

CUARTA ÉPOCA

# GEOGRAPHICALIA

1977 - 1988 - 2000 - 2023

**EDITORIAL:**

Cuarta época de Geographicalia | Mapas temáticos y representación de variables espaciales | Programas para hacer mapas

**ARTÍCULOS:**

Entidades de población y Reto Demográfico | Ordenamiento territorial en Colombia | Gestão territorial conservacionista | Indicadores de seguimiento | Islas de frescor | Poblados industriales

**MAPAS:**

Entropía en la ciudad de Zaragoza | Población y vulnerabilidad social en España | Clima y cartografía de los Pirineos | Cartografía intraurbana de la justicia espacial en Santander

**NOTAS DE INVESTIGACION Y RESEÑAS:**

Paisajes forestales afectados por el fuego | Riesgos y cambios ambientales en el Ebro medio | Trayectorias de peligro de incendio | Ciencia ciudadana y despoblación



Departamento de  
Geografía y  
Ordenación del Territorio  
Universidad Zaragoza





**Los mapas temáticos como representación de variables espaciales: ¿un medio al alcance de todos?**

Fernando Molinero



# Los mapas temáticos como representación de variables espaciales: ¿un medio al alcance de todos?

**Fernando Molinero**

Profesor Emérito de Geografía. Universidad de Valladolid

fernando.molinero@uva.es

---

SÍ, HOY SE PUEDE DECIR QUE SÍ, que la elaboración de mapas temáticos está al alcance de cualquiera, como así lo confirma la abundancia y diversidad de mapas publicados. Y es que los programas de cartografía permiten utilizar estos medios de expresión a cualquier usuario de ordenador que lo intente. Sin embargo, toda la facilidad que ofrecen los programas informáticos se convierte en dificultad de utilización adecuada y con capacidad de expresar realidades o fenómenos espaciales. Ya lo planteaba Monmonier en su trabajo sobre *Cómo mienten los mapas* (1991, 1996 y 2018), pero, al margen del uso interesado de los mapas que este autor analiza, han proliferado otros muchos usos banales, inexpresivos y sobre todo sin criterio semiológico, además de otros muy cuidados, bellos y ajustados a la realidad que representan. Por ello, conviene recordar que existen unas normas de expresión gráfica; normas que deben aplicarse a cualquier documento, ilustración, figura, gráfico o mapa.

El valor de los mapas ha sido siempre, y continúa siendo, muy alto, por cuanto representan una realidad territorial, a menudo desconocida. Generalmente se admiten dos grandes líneas de representación cartográfica: la básica y la temática; la primera, también llamada cartografía general, recoge las características “básicas” de un territorio, como el relieve, los ríos, los asentamientos humanos, las infraestructuras clave y la ocupación del suelo, con más o menos detalle según la escala del mapa; la segunda representa la distribución espacial de una o más variables, por lo que permite ver el grado de concentración o dispersión o la forma en que se dispone en el territorio la variable de referencia; en suma, los mapas temáticos muestran la situación y las relaciones espaciales de una o más variables. Y es este uno de sus grandes valores, pues en las bases de datos con gran número de registros resulta muy difícil establecer esas relaciones mediante el mero análisis estadístico, mientras que, al llevarlos a un mapa, enseguida se ve la distribución territorial del fenómeno. Además, si el mapa está bien concebido, permite obtener un retrato de la situación en el momento de referencia; pongamos por caso, la distribución municipal del empleo en España a mediados de 2023 (Figura 1).

Es evidente que este mapa nos muestra un desigual reparto del empleo sobre el territorio español. De entrada, destacan los grandes focos económicos de Cataluña, Madrid, País Vasco y la franja costera de la Comunidad Valenciana, que se prolonga por Murcia; después se observa una concentración menor en el eje atlántico de Galicia, en el Ebro aragonés y riojano, secundado en Andalucía por un cierto equilibrio territorial con la excepción de Sierra Morena y Béticas; finalmente,

Recibido: 01-12-2023. Aceptado: 03-12-2023.

DOI: [https://doi.org/10.26754/ojs\\_geoph/geoph.2023759948](https://doi.org/10.26754/ojs_geoph/geoph.2023759948)

aparece una baja densidad laboral en la España interior, salpicada de unos cuantos focos urbanos. Pero, a partir de este mapa se puede profundizar y hacer zoom sobre una región o sobre una comarca determinadas para comprobar que, al final, hay una coincidencia clara entre la densidad laboral y la densidad económica y demográfica. Obviamente, la distribución espacial del empleo nos permite plantear hipótesis, causas y consecuencias de esos hechos de una manera mucho más fácil que si no hubiéramos elaborado esa representación cartográfica. Y es que los mapas temáticos constituyen un poderoso medio de análisis territorial, que debe manejar cualquier geógrafo.



Figura 1. Distribución del empleo en España en 2023, por municipio.

Este mapa corresponde a la categoría de *símbolos proporcionales*, que es la que se usa para representar valores absolutos, como, en este caso, la distribución municipal del número de empleados. A menudo, y sin criterio, se elaboran mapas de valores absolutos con *coropletas*, (de χώρα, país, en griego; y πλειν, lleno), es decir, con tramas o colores que cubren o “llenan” una entidad espacial, que se deben utilizar solo para representar valores relativos, como densidades de población, renta per cápita, índices de cualquier tipo, etc., porque los valores relativos son promedios que se aplican a todo el espacio de un territorio determinado y delimitado, bien se trate de países, cuando se hacen mapas del mundo; o bien de NUTS 3, o NUTS2, o LAU en Europa, o bien de escala municipal. Cuanto más pequeña sea la entidad territorial representada más precisión tendrá el mapa. Pero, cuidado, estas dos categorías de mapas temáticos no son intercambiables. Los valores absolutos solo se pueden, y se deben, representar con símbolos proporcionales o con puntos (siempre que se disponga de información muy detallada), en tanto que los valores relativos solo se deben representar con coropletas. Es muy frecuente utilizar colores vistosos arbitrariamente y atribuir a cada color un valor determinado; algo que no se debe hacer nunca, por cuanto hay millones de colores y la selección de cada color es completamente arbitraria; nunca el color puede ser un atributo de cantidad. Por el contrario, el símbolo proporcional muestra un área ajustada exactamente al valor de la variable, ya que se halla mediante la raíz cuadrada del valor –si los símbolos son planos, de dos dimensiones– o mediante la raíz cúbica –si los símbolos son esferas o cubos, de tres dimensiones–.

Si se utiliza un programa de cartografía automática, como Arcmap, de Esri –el más extendido en el mercado mundial–, se comprobará que ofrece dos opciones fundamentales: representación de *cantidades* o de *gráficos*. De entrada, hay que desechar la segunda, puesto que los gráficos –tipo círculos o histogramas– sirven para ver la distribución interna o estructura de un conjunto de datos, pero carecen de información espacial. Por ello, si se quiere reforzar la información territorial del mapa con un gráfico, este debe aparecer fuera del área a la que se refiere. No obstante, sí cabe insertar algún gráfico circular sobre el valor absoluto de una variable y su composición interna –del empleo, del suelo según fracción granulométrica, de los tres estratos de la vegetación de un territorio, de tres estratos de renta por provincias, etc.–, siempre que no se superen tres componentes, aunque a veces se utilizan cuatro o más, que dificultan la lectura y empastan el dibujo. Puede servir de ejemplo sencillo y expresivo el mapa de la FAO sobre consumo de fertilizantes químicos por países en el mundo, (p. 18 del *Statistical Pocketbook 2020*, <https://doi.org/10.4060/cb1521en>), con los tres componentes fundamentales (Nitrógeno, Fósforo y Potasio) o el de la emisión de gases de efecto invernadero (p. 40 de la misma fuente), donde se aprecia el peso de la agricultura, de la transformación de los bosques y de la degradación de los marjales en la generación y emisión a la atmósfera de gases de efecto invernadero. No conviene añadir mucha información, porque se empasta todo y no se ve nada. Un mapa sencillo de valores absolutos y su composición puede hacerse, por ejemplo, para las CC AA, tal como se ve en el Informe de Caixabank (2022) sobre el valor de los regadíos en España, pero, curiosamente, los círculos tienen el mismo tamaño para todas las CCAA; parece que ha olvidado representar los círculos proporcionales a la suma de los tres tipos de regadío (gravedad, aspersión y localizado). Ese mapa debería ser sustituido por el que se presenta en la Figura 2a, que, además, añade el relieve y los ríos de fondo, como mapa base, lo que ayuda siempre a precisar y entender los fenómenos ecológicos y su aprovechamiento por los grupos humanos. En todo caso, los círculos del mismo tamaño de la Figura 2b carecen de significado espacial, por lo que son inútiles en un mapa.

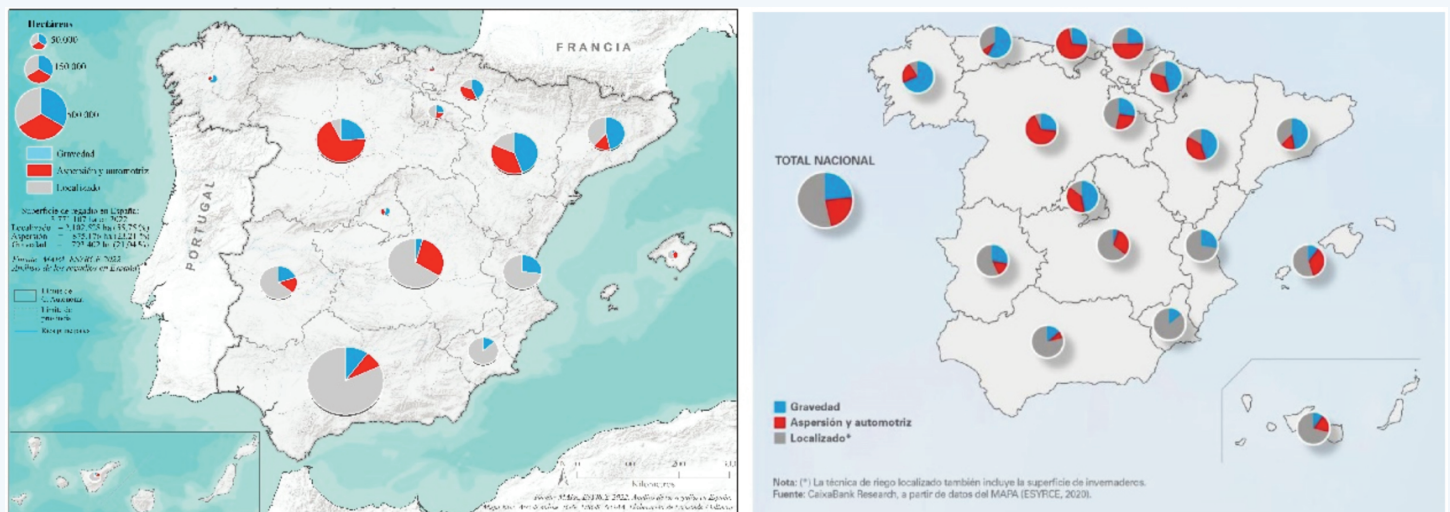


Figura 2. Mapas de "gráficos", con representación de los tres componentes de una variable. Figura 2a (izquierda), distribución de los los regadíos de España por CC AA y tipos en 2022, elaborada por el autor; Figura 2b (derecha), la misma información extraída del Informe de CaixaBank Research en 2020.

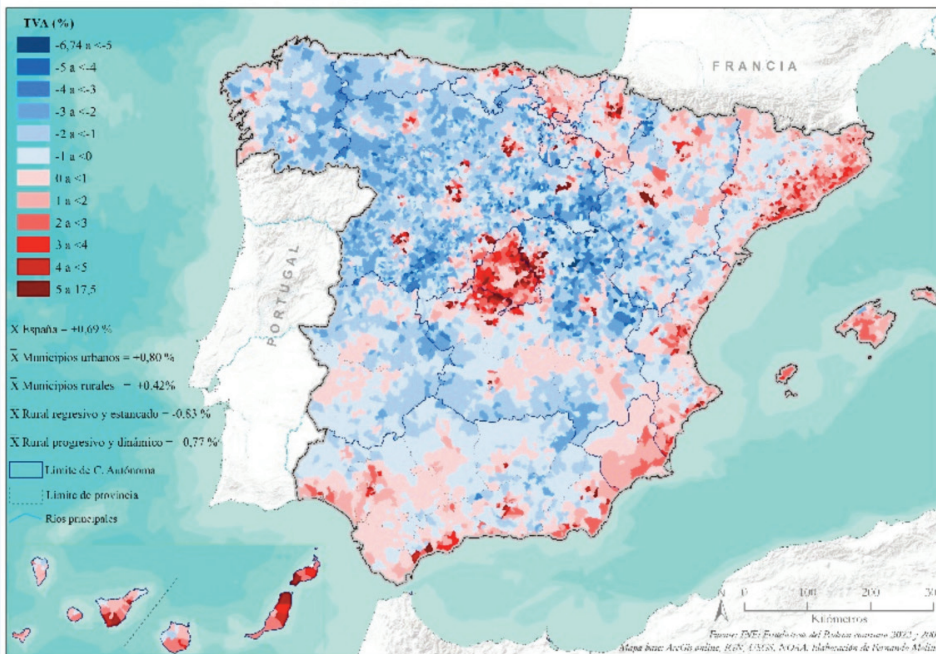
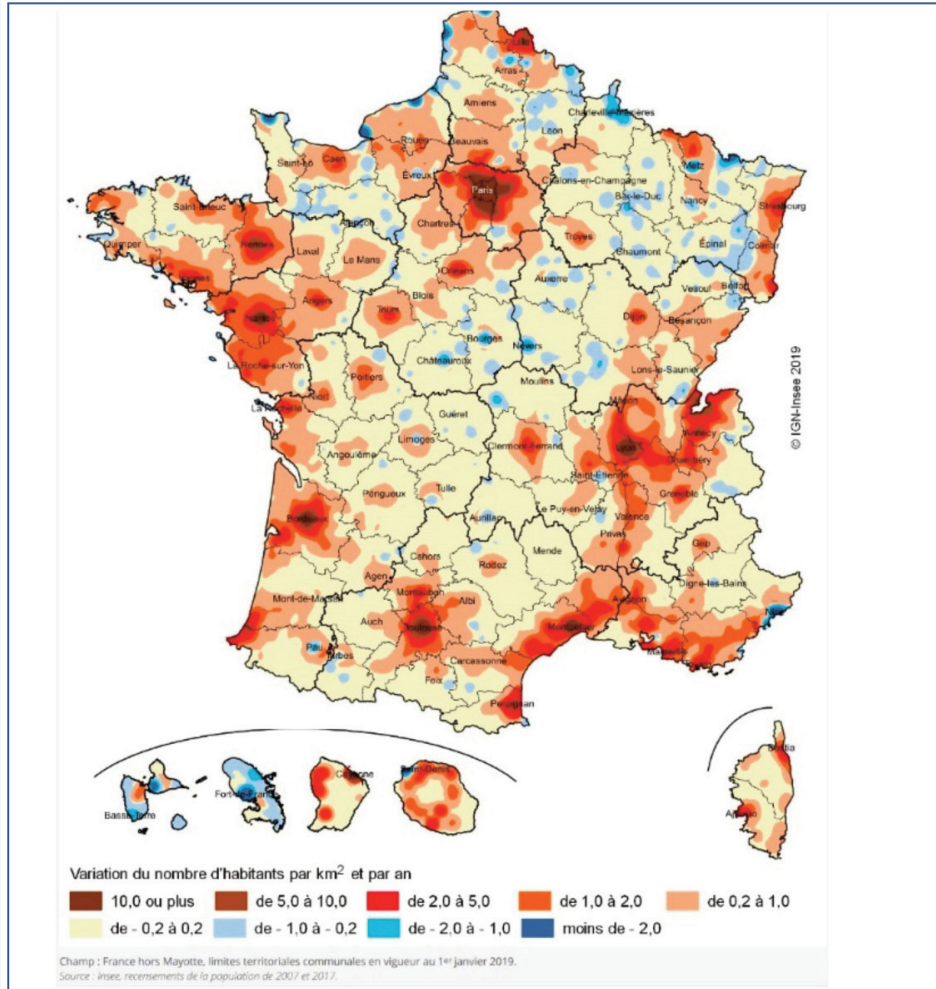
En cuanto a las "cantidades" Arcmap ofrece cuatro tipos de mapas temáticos: *colores graduados*, *símbolos graduados*, *símbolos proporcionales* y *densidad de puntos*. El primero corresponde a las coropletas. Es una de las grandes opciones; generalmente la más usada y extendida. Podríamos decir que la más fácil, pero la que ofrece mayores posibilidades de error. En efecto, el uso del color siempre es atractivo y es fácil caer en la trampa de creer que cada cual puede utilizar los colores arbitrariamente, porque el color permite hacer creaciones armónicas y hasta artísticas. Las coropletas de color, como dice el programa, deben ser *colores graduados*, es decir, que cada tono o color debe usarse para una sola variable, y siempre adaptando el porcentaje de saturación

del tono al porcentaje o peso de cada rango de la variable. Además, en los casos en los que esta adopta valores negativos, conviene usar colores contrastados; por ejemplo: una gama de colores fríos para los valores negativos y otra gama de colores cálidos para los valores positivos. Es clásica la gama de rojos para valores en crecimiento y la gama de azules para valores en decrecimiento. Pero en este caso ni siquiera los expertos y usuarios habituales se ponen de acuerdo. Así, hay quien interpreta que el color rojo, además de ser el símbolo del fuego, del dinamismo, del crecimiento, lo es también del peligro. Por ello, proponen que la pérdida de población y el vaciamiento demográfico haya que representarlo en colores rojos para llamar más la atención. Sin embargo, esta valoración, respetable, genera un babelismo muy extendido, como sucede cuando se utiliza este color para las bajas densidades demográficas o para los saldos demográficos negativos de la España deshabitada interior, y la gama de azules para todo lo contrario. Pero, dado que los colores rojos indican objetivamente dinamismo, la gama de rojos y naranjas o amarillos hay que reservarla para valores crecientes y dinámicos, tal como hacen las organizaciones meteorológicas con los mapas del tiempo: rojos y naranjas para temperaturas elevadas y gama de azules o verdes o morados para temperaturas frías.

Por citar algún ejemplo, cuando se trata de representar la dinámica demográfica europea a escala municipal, el INSEE francés hace unos mapas preciosos que asignan los rojos a las comunas que crecen: cuanto más saturación del rojo, más crecimiento; mientras reservan los colores azules para las que decrecen: cuanto más saturado es el azul, más decrecimiento. El mapa de la evolución de la densidad en Francia entre 2009 y 2017 es un ejemplo de buen hacer: un mapa sencillo, expresivo y con una gran cantidad de información perceptible mediante un solo golpe de vista. Siguiendo ese ejemplo, presento el mapa de España, con la Tasa de Variación Anual de la población municipal entre 2001 y 2022 (últimos datos del INE). Parece clara y rotundamente expresiva la información sobre la dinámica territorial dual en la España urbana y periurbana por un lado, y la España rural interior, en declive y decaimiento, con respecto a la España rural periférica y algunos enclaves interiores en crecimiento, por otro (véanse figuras 3 y 4). Pero, para enredar más el tema, el ESPON –organismo de la UE para la ordenación del territorio– publicó en octubre de 2017 su bonito y expresivo mapa temático sobre los saldos demográficos de Europa, a escala de LAU2, es decir, municipal, entre los Censos de Población de 2001 y de 2011, cuyo original puede verse en la siguiente dirección web: <https://www.espon.eu/sites/default/files/attachments/ESPON%20Policy%20Brief%20on%20Shrinking%20Rural%20Regions.pdf> [Página 5 del PDF titulado *Policy Brief*]. El problema es que utiliza las gamas de colores a la inversa: los tonos amarillos y rojos indican pérdidas y los azules, ganancias. A pesar del valor incuestionable del mapa, parece un despropósito el que cada autor deje su huella, sin un acuerdo razonable, sobre el uso de los colores. Por las razones antedichas, propongo, defiando, propugno y reivindico que los colores cálidos (rojos, naranjas, amarillos...) se utilicen exclusivamente para expresar valores positivos, para el crecimiento y el dinamismo, mientras que los colores fríos (azules, morados, verdes...) se reserven para valores negativos, para el retroceso o decaimiento.

En cuanto a las gamas, la mejor manera de gestionarlas es aplicar el modo de color HSV (*Hue, Saturation and Value*), en el que la H indica el tono elegido, que va desde 0 para el rojo a 360 para un rojo carmesí, pasando por el amarillo, el verde, azul, morado, rosa y rojo de nuevo. Esa escala de tonos es bastante manejable, por cuanto nos permite seleccionar un número de color que se puede mantener para toda la gama. Después, mediante la saturación (S), vamos aligerando o densificando el tono elegido, desde un 10 %, por ejemplo, para densidades muy bajas, a un 100 % para densidades muy altas. Finalmente, con la Luminosidad (V = Valor de la Luz), podemos oscurecer el tono a medida que rebajamos la V, desde 100 (= máxima luz), a 0 (= oscuro absoluto) es decir, a medida que le quitamos luz. De esta manera sencilla se pueden componer gamas de color personalizadas aplicables a cualquier variable. Es evidente que puede resultar más fácil utilizar paletas de colores elaboradas por expertos que están construidas con mucha precisión.





Figuras 3 y 4. Tasa de Variación Anual de la densidad demográfica en las comunas francesas entre 2009 y 2017, según el INSEE (arriba). Tasa de Variación Anual de la población de los municipios de España entre 2001 y 2022 (abajo).

El segundo tipo de Arcmap –los símbolos graduados– es una opción sin sentido, puesto que los valores absolutos hay que representarlos con símbolos proporcionales al valor y carece de sentido, y de criterio, la elaboración o establecimiento de rangos para valores absolutos; es una opción inútil e ilógica que ofrece el programa, dado que no interesa meter en el mismo rango valores distintos cuya representación se puede precisar con exactitud en el mapa. Precisamente, el tercer tipo, el de los *símbolos proporcionales*– cubre con exactitud la necesidad de representar valores absolutos. A riesgo de abusar de ejemplos, propongo el mapa de la Figura 5, que recoge las exigencias de los colores cálidos y fríos para ganancias y pérdidas y, al mismo tiempo, resuelve un problema frecuente en los mapas de detalle, es decir, de cierta escala, como la representación de los saldos laborales de los 8131 municipios españoles entre 2019 –año anterior a la pandemia– y 2023, año con un buen nivel de recuperación laboral. A fin de conseguir un mapa legible, hemos utilizado esferas rojas para representar los municipios con saldos laborales positivos, y esferas azules, para los que los tienen negativos. Al tratarse de símbolos en tres dimensiones, hay que hacer la raíz cúbica de todos los valores, con lo que se empastan menos y se ve bien la distribución espacial. El recurso a símbolos tridimensionales es una necesidad cuando hay que representar en el mismo documento registros con valores muy alejados entre sí, pero no conviene abusar de este tipo de símbolos, porque engañan más y se leen peor que los de dos dimensiones.

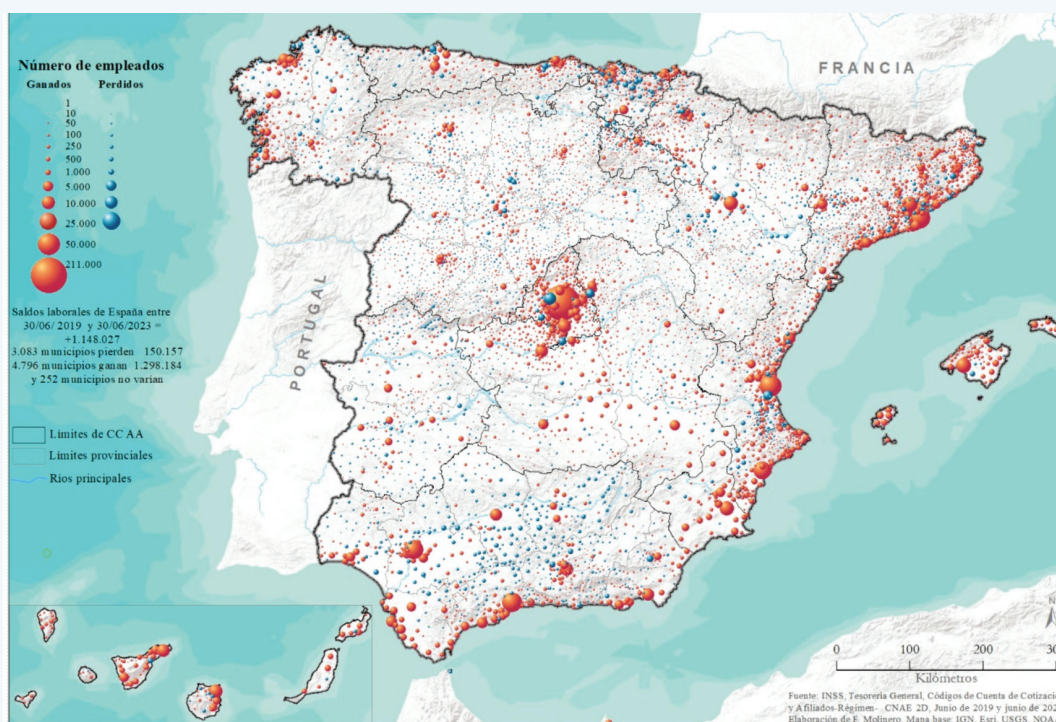


Figura 5. Saldos laborales de los municipios de España entre 2019 y 2023.

Finalmente, para concluir, parece oportuno reivindicar la necesidad de elaborar mapas con criterios homogéneos, que respondan a unas directrices básicas exigidas por la semiología gráfica, que podemos resumir en los diez mandamientos, para que nadie actúe arbitrariamente, porque la elaboración de mapas temáticos con programas de cartografía automática resulta muy fácil y se ha convertido en un entretenimiento generalizado, pero los mapas temáticos no son más que gráficos con dos escalas: una espacial y otra temática y su elaboración debe responder a unas mínimas reglas:

1. Primera. Los mapas temáticos, como gráficos con escala espacial y temática, deben cumplir la regla de oro de cualquier gráfico: deben leerse de un solo golpe de vista, sin tener que des-

cubrir informaciones ocultas o difíciles de percibir. Deben ser sencillos, expresivos y fácilmente comprensibles; si se los carga de información, perderán expresividad; si, además, son bellos y armónicos, ganarán adeptos.

2. Segunda. De entrada, y como condición *sine qua non*, los mapas de valores absolutos deben utilizar símbolos proporcionales a la variable que representan. Es un mal ejemplo el reciente Atlas del Censo Agrario de España 2020, del INE, en el que los autores se han olvidado de esta regla; han elaborado mapas primorosos, pero solo de coropletas, por ejemplo, las Unidades Ganaderas Totales (UGT) o cualquier tipo de cabaña ganadera (<https://experience.arcgis.com/experience/79eb4fc773df4415a4992af72c6fee64>). Es un error de informáticos o de estadísticos que no tienen en cuenta el significado espacial de los valores a representar; error que no suelen cometer los geógrafos.
3. Tercera. Los mapas de índices, tasas, densidades, cualquier valor per cápita, son valores relativos y, por tanto, se representan como valores promedio correspondientes a una entidad territorial, cubierta de coropletas.
4. Cuarta. Las coropletas de colores, o de tramas, deben mantener el principio de un solo signo para cada variable. La densidad o saturación del color, del tono elegido, debe ser proporcional al peso de cada rango de la variable, de modo que una renta per cápita que solo alcanza el 10 % del promedio se debe representar con un gris (en una escala de grises, por ejemplo) de un 10 % de cobertura y las rentas medias se representarán con un 50 % de cobertura, mientras las que superen la media irán recibiendo una cobertura correlativa a las veces que van superando a la media en intervalos lógicos.
5. Quinta. Algo parecido podríamos decir del uso de tramas en blanco y negro: si utilizamos una trama de barras verticales, o de puntos, u otras, solo hay que utilizar un símbolo por cada variable; por ejemplo, las rayas verticales tanto más densas cuanto más altos son los valores de la variable y siempre de una manera proporcionada.
6. Sexta. Conviene insertar un mapa base de fondo, que incluya el relieve, los ríos u otra información de referencia, como algún tipo de infraestructura o ciudades, según la escala del mapa y siempre que el mapa base no destaque sobre el contenido temático.
7. Séptima. No se pueden representar en un mismo mapa más de dos variables: una de valores absolutos y otra de relativos. Todo lo que se añada hará perder expresividad y dificultará la lectura.
8. Octava. Cuando una misma variable toma valores positivos y negativos, puede ser representada con atributos de dos variables opuestas.
9. Novena. A pesar de que el número de rangos para representar valores relativos está calculado estadísticamente ( $1,8 \cdot \log n_{10}$ , siendo “n” el número de registros de la variable), conviene tener en cuenta que cuesta leer un número excesivo de rangos; generalmente basta con unos 8 cuando hay miles de registros; se puede superar o rebajar esa cifra según circunstancias. El recorrido de cada rango conviene que sea igual o progresivamente creciente (o decreciente), aunque no siempre se puede, o conviene, mantener este criterio.
10. Décima. Cuando se representa una variable con rangos de gran amplitud se pierde finura y el mapa sirve de muy poco; por ejemplo, cuando un mapa del mundo engloba a países con rentas per cápita que van desde el 10 al 50 % de la media. Cabe sustituir el mapa temático por un gráfico de barras o por un cartograma anamórfico, aunque este tipo de mapa es una opción poco estética.

En conclusión, la elaboración de mapas temáticos exige respetar unas reglas mínimas, que son absolutamente lógicas y asumibles por quien elabora mapas temáticos con la intención de expresar gráficamente la distribución espacial de variables con gran número de registros. Lamentablemente, abundan las instituciones, organizaciones o equipos que hacen mapas sin criterio, guiadas más por el cromatismo vistoso que por la racionalidad semiológica.

