente y no es el objetivo de esta obra. Sí podemos resaltar cómo paulatinamente las Ciencias Sociales están incorporando en sus investigaciones este tipo de análisis. Destaca el caso de la Historia. Su idoneidad para modelar fenómenos continuos, como la superficie de la tierra, y la posibilidad de combinarlo con capas vectoriales (la representación de un río o el patrimonio arqueológico) nos permite realizar diferentes estudios. Entre ellos el cálculo de rutas óptimas o de menor coste. Así son varios los ejemplos de utilización del análisis ráster, para calcular el recorrido que habría seguido un ejército para entablar batalla o el trazado de una obra lineal, como un acueducto, del que sólo quedan algunos restos.

Para terminar esta presentación de las TIG, citaremos algunas de las ventajas del uso de los SIG de *software* libre frente al *software* privativo:

- Su instalación y uso no tiene coste de licencia.
- Con una sola descarga, el *software* se puede instalar en varios ordenadores. Las nuevas versiones no suponen adquirir otra licencia.
- Fácil adquisición e instalación.
- Existen manuales y presentaciones gratuitas que facilitan su aprendizaje.
- Son proyectos escalables. Esto permite disponer de la versión con las herramientas básicas e ir aumentando la complejidad de uso paulatinamente.

II.4. METODOLOGÍAS ANTROPOLÓGICA Y SOCIOLÓGICA

EVA SANZ JARA,
FRANCIS GARCÍA CEDEÑO

Tras haber tratado metodologías aplicadas a las humanidades, concretamente a la historia, en este epígrafe abordaremos algunas metodologías aplicadas a las ciencias sociales, específicamente a la sociología y a la antropología. Las trataremos de manera conjunta porque se trata de disciplinas con fronteras porosas y, de hecho, muchas de las cuestiones que aplicaremos a cada una de ellas podrían perfectamente hacer referencia a la otra. La diferencia entre antropología y sociología era nítida en tiempos pasados, cuando la primera se dedicaba a las sociedades exóticas, lejanas, aisladas, no occidentales; y la segunda era la única que se ocupaba de la sociedad occidental haciendo uso exclusivo de metodologías cuantitativas. Sin embargo, desde que la antropología empezó a analizar la sociedad occidental y la sociología trascendió las encuestas y lo cuantitativo para también trabajar desde la perspectiva cualitativa, trazar la distinción entre ambas no es en absoluto sencillo.

La metodología etnográfica, que se explicará en detalle más adelante, es característica de la disciplina antropológica, como también lo son el desplazamiento y el relativismo cultural. El primero se opone al etnocentrismo y consiste más en una actitud de «extrañamiento» que en un desplazamiento real. El extrañamiento debe ser entendido como una actitud del antropólogo que se basa en la diversidad cultural y en el carácter cultural de las instituciones humanas. El hecho de que la antropología haya estudiado tradicionalmente sociedades muy distintas a la occidental provoca que esta ciencia esté muy relacionada con el extrañamiento. Extrañarse significa estudiar grupos diferentes con curiosidad, con intención de producir conocimiento. No obstante, el extrañamiento debe estar también presente cuando se investigan grupos cercanos al propio o incluso éste, puesto que «[...] la base del extrañamiento se encuentra en el reconocimiento de que todo grupo humano (incluido el propio) genera un comportamiento convencional, socialmente construido, y que no es el resultado directo de la naturaleza de las cosas [...]. Este reconocimiento lleva a convertir lo extraño en familiar, el primer paso para tratarlo como objeto de conocimiento reflexivo»¹.

Y el relativismo cultural, posición contraria al positivismo, debe entenderse como herramienta de elaboración de nuevos significados e implica la afirmación de que cualquier acción humana debe entenderse en su contexto social. Si no se hace así, se puede perder de vista su sentido. El relativismo cultural aplicado a la antropología es un relativismo metodológico, porque la etnografía debe tenerlo siempre en cuenta. De esta manera, el contexto biográfico y sociocultural resulta sumamente influyente para comprender cualquier acción humana. Otra cosa diferente es el relativismo moral, que no debe ser con-

¹ Díaz de Rada (2005: 31).