

El lenguaje cartográfico en los mapas temáticos

Cartographic Language in Thematic Maps

Joan Carles Membrado*

INTRODUCCIÓN

¿Qué es un mapa? ¿Para qué sirve? Si nos paramos un poco a pensar en ello, descubriremos que un mapa no es simplemente una representación gráfica que nos permite visualizar determinados conceptos espaciales: es, también, un poderoso instrumento de almacenamiento y organización de información, y por lo tanto de ayuda a la toma de decisiones; estimula poderosamente el pensamiento racional de sus lectores, y posibilita tanto el análisis como la síntesis de la información que contiene (Gago *et al.*, 2012: 600).

A lo largo de la historia los mapas han jugado un papel determinante en la cultura humana: en la antigüedad clásica, los geógrafos griegos y romanos los diseñaron con el fin de cartografiar el mundo conocido, que giraba alrededor del Mediterráneo. Más tarde, a medida que los árabes, chinos y europeos exploraban nuevas tierras y los mapas adquirían un notable valor estratégico, las técnicas cartográficas fueron progresando, y resolviendo el problema de la redondez de la Tierra mediante proyecciones. Como afirma Núñez (2012: 595), el mapa no solo es un elemento para el conocimiento del territorio, sino también un instrumento fundamental de poder político, militar y económico.

Los gobernantes del siglo XXI son también muy conscientes del formidable valor estratégico de la cartografía en un mundo cada vez más globalizado, como demuestra el hecho de que hayan desarrollado sistemas de posicionamiento global (GPS, Galileo, GLONASS) que permiten determinar la posición

* Universitat de València, Departamento de Geografía (Joan.membrado@uv.es).

de un objeto en cualquier parte del mundo. La integración de la cartografía y los GPS en los teléfonos móviles y en los navegadores para vehículos de carretera abre hoy a la cartografía posibilidades que hace tan solo un par de décadas resultaban simplemente inimaginables (Ramírez, 2011; Hurst y Clough, 2013).

En efecto, durante las dos últimas décadas, la cartografía, y con ella la geografía, se han beneficiado de nuevos avances técnicos al alcance de muchos (cartografía asistida por ordenador o CAD, sistemas de información geográfica o SIG, teledetección), y cada vez podemos diseñar y/o consultar mapas más exactos, y hacerlo más rápidamente.

Los organismos públicos, sabedores de la utilidad práctica de los mapas para el gran público, impulsan la cartografía en España a través de organismos estatales (Instituto Geográfico Nacional) o autonómicos (Institut Cartogràfic de Catalunya, Instituto Cartográfico de Andalucía, Institut Cartogràfic Valencià, TRACASA en Navarra, GRAFCAN en Canarias, SITIBSA en Baleares, etc.) (Núñez, 2012: 582). Mientras tanto, empresas privadas como Google, el mayor proveedor de productos y servicios en la red, ofrece gratuitamente el servicio de cartografía *online* más completo a escala mundial.

Más allá de las descargas gratuitas de mapas que se puedan obtener desde la red, en este artículo pretendemos dar a conocer algunos conceptos básicos acerca del lenguaje visual de la cartografía, para que el lector, y cartógrafo en potencia, pueda usarlo de manera adecuada al confeccionar sus propios mapas. El objetivo de este trabajo es, pues, estudiar las propiedades del lenguaje de los mapas con el fin de intentar representar un mapa óptimo, es decir, un mapa que transmita de la manera más clara la mayor cantidad de información geográfica posible. En este estudio abordamos solo la cartografía temática –la que describe algún fenómeno particular del que conocemos alguna información– y no los mapas generales o topográficos, mucho más elaborados.

EL MAPA: LA HERRAMIENTA DEL GEÓGRAFO

El mapa es una herramienta imprescindible para la geografía. Mediante el mapa el geógrafo ilustra sus clases magistrales y sus trabajos de investigación; cuantifica los recursos físicos, humanos y económicos; muestra los riesgos ambientales y los abusos urbanísticos; ordena el territorio. No se puede entender el mapa sin la geografía, y viceversa. Ambos son inseparables. El mapa es el lenguaje de la geografía y, por lo tanto, de los geógrafos y geógrafas. Puede usarse en todos los contenidos relacionados con la geografía: es, en efecto, su principal opción metodológica (Gago *et al.*, 2012: 600).

Un mapa en el cual la información geográfica esté bien representada posee, en general, un lenguaje más eficaz –esto es, comunica con mayor facilidad– que el lenguaje de las palabras escritas o habladas. Un mapa estimula tanto la atención sinóptica como la analítica; tiene la enorme ventaja de integrar imagen y razonamiento, lo que se traduce en «una lectura prácticamente instantánea que favorece la recepción en un tiempo mínimo de un máximo de información disponible» (Delgado, 2002: 336-337). El mapa es un medio para almacenar, manipular y difundir la información que, como cualquier otro lenguaje gráfico, es simple, porque, en general, no requiere un esfuerzo de iniciación tan grande como el de otros lenguajes, y eficaz porque suele percibirse directa e inmediatamente (Delgado: 336). Según Hernando (2000: 33), las propiedades perceptivas del mapa –su cualidad de transmisor de información– despiertan la capacidad de análisis del lector y le hacen accesible una realidad compleja.

Sauer (1956) defiende que los mapas acaban con las inhibiciones de los geógrafos, estimulan sus glándulas, encienden su imaginación y aflojan sus lenguas. La transmisión de ideas mediante mapas es la vocación y la pasión común de los geógrafos. Sauer también se pregunta si es posible reconocer entre los geógrafos una inclinación temprana hacia la geografía antes de que esta se afirme en una elección consciente. El primer rasgo –y también el más persistente– de un geógrafo nato es su gusto por los mapas y por pensar a partir de ellos. Decía Sauer que un geógrafo vocacional se encuentra con las manos vacías si no tiene mapas en su aula, en su despacho o en sus salidas de campo. Duda de que los geógrafos que no necesiten ni deseen consultar mapas continuamente hayan elegido apropiadamente su oficio. Además, asegura que los geógrafos exprimen sus bolsillos para conseguir ampliar su colección de todo tipo de mapas. Cabría matizar esta idea y actualizarla afirmando que los afortunados geógrafos del siglo XXI, aparte de gastarse el dinero en mapas en papel, también consultan y descargan a través de la red tantos mapas digitales como necesitan.

Como afirman Gago *et al.* (2012: 601), «Internet es una herramienta poderosísima que utilizada convenientemente, con sentido crítico y con una selección de la información rigurosa a través de la validación de la información, se ha convertido, sin duda, en una de las fuentes más valiosas de comunicación, información, de difusión de conocimiento, y también de docencia».

La revolución informática de finales del siglo XX y lo que llevamos del XXI ha hecho innecesario el uso del lápiz y el papel para el diseño de mapas. Gracias a la difusión de programas informáticos para la cartografía automática y de sistemas de información geográfica, hoy en día los geógrafos pueden dise-

ñar unos mapas óptimos desde el punto de vista técnico y estético, y dependerá de su capacidad de abstracción y generalización cartográfica que estos, además, resulten didácticos e inteligibles (George, 1979: 55). Para conseguir la máxima eficacia comunicativa por parte de un mapa el geógrafo y cartógrafo francés Jacques Bertin creó a finales de los años sesenta el primer tratado sobre visualización de la información que, a la postre, sigue siendo el más conocido internacionalmente.

3. EL LENGUAJE VISUAL APLICADO A LA CARTOGRAFÍA TEMÁTICA

Cuando nos referimos a un mapa temático partimos de la tradicional distinción en cartografía entre mapas temáticos y topográficos. Estos últimos muestran una imagen general de una pequeña porción de la superficie de la tierra a gran escala: carreteras, ríos, edificios, relieve, topónimos y, a menudo, el tipo de vegetación. Representan, pues, tanto las características físicas como las humanas de un territorio (Harvey, 1980: 9; Kraak y Ormeling, 1996: 44). Por su parte, un mapa temático, según la ICA (International Cartographic Association), está diseñado para mostrar características o conceptos particulares, y no generales como ocurre en los mapas topográficos. Los mapas temáticos transmiten –comunican– a partir de representaciones gráficas de algún fenómeno del que conocemos alguna información que lo describe.

Este apartado pretende ser una muestra práctica de la eficacia del lenguaje visual del mapa, y más concretamente, del mapa temático, como transmisor de información. A partir de una serie de mapas temáticos se pretende ejemplificar cómo estos permiten un análisis y una síntesis óptimos de la información que contienen y transmiten. Dichos mapas temáticos, cuyas características técnicas se resumen en el cuadro 1, los hemos llevado a cabo mediante el programa ArcGIS Desktop. Las fuentes de información cartográfica y geográfica a que hemos recurrido para su realización han sido muy diversas (INE, AEMET, SIOSE, TerraSIT, etc.), y todas ellas están disponibles gratuitamente en Internet, lo que demuestra el poder de esta herramienta como fuente de información y difusión de conocimiento.

El lenguaje cartográfico: variables visuales y percepción visual

El lenguaje cartográfico es un lenguaje visual que permite la transmisión de información geográfica, al igual que un artículo de esta revista es funda-

mentalmente una muestra de otro lenguaje (la lengua escrita, en este caso) puesto también al servicio de la transmisión de dicha clase de información; como lo es también la lengua oral que emplea un profesor de geografía durante sus clases. En todos los lenguajes se da una combinación de elementos básicos que sigue unas normas que conocen tanto el emisor como el receptor del mensaje y que da como resultado la comunicación de un mensaje determinado. Cuando visitamos un museo de historia, por ejemplo, podemos limitarnos a leer la «lengua escrita» de sus cartelas. Pero es probable que podamos contratar una audioguía que nos ilustre también sobre su contenido mediante la «lengua oral» o «hablada». Además, es de esperar que el museo esté ilustrado con imágenes, objetos, mapas y gráficos que nos transmitan información a partir del «lenguaje visual».

Muchas veces el lenguaje no consigue expresar correctamente el mensaje que quiere transmitir, porque todos los lenguajes (el habla, la escritura, los signos...) padecen limitaciones. El lenguaje visual contenido en un mapa nunca puede transmitir fidedignamente toda la realidad de un fenómeno espacial. Sin embargo, si sus elementos básicos (puntos, líneas y superficies) se combinan correctamente, el mapa puede resultar una herramienta de comunicación muy útil.

Jacques Bertin es el padre de la llamada «semiología gráfica», la que estudia las propiedades del lenguaje visual y nos ayuda a entender si una representación gráfica determinada cumple correctamente el objetivo de transmisión de información para el que fue creada. Para elaborar un mapa que muestre con claridad una información, debemos considerar qué tipo de elemento básico del lenguaje visual será el más idóneo para representar dicha información. Los elementos conceptuales básicos o primarios necesarios para una representación gráfica son el punto, la línea y la superficie. El punto, que no tiene ni ancho ni largo, indica posición y es el principio y el fin de una línea. La línea, que tiene largo pero no ancho, es una sucesión de puntos; indica posición y dirección. La superficie posee largo y ancho, posición y dirección y está limitada por líneas.

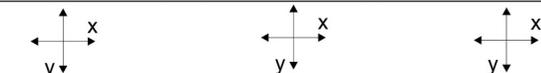
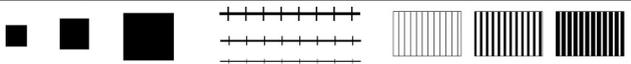
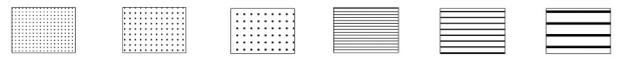
La percepción de estos elementos o grafismos básicos puede verse modificada por una serie de factores, que Jacques Bertin (1967: 61) denominó «variables visuales» o «variables retinianas». Según este autor, la psicología experimental describe la percepción de la profundidad como resultado de múltiples factores, entre los cuales están la visión binocular (el uso conjunto de los dos ojos) dentro de una distancia limitada y el desplazamiento aparente de los objetos cuando el observador se desplaza. Estas dos variaciones no dependen del diseñador gráfico, pero hay al menos seis variables visuales más

que sí que pueden ser manipuladas por este, que puede disminuir o aumentar el «tamaño» de un objeto; acrecentar o reducir el grano de su «textura»; contrastar (de claro a oscuro) su «valor»; modificar su «tono» de color; alterar su «orientación»; y cambiar su «forma» (figura 1). Bertin afirma que estas seis variables retinianas pueden alterar la percepción de profundidad de cualquier objeto representado en el plano que tiene una «posición» definida por unas determinadas coordenadas (x, y).

Por lo que se refieren a los tipos de datos cartografiados, estos pueden ser «cualitativos» (nominales) o «cuantitativos» (ordinales). Según Bertin la propiedad perceptiva de los datos cualitativos puede ser «asociativa», donde cada símbolo es diferente entre sí y ninguno es más importante o «selectiva», donde los símbolos tienden a agruparse espontáneamente en categorías (IDEE *et al.*, 2008b: 3). Por su lado, la propiedad perceptiva de los datos cuantitativos puede ser «ordenada», donde un mismo símbolo puede representarse más

FIGURA 1

POSIBILIDADES DE REPRESENTACIÓN DE LAS SIETE VARIABLES VISUALES DESCRITAS POR JACQUES BERTIN

Variables visuales según Jacques Bertin	
Posición coordenadas (x, y)	
Tamaño (area, grosor, patrón)	
Forma (punto, línea, trama)	
Valor (de claro a oscuro)	
Color (cambios en el tono)	
Orientación (cambios de alineación)	
Textura (variación del grano)	

Fuente: elaboración propia.

grande o más pequeño sin saberse las diferencias de valor absoluto o relativo entre ellos; ordenada en «intervalos», donde cada categoría está comprendida entre dos valores; y ordenada «proporcionalmente», donde las categorías pueden compararse entre sí por su tamaño a partir de un valor «absoluto» (mapas de población) o «relativo» (mapas de densidades, porcentajes o proporciones).

Como vamos a ver a lo largo de este apartado, las posibilidades de visualización de la información cartográfica sobre un mapa temático son muy variadas, gracias a que cada elemento básico (punto, línea, superficie) puede representarse a partir de una o más variables visuales, que pueden tener diferentes propiedades perceptivas. En el cuadro 1 mostramos las características de los once mapas que ilustran este artículo (de la figura 2 a la figura 12), donde se combinan variables visuales, propiedades perceptivas y propiedades dimensionales.

CUADRO 1
COMBINACIONES DE MAPAS MOSTRADAS EN ESTE ARTÍCULO

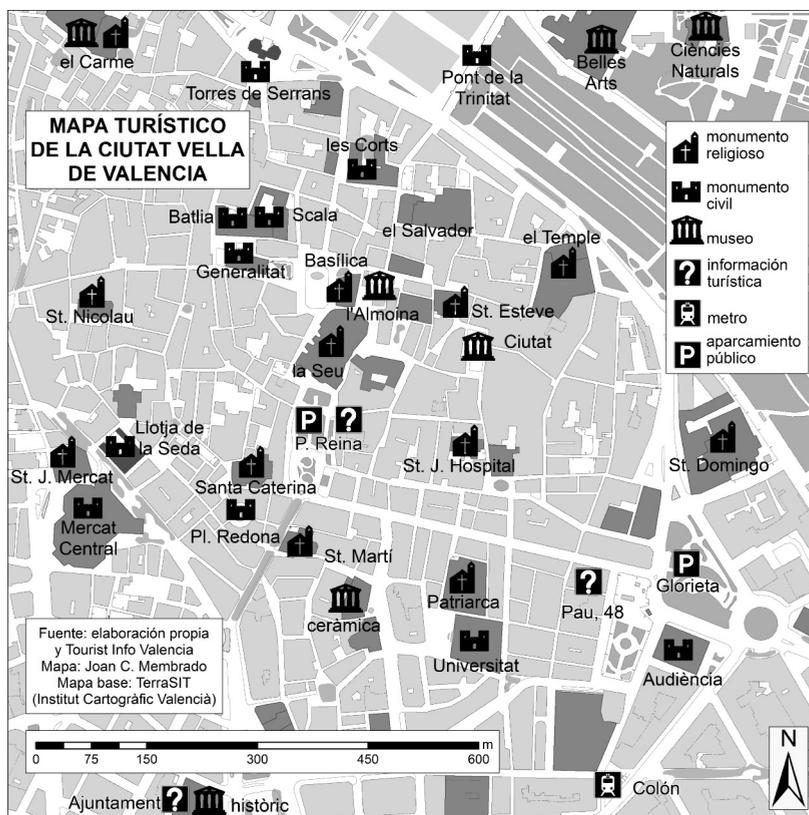
<i>fig.</i>	<i>tema (territorio)</i>	<i>variable(s)</i>	<i>propiedad perceptiva</i>	<i>propiedad dimensional</i>
2	turístico: monumentos (Ciutat Vella, Valencia)	forma	asociativa y selectiva	punto
3	red ferroviaria de alta velocidad (Valencia)	forma, textura y tamaño	asociativa y ordenada	línea
4	usos del suelo: SIOSE (la Vall d'Albaida)	forma	asociativa	superficie
5	lingüístico dialectal (catalán/valenciano)	orientación y textura	selectiva	superficie
6	Precipitación media anual (España)	valor	ordenada a intervalos	superficie
7	extranjeros en España por origen (estados)	tamaño	orden proporcional (absoluto)	línea
8	total de habitantes (provincias España)	tamaño	orden proporcional (absoluto)	punto
9	porcentaje de extranjeros (provincias España)	valor (color)	orden proporcional (relativo)	superficie
10	Población e inmigrantes (provincias España)	tamaño y tono (color)	orden proporcional (absoluto) y asociativa	superficie
11	número de extranjeros (provincias España)	tamaño y tono (color)	orden proporcional (absoluto) y asociativa	superficie (volumen)
12	origen de extranjeros (provincias España)	textura	asociativa	superficie

Fuente: elaboración propia.

Variable visual forma (puntos). Ciutat Vella (Valencia): mapa turístico

La figura 2 muestra un mapa temático turístico de la Ciutat Vella (casco antiguo) de Valencia basado en la variable visual «forma» que, aplicada a un punto, posibilita caracterizar cualitativamente un fenómeno espacial para diferenciarlo de otros. En la figura 2 hemos distinguido por un lado monumentos religiosos, monumentos civiles y museos (atracciones turísticas visitables), y centros de información turística, estaciones de metro y aparcamientos públicos (equipamientos que pueden convenir a los turistas). Este mapa temático

FIGURA 2
MAPA TURÍSTICO DE LA CIUTAT VELLA DE VALENCIA

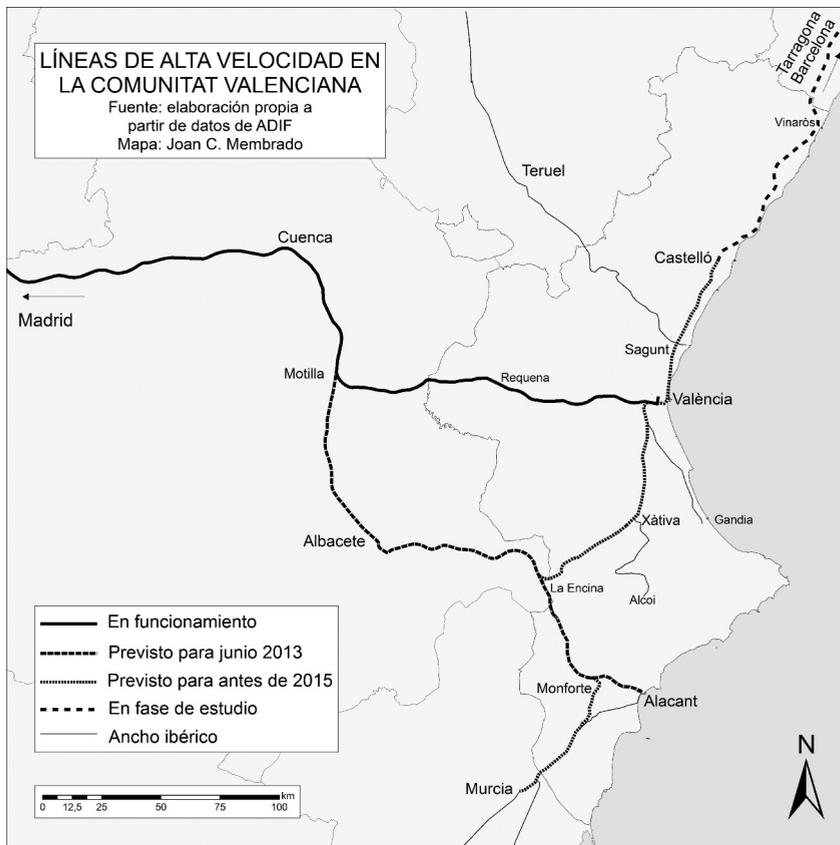


Fuente: elaboración propia a partir de TerraSIT.

cualitativo posee una propiedad perceptiva de tipo «asociativa», donde cada símbolo representa una categoría distinta, y donde ninguna categoría es más importante que otra. También tiene una propiedad «selectiva», ya que los iconos de lugares visitables son de color negro, mientras los de información práctica son de color blanco sobre fondo negro.

3.3. Variable visual forma (línea). Valencia: red ferroviaria de alta velocidad

FIGURA 3
COMUNITAT VALENCIANA: LÍNEAS DE ALTA VELOCIDAD



Fuente: elaboración propia a partir de ADIF.

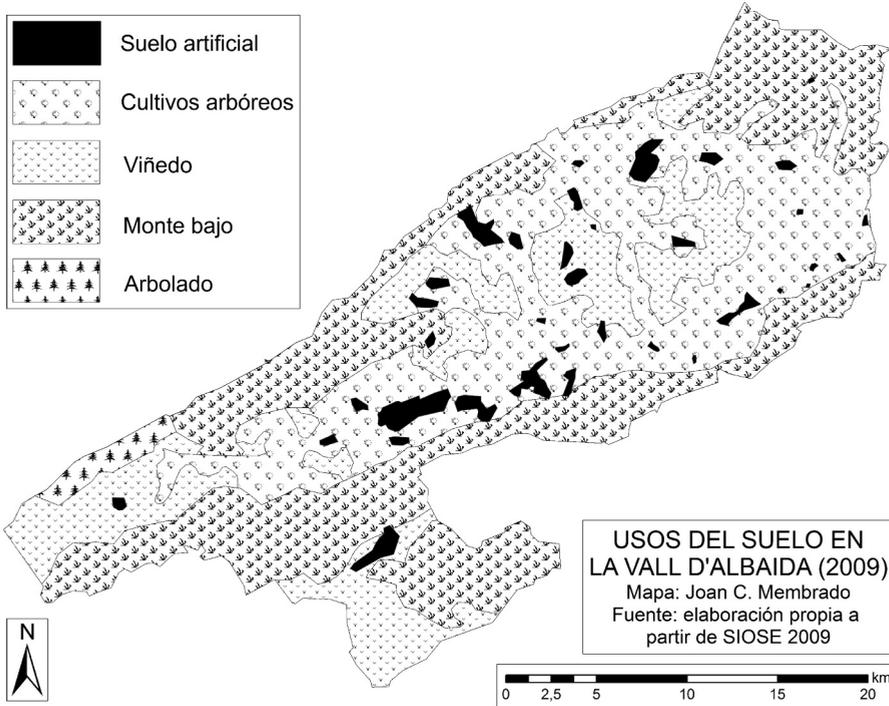
La figura 3 representa las líneas ferroviarias de alta velocidad construidas o previstas en la Comunitat Valenciana a partir de un mapa temático cualitativo, donde los símbolos lineales definen distintos tipos de red ferroviaria. Para la representación de este mapa hemos usado la variable visual «forma» para diferenciar entre dos tipos de línea ferroviaria de alta velocidad: la continua, que indica que ya está en funcionamiento, y la discontinua, que muestra lo contrario. Además, para diferenciar entre líneas ferroviarias que todavía no están en uso hemos usado la variable «textura», al darle a la línea discontinua mayor o menor separación, según su puesta en funcionamiento sea más o menos inmediata. Además hemos utilizado la variable «tamaño» al comparar la línea de alta velocidad en uso, continua y gruesas, con las líneas de ancho ibérico, continua y delgada. De esta manera tenemos dos tipos de leyenda o escalado: el «nominal», donde no hay un orden, sino varios tipos de líneas de alta velocidad, y el «ordenado», donde las líneas de alta velocidad poseen un tamaño (orden) mayor que las de ancho ibérico. Este mapa temático cualitativo posee una propiedad perceptiva de tipo «asociativa», porque aunque los símbolos para la alta velocidad son diferentes entre sí, a su vez también son similares y pueden percibirse como un grupo o asociación; además, este mapa también posee una propiedad perceptiva «ordenada», porque las vías de alta velocidad parecen agruparse en una categoría superior, de trazo más grueso, frente al trazo delgado del ancho ibérico.

Variable visual forma (superficie). La Vall d'Albaida: mapa de usos del suelo

La figura 4 nos muestra los usos del suelo de la comarca valenciana de la Vall d'Albaida a partir de los datos de 2009 del SIOSE (Sistema de Información sobre la Ocupación del Suelo en España). Como todos los mapas asociados a la variable visual «forma», se trata de un mapa temático cualitativo, donde los símbolos superficiales (tramas) describen distintos tipos de usos del suelo (frutal, viña, monte bajo, bosque). A diferencia de los puntuales o lineales, los símbolos superficiales se emplean para identificar o calificar algún fenómeno extenso que ocurre sobre todo el territorio. En la figura 4 vemos que todo aquello que no es ni agrícola ni forestal es suelo sellado (zona urbana). Cada uso del suelo, salvo el artificial, viene definido por una trama, basada en la repetición de una serie de elementos puntuales (representaciones esquemáticas, respectivamente, de un frutal, una viña, un matorral de hierbas y un pino) que se extienden por toda la superficie donde se da un mismo tipo de suelo. Las diferencias en la «forma» de cada trama son las que nos permiten una percep-

FIGURA 4

MAPA DE USOS DEL SUELO DE LA VALL D'ALBAIDA (VALENCIA)



Fuente: elaboración propia a partir de SIOSE

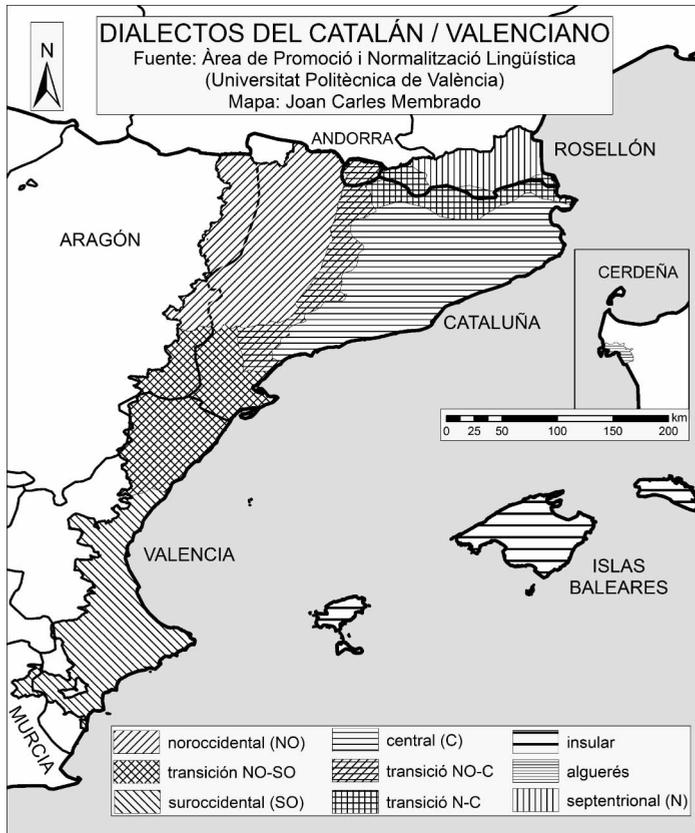
ción visual más o menos inmediata de cada uso del suelo de la figura 4. La propiedad perceptiva de este mapa es «asociativa», porque cada tipo de trama parece igualmente importante.

Variables visuales orientación y textura (superficie). Catalán: mapa dialectal

El diseño de la figura 5 pretende diferenciar entre los grandes dialectos de la lengua catalana/valenciana, jugando con la «orientación» de la trama. La variable visual orientación aplicada a superficies tiene un número limitado de utilizaciones: no conviene usar más de cuatro alineaciones distintas; las más sencillas y eficaces son la raya horizontal, la vertical y las dos diagonales (45°

hacia la derecha o hacia la izquierda). En la figura 5 hemos utilizado estas cuatro orientaciones primarias para definir los cuatro grandes dialectos continentales del catalán (horizontal para el dialecto central; vertical para el septentrional; diagonal inclinada hacia la derecha para el noroccidental; diagonal hacia la izquierda para el suroccidental), y las zonas de transición entre cualesquiera de estos dialectos las hemos formado a partir de la combinación de dos orientaciones (por ejemplo: dialecto de transición entre el noroccidental y el suroccidental formado por diagonales cruzadas, formando una trama romboidal).

FIGURA 5
MAPA DIALECTAL DEL CATALÁN/VALENCIANO



Fuente: elaboración propia a partir de APNL (Universitat Politècnica de València).

Para describir los dialectos insulares hemos evitado usar otras orientaciones que dificultarían la apreciación de los distintos dialectos en su conjunto y en su lugar hemos optado por otra variable visual: la «textura». Partiendo de la trama horizontal del dialecto central, que es el más parecido al insular (balear) y al alguerés, hemos variado el tamaño de las rayas en la misma proporción que hemos alterado la separación entre estas, manteniendo por tanto la relación entre la cantidad de blanco y de negro. En el caso del dialecto balear hemos multiplicado por dos tanto la distancia entre cada línea horizontal como su grosor, mientras que en el del alguerés hemos reducido a la mitad tanto la distancia como el grosor. En ambos casos la proporción entre blanco y negro sigue siendo la misma. La propiedad perceptiva de la figura 5 es «selectiva», porque se aprecia cierta selectividad espontánea al diferenciar entre dialectos puros, de trama simple, y dialectos de transición, de trama mezclada y compleja.

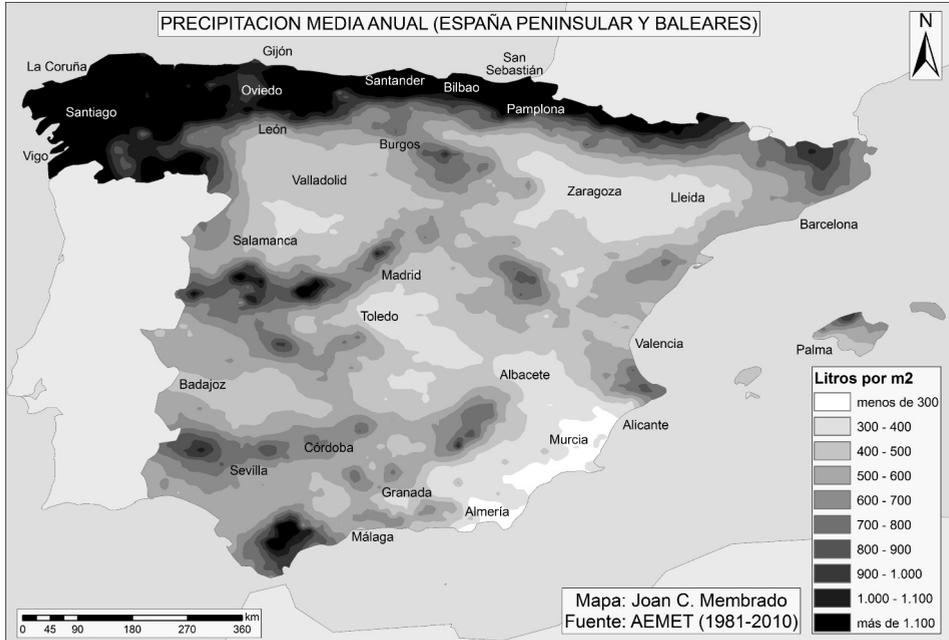
Variable visual valor (superficie). España: precipitación media anual

La figura 6 ilustra la distribución de las lluvias en España a partir de un mapa temático de isopletas, que son los que muestran áreas homogéneas definidas por distintos tipos de isolíneas («isoyetas» en la figura 6) que, a su vez, son líneas formadas a partir de puntos con un mismo valor (precipitación, temperatura, presión, etc.).

Para la representación de este mapa nos hemos basado en la variable visual *valor*, también conocida como «claridad», que se refiere a la disminución de la oscuridad relativa de un relleno. El contraste en una gama de grises que va del blanco (0% de recubrimiento de puntos negros sobre el papel) al negro (100% de recubrimiento) determina el valor del objeto representado. Es sobre elementos superficiales (no puntuales ni lineales) donde el valor muestra su extraordinaria potencia para mostrar un orden. En la figura 6 a medida que se oscurece el valor disminuye la cantidad de precipitación media anual. La propiedad perceptiva de la figura 6 es de tipo ordenada en «intervalos», porque las categorías se definen a partir de las medias anuales de precipitación en grupos de valores que van de cien en cien (menos de 300 litros, entre 300 y 400, etc.). La posición del cero absoluto es arbitraria y por lo tanto no hay una relación proporcional entre los diferentes grupos de valores.

Los valores entre el blanco y el negro permiten detectar inmediatamente una España húmeda, que se extiende por toda el área expuesta a los vientos húmedos atlánticos, y una España seca que se encuentra más o menos a sota-

FIGURA 6
ESPAÑA (SALVO CANARIAS): PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL



Fuente: elaboración propia a partir de AEMET.

vento de esta influencia. Dentro de la España seca hay algunas áreas (correspondientes a determinadas zonas de los sistemas bético, central, ibérico y pirenaico –oriental–, así como de la sierra Morena y los montes de Toledo) donde la altitud y la exposición (barlovento) y la orientación (perpendicular) respecto a los frentes húmedos (atlánticos y/o mediterráneos) propician una precipitación notablemente mayor que la de su entorno inmediato.

Variable visual tamaño (líneas). España: origen de inmigrantes

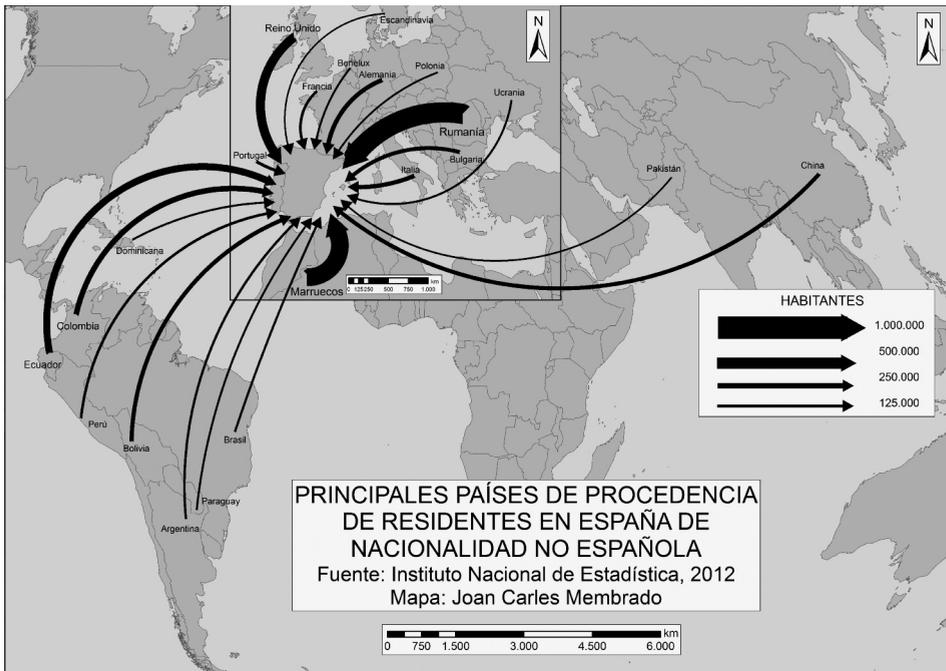
Para reflejar la variada procedencia geográfica de la población de nacionalidad no española empadronada en España, y al mismo tiempo su peso demográfico según estados, hemos dibujado un mapa de flujos –flechas que parten del país de origen de los extranjeros– cuyo mayor o menor grosor (variable visual

«tamaño») indica la cantidad de inmigrantes según el estado de procedencia. Para realizar la figura 7 hemos utilizado la variable visual «tamaño», que permite mostrar gráficamente el volumen exacto de los flujos a partir del mayor o menor grosor de la línea. La propiedad perceptiva de la figura 7 es de tipo ordenada en «proporción» a partir de valores absolutos. Existe una relación proporcional entre los distintos fenómenos representados, gracias a la cual podemos detectar y ordenar intuitivamente el volumen de inmigrantes por países.

Cabe remarcar que España ha pasado de un insignificante 1% de inmigrantes extranjeros en la década de los noventa a más del 12% en 2012; una avalancha migratoria que solo se explica en el contexto de economía especulativa asociada a la burbuja inmobiliaria española. Como muestra la figura 7, la mayoría de los inmigrantes extranjeros son rumanos, marroquíes y latinoamericanos. En los tres casos se trata de inmigrantes jóvenes que vienen a España en busca de me-

FIGURA 7

ESPAÑA: PRINCIPALES PAÍSES DE ORIGEN DE LOS EXTRANJEROS



Fuente: elaboración propia a partir de INE

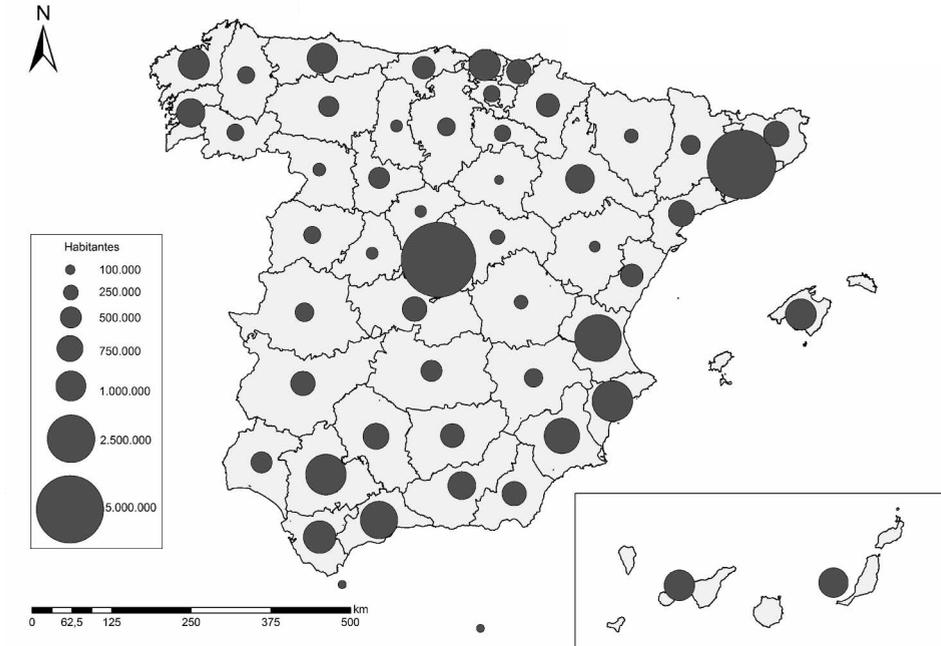
jores perspectivas laborales. El mapa nos muestra también que el número de británicos y, en menor medida, de otros europeos occidentales es relevante: son mayoritariamente jubilados y vienen a la costa mediterránea en busca de mejor clima y mayor calidad de vida que en su país (Membrado, 2012: 139).

Variable visual tamaño (puntos). España: población por provincias

En la figura 8 usamos de nuevo la variable «tamaño», pero esta vez aplicada a puntos, lo que nos permite mostrar gráficamente el volumen exacto de habitantes de cada provincia española. La variable visual tamaño aplicada a puntos es la que permite observar más fácilmente las diferencias de orden. La propiedad perceptiva de la figura 8 es de tipo ordenada en «proporción» a partir de valores absolutos. Existe una relación proporcional entre los distintos

FIGURA 8

ESPAÑA: POBLACIÓN POR PROVINCIAS (2012)



Fuente: elaboración propia a partir de INE.

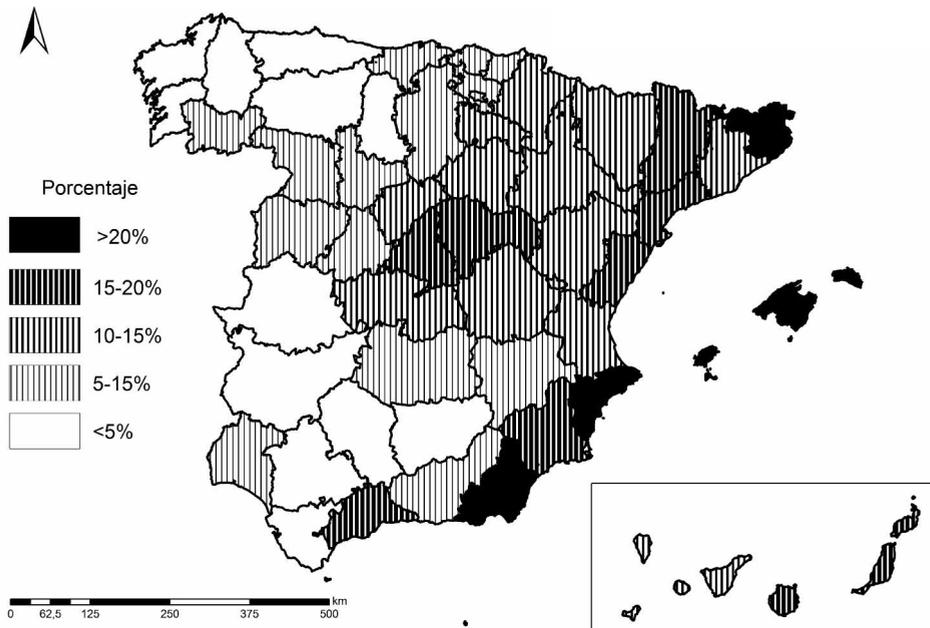
fenómenos representados, gracias a la cual podemos detectar de un simple vistazo como las provincias periféricas e insulares son las más pobladas. En la España interior solo tienen un peso demográfico relevante Madrid, en tanto que centro administrativo y económico del estado, y, a mucha distancia, Zaragoza, centro industrial y nodo de comunicaciones entre la primera (Madrid) y la segunda (Barcelona) área metropolitana de España; la segunda y la quinta (Bilbao); y la tercera (Valencia) y la quinta.

Variable visual tamaño (superficies). España: inmigrantes por provincias

En mapas superficiales la variable tamaño puede funcionar bien si usamos intervalos: aquellos cuya trama presente mayor cantidad de blanco representan menor cantidad de un fenómeno y al contrario. En la figura 9 usamos la

FIGURA 9

ESPAÑA: PORCENTAJE DE EXTRANJEROS POR PROVINCIAS (2012)



Fuente: elaboración propia a partir de INE.

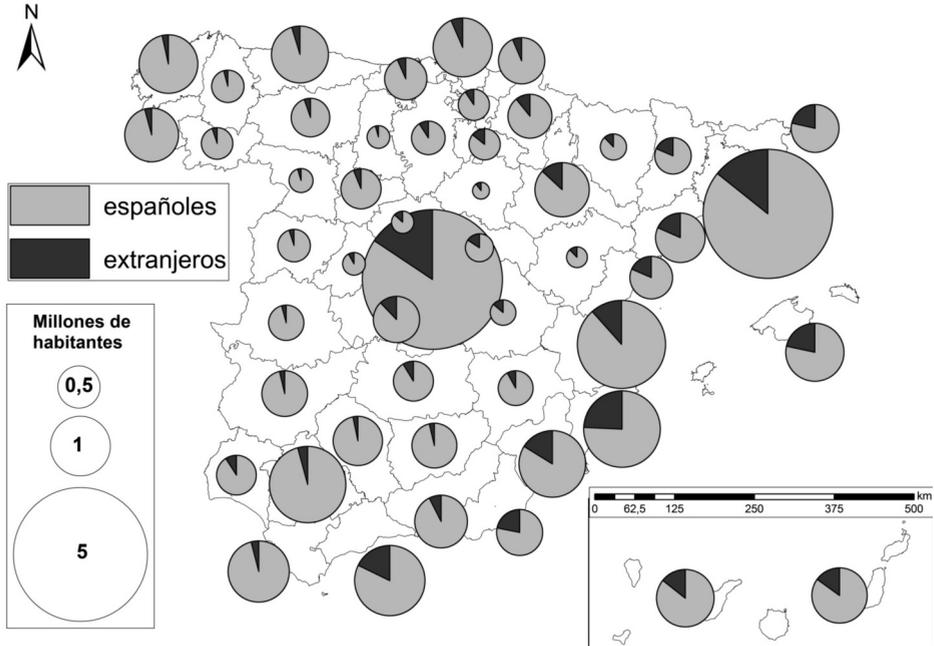
variable «tamaño» (en combinación con la de «valor»): en aquellas provincias donde el porcentaje de extranjeros es mayor, la proporción de negro sobre blanco es también mayor, y viceversa. Las tramas donde cambia el tamaño y, por lo tanto, la proporción entre el blanco y el negro nos sirven para mostrar diferencias cuantitativas, mientras que si variamos la «textura» de la trama manteniendo la proporción entre blanco y negro podemos expresar diferencias cualitativas (ver figuras 3, 5 y 11). La propiedad perceptiva de la figura 9 es de tipo ordenada en «proporción» a partir de valores relativos. Los datos relativos sitúan el fenómeno cartografiado en un contexto más informativo que el de los datos absolutos. Si hubiésemos usado valores absolutos para la figura 9 Madrid y Barcelona hubiesen destacado por encima del resto de provincias (ver figura 10), pero al tratar información proporcional, se percibe inmediatamente que son las provincias turísticas del litoral mediterráneo las que cuentan con mayor porcentaje de extranjeros.

Variable visual tamaño y tono (superficies). España: población absoluta y proporción de inmigrantes por provincia

En la figura 9 hemos querido destacar aquellas provincias con mayor porcentaje de inmigrantes, sin tener en cuenta el valor absoluto. En la figura 10 mostramos un mapa más complejo, ya que, por un lado, seguimos mostrando el porcentaje de inmigrantes, pero por otro también representamos el valor absoluto de dicha población y lo comparamos con el número de españoles. La propiedad perceptiva de la figura 10 es, por un lado, ordenada en «proporción» a partir de los valores absolutos de población y, por otro, asociativa, al diferenciar entre dos categorías no jerárquicas (españoles y extranjeros). Este mapa es más informativo que los anteriores, ya que no solo muestra el porcentaje de expatriados, sino también su peso absoluto. De esta manera podemos observar que las provincias turísticas son las de mayor inmigración relativa (esta supone un cuarto de la población total en Alacant/Alicante), pero también que el mayor número de inmigrantes se da en Madrid (algo más de un millón) y Barcelona (algo menos de 800.000), hecho que ha marcado significativamente la sanidad y la educación en estas provincias, aunque el peso relativo de la inmigración sea allí menor respecto al que tiene en otros territorios.

FIGURA 10

ESPAÑOLES Y EXTRANJEROS EN ESPAÑA (POR PROVINCIAS) (2012)



Fuente: elaboración propia a partir de INE.

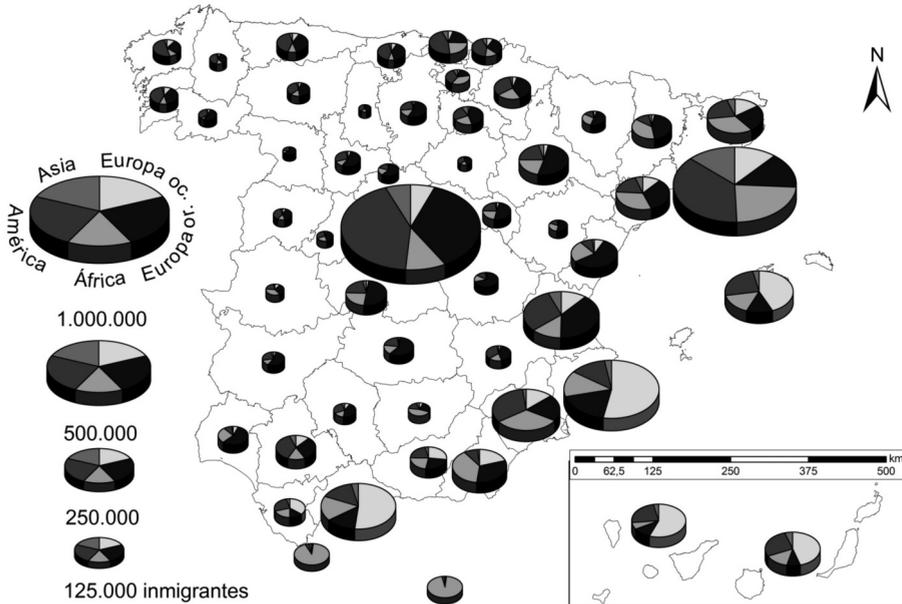
Variable visual tamaño y tono (volúmenes). España: inmigrantes según número y origen por provincia

Un fenómeno se puede representar mediante un punto, una línea o una superficie. Si la superficie se observa en perspectiva, hablamos de un «volumen». En la figura 11 presentamos un mapa volumétrico, a partir de cilindros, donde mostramos por un lado fenómenos cualitativos –a partir del distinto «tono» de gris del color (ver punto 3.13), que indica el origen de los inmigrantes– y, por otro, fenómenos cuantitativos, expresados mediante volúmenes (cilindros) de distinto «tamaño» (que indican el número de los inmigrados).

La propiedad perceptiva de la figura 11 es ordenada en «proporción» a partir de valores absolutos, y también asociativa, al distinguir las áreas de procedencia de los inmigrantes según distintos tonos de gris. Así comprobamos de

FIGURA 11

EXTRANJEROS EN ESPAÑA (POR PROVINCIAS) SEGÚN NÚMERO Y ORIGEN



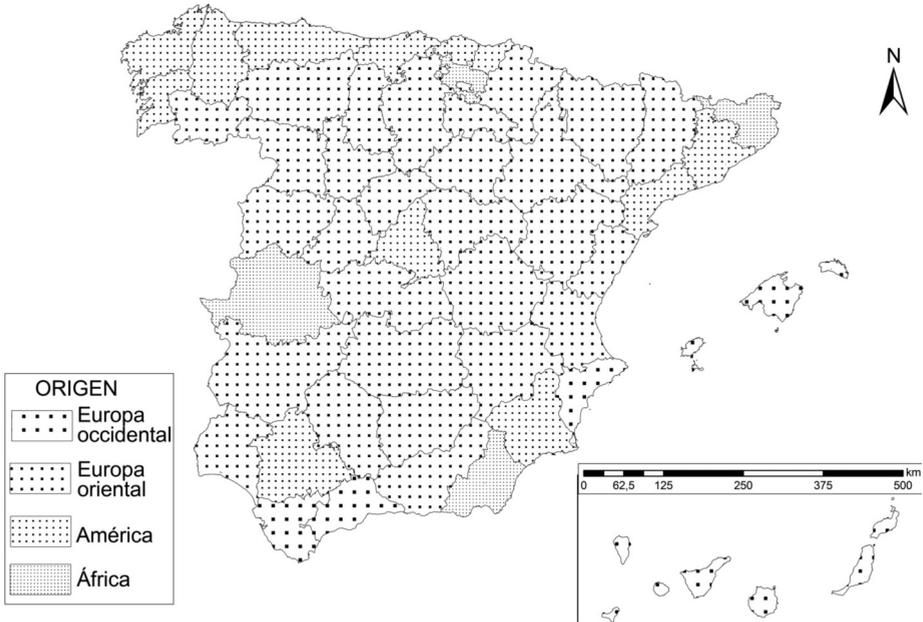
Fuente: elaboración propia a partir de INE.

un vistazo que el mayor volumen de expatriados, procedentes sobre todo de América, se da en Madrid y Barcelona. Destaca también la alta proporción de europeos occidentales en provincias turísticas como Alacant, Málaga, Balears y Canarias.

Variable visual textura (superficies). España: origen de los inmigrantes

La figura 12 muestra otro mapa relacionado con la inmigración en España, en el cual se ha destacado únicamente la procedencia de esta por grandes áreas. Para diferenciar las áreas geográficas de origen de los inmigrantes hemos utilizado la variable «textura» partiendo de una trama de puntos. Hemos modificado el tamaño de cada punto en la misma proporción que la separación entre cada punto, manteniendo por lo tanto la relación aparente de gris o, lo que es lo mismo, la proporción entre el blanco y el negro.

FIGURA 12
ORIGEN MAYORITARIO DE LOS EXTRANJEROS EN ESPAÑA



Fuente: elaboración propia a partir de INE.

La propiedad perceptiva de la figura 11 es cualitativa «asociativa», y nos permite comprobar de un vistazo que los americanos (casi todos procedentes de Sudamérica) predominan en las grandes áreas urbanas de Madrid y Barcelona, así como en el norte de España. Sin embargo, en provincias más despobladas y rurales, sobre todo del interior, hay mayoría de europeos orientales (rumanos en su mayor parte). Los europeos occidentales, muchos de ellos jubilados en busca de sol y buen tiempo, son mayoría en todas las provincias de marcado perfil turístico. Los africanos (la mayoría magrebíes), por motivos dispares, son, como vemos, el grupo más numeroso en Almería, Girona, Álava y Cáceres.

Variable visual tono (color)

Aunque por ser esta una revista en blanco y negro no podemos mostrar ejemplos gráficos en color (aparte de los diferentes tonos de grises de las figu-

ras 10 y 11), cabe resaltar que el tono o longitud de onda del color es la variable más eficaz en mapas cualitativos. La propiedad perceptiva de los tonos suele ser «asociativa», aunque en un mapa de usos del suelo los tonos rojizos y morados suelen categorizar de manera «selectiva» las áreas urbanas; los anaranjados y terrosos, las superficies agrícolas; los verdosos, las áreas forestales; y los azules, el agua y las zonas húmedas. A veces los tonos se asocian intuitivamente con fenómenos de tipo «ordenado»: así, el azul se asocia a mayor pluviosidad y el amarillo a menor; el rojo, a mayor densidad y el amarillo a menor, etc.

Aparte del «tono» del color, algunos autores se refieren al «valor» o claridad del color (ver punto 3.6) y también a la «saturación» del color (su pureza o intensidad). A diferencia del «tono» del color, tanto el «valor» como la «saturación» del color se emplean para la cartografía temática cuantitativa.

Variable visual posición

La posición se refiere a la situación de un fenómeno en sus dos coordenadas planas (X, Y). En cartografía prima la precisión espacial y, por lo tanto, todos los símbolos de un mapa deben representarse en su correcta posición geográfica. A diferencia de lo que pasa con las otras variables visuales, el cartógrafo no tiene la capacidad de manipular la posición. Algunos autores prefieren no definir esta variable como tal, precisamente porque es, o debería ser, «invariable». No obstante, cabe remarcar que en los mapas temáticos puede ser conveniente ampliar o reducir el tamaño de un fenómeno, en pos de una mejor lectura del mapa (IDEE *et al.*, 2008a: 4). Por ejemplo, en la figura 4 trazamos el eje de las líneas de ferrocarril de alta velocidad en su correcta posición geográfica y, sin embargo, ampliamos su plataforma hasta alcanzar un grosor (a escala) de 1,4 kilómetros, cuando pueden llegar a medir 100 metros a lo sumo. Lo hemos hecho porque manteniendo su ancho real a escala hubiera sido difícil comparar los distintos tipos de vías férreas entre sí, y en un mapa temático de lo que se trata es precisamente de destacar un «tema», en este caso las líneas de alta velocidad.

CONCLUSIÓN

Para la transmisión de cualquier información a partir del lenguaje visual, y más concretamente del lenguaje cartográfico, es necesario conocer y usar ade-

cuadramente los principios de la semiología gráfica. En este artículo hemos descrito algunas de las ideas esenciales que se relacionan con el lenguaje cartográfico aplicado a la cartografía temática. Concretamente nos hemos referido al modo en que los grafismos básicos (puntos, líneas, superficies) de que parte toda representación cartográfica modifican la percepción de la información cartográfica al ver alteradas algunas de sus variables visuales (posición, forma, tamaño, tono, textura, orientación o valor).

Jaques Bertin, autor del primero, y el más difundido, de los tratados sobre visualización de la información cartográfica, demostró a finales de los años 1960 la eficacia comunicativa de las variables visuales, que presentan diferentes propiedades perceptivas en función de su nivel de organización. De menos a más organizadas, estas propiedades son la asociativa, la selectiva, la ordenada y la ordenada cuantitativa (a intervalos o proporcional). Mientras las dos primeras propiedades se usan para datos cualitativos, tanto la ordenada como la ordenada cuantitativa sirven para datos cuantitativos.

A partir de los ejemplos de mapas temáticos mostrados en este artículo podemos concluir que los que presentan datos cualitativos funcionan de manera más eficaz a partir de las variables visuales «orientación, textura y tono», aplicadas sobre superficies, y «forma», tanto para puntos como líneas y superficies. Por otro lado, los mapas cuantitativos más eficientes son los que emplean las variables «valor», aplicada a superficies, y «tamaño», para puntos, líneas y superficies. Una adecuada combinación de dos o más variables visuales, de modo que se representen datos cualitativos al lado de otros cuantitativos, nos permite elaborar mapas más complejos y que proporcionen más información en menos espacio.

Una aplicación incorrecta del lenguaje cartográfico puede dificultar la percepción de la información geográfica que se pretende transmitir. Por otro lado, el lenguaje cartográfico propio de los mapas temáticos presupone, como cualquier otro lenguaje, una generalización o simplificación de la realidad que nos la haga más manejable, y por lo tanto no puede aspirar a recoger toda la complejidad de los fenómenos espaciales. Pero cuando las variables visuales se aplican siguiendo criterios adecuados de semiología gráfica, el mapa temático deviene un instrumento de transmisión de la información geográfica muy eficiente.

Fecha de recepción: 29 de mayo de 2013

Fecha de aceptación: 5 de julio de 2013

BIBLIOGRAFÍA

- Bertin, J. (1967): *Sémiologie Graphique*. París, Mouton-Gauthier-Villars.
- Delgado, E. (2002): “El mapa: importante medio de apoyo para la enseñanza de la historia”. *Revista mexicana de investigación educativa*, 7/15, pp. 331-357.
- Dent B. D. (1990): *Cartography: Thematic Map Design*. Dubuque (Iowa), Wm. C. Brown Publishers, 2ª ed.
- Gago, C. S.; Sánchez, R. y Díez y Córdoba, J. A. (2012): “Creatividad e innovación aplicadas al estudio de la globalización: herramientas digitales como base del aprendizaje”, en R. De Miguel, M. L. de Lázaro y M. J. Marrón Gaité (eds.): *La educación geográfica digital*. Zaragoza, AGE y Universidad de Zaragoza, pp. 599-614.
- George, P. (1979): *Los métodos de la geografía*. Vilassar de Mar, Oikos Tau, 2º ed. (¿Qué sé?, 96).
- Harvey, P. D. A. (1980): *The History of Topographical Maps: Symbols, Pictures and Surveys*. Londres, Thames and Hudson.
- Hernando, A. (2000): “La historia de la cartografía de América: entre la exaltación y la concienciación”, en P. García Jordán (coord.): *Estrategias de poder en América Latina: Estratègies de poder a Amèrica Llatina*. Barcelona, Encuentro Debate América Latina Ayer y Hoy, pp. 25-44.
- Hurst, P. y Clough, P. (2013): “Will we be lost without paper maps in the digital age?”. *Journal of Information Science*, 4, pp. 1-13.
- IDEE (Infraestructura de Datos Espaciales de España, Instituto Geográfico Nacional), LatinGEO (Laboratorios de Tecnologías de la Información Geográfica) y UPM (Universidad Politécnica de Madrid) (2008a): “Las variables visuales”. Disponible en: <http://redgeomatca.rediris.es/cart02/pdf/pdfB/tema2b.pdf> (Verificada el 22/04/2015).
- IDEE (Infraestructura de Datos Espaciales de España, Instituto Geográfico Nacional), LatinGEO (Laboratorios de Tecnologías de la Información Geográfica) y UPM (Universidad Politécnica de Madrid) (2008b): “Las propiedades perceptivas de las variables visuales”. Disponible en: <http://redgeomatca.rediris.es/cart02/pdf/pdfB/tema4b.pdf> (Verificada el 22/04/2015).
- Kraak, M. J. y Ormeling, F. (1996): *Cartography: Visualization of Spatial Data*. Londres, Longman.
- Membrado, J. C. (2011): “SIOSE Valencia 2005: resultados, aplicaciones y comparación con CORINE”. *Cuadernos de Geografía*, 89, pp. 1-22.
- Membrado, J. C. (2012): “Urban sprawl and housing bubble (1997-2007) in València (Spain) according to CORINE and SIOSE data”. *Bollettino AIC*, 144-145-146, pp. 125-142.
- Núñez de las Cuevas, R. (2012): “El poder de los mapas”. *Estudios Geográficos*, LX-XIII/273, pp. 581-598.
- Ramírez, J. R. (2011): *Maps for the Future: A Discussion*. Columbus, The Ohio State University Center for Mapping.

Sauer, C. O. (1956): "The Education of a Geographer". *Annals of the Association of American Geographers*, 46/3, pp. 287–299.

RESUMEN

Este artículo analiza la eficacia del mapa como transmisor de información. Para ello examina algunos conceptos básicos acerca de las propiedades del lenguaje cartográfico, con el objetivo de diseñar mapas en que la información geográfica se transmita de la manera más clara posible. También describe el gusto innato de los geógrafos por los mapas –la atracción y el estímulo que estos suponen para ellos–, para ocuparse luego de la irrupción de Internet y las nuevas tecnologías que permiten la consulta, descarga y producción masivas de mapas. El artículo está ilustrado con once mapas temáticos, en cada uno de los cuales una o varias variables visuales (tamaño, forma, valor, tono, orientación, textura) se combinan con alguno de los grafismos con que el cartógrafo puede plasmar una información (punto, línea, área).

PALABRAS CLAVE: mapa temático; cartografía; variables visuales.

ABSTRACT

This paper analyzes the effectiveness of maps as transmitters of information. To this end, some basic concepts concerning the properties of cartographic language are examined, with the aim of helping the reader design maps conveying geographic information as clearly as possible. It also describes the innate taste of geographers for maps –how these attract and stimulate them. Then it deals with the emergence of the Internet and the new technologies allowing massive map visualization, downloading and production. The paper is illustrated with ten thematic maps, in which visual variables (i.e. size, shape, value, color, orientation and texture) are combined with the different marks (points, lines, areas) used by mapmakers to represent data.

KEY WORDS: Thematic map; cartography; visual variables.

RÉSUMÉ

Cet article analyse l'efficacité de la carte comme transmetteur d'informations. À cet effet, on y examine certains concepts de base sur les propriétés du langage cartographique, afin de faciliter la conception de cartes où l'information géographique soit transmise le plus clairement possible. On y décrit également le goût inné des cartes qu'éprouvent les géographes –comme elles les attirent et stimulent–, et l'émergence de l'Internet et des nouvelles technologies permettant la visualisation, le téléchargement et la production massifs de cartes. L'article est illustré avec dix cartes thématiques, dans chacune desquelles des variables visuelles (taille, forme, valeur, couleur, orientation, grain) sont combinées avec quelqu'une des primitives graphiques (point, ligne, zone) que les cartographes usent pour représenter des informations.

MOTS CLÉS: carte thématique; cartographie; variables visuelles.