

# Visualizando datos: R, Shiny y el cambio demográfico en España a comienzos del siglo XXI\*

Juan Galeano<sup>a</sup>

## Resumen

En España, la primera década del siglo XXI ha quedado caracterizada, en términos demográficos, por una profunda transformación poblacional ligada a la incorporación de más de 5 millones de nuevos residentes nacidos en el extranjero. El proyecto que aquí se presenta utiliza Shiny, un entorno para la implementación de aplicaciones web basadas en R, para la creación de un “*data-plaintext*” que permite, al público general y especializado, explorar, visualizar y descargar datos referidos a dicha transformación. En particular aquellos que reflejan la composición de la población de cada uno de los ±8.000 de municipios españoles entre 2000 y 2016 y a la evolución de indicadores de segregación residencial y diversidad étnica.

**Palabras clave:** R-Project; Shiny; Visualización de datos; Población; Segregación Residencial; Diversidad poblacional; España.

## Visualizing data: R, Shiny and the demographic change in Spain at the beginning of the XXI century

### Abstract

In Spain the first decade of the 21st century has been characterized, in demographic terms, by a profound population transformation linked to the incorporation of more than 5 million new residents born abroad. The project presented

---

\* Este texto recibió la distinción de segundo premio a la mejor comunicación de jóvenes investigadores presentadas en el XI Congreso de la ADEH, celebrado en Cádiz en junio de 2016.

Este artículo forma parte de la tesis doctoral de Juan Galeano, “Análisis demoespacial de la segregación territorial de la población extranjera en España, 2001-2014”, inscrita en el Doctorado de Demografía de la Universidad Autónoma de Barcelona como también del proyecto I+D+I *Diversidad, segregación y vulnerabilidad, análisis sociodemográfico*, Referencia: CSO2014-54059-R

Agradezco a la Dra. Clara Cortina y a Juan Linares por la paciencia y los valiosos comentarios y sugerencias aportadas a la hora de diseñar la plataforma de datos que se presenta en este trabajo.

a Centre d'Estudis Demogràfics.

here uses Shiny, an environment for the implementation of web applications based on R, for the creation of a “data-playground” that allows the general and specialized public to explore, visualize and download data referring this transformation. In particular those that reflect the composition of the population of each of the  $\pm$  8,000 of Spanish municipalities between 2000 and 2016 and the evolution of indicators of residential segregation and ethnic diversity.

**Key words:** R-Project; Shiny; Data Visualization; Population change; Residential Segregation; Population Diversity; Spain.

## INTRODUCCIÓN: MIGRACIÓN INTERNACIONAL Y CAMBIO DEMOGRÁFICO EN ESPAÑA AL INICIO DEL SIGLO XXI

Los primeros años del siglo XXI quedarán señalados en los anales de la historia migratoria de España como el breve periodo de tiempo durante el cual el país revirtió su secular carácter de país de emigración. Tan solo entre 2000 y 2007 la Estadística de Variaciones Residenciales registró la entrada de casi 5 millones de personas procedentes del exterior. El contingente de población extranjera residente en España creció de forma espectacular (de poco más de un 1,4 millones de personas al inicio del siglo a 6,1 millones 16 años más tarde), como obviamente también lo hizo la proporción que estos representan sobre el total de población (de 4 a 13.1% entre el año 2000 y 2016). Además de por su magnitud e intensidad, el boom inmigratorio español se caracterizó también por la creciente mundialización de los flujos, fruto de la creciente diversificación de los países emisores (Chacón-Rodríguez, 2002), como por la rápida difusión territorial de la población inmigrada desde las ciudades puertas de entrada (principalmente Madrid y Barcelona, pero también desde otras como Mallorca o Valencia), hacia el resto de municipios (Sabater *et al.*, 2012). Todo esto ocasionó una profunda transformación de la geografía humana en el conjunto de territorio. No cabe duda que España es, al día de hoy, un país muy distinto en términos demográficos del que entró en el nuevo milenio.

A lo largo de estos años la incorporación de la población inmigrada, como se ha señalado, estuvo mayormente marcada por su amplia difusión en el conjunto del territorio como por una creciente asimilación espacial a nivel municipal, aunque no por ello exenta de la aparición de espacios de alta concentración a escala inframunicipal (Sabater *et al.*, 2013; Galeano y Sabater, 2016). En este proceso han sido tanto

las características socio-demográficas de los integrantes de los distintos grupos de población extranjera, como sus diferentes estrategias de asentamiento residencial, las que han jugado un papel fundamental en la formación, caracterización, evolución y, en algunos casos, desaparición de los mismos. La creciente atención prestada desde la academia y otros ámbitos institucionales, organizativos y de gestión a las pautas de asentamiento de las poblaciones recientemente inmigradas, como a la naturaleza de los espacios residenciales en los que ésta se produce, responde a una preocupación legítima. Si bien la segregación residencial puede ser definida de manera general como el grado en que diversos grupos de población comparten o no un mismo espacio residencial (Massey and Denton, 1998), conviene recordar el doble carácter del fenómeno, tanto en términos de resultado de una determinada configuración de la sociedad (en la que la jerarquización social queda reflejada y plasmada territorialmente), como de proceso (ampliamente documentado dentro de las ciencias sociales) mediante el cual se reproducen las desigualdades existentes (Maloutas & Fujita, 2012). La separación y concentración espacial de un grupo de población puede deberse a una actuación deliberada del mismo, como es el caso de buena parte de la población oriunda de países del entorno europeo asentadas en diferentes municipios de la costa mediterránea, como también ser el resultado de una imposición estructural ligada a la condición de mayor precariedad y vulnerabilidad (laboral y residencial) de la población inmigrada.

Entre los años 2012 y 2013 el GEDEM (*Grup d'Estudis Demogràfics i de les Migracions*) realizó el proyecto I+D "Asentamiento de la población inmigrada, cambio demográfico y gestión municipal de la interculturalidad", liderado por el Dr. Andreu Domingo<sup>1</sup>. Uno de los objetivos principales de este proyecto consistió en poder dar cuenta de forma exhaustiva, para el total de secciones censales del conjunto de municipios de España, y desde una perspectiva demo-espacial, de la evolución del proceso de integración territorial de la inmigración internacional al inicio del siglo XXI. Este trabajo recoge parte de los resultados cuantitativos de ese proyecto, y persigue publicitar y favorecer la reutilización y revisión crítica de los mismos.

En lo que sigue, el presente trabajo ilustra nuevas posibilidades de análisis de grandes volúmenes de datos, como de visualización y dise-

---

1 Proyecto subvencionado por "La Fundació La Caixa" de Caixabank S.A., con el apoyo de la l'Associació Catalana d'Universitats Públiques (ACUP)

minación de resultados de la investigación, ligadas a la expansión de la programación asociada al creciente desarrollo e implementación de software libre y de código abierto, como es el caso de R. Estas nuevas posibilidades, lejos de ser meramente accesoria al proceso de investigación, contribuyen tanto a la capacidad de los científicos sociales de responder preguntas de investigación, como también a facilitar que los resultados obtenidos puedan alcanzar audiencias que excedan la esfera estrictamente académica, contribuir al diseño y revisión de políticas públicas, y facilitar la evaluación crítica de los resultados obtenidos en investigaciones financiadas con fondos públicos. En cuanto a la estructura formal del presente artículo, a continuación se explicita el objetivo del proyecto. Seguidamente se referencian los datos, métodos de análisis demo-espacial y software utilizado en su implementación. Finalmente se presentan los distintos componentes del *data-playground* seguidos de unas consideraciones finales a modo de conclusión.

## 1. OBJETIVO: TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO DEMO-ESPACIAL

La finalidad de este proyecto, en concordancia tanto con la filosofía del *Open Data* y el *Open Source* (OSI, 2007; OKI, 2016), como con las directivas y recomendaciones europeas (UE, 2013) referidas a la publicidad y reutilización de los datos del sector público, consiste en poner a disposición de los potenciales interesados (investigadores, periodistas, profesorado y público general) una plataforma (a la cual nos referiremos como “*data-playground*”) en la que explorar, visualizar y descargar tanto datos socio-demográficos como gráficos referidos a la composición de la población de los distintos municipios españoles entre 2000 y 2016, a la evolución de algunos de los más utilizados indicadores de segregación residencial y a la localización territorial, a escala municipal, de la diversidad poblacional resultante del boom inmigratorio que acompañó el inicio del siglo XXI en España. En consonancia además con la creciente demanda e importancia de la producción de investigación reproducible, se pone a disposición general el código mediante el cual se han elaborado los diferentes tipos de visualización de los datos demográficos que se presentan, como el conjunto del *data-playground*<sup>2</sup>.

---

2 El código de la plataforma puede consultarse y descargarse de GITHUB: [https://github.com/JuanGaleano/GEDEM\\_DATAPLAYGROUND](https://github.com/JuanGaleano/GEDEM_DATAPLAYGROUND)

## 2. DATOS, MÉTODOS Y SOFTWARE

### 2.1. Datos

Para la elaboración del material estadístico que da cuerpo al *data-playground* se utilizan microdatos de población entre 2000 y 2016 a nivel de sección censal provenientes del Padrón Continuo, registro administrativo de habitantes elaborado por los distintos municipios españoles y compilado, corregido y depurado por el Instituto Nacional de Estadística (INE). Entre las variables contenidas en este registro destacan el sexo, edad, nacionalidad y/o país de nacimiento de los habitantes de cada municipio. Para todos los cálculos realizados agrupamos la población según región de nacimiento, habida cuenta del gran número de nacionalizaciones que se produjeron durante esos años, la cuales recayeron mayormente sobre población originaria de Latinoamérica (Izquierdo et al., 2003):

- **Nacidos en España.**
- **Nacidos en Latinoamérica:** en esta categoría agrupamos la población nacidas en países del continente americano, incluidos aquellos nacidos en Estados Unidos y Canadá, quienes representan un exiguo 2% del total de este grupo.
- **Nacidos en Europa Occidental:** Partiendo de la clasificación de la División Estadística de las Naciones Unidas (2011), Europa Occidental incluye: Alemania, Andorra, Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Irlanda, Islandia, Italia, Liechtenstein, Luxemburgo, Malta, Mónaco, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, San Marino, Suecia, Suiza, Ciudad del Vaticano.
- **Nacidos en Europa Oriental:** Partiendo de la clasificación de la División Estadística de las Naciones Unidas (2011), Europa Oriental incluye: Albania, Bulgaria, Chipre, Hungría, Polonia, Rumanía, Ucrania, Letonia, Moldavia, Bielorrusia, Georgia, Estonia, Lituania, República Checa, República Eslovaca, Bosnia y Herzegovina, Croacia, Eslovenia, Armenia, Rusia, Serbia y Montenegro, Macedonia.
- **Nacidos en África.**
- **Nacidos en Asia.**

## 2.2. Métodos

Al diseñar y desarrollar el *data-playground* hemos incluido información a distintos niveles de abstracción, que revirtiera en la mayor utilidad, en términos de público potencial, del mismo. En primer lugar se presentan cuentas de la población residente en cada uno de los municipios de España entre 2000 y 2016 agrupada en las regiones de nacimiento que se acaban de detallar, como también el cálculo de la proporción que representa la población extranjera sobre el total, la composición (en términos absolutos y relativo) de la población extranjera, el ranking de principales grupos en función de su país de nacimiento y la estructura por sexo, edades simples y lugar de nacimiento de la población residente en la comunidad autónoma de referencia.

A fin de evaluar el proceso de asentamiento residencial de los grupos de población extranjera en su faceta territorial computamos dos de los índices de segregación residencial más comúnmente utilizados: el índice de disimilitud ( $D$ ) y el índice de aislamiento ( $P_{xx}$ ). A pesar de la existencia de un gran número de índices que capturan diferentes dimensiones de la segregación residencial (Massey and Denton 1988; Massey et al. 1996), utilizamos estos como forma de mantener una continuidad con trabajos previos y facilitar la comparación nacional e internacional, como por su sencilla formulación matemática y relativa facilidad de interpretación. Estos índices capturan el nivel y cambio a lo largo del tiempo de dos de las dimensiones de la segregación residencial: la igualdad y la exposición.

El índice de disimilitud mide el grado de desigualdad en la distribución espacial de cada uno de los grupos de población extranjera respecto de un grupo de referencia, en este caso los nacidos en España. Multiplicando el valor resultante por 100 puede interpretarse como el porcentaje de población del grupo de población extranjera que tendría que cambiar su lugar de residencia a fin de replicar la distribución espacial de la población nacida en España. Un valor de cero estaría reflejando una total asimilación espacial de la población extranjera bajo análisis y, en el extremo contrario, un valor de 100 indicaría la ausencia absoluta de espacios residenciales compartidos entre ese grupo de población extranjera y la población nacida en España. El índice de disimilitud puede formularse de la siguiente manera:

$$D = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left| \frac{x_i}{\bar{X}} - \frac{y_i}{\bar{Y}} \right| * 100$$

donde  $x_i$  es la población de tipo residente en el área  $i$ ;  $y_i$  es la población del tipo  $y$  residente en el área  $i$ ;  $X$  es la población total del tipo  $x$  residente a la entidad geográfica utilizada; e  $Y$  es la población total del tipo  $y$  residente en la entidad para el cual se calcula el índice. El resultado se presenta multiplicado por 100, para facilitar su interpretación (porcentaje de población que debería de cambiar de sección para replicar la distribución territorial de la población de referencia).

El índice de aislamiento, por su parte, mide el grado de potencial contacto entre miembros de un mismo grupo. La fórmula para el cálculo del índice de aislamiento es la siguiente:

$$P_{xx} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{X} * \frac{x_i}{t_i} * 100$$

donde  $x_i$  es la población de tipo  $x$  residente en el área  $i$ ;  $X$  es la población total del tipo  $x$  residente a la entidad geográfica utilizada; y  $t_i$  es la población total residente en el área  $i$ . El resultado se presenta multiplicado por 100, para facilitar su interpretación (la probabilidad que tiene un miembro del grupo  $x$  de encontrar otra persona de su mismo origen).

El asentamiento de la población extranjera en los distintos barrios y pueblos de España conllevó una profunda transformación de la geografía humana en el conjunto de territorio, la cual se expresa en un aumento de la diversidad de la población. Para cuantificar dicho aumento en cada uno de los municipios de España computamos el Índice de Diversidad de Simpson (IDS) (Simpson, 1949), el cual proviene del terreno de ecología y se utiliza para medir la biodiversidad, es decir, el número de especies presentes en relación con su abundancia relativa en un ecosistema (White, 1986). Se ha escogido este indicador por su sencilla formulación matemática, como por la estrecha correlación entre resultados obtenidos con otros más sofisticados. En nuestro caso, hemos computado el IDS sobre la base de los seis grupos de población en función de su región de nacimiento. Ello significa que el valor resultante puede oscilar entre 1 (únicamente un grupo presente) y 6 (todos los grupos están presentes y con el mismo número de efectivos). La fórmula utilizada para el cómputo del índice de diversidad es la siguiente:

$$IDS = \frac{1}{\sum_{i=1}^s P(i)^2}$$

donde  $s$  refiere el número total de casos posibles (seis agregados según región de nacimiento), y  $P(i)$  es el tamaño del agregado continental, expresado como proporción de cada grupo de población respecto el total en el área de estudio.

### 2.3. Software

Toda la preparación de los datos y el cálculo indicadores se ha realizado utilizando R (R Core Team, 2016), un lenguaje y entorno para el análisis estadístico y gráfico desarrollado, inicialmente, por Robert Gentleman y Ross Ihaka, miembros del departamento de Estadística de la Universidad de Auckland (Nueva Zelanda). Heredero del proyecto S, desarrollado en los laboratorios Bell por John Chambers, R es considerado por sus creadores una implementación del mismo. Distribuido como software libre, bajo Licencia Pública General de la Fundación de Software Libre de la GNU, permite a los usuarios la adición de nuevas funcionalidades al estar diseñado en relación a un verdadero lenguaje de programación; dichas nuevas funciones pueden ser agrupadas en librerías (*packages*) y puestas a disposición de la comunidad de usuarios. El lanzamiento del proyecto R ha significado una verdadera revolución tanto en el campo del análisis estadístico como en el de la geo-codificación y visualización de datos. Desde la aparición de su primera versión estable, el 29 de febrero del año 2000<sup>3</sup> el número de usuarios de R no ha dejado de crecer años tras año (Smith, 2013 y 2015), como también lo ha hecho el número de librerías asociadas (Muenchen, 2015 y 2016, de Vries, 2016).

El exponencial crecimiento de usuarios y funcionalidades, en un contexto en el que se entre mezcla la continua expansión del poder computacional de los ordenadores doméstico, la entrada en la madurez de las cohortes de los denominados nativos digitales (Prensky, 2001) y la proliferación del llamado Big Data, no ha tardado en dar pie a la aparición de plataformas “satélite”, orientadas a la creación de aplicaciones web basadas en el lenguaje y entorno de R, y en las que, por lo general, se libera al usuario de la necesidad (inicial) de conocer otros

---

3 R nace como tal a mediados del año 1997, pero es recién en el año 2000 cuando se lanza la versión 1.0, considerada lo suficientemente estable para la producción y el análisis estadístico.



lenguajes de programación como HTML, CSS o JavaScript. Este es el caso de “Shiny”, una librería de código abierto para la implementación de aplicaciones web desarrollada por RStudio.

En cuanto al software, además de los ya mencionados R y Shiny, utilizaremos las siguientes librerías:

- *dplyr* (Wickham y Francois, 2015): es una herramienta rápida y consistente para trabajar con conjuntos de datos (*dataframes*) como objetos, tanto desde la memoria del ordenador como fuera de ella.
- *highcharter* (Kunst, 2017): es un contenedor para la biblioteca Highcharts que incluye funciones de acceso directo para graficar objetos creados en R.
- *ggplot2* (Wickham, 2009): esta librería consiste en un conjunto de funciones mediante las que se crea una gramática para la producción de todo tipo de gráficos (de líneas, barras, dispersión, áreas, etc.).
- *ggmap* (Kahle D. y Wickham, H. 2014) *ggmap*: esta librería facilita la representación visual de datos espacial utilizando el entorno de *ggplot2*.
- *leaflet* (Cheng y Xie, 2016): permite a los usuarios la creación personalizada de mapas interactivos mediante la utilización de la librería JavaScript “*Leaflet*” y el paquete “*htmlwidgets*”.
- *shiny* (Chang *et al.*, 2016): un entorno para el desarrollo de aplicaciones web para R.
- *shinyapps* (Allaire, 2013): Interfaz de despliegue e implementación para aplicaciones *shiny*.

### 3. ESTRUCTURA DEL *DATA-PLAYGROUND* DEL GEDEM

El ingente volumen de datos utilizados ( $\pm 43,5$  millones de casos por año entre 2000 y 2016) utilizados en este proyecto ha requerido una estructura de análisis demo-espacial que precede el *data-playground*. Cabe señalar que dicha estructura de análisis, también desarrollada en R, permite la eficaz y rápida actualización del mismo, una vez que los datos necesarios son puestos a disposición por parte del Instituto Nacional de Estadística. Esta primera versión del *data-playground* ha sido desarrollada únicamente en inglés, por cuestiones relacionadas

tanto con el público potencial de la plataforma, como con la finitud de recursos de un proyecto de investigación. De aquí en adelante utilizamos imágenes extraídas principalmente del caso de Cataluña<sup>4</sup> para presentar cada uno de los apartados que componen la plataforma y sus funcionalidades.

### 3.1. Composición de la población: Estructura por sexo, edad y lugar de nacimiento de la población residente en la comunidad autónoma de referencia: Pirámide compuesta y dinámica 2000-2016

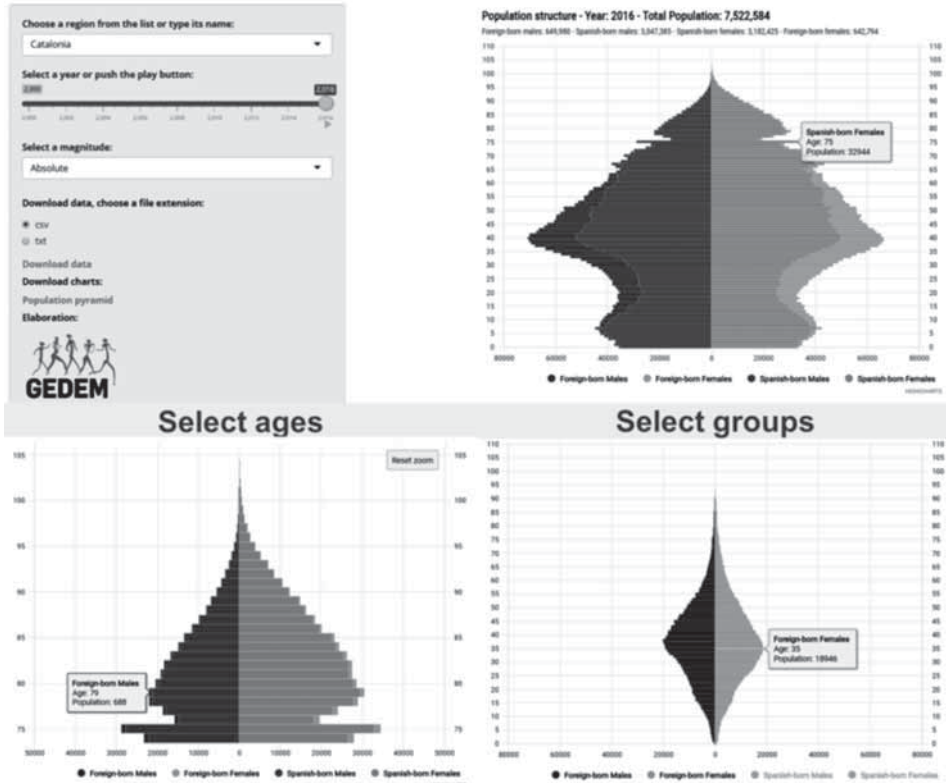
Las pirámides de población constituyen uno de los pilares de la visualización de datos dentro del campo de los estudios demográficos. En este primer apartado se presenta, en forma de pirámide compuesta y dinámica, la evolución de la población por sexo, edades simples y lugar de nacimiento (nacidos en España o nacidos en el extranjero) durante el período 2000-2016 en la comunidad autónoma seleccionada. Gracias a las propiedades que confiere la utilización de la librería *Highcharts* a esta visualización, el usuario puede explorar los valores (absolutos o relativos) de población en cada una de las edades simples que componen la pirámide, para cada sexo y lugar de nacimiento, como también filtrar los resultados que se visualizan en función del origen de la población, su edad o ambas características (Figura 1). En el título y subtítulo se agrega información accesoria referida al total de población y a los totales por sexo y lugar de nacimiento. Los usuarios además de definir el año, la comunidad autónoma de referencia y la presentación en términos absolutos o relativos de los datos que dan cuerpo a la visualización, pueden también optar por descargar tanto los datos asociados (en formato *\*csv* o *\*txt*), como una imagen de la pirámide en un archivo de extensión *\*png*. Si bien la incorporación de población extranjera ha tenido un impacto que, en el mejor de los casos puede ser clasificado de paliativo sobre el proceso de envejecimiento de la población en España, su contribución tanto sobre la fecundidad como sobre la natalidad ha sido notable (Devolder y Treviño, 2007, Castro Martin y Rosero-Bixbi, 2011).

---

4 Puede accederse al *data-playground* siguiendo esta url: [http://bandcades-ced.uab.es/population\\_change/](http://bandcades-ced.uab.es/population_change/)

FIGURA 1

Estructura por sexo, edad y lugar de nacimiento 2000-2016



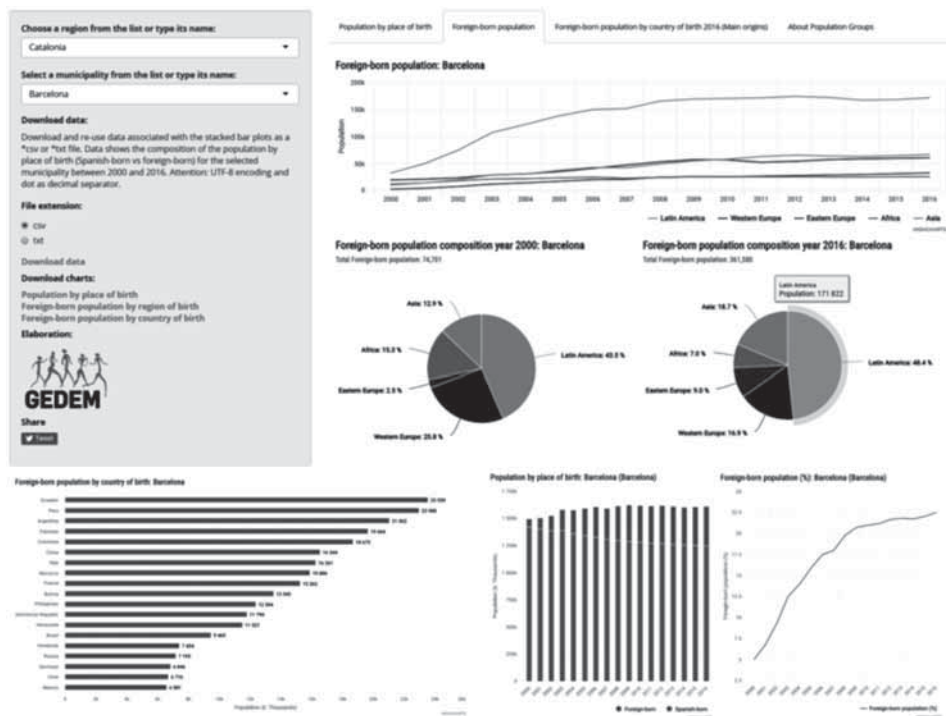
### 3.2. Composición de la población: nacidos en el extranjero 2000 y 2016 (grandes grupos) y ranking de las 20 primeras nacionalidades de la población nacida en el extranjero

Este apartado se compone de tres subcategorías. Bajo el rótulo *Population by place of birth* se presentan dos gráficos, uno de barras apiladas y el otro de línea en los que consultar la evolución en términos absolutos y relativos de la población según su lugar de nacimiento (España/Extranjero) residente en cada uno de los municipios que componen la comunidad autónoma de referencia entre 2000 y 2016; ambos gráficos pueden descargarse como una imagen. Bajo el rótulo *Foreign-born population* puede consultarse la composición del contingente de población

extranjera según su región de nacimiento para los años 2000 y 2016 en forma de gráfico de tarta, como la evolución a lo largo de ese período en un gráfico de líneas. Por último, también pueden conocerse los 20 grupos de población extranjera por país de nacimiento más numerosos residente en el municipio de referencia en el último año para el que disponemos de datos (bajo el rótulo *Foreign-born population by country of birth*), gráfico que también puede ser descargado como una imagen. Los datos de los que se nutre este apartado también pueden ser descargados por los usuarios. Pese a que la inmigración internacional también ha servido para contener el despoblamiento rural (Collantes et al., 2010), el asentamiento territorial de población extranjera es un fenómeno eminentemente urbano: el 70% del total de población extranjera residía, en 2016, en alguno de los 304 municipios de más de 25.000 habitantes.

FIGURA 2

Composición y evolución de la población por municipios 2000-2016

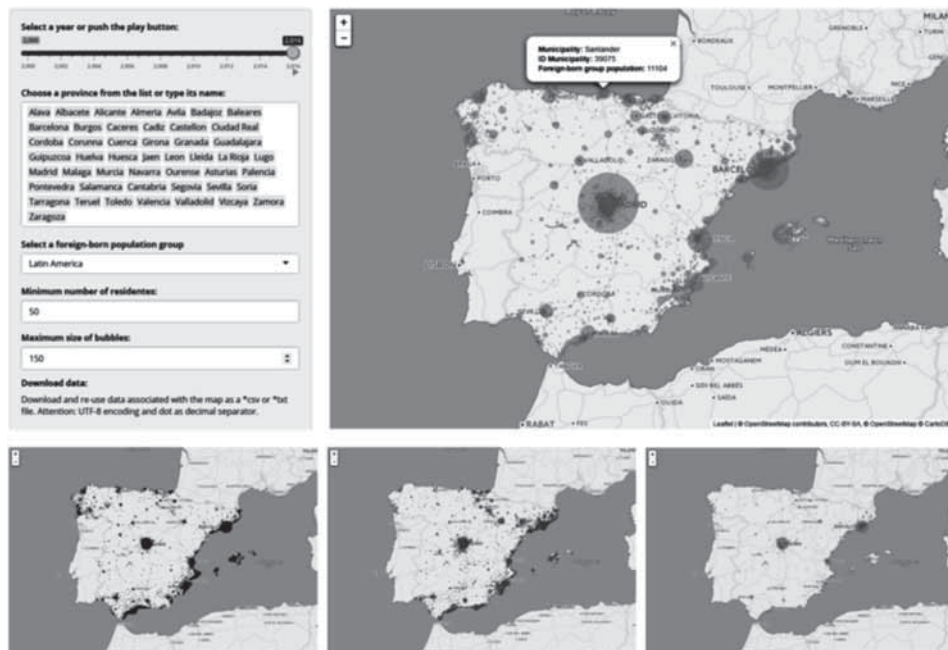


### 3.3. Composición de la población: Distribución espacial a nivel municipal de los distintos grupos de población extranjera, 2000-2016

A fin de visualizar la distribución espacial de los distintos grupos de población extranjera a nivel municipal nos valemos de los conocidos como mapas de bolas, implementándolos y dotándolos de interactividad gracias a la utilización de la librería *leaflet*. En este caso el usuario define el grupo de población extranjera de interés, el número mínimo de residentes por municipio del grupo seleccionado, el año, y la o las provincias de las que le interesa obtener la información (de las que se mostrarán todos los municipios que cumplan el requisito del mínimo de residentes). También dispone de la posibilidad de ajustar el tamaño de bolas, función que es de gran utilidad en caso de querer o necesitar aproximar un área determinada. Para elaborar la imagen que los usuarios pueden descargar, una vez ajustados todos los parámetros de selección, utilizamos la librería *ggmap*, siendo también posible descargar los datos asociados a la selección realizada. Como ya se señaló en la introducción, una de las características más salientes del boom inmigratorio español fue la rápida difusión de los territorios de todos los grupos de población extranjera (Sabater *et al.* 2012). Si en el año 2000 casi (19,8%) uno de cada 5 municipios de España no contabilizaban ni una sola persona nacida en el extranjero entre sus vecinos, 16 años más tarde, en 2016, dicho porcentaje se reduce al 6,2% (Galeano y Bayona, 2016), siendo todos estos municipios en los que no se vive ni una sola persona extranjera, municipios rurales, uniseccionales y, en la inmensa mayoría de los casos, con menos de 300 residentes. Puede afirmarse, por tanto, que el aumento de la diversidad poblacional ligada a la inmigración internacional es un fenómeno que abarca el conjunto del territorio, aunque con marcadas diferencias en función del grupo bajo análisis (Figura 3).

FIGURA 3

Distribución de la población extranjera por municipios 2000-2016



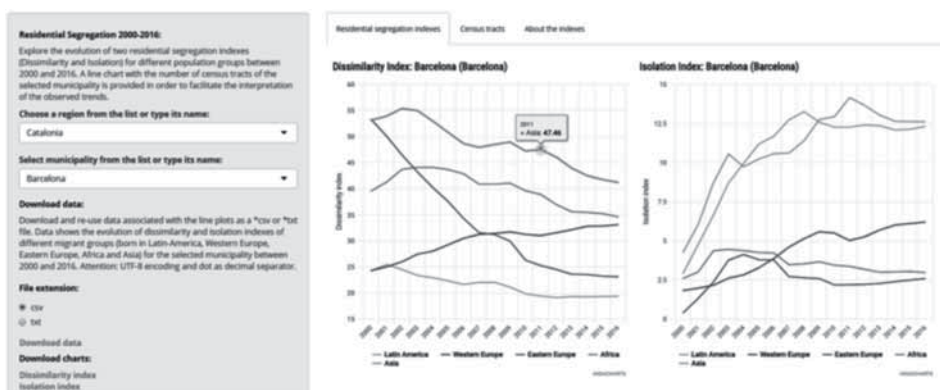
#### 4. INDICADORES DE SEGREGACIÓN RESIDENCIAL POR MUNICIPIO, 2000-2016

En este apartado se presentan los resultados del cómputo del índice de disimilitud y aislamiento para los distintos grupos de población extranjera residentes en cada municipio de España entre 2000 y 2016. Teniendo en cuenta que los valores resultantes de ambos índices son dependientes de la división en secciones censales del municipio para el que están siendo calculados, se presenta además un gráfico en el que puede consultarse la evolución en el número de secciones censales de cada municipio. Cabe señalar que aproximadamente un 70% de los municipios de España durante nuestro período de análisis estaban compuestos por una sola sección (municipios rurales), situación en la que, por la misma definición de los índices no puede producirse segregación cuando esta es medida tomando como unidad espacial las secciones censales. Este apartado se acompaña además de una breve explicación referente a la formulación de los índices y su interpretación

(*About the Indexes*). Como se ha señalado en otros trabajos en detalle (Galeano y Sabater, 2016; Sabater et al, 2013) los valores de disimilitud residencial en España son bajo y han tendido a decrecer a lo largo de estos años, lo que se traduce en una asimilación espacial creciente que se manifiesta en un incremento del número de espacios residenciales compartidos entre los distintos grupos de población extranjera y la población autóctona, con la notoria excepción que se produce en el caso de la población nacida en países de África residente municipios (de más de 25.000 personas) de la Comunidad de Madrid, Cataluña, la Comunidad Valenciana y Aragón, como de la población latinoamericana residentes en municipios de la Comunidad de Madrid (Madrid, Alcobendas, Parla, Leganés, Getafe y Alcorcón) y en municipios de las Islas Canarias (Las Palmas, Arona, San Cristóbal de la Laguna y Santa Lucía de Tirajana).

FIGURA 4

Segregación residencial por municipio 2000-2016

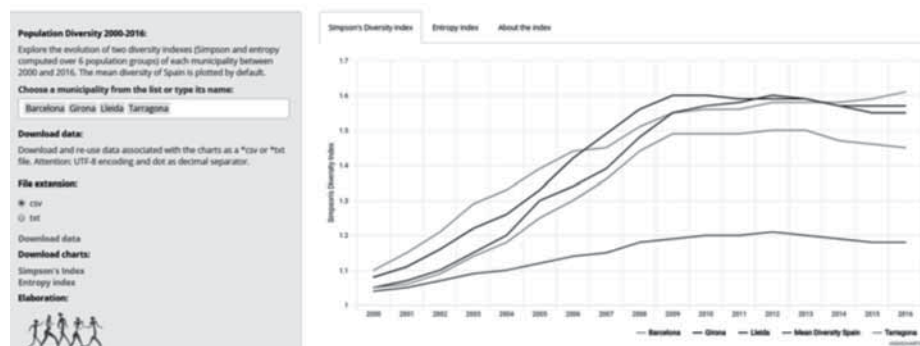


## 5. ÍNDICE DE DIVERSIDAD POR MUNICIPIOS, 2000-2016

La diversidad de población resulta tanto del número de grupos que conviven en una determinada área (municipios en este caso) como del peso relativo de cada uno de ellos sobre el total de población. En el caso en que la diversidad sea medida, como en este trabajo, estableciendo un número fijo de grupos (6) en el que se incluye a la población autóctona, entonces los valores resultantes son dependientes de la distribución relativa de cada grupo de población con una especial incidencia de

la proporción que representan las personas nacidas en España sobre el total. En este apartado puede consultarse la evolución del índice de diversidad de Simpson para cada municipio entre 2000 y 2016. Este apartado se acompaña además de una breve explicación referente a la formulación del índice y su interpretación (*About the Index*) El aumento de la diversidad poblacional es el efecto más inmediato de la incorporación de población extranjera. Si tomamos como referencia el conjunto de secciones censales ( $\pm 11.360$ ) que conforman los 509 municipios de las principales regiones metropolitanas en España (Madrid, Barcelona, Valencia, Málaga, Bilbao y Sevilla), en las que residen cuatro de cada diez personas nacidas en el extranjero, observamos un crecimiento constante de la diversidad poblacional, tendencia al alza para la cual la crisis económica también ha significado un punto de inflexión y ligero retroceso perceptible a partir del año 2009 (Galeano y Bayona, 2016).

**FIGURA 5**  
Índice de diversidad de Simpson por municipio 2000-2016



## 5.1. Comparación de municipios 2000-2016

Este apartado facilita la rápida comparación entre distintos municipios de la evolución de la población total, del total de población nacida en el extranjero, la proporción que estos representan sobre el total, la evolución del total de población de cada uno de los grupos de población extranjera y la evolución del índice de disimilitud para cada uno de ellos. En este caso el usuario puede descargar los datos y gráficos referidos a la evolución de cada uno de los tipos de población.



**Compare municipalities 2000-2016**  
 Compare the evolution of different population groups between municipalities.

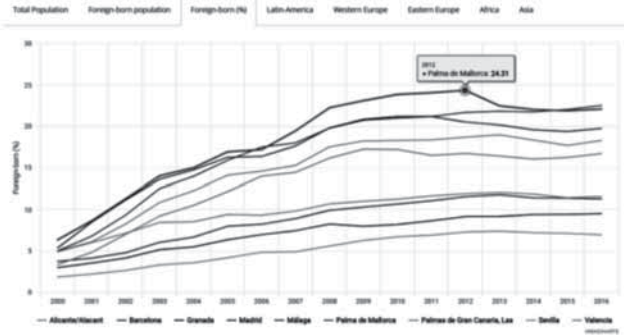
**Choose a municipality from the list or type its name:**  
 Barcelona Madrid Sevilla Valencia Málaga  
 Palma de Gran Canaria, Las Palmas de Mallorca, Granada  
 Alicante/Murcia

**Download data:**  
 Download and re-use data associated with the charts as a ".csv" or ".txt" file. Attention: UTF-8 encoding and dot as decimal separator.

**File extension:**  
 csv  
 txt

**Download data**

**Download charts:**  
 Total population  
 Foreign-born population  
 Foreign-born population (%)  
 Latin-America  
 Western Europe  
 Eastern Europe  
 Africa  
 Asia



## 5.2. Elaborando tu propia tabla y descarga de datos, 2000-2016

El último de los apartados del *data-playground* consiste en un generador de tablas de datos dinámico, que permite a los usuarios definir los municipios, años y variables (composición de la población por grupos, indicadores de segregación residencial y diversidad población y coordenadas del centrode municipal) de los que quieren solicitar

FIGURA 6  
 Tabla de datos por municipio 2000-2016

Catalonia

Presentation  Webin Chart  Population Pyramid  Population by municipality  Population by census facts  Location patterns (foreign-born groups)  
 Residential segregation indexes by municipality  Population diversity by municipality  **Build your own data table**  Change Autonomous Community

**Build and download your own table:**

**Choose one or more municipalities from the list or type its name:**  
 Barcelona, Baleares, Santa Coloma de Gramenet

**Choose one or more years from the list:**  
 2000 2005 2010 2015

**Columns in data-table to show:**

- ID
- PROVINCE
- MUNICIPALITY
- Census facts
- YEAR
- [Pop]Total
- [Pop]Latin America
- [Pop]Western Europe
- [Pop]Eastern Europe
- [Pop]Africa
- [Pop]Asia
- [Pop]Total Population
- [Pop]Total Foreign-born Population
- Percentage\_Foreign
- [Diversity]IndexLatin America
- [Diversity]IndexWestern Europe
- [Diversity]IndexEastern Europe
- [Diversity]IndexAfrica
- [Diversity]IndexAsia
- [Diversity]IndexTotal Europe

PROVINCE	MUNICIPALITY	Census facts	YEAR	[Pop]Total Population	[Pop]Total Foreign-born Population
Baleares	Baleares	107	2000	239144	1052
Baleares	Baleares	102	2005	1694970	74701
Baleares	Santa Coloma de Gramenet	99	2000	117127	3403
Baleares	Baleares	107	2005	239100	24922
Baleares	Baleares	143	2005	1565270	252688
Baleares	Santa Coloma de Gramenet	99	2005	119129	18909
Baleares	Baleares	149	2010	219896	33940
Baleares	Baleares	1061	2010	6119207	339628
Baleares	Santa Coloma de Gramenet	99	2010	1200000	27206
Baleares	Baleares	146	2015	253054	32170
Baleares	Baleares	1069	2015	1604005	163239
Baleares	Santa Coloma de Gramenet	99	2015	118950	26226

Showing 1 to 12 of 12 entries

GDDEM Data playground version 1.1  
 Last Update: 2016/07/16

una extracción. Una vez definidos los distintos parámetros requeridos la información resultante puede ser descargada como un fichero de extensión *\*txt* y/o *\*csv* y reutilizada sin restricciones, bajo la mínima exigencia de tan solo citar el proyecto<sup>5</sup>.

## CONSIDERACIONES FINALES

La puesta en marcha del proyecto R ha significado una verdadera revolución tanto en el campo del análisis estadístico, como en el de la geo-codificación, el análisis espacial y la visualización de datos. La aparición de programas “satélite” de código abierto, orientadas a la creación de aplicaciones web basadas en el lenguaje y entorno de R, ponen al alcance de usuarios no avezados en lenguajes de programación web la posibilidad de desarrollar plataformas orientadas tanto a la visualización de resultados obtenidos, como al análisis interactivo de datos. Dicho desarrollo corre en paralelo a la creciente demanda, por parte de organismos públicos y privados que financian distintos tipos de investigación, de transferencia del conocimiento generado, transparencia en los métodos y reproducibilidad de los análisis.

Si bien puede haber quien se mantenga escéptico frente a este tipo de emprendimientos, desde el GEDEM creemos que la visualización y la interactividad en la construcción de indicadores redundan en la comprensión del fenómeno concreto que se estudia, así como en la divulgación de la propia disciplina demográfica entre los posibles interesados. Parafraseando al Dr. Robert Grant (2013): *“Una vez que tenemos un tema de investigación que vale el esfuerzo y un mensaje que pide a gritos ser comunicado a un público más amplio que el estrictamente académico, ¿no es acaso nuestro deber intentar comunicarlo con la mayor eficacia posible?”*.

Este proyecto pone a disposición, de forma sistematizada, una ingente cantidad información relativa a la transformación demográfica acaecida en cada uno de los municipios de España como consecuencia del “boom” inmigratorio de comienzos del siglo XXI. Con ello cumple dos fines: En primer lugar publicitar y favorecer la revisión crítica y

---

5 Centre d'Estudis Demogràfics (2015), GEDEM Data-playground Version 1.1. Available at [http://banccdadesced.uab.es/population\\_change/](http://banccdadesced.uab.es/population_change/)

reutilización de una parte de los resultados obtenidos durante un proyecto de investigación. En segundo, acercar la demografía a públicos más amplios mediante la creación de un entorno de transferencia del conocimiento que facilite dicho acercamiento desde distintos niveles y con diversas finalidades. Entre estos destacamos, a parte del evidente uso académico, la potencial utilidad del *data-playground* para los gestores de migración de diferentes niveles administrativos, así como su utilidad como material didáctico para profesores y alumnos ciclos medios y superiores de enseñanza, para los cuales se han realizado exitosas pruebas piloto en el transcurso de la investigación<sup>6 7 8 9</sup>.

El código que da cuerpo a la plataforma se libera no sólo con la intención de facilitar la transferencia de cierto conocimiento técnico, sino más bien con el afán de dejar abierta la puerta a una posible extensión del proyecto, como a la reutilización (directa o indirecta) de los datos y del código que le dan cuerpo por parte de futuros emprendimientos relativos a la visualización, la geolocalización y el análisis de información demográfica.

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS ON-LINE

ALLAIRE, JJ. (2013): shinyapps: Deployment Interface for Shiny Applications\_. R package version 0.4.1.4.

CASTRO MARTÍN, T. y ROSERO-BIXBI, L. (2001): “Maternidades y fronteras: La fecundidad de las mujeres inmigrantes en España”, *Revista Internacional de Sociología (RIS)*, Monográfico, pp. 105-137.

CHACÓN-RODRÍGUEZ, L., (2002), “La Formación de la España Inmigrante: Mercado y Ciudadanía”, *Reis*, 97, 2, pp. 95-126.

---

6 Jornada de presentación para técnicos de migración en Cataluña realizada en 4 de Junio de 2013 en el *Espai Bonnemaison*, <https://www.slideshare.net/GEDEMCED/presentaci-canvi-demograficgestiomunicipaldeladiversitat>

7 Jornada de presentación para profesores y estudiantes de escuelas de Salt y Girona realizada el 5 de noviembre de 2013 en CaixaForum Girona, <https://www.slideshare.net/GEDEMCED/canvi-demogrific-a-salt-i-girona>

8 Jornada de presentación de resultados realizada el 4 de Junio de 2014 en la Dirección General de Inmigración, <https://www.slideshare.net/GEDEMCED/gesti-municipal-de-la-interculturalitat-discursos-y-prctiques-en-poca-de-crisi>

9 Jornada de presentación de los resultados finales del proyecto realizada el día 3 de Junio de 2015 en el *Palau Macaya*, <https://www.slideshare.net/GEDEMCED/sota-lombra-de-la-incertesagesti-i-recerca-de-la-interculturalitat>

- CHANG, W., CHENG, J., ALLAIRE, JJ, XIE, Y. y MCPHERSON, J. (2016): *shiny: Web Application Framework for R*. R package version 0.13.2. <https://CRAN.R-project.org/package=shiny>
- CHENG, J. y XIE, Y. (2016): *leaflet: Create Interactive Web Maps with the JavaScript 'Leaflet' Library*. R package version 1.0.1. <https://CRAN.R-project.org/package=leaflet>
- COLLANTES, F., PINILLA, V., SÁEZ, L. y SILVESTRE, J., (2010): “El impacto demográfico de la inmigración en la España rural despoblada”, <http://www.realinstitutoelcano.org/> (15 de Junio de 2015).
- DEVOLDER, D. y TREVIÑO, R. (2007): “Efectos de la inmigración extranjera sobre la evolución de la natalidad y fecundidad en España”, *Papers de Demografia*, 327, [http://www.unav.edu/matrimonioyfamilia/observatorio/top/abril08/Papers\\_321.pdf](http://www.unav.edu/matrimonioyfamilia/observatorio/top/abril08/Papers_321.pdf) (24 de Noviembre de 2015).
- DOMINGO, A. y SABATER, A. (2012): “Crisis económica y emigración: la perspectiva demográfica”. En AJA, E., ARANGO, J. y OLIVER ALONSO, J, (eds.), *Inmigración y crisis: entre la continuidad y el cambio*. Barcelona: CIDOB.
- GALEANO, J. y BAYONA I CARRASCO, J. (2016): “La diversidad en las metrópolis españolas”, en DOMINGO, A. (ed.), *Inmigración y Diversidad en España: Crisis Económica y Gestión Municipal*, Barcelona: Icaria Ed, pp. 49-74.
- GALEANO, J. y SABATER, A. (2016): “Inmigración Internacional y Cambio demográfico en el nuevo milenio”, en DOMINGO, A. (ed.), *Inmigración y Diversidad en España: Crisis Económica y Gestión Municipal*, Barcelona: Icaria Ed, pp.13-48..
- GRANT, R. (2013): “Graphics with a cause”, *Radical Statistics*, 109, pp. 38-50.
- IZQUIERDO, A., LÓPEZ DE LERA, D. y MARTÍNEZ-BUJÁN, R. (2003): “The favorites of the Twenty-First Century: Latin-American immigration in Spain”, *Studi Emigrazione*, 149, pp. 98-124.
- KAHLE D. y WICKHAM, H. (2014): ggmap: Spatial Visualization with ggplot2. *The R Journal*, 5(1), 144-161. URL <http://journal.r-project.org/archive/2013-1/kahle-wickham.pdf>
- KUNST, J. (2017). *highcharter: A Wrapper for the 'Highcharts' Library*. R package version 0.5.0. <https://CRAN.R-project.org/package=highcharter>
- MASSEY, D. S., y DENTON, N. A. (1988): “The Dimensions of Residential Segregation”, *Social Forces*, 67, 2, pp. 281-315.
- MASSEY, D. S., WHITE, M. J., y PHUA, V. C. (1996): “The Dimensions of Segregation Revisited”, *Sociological Methods and Research*, 25, 2, pp. 172-206.

- MALOUTAS, T. y FUJITA, K. (Eds.) (2012): *Residential Segregation in Comparative Perspective. Making Sense of Contextual Diversity*, City and Society Series, Ashgate, Farnham, Reino Unido.
- MUENCHEN, R. "The Popularity of Data Analysis Software", <http://r4stats.com/articles/popularity/> (24 de Nov. 2015).
- MUENCHEN, R. (19/04/2016): "R's Growth Continues to Accelerate", <http://www.r-bloggers.com/rs-growth-continues-to-accelerate/> (19 de Abril 2016).
- DE VRIES, A. (15/05/2016): "On the growth of CRAN packages", <http://www.r-bloggers.com/on-the-growth-of-cran-packages/> (11 de Mayo de 2016).
- OPEN SOURCE INITIATIVE (2007): *The open source definition*, California, Estados Unidos, <https://opensource.org/docs/osd>
- OPEN KNOWLEDGE INTERNATIONAL (2016): *The Open definition*, Cambridge, Reino Unido, <http://opendefinition.org/od/2.1/en/>
- R CORE TEAM (2016): *R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria, <https://www.R-project.org/>.
- PRENSKI, M. (2001): "Digital Natives, Digital Immigrants", en *On the Horizon*, MCB University Press, 9, 5, <http://marcprensky.com/> (24 de Noviembre de 2015).
- SABATER, A., BAYONA I CARRASCO, J., y DOMINGO, A. (2012): "Internal migration and residential patterns across Spain after unprecedented international migration", en FINNEY, N., y CATNEY, G. (eds.). *Minority internal migration in Europe*, Farnham: Ashgate, pp. 293-311.
- SABATER, A., Domingo, A. y GALEANO, J., (2013): "La Transformación de la Comunidades Mayoritarias y la Formación y Evolución de los Enclaves Étnicos en España", *Migraciones*, 34, pp. 11-44.
- SIMPSON, E. H. (1949): "Measurement of diversity", *Nature*, 163, pp. 688-688, <http://www.nature.com/nature/journal/v163/n4148/abs/163688a0.html> (24 de Noviembre de 2015).
- SMITH, D. (15/10/2013): R usage skyrocketing: Rexer poll, <http://blog.revolutionanalytics.com/2013/10/r-usage-skyrocketing-rexer-poll.html> (24 de Noviembre de 2015).
- SMITH, D. (16/11/2015): New surveys show continued popularity of R, <http://blog.revolutionanalytics.com/2015/11/new-surveys-show-continued-popularity-of-r.html> (24 de Noviembre de 2015).
- UNION Europea (2013): Directiva 2013/37/ue del parlamento europeo y del consejo de 26 de junio de 2013 por la que se modifica la Directiva 2003/98/CE relativa a la reutilización de la información del

sector público. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 27 de junio de 2013.

WHITE, M. J. (1986): "Segregation and Diversity Measures in Population Distribution", *Population Index*, 52, 2, pp. 198-22.

WICKHAM, H. (2009): *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*, New York: Springer-Verlag.

WICKHAM, H. y FRANCOIS, R. (2015): *dplyr: A Grammar of Data Manipulation*. R package version 0.4.3. <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>