

Capítulo 9. La representación de la información geográfica

Javier Moya Honduvilla¹, Miguel A. Bernabé¹, Francisco J. Escobar²

¹LatinGEO, Grupo de Investigación Mercator, Universidad Politécnica de Madrid, España

²Departamento de Geografía, Universidad de Alcalá de Henares, España

[1{j.moya_ma.bernabe}@upm.es](mailto:j.moya_ma.bernabe@upm.es), [2francisco.escobar@uah.es](mailto:francisco.escobar@uah.es)

Resumen. Independientemente de sus implicaciones en las IDE, los mapas son y se han utilizado para presentar la información existente sobre la Tierra. No están exentos de errores ya que, debido a una mala redacción gráfica, pueden conducir a una mala legibilidad de la información o incluso a una idea equivocada de la realidad que muestran. Los mapas son modelos de la realidad y para eso se utilizan artificios como (a) las escalas, que obligan a reducir el tamaño y simplificar la información, (b) las proyecciones cartográficas que permiten representar la esfericidad de la Tierra sobre un plano, (c) las cartografías temáticas que representan aspectos concretos de la superficie de la Tierra (edafología, climatología, población, etc.) y (d) el lenguaje cartográfico con sus reglas de redacción, sintácticas, ortográficas y semánticas. Este último aspecto es clave para la producción de mapas que cumplan el objetivo de presentar adecuadamente la información geográfica, al que se dedica este capítulo. La redacción en base a sistemas de símbolos dispone de unas normas relacionadas con las capacidades perceptivas del sistema visual humano que no deben infringirse. El conocimiento de las variables gráficas que pueden aplicarse a la simbología (la forma, el color, el tamaño, etc.); las ventajas y dificultades que tienen cada una de esas variables para la percepción; su aplicación a los diferentes fenómenos, ya sean puntuales lineales o superficiales; la forma en la que se haya adquirido la información que los define (información cualitativa, ordenada o cuantitativa), permitirá garantizar que la información gráfica enviada al lector no sólo sea entendida sino que sea correctamente comprendida. Vulnerar el uso de las variables visuales, desconocer el funcionamiento de la percepción respecto a los estímulos visuales y no tener en cuenta el tipo de información que define a los fenómenos, crea errores como se muestra en el presente capítulo a través de unos ejemplos finales.

Palabras Clave: Lenguaje Cartográfico, Semiología Gráfica, Variables Visuales, Dimensión de los Fenómenos Geográficos, Escala de Medida de los Fenómenos, Distribución de los Fenómenos, Simbolización, Errores Cartográficos.

9.1. Introducción

A pesar de haberse alcanzado un notable nivel en el número y calidad de publicaciones, reuniones, iniciativas e incluso legislación sobre IDE, su definición, conceptos y componentes aún son motivo de debate entre la comunidad de usuarios y productores de IG (de Man, 2011). Las IDE se conciben de forma diferente según los países y los sectores. Sin embargo, existe unanimidad en la idea de que las IDE deben facilitar el acceso a los datos geográficos. Con tal fin se han ido depurando protocolos de acceso, normas, estándares, aplicaciones y mecanismos de colaboración entre las diferentes instancias administrativas productoras y usuarias de IG. Uno de los requisitos primarios para todo acceso a IG es la posibilidad de visualizar y representar los datos a los que va a tenerse acceso. La forma más efectiva para representar este tipo de información es a través de mapas. La norma ISO 19117, que trata de la representación de la información geográfica, proporciona una metodología aplicable a cualquier base de datos, para generar de forma general, representaciones gráficas para cada una de las apariciones de objetos geográficos (río, montaña, lago) descritos en las base de datos. Esto se hace por medio de la vinculación de variables gráficas (tonos, tamaños, valores, texturas, etc.) a los atributos espaciales (punto, línea, área) propios de los objetos geográficos descritos en un catálogo. Sin embargo, la norma no concreta ningún tipo de estandarización gráfica ni proporciona la descripción geométrica de una simbología.

Aunque los globos terrestres pueden ser considerados como mapas, para simplificar se denominará como mapa a una representación bidimensional que muestra las propiedades y características de la realidad geográfica de la totalidad o de una parte de la Tierra. Esta simbolización de la realidad puede realizarse sobre cualquier superficie plana: un papel, la arena de una playa o la pantalla de un ordenador; en todos los casos, pretende ser un resumen de las características de un territorio o de lo que sobre él ocurre (Monmonier, 1996).

Ni el tamaño de la Tierra cabe en un mapa, ni la superficie de la esfera es desarrollable sobre un plano, ni la variedad de aspectos de un territorio pueden visualizarse a la vez en un mapa (Cauvin *et al.*, 2010). Por lo tanto, la Humanidad tuvo que buscar estrategias que siguen estado presentes en la visualización a través de las IDE (Dent *et al.*, 2008) mediante:

9.1.1 Un dibujo de la realidad a escala modificando el tamaño de su representación por medio de la aplicación de una proporción que afecta a sus medidas. Si la escala es de reducción, los elementos representados serán menores que en el original. Tal es el caso de las escalas aplicadas en cartografía. Esta aplicación conlleva un proceso de filtrado y otro de generalización de la información que desemboca en una reducción de la información mostrada. De los tres tipos de escalas habituales en el mapa encontramos la numérica (1:50.000), la textual (un centímetro equivale a quinientos metros) y la gráfica (una barra horizontal con un 0 en un extremo, y un 500 m en el otro). Sólo ésta última es aplicable a las representaciones en la pantalla de un ordenador ya que constituiría un error mostrar una escala numérica en pantallas de ordenador de diferente tamaño.

9.1.2 Proyectando la esfericidad de la Tierra sobre un plano por medio de las proyecciones cartográficas que son correspondencias biunívocas entre un punto de la

esfera y otro del plano sobre el que se proyecta. Este sistema no está exento de deformaciones que, dependiendo de los parámetros que se elijan, afectarán a las distancias, a los ángulos, a las superficies o a la forma de los objetos representados (fig. 3).

Se llaman *proyecciones conformes* las que mantienen los ángulos que forman dos líneas cualquiera. Por ejemplo, la proyección de Mercator (fig. 4). Estas proyecciones son útiles para cartas de navegación pero es un error utilizarlas para mostrar información de áreas (McEachren y Kraak, 2001).

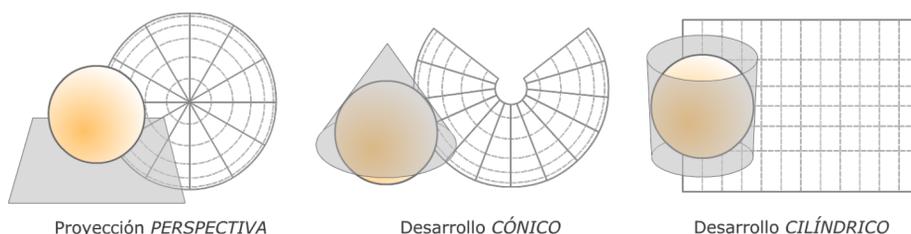


Figura 3. Dependiendo de cómo se proyecte la superficie de la esfera sobre un plano, el mapa mostrará distinto aspecto. Las deformaciones de los mapas serán conocidas mediante las ecuaciones que caracterizan las proyecciones. (Fuente: Elaboración propia)

Las *proyecciones equivalentes* son las que mantienen la proporcionalidad entre las superficies aunque se modifique la forma de los objetos. Son útiles para mostrar mapas en los que lo importante sea tener en cuenta las áreas de los territorios. Por ejemplo, la proyección cilíndrica equivalente tiene esa propiedad, aunque no se mantienen los ángulos (fig. 2b).

En función del plano sobre el que se proyecta la esfera, las proyecciones se dividen en perspectivas cuando se proyecta la esfera desde un punto al plano y en desarrollos cuando se proyecta sobre un cono o un cilindro tangente o secante a la esfera que con posterioridad se desarrolla (fig. 3).

9.1.3 Utilizando distintos mapas (cartografía temática) para mostrar la diversidad de circunstancias que ocurren sobre un mismo punto de la superficie del Planeta. INSPIRE por medio de sus especificaciones, propone la aplicación de unos estilos por defecto, muy elementales, para representar cada uno de sus temas recomendados para los países de Europa.

El tipo de suelo, la temperatura, las precipitaciones, la población, el uso del suelo, las leyes que le afectan, etc. Son fenómenos cuya representación conjunta sería ilegible sobre una misma imagen (Monmonier, 1993). Se opta por realizar distintos mapas especializados o mapas temáticos, que muestran la diversidad de aspectos que ocurren sobre el mismo territorio (Anson y Ormeling, 1996). También hay que hacer notar que algunos sectores de aplicación de la simbología, como pueden ser las cartas marinas oficiales o las cartas aeronáuticas (ver cap. 33), disponen de su propia simbología estandarizada. Y finalmente,

9.1.4 Creando un lenguaje cartográfico con el que el autor del mapa comunique visualmente al lector el máximo de información (Cauvin et al., 2010). Los fenómenos geográficos están descritos mediante datos almacenados en tablas de bases de datos.

Esa información alfanumérica, cualitativa y cuantitativa, se transforma en IG, que es la que constituye los mapas. Por esta razón, es necesario un sistema de comunicación gráfico que ayude a visualizar y comprender la IG de manera rápida y eficaz (Gurr, 1999, Kraak, 2000). Los sistemas de comunicación gráfica proporcionan al usuario:

- las características gráficas o variables visuales que pueden ser aplicadas a los símbolos y
- las propiedades perceptivas de esas variables visuales que limitan su uso para adecuarse a las capacidades del sistema cognitivo humano potenciando o restringiendo las posibilidades expresivas de puntos, líneas y áreas (Bertin, 2010).

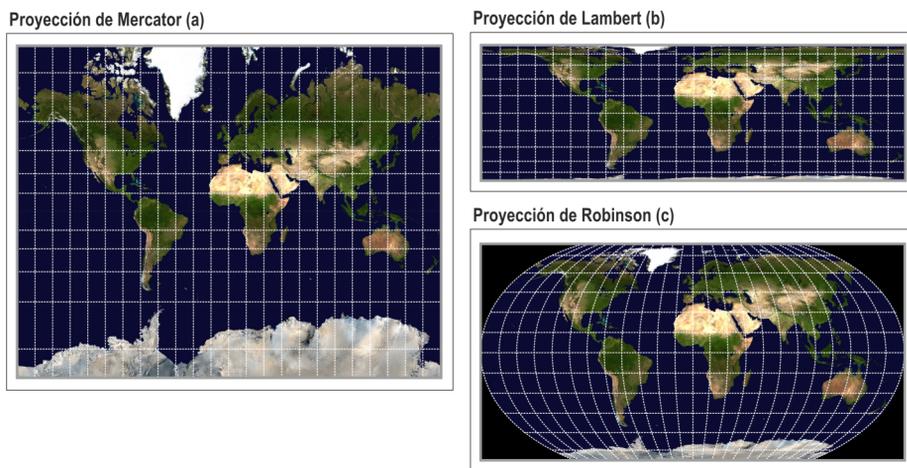


Figura 2. A la izquierda la proyección de Mercator. Al ser conforme, mantiene los ángulos de las líneas trazadas sobre la esfera terrestre pero no mantiene las áreas (cuanto más cerca de los Polos mayor es el error en área). Arriba a la derecha, una proyección cilíndrica equiárea: mantiene las áreas de las superficies de la esfera pero las superficies se deforman conforme se acercan a los polos. Debajo, la proyección de Robinson, que no es ni conforme ni equivalente pero proporciona una «buena imagen». La elección de la proyección del mapa es una cuestión relevante que facilita o dificulta la comprensión de sus contenidos. (Fuente: Elaboración propia)

Las variables visuales y sus propiedades perceptivas conforman las bases de la semiología gráfica y son el conjunto de reglas que garantizan una comunicación por medio de un sistema de signos. Aquí se presentan las más elementales, bien consolidadas en el acervo cartográfico, que fueron descritas por Bertin (1967), y posteriormente refinadas y ampliadas por numerosos autores. Sin embargo, hay que ser consciente de que los nuevos desarrollos tecnológicos ligados a la popularización de la informática, y en particular a la multimedia (con sus componentes de interacción, animación y sonido); y las nuevas formas de representación geográfica realista (geovisualización, realidad virtual), tienen necesariamente que provocar el establecimiento de nuevas variables, esta vez no sólo visuales, sino también sonoras, táctiles, dinámicas y tantas como nuevos desarrollos tecnológicos las demanden.

El OGC describe un estándar *Styled Layer Descriptor* (SLD) para la descripción de estilos aplicables a las capas de una cartografía de manera que puedan elegirse colores, grosores, tamaños, etc., para cada una de las características representadas en mapas a diferentes escalas. El estándar SLD utilizado por muchos servidores estandarizados de mapas en Internet (WMS) necesita un lenguaje específico para definir las reglas de representación. Ese lenguaje, estandarizado por el OGC, para almacenar simbología puntual, lineal y superficial se denomina *Symbology Encoding* (SE). Desde [1] puede accederse a la especificación SLD.

9.2. Visualización de la información geográfica

Se han citado las variables visuales y sus propiedades perceptivas como elementos básicos para la transmisión de IG. A continuación, se ampliará la información acerca de las propiedades perceptivas de las variables visuales y se aplicarán sobre ejemplos sencillos que evidencian la potencia de las variables y que ilustran los errores que pueden cometerse cuando están mal aplicadas.

9.2.1. Las variables visuales

Una marca gráfica presentada por un servidor de mapas puede diferenciarse de otra por la variación de una o varias de las variables visuales que la acompañan: forma, orientación, tono, textura, valor o tamaño.

Al observar los mapas de la fig. 5, la percepción visual humana tiene capacidad para responder a las siguientes preguntas referidas a cada uno de los mapas (Anson y Ormeling, 1996):

- ¿Tienen todos los símbolos del mapa la misma importancia visual?
- ¿Alguna de las variables permiten distinguir fácilmente familias de símbolos?
- ¿Se puede reconocer un orden en los símbolos?
- En el caso de que exista un orden, ¿se puede cuantificar ese orden?

A continuación, se verá la respuesta a esas preguntas

a) Propiedad asociativa: cuando los símbolos lucen con igual importancia

Si la aplicación de una variable sobre una colección de símbolos, hace que ninguno de ellos tenga más importancia visual que los demás, se dice que la variable aplicada tiene propiedad asociativa. Por ejemplo, la fig. 3a muestra un mapa con símbolos puntuales que se diferencian entre sí por su forma. ¿Se puede afirmar que son más importantes los lugares marcados con un círculo que los marcados con un cuadrado? La respuesta es que no y, por lo tanto, la variable *forma* no aporta importancia.

La forma (fig. 3a), la orientación (fig. 3b) y el tono (fig. 3c), son variables visuales asociativas pues hace que los símbolos aparezcan con similar importancia visual.

b) Propiedad selectiva: cuando se pueden visualizar familias de símbolos

Si de un golpe de vista se puede aislar fácilmente una familia de símbolos, se dice que se ha aplicado sobre ellos una variable con la propiedad selectiva. Esta propiedad es

propia del *tono*: se pueden aislar de golpe todos los rojos o todos los verdes (fig. 3c). Esta propiedad la tiene en menor medida del *valor* (fig. 3e) y el *tamaño* (fig. 3f). No es fácil aislar de golpe todos los cuadrados o triángulos (fig. 3a) sin hacer un recorrido por todo el mapa buscándolos y recordando su posición y, por lo tanto, la *forma* no es selectiva.

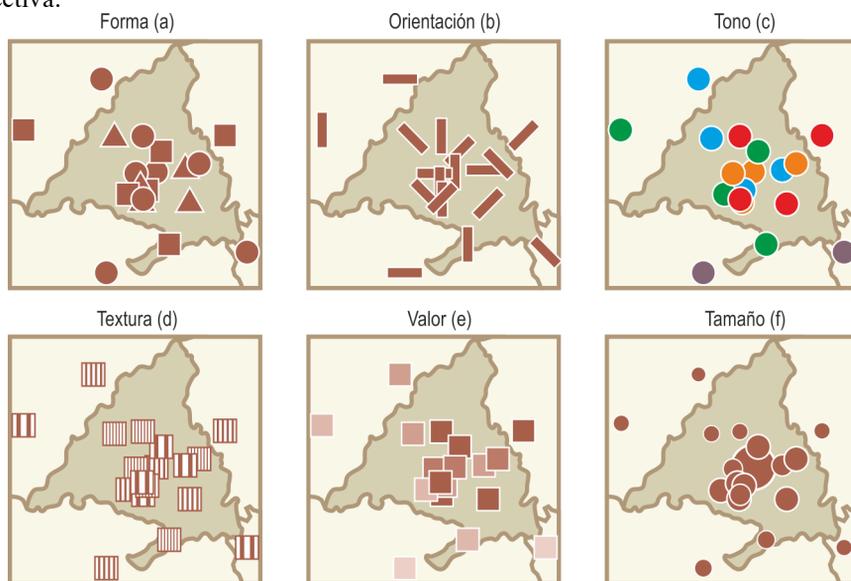


Figura 3. Aplicación de las distintas variables visuales a un mismo mapa. En todas las figuras se ha representado el mismo fenómeno y se han elegido variables visuales diferentes. Dependiendo de la variable utilizada la información gozará de unas características perceptivas determinadas. (Fuente: Elaboración propia)

c) Propiedad ordenada: cuando los símbolos proporcionan un orden

Si mirando la simbología del mapa puede obtenerse un orden en los elementos sobre los que se ha aplicado una determinada variable visual, se dice que la variable visual tiene la propiedad ordenada. Las propiedades que mejor ordenan son el *valor* (fig. 3e) y el *tamaño* (fig. 3f). La *forma* y el *tono* no proporcionan un orden.

d) Propiedad cuantitativa: cuando los símbolos pueden cuantificar

Si la aplicación de una variable a una simbología, además de ordenarla, permite que se pueda hablar de que un símbolo es el doble o triple que otro, se dice que la variable visual dispone de la propiedad cuantitativa. Sólo el *tamaño* es capaz de cuantificar la simbología. (fig. 3f).

Deben tenerse muy en cuenta las propiedades perceptivas de las variables visuales, que deben corresponderse con las características cualitativas o cuantitativas de los fenómenos geográficos representados.

9.2.2. Los fenómenos geográficos

Los fenómenos geográficos son manifestaciones de hechos que ocurren dinámicamente sobre la superficie del planeta. Estos hechos y las entidades del territorio (de carácter más permanente) pueden representarse en un mapa de acuerdo a tres características (Cauvin *et al.*, 2010): (a) a las dimensiones del fenómeno o entidad, (b) a su escala de medida y (c) a su distribución sobre la superficie del territorio.

a) Dimensiones del fenómeno

Los fenómenos y las entidades que pueden representarse en un mapa tienen una dimensión propia y pueden ser considerados como:

- Puntos, como por ejemplo la cumbre de una montaña, la confluencia de dos ríos, la situación de una fuente.
- Líneas, como las fronteras, las carreteras, los ríos, los límites de una inundación.
- Superficies, como lo devastado por una plaga, la cuenca de un río, la extensión de un cultivo.
- Volúmenes, como la producción de trigo, las precipitaciones, la topografía del terreno.
- Temporales como las migraciones, las variaciones de temperaturas, los tiempos de desplazamiento, las floraciones.

b) El tipo de medida (la escala de medida)

El tipo de medida con el que un fenómeno o entidad se describe se denomina 'escala de medida' y puede ser: *cualitativa o nominal, ordenada y cuantitativa*.

Si se describe un objeto diciendo 'río', 'gasolinera', 'puente', 'zona verde' se está hablando de una escala de medida *nominal*. Esas categorías no son comparables entre sí y por lo tanto no puede hablarse de niveles de importancia entre ellas. Tampoco es posible cuantificarlos (no se sabe si el río es grande o pequeño o si la gasolinera es una estación de servicio o un simple surtidor). Para representarlos no se podrán utilizar variables visuales que indiquen orden o cantidad. Se podrán utilizar, por ejemplo, las variables *forma y/o tono* que no son cuantitativas ni ordenadas (fig. 6).

El fenómeno podría haber sido medido con una escala *ordenada* que organice la información de mayor a menor importancia. Ejemplo: 'río', 'arroyo', 'reguero'. Se sabe que un río es más importante que un arroyo y éste lo es más que un reguero pero no se sabe si es dos veces o tres veces más importante. Se utilizará una variable visual que muestre el orden pero que no cuantifique como, por ejemplo, el *valor* (fig. 7).

Finalmente, el fenómeno o la entidad puede haber sido medido por medio de una escala *cuantitativa* en la que las categorías están totalmente definidas ya sea con valores absolutos (fig. 8a) o por medio de porcentajes, proporciones, densidades, etc. (fig. 8b). Por ejemplo: caudal en m^3/s , ocupación en % de superficie de las tierras, lluvia en $litros/m^2$, presión atmosférica en mm de mercurio o densidad de población en hab/km^2 . El tamaño es la única variable visual cuantitativa. El valor, aplicado a las provincias en la fig. 8b, no cuantifica sino que sólo ordena.

Con frecuencia, una cantidad importante de objetos cartográficos, conteniendo cada uno su propio valor, hace virtualmente imposible replicar la variabilidad de los

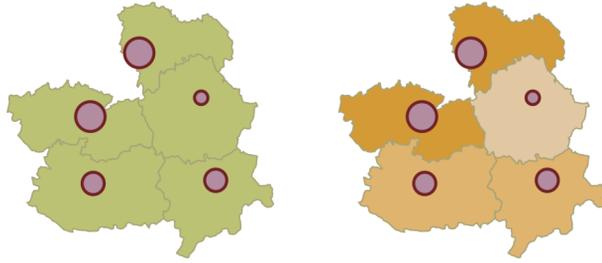


Figura 8 (a) y (b). Representación cuantitativa (puntos) y sobre otra ordenada (valor).
(Fuente: Elaboración propia)

c) La distribución del fenómeno

Dependiendo de su distribución sobre el territorio, los fenómenos pueden ser *continuos*, cuando están presentes en todos los puntos del territorio, como por ejemplo la temperatura, la presión, el grado de humedad, etc. y *discretos*, cuando sólo están presentes en algunos puntos, como por ejemplo, la población o la vegetación.

Un fenómeno continuo debe representarse con una simbología (como por ejemplo las isolinéas) que permita conocer su valor en cualquier punto del territorio. Un fenómeno discreto debe representarse mediante una simbología que no extienda su existencia más que a los sitios donde ocurra, como, por ejemplo, mediante mapas de puntos (fig. 9b).

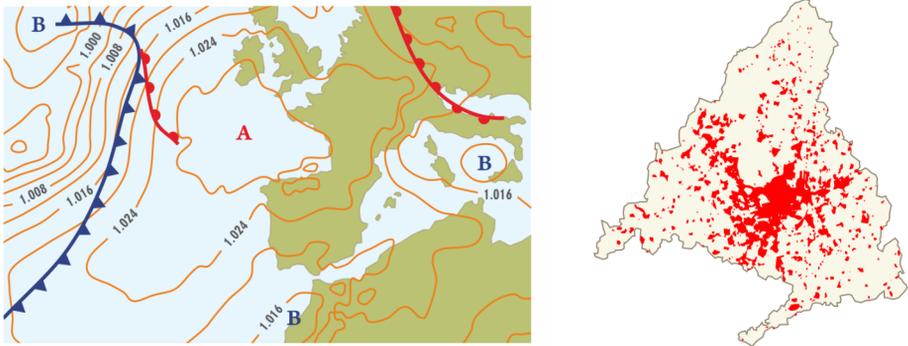


Figura 6a y b. A la izquierda, representación de un fenómeno continuo o existente en todos los puntos del territorio (presión atmosférica). A la derecha uno discreto o existente solamente en puntos concretos del territorio (población). (Fuente: Elaboración propia)

Algunas transformaciones cartográficas (Cauvin *et al.*, 2010), permiten que ciertos fenómenos discretos puedan convertirse en continuos y por lo tanto, modificar su representación. Por ejemplo, la población (fig. 6b) que se distribuye de forma discreta allá donde haya viviendas, puede transformarse en densidad de población para hacerla extensiva a todo el territorio y representarse en forma de coropletas, coloreando todo el municipio, toda la provincia o todo el país con el tono correspondiente a la media de la población que le corresponda. La fig. 8 muestra un mapa de coropletas del voto sindical de las regiones de España. Es como si todos los puntos de la región votaran a

un partido — información continua —, aunque se sabe que sólo hay votos en los puntos donde haya poblaciones — información discreta —.

9.2.3. La simbolización

La simbolización es un proceso de simplificación y abstracción que clasifica y jerarquiza los fenómenos geográficos para facilitar su visualización y comprensión.

Un símbolo es una representación convencional de algo. Por ejemplo, las banderas son uno de los símbolos de los Estados. Los símbolos cartográficos pueden clasificarse en: *pictóricos*, que son descriptivos, mostrando una imagen reconocible; *geométricos*, que son abstractos y generalmente no evocan la imagen que representan; y *literales*, que son propios de la rotulación cartográfica a los que también se aplican las variables visuales (grosor, color, inclinación, separación, etc.).

El diseño de la simbología debe pasar por procesos de evaluación que garanticen la correcta comprensión por parte del usuario, evaluando sus capacidades semánticas (en qué medida el símbolo representa el mensaje), sintácticas (relaciones entre el conjunto de imágenes) y pragmáticas (la relación entre el símbolo y el usuario) (AIGA, 1981 y Dent, 1985).

9.3. Algunos errores frecuentes en la representación cartográfica

Generalmente los programas SIG permiten representaciones cartográficas sin imponer restricciones semánticas debidas al tipo de datos o a la naturaleza del fenómeno. No respetar las reglas de la semiología gráfica, conduce a dificultar la comunicación y a veces a enviar mensajes falsos (McEachren, 1994). Son errores frecuentes: mostrar datos cuantitativos mediante una variable visual que no lo es (fig. 10); transcribir un orden mediante una variable no ordenada (fig. 11 vs. 12); utilizar valores absolutos en tipos de mapas que no lo permiten (fig. 13); diseñar mal las leyendas que conducen a mapas con poca utilidad (fig. 14).

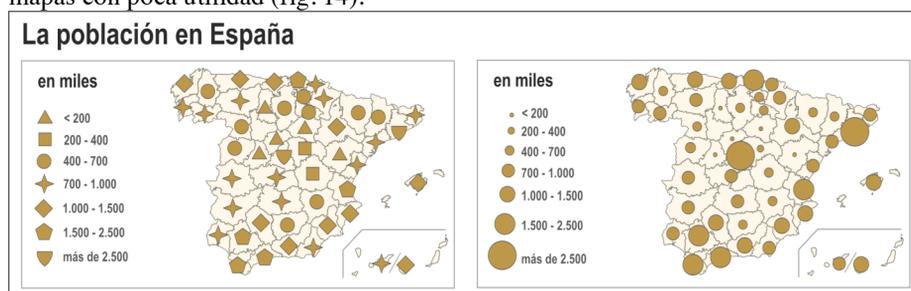


Figura 7. A la izquierda se muestra una representación errónea. Se ha utilizado la *forma* que es una variable visual no cuantitativa para representar una información cuantitativa (la población). Con esa representación hay dificultades para aislar, de un golpe de vista, dónde se concentra la población española o dónde están las zonas más deshabitadas. A la derecha se corrige el error utilizando el *tamaño*, que es una variable cuantitativa. (Fuente: Elaboración propia. Datos ficticios.)

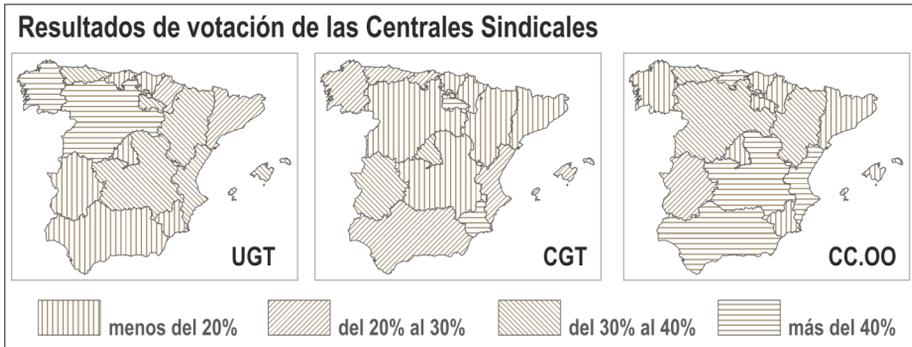


Figura 11. La utilización de la variable visual *orientación* para dar una información ordenada (% de votantes), impide la comprensión del mensaje incluso dedicando un buen tiempo a su visualización. (Fuente: Elaboración propia. Datos ficticios)

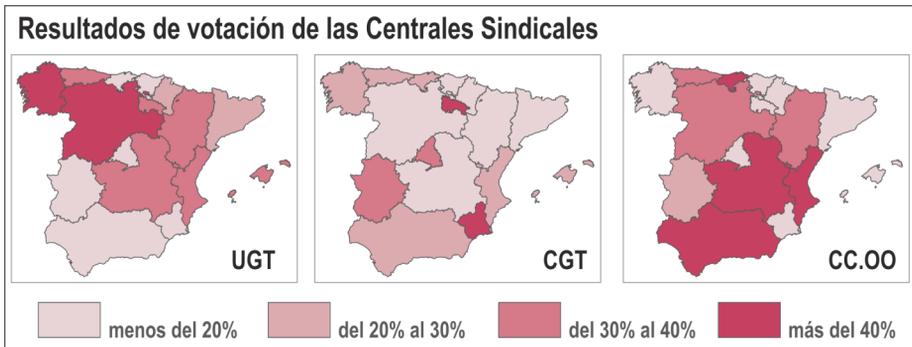


Figura 8. La aplicación de una variable ordenada como el *valor*, permite evidenciar el resultado de las elecciones mejor que en la fig. 11, mostrándose ahora claramente el resultado de la votación. (Fuente: Elaboración propia. Datos ficticios)

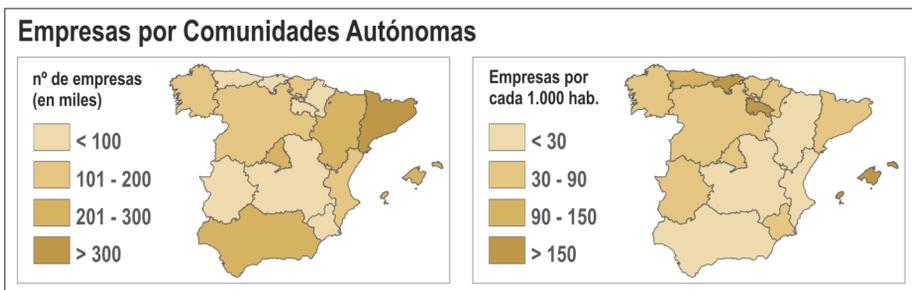


Figura 9. Izquierda: El uso de un mapa de coropletas para representar valores absolutos proporciona una información errónea: dos Comunidades Autónomas de superficies y población muy diferentes como Castilla-La Mancha y La Rioja, pero con el mismo número de empresas, aparecen a la izquierda con el mismo tono de marrón. Esa información conduce a tener una idea errónea. A la derecha una representación correcta utilizando valores relativos muestra las diferencias con el mapa anterior. (Fuente: Elaboración propia. Datos ficticios)

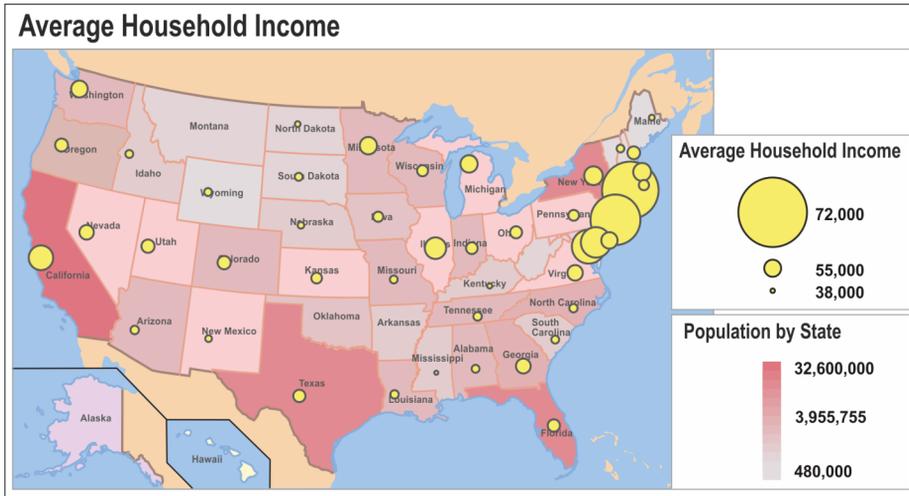


Figura 10. Imagen de pantalla proveniente de un *software* de cartografía avalado por una reconocida multinacional. Varios errores son evidentes: (a) leyenda con círculos sin proporción perceptual en sus tamaños; (b) aplicación de coropletas (colores a las divisiones administrativas) en base a valores absolutos; (c) leyenda de población sin división en clases. ¿A qué valor del tono corresponde la cifra de 3.955.755 y por qué esa cifra? ¿Cómo saber cuántos habitantes tiene un determinado estado? ¿Cómo saber la cantidad que representa el círculo sobre California? (Fuente: Elaboración propia a partir de una imagen web de baja calidad)

9.4. Conclusión

La IG precisa de mecanismos y transformaciones para poder ser comunicada, siendo la forma más frecuente la que se realiza a través de mapas. Toda IDE incluye esta forma de representación, ya sea a través de visores o de herramientas más sofisticadas.

Además de la escala (y por consiguiente del grado de simplificación y generalización), la proyección y la escala de medida en que se presentan los datos temáticos, el lenguaje cartográfico resulta crucial. En este capítulo se ha visto como, con frecuencia, no se respetan las reglas de este lenguaje, dando lugar a mapas fallidos (el mensaje que pretende transmitirse resulta distorsionado). Una IDE efectiva debe considerar el desarrollo de mecanismos, quizá estándares, que garanticen el correcto uso y aplicación de las reglas que rigen este lenguaje. Ello supondría un mínimo punto de partida necesario para la progresiva incorporación de reglas que permitan guiar la adopción de nuevas formas de representación de IG como son los mapas multimedia y los productos llamados de geovisualización.

9.5. Referencias

- Anson, R.W., Ormeling, J.A. (Eds.) (1996). International Cartographic Association (ICA). Communication, design and visualization, .Basic Cartography for students and technicians. 3, 71-83.
- American Institute of Graphic Arts (AIGA). (1981). Símbolos de señalización. G. Gili (Ed.). Barcelona, España
- Bertin, J. (2010). Semiology of graphics: Diagrams, Networks, Maps. De The original Semiology of Graphics (436pp.). Mouton, Francia: ESRI Press, 1967.
- Cauvin, C., Escobar, F., y Aziz, S. (2010). A permanent phase: The semiotic Transformation. (Cap. 7). Thematic Cartography and Transformations, (496 pp.). Inglaterra, Londres: Wiley-ISTE
- Cauvin, C., Escobar, F., y Aziz, S. (2010). Cartographic Transformations: The representation Modes (Cap. 8). Thematic Cartography and Transformations, (496 pp.). Inglaterra, Londres: Wiley-ISTE
- Cauvin, C., Escobar, F., y Serradj, A. (2010). Cartography and the Impact of the Quantitative Revolution. (432 pp.) Inglaterra, Londres: Wiley-ISTE.
- De Man, E. (2011), Spatial Data Infrastructuring: praxis between dilemmas. Manuscrito no publicado, International Journal of Spatial Data Infrastructures Research, (6). Recuperado el 9 de junio de 2011, de <http://ijsdir.jrc.ec.europa.eu/index.php/ijsdir/article/view/176/239>
- Dent, B.D. (1985). Principles of thematic map design (413 pp.). Addison-Wesley.
- Dent, B.D., Torguson, J., Hodler, T.W. (2008). Cartography: Thematic map design, (368pp.). McGraw-Hill Higher Education
- Gurr, C.A. (1999). Effective diagrammatic communication: Syntactic, Semantic and Pragmatic Issues. *Journal of Visual Languages and Computing*, 10, 4, 317-342.
- Kraak, M.J. (2000). Access to GDI and the function of visualization tools. En Groot, R. y McLaughlin, J. Geospatial Data Infrastructure, (286 pp.). New York, EE.UU: Oxford University Press Inc.
- McEachren, A.M. (1994). Some truth with maps: a primer on symbolization and design. Association of American Geographers, (129 pp.)
- McEachren, A.M. y Kraak, M.J. (2001). Research challenges in geovisualization. *Cartography and Geographic Information Science*, 28 (1), 1-11
- Monmonier, M. (1993). Mapping it out. The University of Chicago Press. (301pp.) Chicago.
- Monmonier, M. (1996). How to lie with maps. (222 pp.) The University of Chicago Press.

9.6. Referencias páginas web

- [1] Especificación SLD de OGC. Resumen y acceso a diferentes versiones. <http://www.opengeospatial.org/standards/sld>