
Nuevas herramientas para medir la segregación residencial multiescala

Juan Pablo Labat

Manuel Hernández-Banadik

Nº03/25

2025

Universidad de la República.

Facultad de Ciencias Económicas y de Administración,

Instituto de Estadística (IESTA)

Montevideo, Uruguay.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución - No-Comercial - CompartirIgual 4.0 Internacional.

Forma de citación sugerida para este documento:

Labat Juan Pablo, Hernández-Banadik Manuel, (2025). *Nuevas herramientas para medir la segregación residencial multiescala* (Serie Documentos de Trabajo; Nº03/25).

Montevideo: Universidad de la República. Facultad de Ciencias Económicas y de Administración, Instituto de Estadística.

<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/10518>

Nuevas herramientas para medir la segregación residencial multiescala

Juan Pablo Labat¹; Manuel Hernández-Banadik²

Instituto de Estadística

Facultad de Ciencias Económicas y de Administración

Universidad de la República

Resumen

Este trabajo presenta un instrumento para la medición de la segregación residencial desarrollado en **R** recogiendo la propuesta metodológica de Reardon y O'Sullivan (2004) e incorporando técnicas para comparar la segregación en su evolución a lo largo del tiempo o entre distintas unidades. Para ello, levanta la restricción de la escala proponiendo un método multiescala flexible que pasa a ser una variable a elegir por el investigador. El instrumento desarrollado en **R** como el paquete **socialseg** (Hernández-Banadik y Labat, 2025), permite además la visualización del proceso de medición y una novedosa forma de relacionar la dimensión local y global del fenómeno para macro y micro segregación.

Palabras clave: índice de Theil, macro segregación, micro segregación, multi escala segregación.

CÓDIGOS JEL: C31, C38, R23.

Clasificación MSC2010: 62P25, 62M30, 62-04.

¹Facultad de Ciencias Sociales; *email:* juanpablolabat@gmail.com,

²Instituto de Estadística; *email:* manuel.hernandez@fcea.edu.uy, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9046-6423>

ABSTRACT

This paper presents an instrument for measuring residential segregation developed in **R**, based on the methodological proposal of [Reardon y O’Sullivan \(2004\)](#) and incorporating techniques to compare segregation over time or across different units. To achieve this, it lifts the scale restriction by proposing a flexible multiscale method that becomes a variable to be chosen by the researcher. The instrument, developed in **R** as the **socialseg** package ([Hernández-Banadik y Labat, 2025](#)), also enables the visualization of the measurement process and introduces a novel way to relate the local and global dimensions of the phenomenon for macro and micro segregation.

Key words: macro-segregation, micro-segregation, multi-scale segregation, Theil index.

JEL CODES: C31, C38, R23.

Mathematics Subject Classification MSC2010: 62P25, 62M30, 62-04.

1. Introducción

Este documento presenta una propuesta metodológica de medición de la segregación residencial que busca superar algunas restricciones históricas existentes en este campo, en línea con algunos trabajos más o menos recientes ([Hong *et al.*, 2014](#)). Por tal motivo el esfuerzo principal se centra en el trabajo con datos, en este caso censales, e instrumentos, más que en una conceptualización teórica exhaustiva del fenómeno, o el estado del arte en la materia.

Para atender esto último se toman definiciones consensuadas sobre la definición del fenómeno y se revisan aspectos técnicos referidos al proceso de medición, así como las limitaciones que la literatura señala sobre ellos, su relación con los datos disponibles y con los objetivos de investigación más comunes. Dichos objetivos son medir, describir y a veces comparar, ciertas características de fenómenos sociales relacionados a las estructuras de datos espacialmente situados.

Puede decirse que la segregación, en un sentido el sociológico, puede significar ausencia de interacción entre grupos sociales y en un sentido geográfico, implica una distribución desigual de los grupos sociales en el espacio físico ([White, 1983](#)).

Existen en la literatura algunas discusiones sobre la cuantificación de la segregación residencial [Martori *et al.* \(2006\)](#), sobre qué instrumentos son útiles para dar cuenta de ella [Massey y Denton \(1988\)](#); [Reardon y Firebaugh \(2002\)](#) y sobre las consecuencias y causas de la misma, ([Sabatini *et al.*, 2001](#); [Molinatti, 2014](#)) Existe también un consenso fuerte sobre la limitación informacional para profundizar sobre el conocimiento de la estructura socioterritorial y por tanto existe debilidad para plantear hipótesis o fundamentar conclusiones. [Linares \(2013\)](#)

Dentro de los principales problemas en la medición de la segregación se encuentran

1. dicha restricción de información, que dificulta la ubicación precisa de los atributos en el espacio
2. la definición de escalas de medición provenientes de las formas en que se publican los datos por parte de las oficinas de estadísticas, [Reardon y O'Sullivan \(2004\)](#)
3. la capacidad de representar estructuras socioterritoriales de datos por parte de los instrumentos de medición (en general índices globales sintéticos) [Wong \(2003\)](#)

La restricción de la información para definir la ubicación precisa de los atributos en territorio es un problema insalvable dada la necesaria protección de datos personales, y la limitación en la definición de escalas de medición es tributaria de la organización del trabajo estadístico de registros y su presentación, por lo que difícilmente guarde alguna adecuación a la expresión territorial de problemas sociales, complejos y cambiantes, como sería deseable para la investigación científica o el diseño de políticas. [Lee et al. \(2008\)](#)

Por otra parte las limitaciones en la capacidad de representar estructuras sociales de los índices de medición es un tópico clásico de la literatura, donde se han documentado importantes aportes que agregan criterios analíticos y potentes sistematizaciones de los esfuerzos de décadas de estudio de muchos investigadores, pero sin llegar a un consenso fuerte sobre la existencia de instrumentos superadores de las limitaciones principales. [Massey y Denton \(1988\)](#), [Reardon y Firebaugh \(2002\)](#), [James y Taeuber \(1985\)](#)

Dentro de las principales limitaciones sistematizadas se encuentra la incapacidad de dar cuenta a través de un único índice numérico, de un conjunto no menor de dimensiones de interés, entre las cuales la bidimensionalidad espacial del problema alcanza como ejemplo para ilustrar dicha restricción, pero a lo que se agregan problemas de comportamiento de los instrumentos en relación a propiedades deseables de los mismos. [Wong \(2003\)](#), [Reardon y Firebaugh \(2002\)](#)

Estos tópicos centrales en la problemática metodológica no podrán ser abordados en detalle en este trabajo por su enorme extensión y complejidad y el esfuerzo se centrará en realizar una propuesta instrumental de análisis que a nuestro entender recoge las inquietudes de los más avanzados desarrollos en la materia, siguiendo la producción académica de Sean F. Reardon y David O'Sullivan, difundida ampliamente a partir de su trabajo titulado "Measures of Spatial Segregation" [Reardon y O'Sullivan \(2004\)](#), pero que abarca a muchos otros autores y trabajos anteriores y posteriores. [Lee et al. \(2008\)](#), [Hong et al. \(2014\)](#), [Kramer et al. \(2010a\)](#)

El aporte de este documento consiste en desarrollar una propuesta de medición de la segregación basada en una innovación reciente desarrollada en R, integrada en un paquete llamado "socialseg", que replica una función de un paquete publicado por [Hong y Sadahiro \(2014\)](#), agregando otros productos a nivel de estimación y de visualización que permiten integrar en el análisis la dimensión local y global de fenómeno y comparar situaciones en forma sincrónica o diacrónica, lo que constituye una novedad en esta área de estudio.

2. La propuesta de medición

2.1. Antecedentes

El primer antecedente de este trabajo lo constituye el paquete “seg” ([Hong *et al.*, 2014](#)) que se instrumenta a través de 4 funciones de estimación y 23 funciones auxiliares, dentro de esas 4 se encuentra la función “spseg”, que ofrece un menú de estimaciones de índices espaciales coincidente con la propuesta de [Reardon y O’Sullivan \(2004\)](#) El paquete socialseg replica las estimaciones de la función spseg a partir de un nuevo código organizado de forma más simple y con la funcionalidad de guardar en formatos reutilizables desde un SIG, un conjunto de productos intermedios, además de ofrecer salidas gráficas de los mismos.

El segundo antecedente para esta propuesta también proviene del trabajo de [Hong *et al.* \(2014\)](#), así como de [Kramer *et al.* \(2010b\)](#) en el que se implementan un conjunto de herramientas analíticas para medir y comparar la segregación que el paquete socialseg incorpora como funcionalidad de cálculo y de ilustración.

Un tercer elemento que incorpora el paquete y constituye una innovación sin antecedentes es la construcción de mapas de aportes puntuales a la segregación de la versión espacial del índice de Theil, que ilustran la forma en que los componentes locales aportan al resultados global, integrando características de los índices denominados LISA por su sigla en inglés, utilizados para detectar autocorrelación espacial, que junto al resto de las herramientas hacen al proceso de medición más preciso y representable.

2.2. ¿Cómo funciona la función spseg del paquete seg de R?

La función “spseg” requiere un objeto espacial como entrada el cual se obtiene a partir de algunas de las funciones de R para levantar archivos de extensión .gpkg o .shp, y está programada por tomar ciertos valores por defecto si el usuario resuelve no utilizar todos los parámetros.

Dentro de las opciones de tratamiento de los datos se puede elegir:

1. El no tratamiento (opción none) donde la función hará una estimación convencional (aespatial) ubicando a la población en los centroides de las unidades organizativas del mapa,

2. el suavizado igualador (opción equal) que definirá una densidad homogénea dentro de cada unidad organizativa original y
3. un primer suavizado a través de una función de densidad (opción kernel) que habilita, según un parámetro sigma, el mezclado de la población, que se interpreta como un suavizado de las unidades organizativas ahora transformadas en puntos de una grilla
4. un segundo suavizado, a través de otra forma funcional decreciente con la distancia que funciona con cualquiera de las anteriores opciones al dejar operativo un parámetro “maxdist”, que define el grado de interacción de todos los puntos de la superficie a menos de una distancia

3. ¿Cómo funciona el paquete socialseg de R?

Dicho paquete presenta una ampliación de las capacidades de la función “spseg”, con una forma distinta de suavizado que habilita un menú similar, pero a partir de funciones totalmente independientes. Dichas funciones se ejecutan en forma consecutiva, simplificando el uso de parámetros de la función “spseg” y generando productos intermedios, como gráficos y mapas en formato .gpkg.³

La mejora del desempeño gráfico, habilita representaciones que permiten integrar la observación visual de lo local y los resultados globales para una mejor comprensión e interpretación de los resultados. Un producto a destacar es la integración de líneas de representación de percentiles de las variables que se grafican, que agrega un carácter más analítico a la observación visual y mejoran la comparabilidad entre mapas de atributos.

El paquete “socialseg” presenta un conjunto de funciones principales que son: “distribute”, “smoothgrid”, “enviroment”, “seg_profile”, las cuales producen objetos graficables para observar los procesos

³Como dicen Hong et al (2014), una de las ventajas de la programación en código abierto como R, es que se puede seguir detalladamente el proceso a los efectos de atender problemas o generan innovaciones, una de ellas, sugerida por los autores es sobre el proceso de suavización, donde manifiestan la gran disponibilidad de técnicas para realizar dicho proceso en R y la posibilidad de integración ex post al proceso de estimación.

4. Qué hace cada función del paquete “segsocial”

La función "distributer rompe los límites administrativos del mapa original a partir de asignar los atributos ubicados en las unidades originales a una grilla regular definida por el usuario, que se expresa en metros, a los efectos de tener una dimensión clara de sentido social de la acción. De esta forma una grilla de $lx = 50$ es un cuadrado de 50 metros por 50 metros y el valor del atributo en el punto de la grilla se define a partir de la pertenencia del mismo a alguna unidad organizativa original.

La función distribuye los atributos de cada unidad organizativa en forma homogénea entre todos los puntos de la grilla que caen dentro de la unidad. Esto de por sí produce un suavizado leve respecto a la representación original, que sitúa todos los atributos en el centroide de la misma, pero no define ninguna influencia entre unidades dado que no implica ninguna clase de mezcla de atributos provenientes de distintas unidades como hará un suavizado con un valor de sigma adecuado, o los entornos de la función “enviroments”.

La función "smoothgrid" suaviza la grilla construida por la función "distributez reparte los atributos antes asignados a los puntos de la grilla según una función decreciente con la distancia cuya forma funcional es un núcleo truncado y está pensada para suavizar discontinuidades, eventualmente producidas por las divisiones administrativas de las unidades originales. ⁴

Aplicar esta forma funcional produce superposiciones de densidades en cada punto de la grilla —resultado de la convolución entre la distribución original y el kernel—, con aportes del propio punto y de otros a menos de σ . El suavizado resultante aumenta con σ .

Es importante observar que la asignación en cualquiera de los dos métodos de distribuir o suavizar implica que los puntos de la grilla se inscriban necesariamente en alguna unidad administrativa original. (a menos que cayeran fuera del borde o en un agujero del mapa), y su valor será el de los atributos en esa unidad, que se repartirán entre todos los puntos que caigan en ella.

Si la grilla es elegida de tamaño muy grande, o sea de un orden de magnitud semejante o mayor al promedio de las unidades originales, se corre riesgo que exista cierta pérdida de información dado que habrá unidades originales en las que no caiga ningún punto de

⁴En el caso de la función "smoothgrid.es un núcleo “quartic” que trunca la distribución en el valor σ siendo cero más allá de esos valor

la grilla y por tanto sus valores se pierdan. Se observa que de ser inferior el tamaño de la grilla en relación al área promedio (o modal) de las unidades originales, esta probabilidad cae significativamente.

En el caso del paquete "socialseg", la situación de pérdida de información por existencia de polígonos del mapa original dentro de los cuales no cae ningún centro de grilla está contemplada en las funciones de distribución y suavización, asignándose en esos casos el punto de la grilla de menor distancia al centroide del polígono de referencia como forma de recoger los atributos del polígono.

La función "enviroments" por su parte, define entornos alrededor de los puntos que presentan una composición social no necesariamente coincidente con la asignada al punto. Esta construcción permite sustituir la composición social del punto por la de un entorno de radio γ definiendo de esta forma la influencia social y la escala.

Esta transformación, desarrollada en el enfoque de Reardon y O'Sullivan, con el nombre de entornos egocéntricos, tiene importantes consecuencias prácticas dado que se cambia la composición del punto por la de su entorno, y de ello se deriva la posibilidad de que exista una estimación variable de H , que pasa a ser $\tilde{H}$, lo cual constituye la innovación principal de esta metodología.

La estimación de $\tilde{H}$ varía, en forma decreciente con el aumento de γ llegando incluso en algunos casos a ser negativa para valores altos de esta y definiéndose así la idea de hiperintegración [Reardon y O'Sullivan \(2004\)](#) (Reardon y O'Sullivan 2004). Ello implica la existencia de una composición más diversa en los entornos contruidos a una cierta escala que en el universo total de la población.

La expresión de los parámetros lx , σ , γ en metros es muy útil en la interpretación de los resultados dado que el investigador mantiene con facilidad una reflexión sobre el sentido social de las dimensiones del espacio

En suma, el potente herramental que pone en juego el paquete "seg" en la función "spseg", como señalan [Hong et al. \(2014\)](#), habilita a ejecutar, no sin un conocimiento significativo de R, algunas rutinas de funciones por separado, y esencialmente eso hace el paquete "socialseg", separando explícitamente esas subrutinas, con un nuevo código, en funciones totalmente independientes.

Esas funciones independientes separan nítidamente lo que es el trabajo de modelado de la influencia en un mapa convertido en una superficie continua, de la estimación del

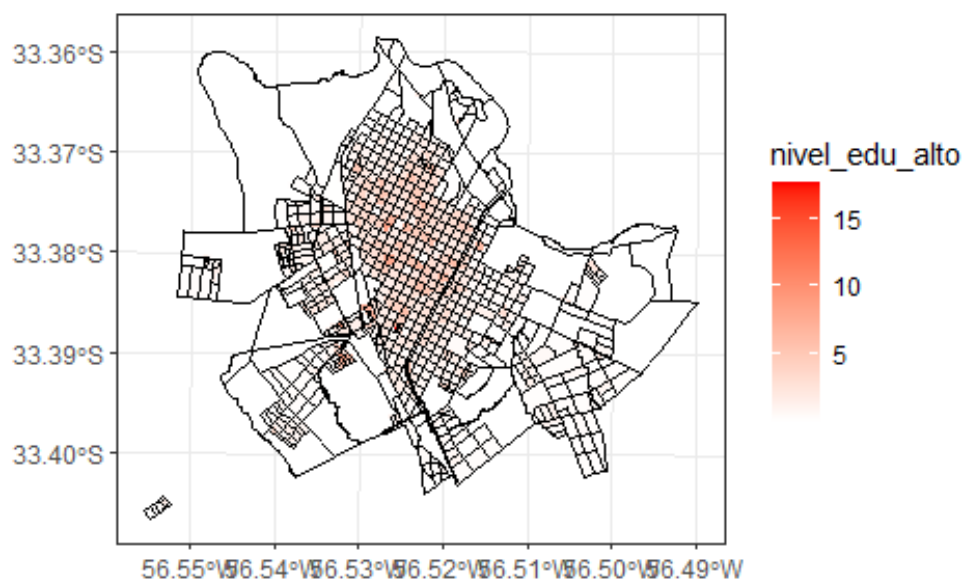


Figura 1: Mapa distribuido con grilla de 50 metros

índice $\tilde{H}$, permitiendo entre otras cosas visualizar los productos intermedios. ⁽⁵⁾

El paquete “socialseg” permite también ir gradualizando el suavizado de la superficie y observando visualmente el resultado mientras se estima para cada momento el valor de $\tilde{H}$. A ello se agrega además una línea de percentil por variable que permite mejorar esa visualización para observar la influencia local en las estimaciones de las zonas con mayor peso de los atributos de interés.

A continuación, se muestran ejemplos gráficos que corresponden a una variable llamada “nivel educativo alto” para una ciudad pequeña de Uruguay cuya población fue simulada a partir del orden espacial original conservando la estructura relativa de los datos y visualizada a través de la función `socialseg:::plot.gridmap`

Obsérvese como a medida que se procesa la superficialización (transformación en superficie) el rango de variación de los atributos va achicándose mostrando el proceso de suavizado. ⁽⁶⁾ ⁽⁷⁾

⁵Dicha separación organiza la estimación espacial de índices como un pasaje a superficie más una estimación aespacial clásica, donde el proceso de espacialización queda definido por la superficialización realizada.

⁶El simple hecho de pasar a una grilla regular de 50 metros ya suaviza dado que las unidades dividirán los valores que toman en aproximadamente cuatro, simplemente porque el tamaño de la grilla es aproximadamente la cuarta parte del área de las unidades modales, luego algunas celdas de la grilla que se solapan en parte con varias unidades pasan a tomar el valor asignado por aquella unidad en la que cae su centro, produciéndose ocasionalmente una pequeña mezcla en los bordes de las unidades originales.

⁷Obsérvese que los percentiles utilizados son muy grandes, pero ello es porque existe una gran cantidad de valores muy cercanos a cero en la superficie dado que las manchas urbanas presentan grandes zonas vacías que convertidas en celdas de 50 por 50 metros son miles de unidades con valores infinitesimales,

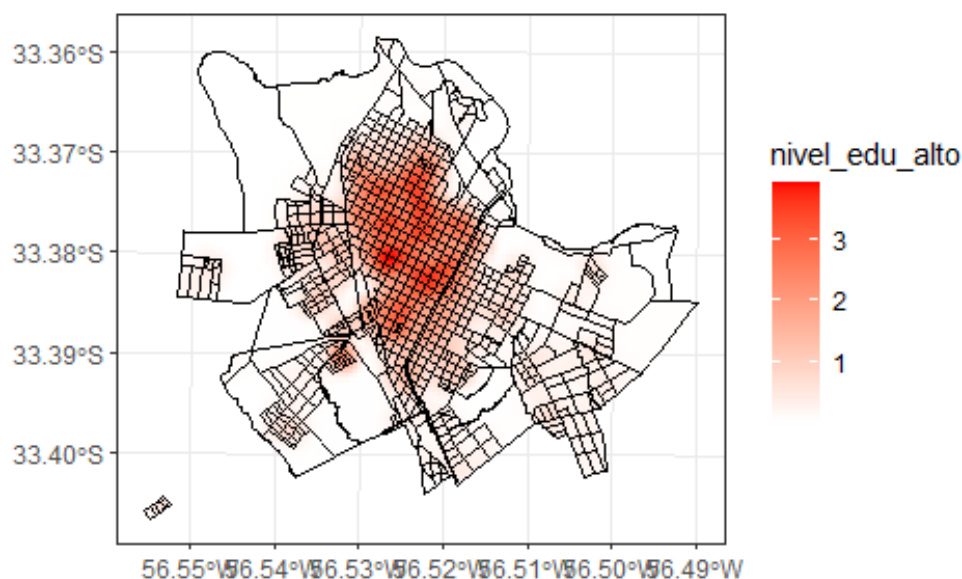


Figura 2: Mapa con grilla de 50 metros y suavizado de 200 metros

Este producto intermedio constituido por esas superficies, disponibles en un formato amigable, no sólo habilita la visualización a través de la función interna “plot.grid”, también habilita el tratamiento en forma independiente del paquete “socialseg”, de los mapas originales transformados en superficies continuas, lo cual implica una apertura a estimaciones espaciales de otros índices no incluidos en el paquete. ⁽⁸⁾

En resumen: el proceso de superficialización implica el pasaje de una unidad organizativa arbitraria, de tamaño variable, como son las zonas y segmentos censales, a una grilla regular de tamaño definido por el problema de estudio, lo cual abre la posibilidad de definir la escala de análisis como un parámetro variable sustantivo [Reardon y O’Sullivan \(2004\)](#) (Reardon y O’Sullivan 2004)

Este modelado de datos en el espacio abre un camino muy interesante para el estudio de la segregación, en parte ya utilizado en el paradigma clásico en el caso del espacio [Wong \(2003\)](#), [Morrill \(1991\)](#), [Morrill \(1995\)](#) pero con la restricción de no poder elegir la escala para la estimación de los índices.

ello reduce la variabilidad real a más o menos el último quintil de la variable, en el caso que se ilustra, pero igual permite una clara diferenciación dentro de esos valores

⁸La función interna “save_gpkg” genera archivos de esa extensión, con los que el usuario estimar decenas de índices presentes en la literatura y disponibles en soluciones como OasisR, o trabajar en SIGs.

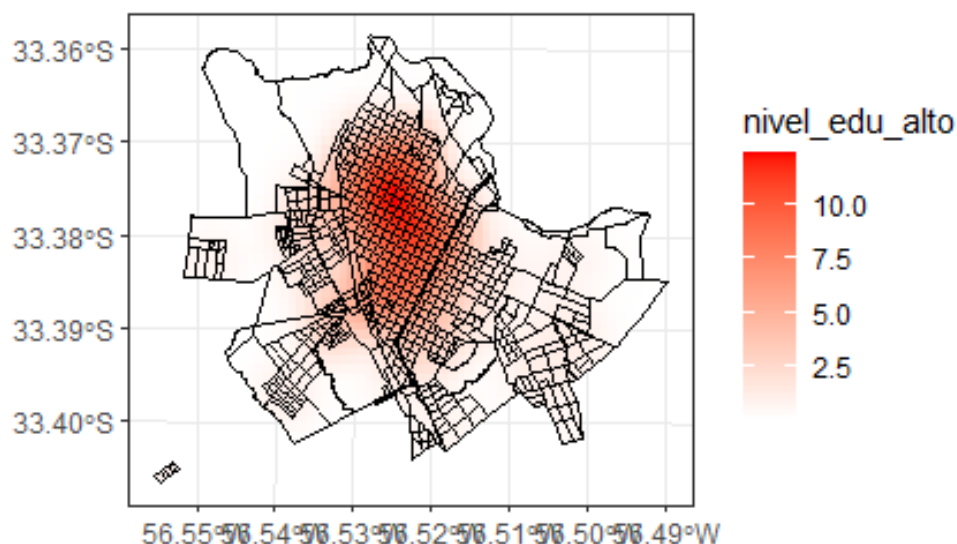


Figura 3: Mapa de entornos a partir del suavizado con $\gamma = 500$ metros

5. Calibración del instrumento de estimación

Como señalan [Reardon y O'Sullivan \(2004\)](#) (Reardon y O'Sullivan 2004) las estimaciones espaciales son un caso particular de las espaciales, dado que no incorporan relaciones entre población de unidades organizativas y solamente las incorporan si son al interior de las mismas.

Una vez definida esta relación entre el paradigma clásico y el nuevo paradigma debemos probar que las estimaciones dentro del paradigma nuevo si se les imponen las restricciones observadas por los autores deberían ser iguales a las del paradigma clásico. ⁽⁹⁾

El siguiente cuadro muestra estimaciones bajo el paradigma clásico usando una parametrización adecuada para las funciones “distribute”, “smoothgrid”, “environments” y “estimate_index” del paquete “socialseg”. ⁽¹⁰⁾

Se definen las variables de nivel educativo alto y bajo para varias ciudades capitales de departamentos de Uruguay y se estima el índice $\tilde{H}$ haciendo variar los distintos parámetros

El valor de la estimación de $\tilde{H}$ cae monótonamente cuando se va agrandando el tamaño del parámetro σ de suavizado y cuando se agranda el parámetro γ de los entornos.

La razón en ambos casos es que al crecer el tamaño del suavizado o de los entornos, son

⁹Más adelante también se presentan comparaciones de estimaciones realizadas a través de “segsocial” y de otros softwares especializados en dichas estimaciones para validar el instrumentos

¹⁰El paradigma clásico implica usar valores muy pequeños para que no sean operativos los parámetros lx , σ , γ , y equivale a estimar directamente sin aplicar ninguna función antes.

Sensibilidad a la grilla					
localidad	estimacion_clasica	coef_distribuido_lx40	coef_distribuido_lx100	coef_distribuido_lx200	coef_distribuido_lx300
San Carlos	0.225	0.225	0.224	0.172	0.144
Bella Unión	0.306	0.306	0.301	0.225	0.175
Canelones	0.206	0.206	0.203	0.146	0.116
Progreso	0.240	0.240	0.230	0.171	0.128
Carmelo	0.232	0.232	0.228	0.173	0.148
Nueva Palmira	0.263	0.263	0.251	0.182	0.144
Sarandí del Yí	0.333	0.333	0.326	0.257	0.203
Trinidad	0.293	0.293	0.285	0.199	0.168
Sarandí Grande	0.248	0.248	0.244	0.184	0.141
Minas	0.238	0.238	0.228	0.187	0.160

Figura 4: Evolución de H al varira la grilla

Sensibilidad al suavizado					
localidad	estimacion_clasica	coef_suavizado_sigma40	coef_suavizado_sigma100	coef_suavizado_sigma200	coef_suavizado_sigma300
San Carlos	0.225	0.225	0.167	0.140	0.121
Bella Unión	0.306	0.306	0.214	0.172	0.145
Canelones	0.206	0.206	0.144	0.114	0.092
Progreso	0.240	0.239	0.151	0.115	0.097
Carmelo	0.232	0.231	0.172	0.143	0.121
Nueva Palmira	0.263	0.263	0.174	0.131	0.105
Sarandí del Yí	0.333	0.332	0.234	0.182	0.145
Trinidad	0.293	0.293	0.196	0.153	0.126
Sarandí Grande	0.248	0.247	0.167	0.122	0.091
Minas	0.238	0.238	0.181	0.155	0.136

Figura 5: Evolución de H al variar sigma

Sensibilidad a los entornos					
localidad	estimacion_clasica	coef_entorno_gamma100	coef_entorno_gamma200	coef_entorno_gamma300	coef_entorno_gamma500
San Carlos	0.225	0.220	0.145	0.121	0.079
Bella Unión	0.306	0.299	0.182	0.151	0.098
Canelones	0.206	0.202	0.118	0.093	0.040
Progreso	0.240	0.221	0.132	0.112	0.080
Carmelo	0.232	0.227	0.145	0.115	0.065
Nueva Palmira	0.263	0.248	0.138	0.100	0.036
Sarandí del Yí	0.333	0.324	0.187	0.134	0.052
Trinidad	0.293	0.281	0.162	0.125	0.082
Sarandí Grande	0.248	0.229	0.137	0.096	0.043
Minas	0.238	0.226	0.159	0.135	0.099

Figura 6: Evolución de H al variar γ

más los puntos que entran en el área de influencia y con ello aumenta la heterogeneidad adentro de los entornos pero aumenta también la homogeneidad entre ellos, porque van pareciéndose en su composición interna, y con ello baja el valor de $\tilde{H}$.¹¹

Si bien los resultados al variar los parámetros γ y σ son similares, las funciones que los contienen provienen de lógicas distintas.

El parámetro σ en la función “smoothgrid” refiere, como dice la palabra, a la reducción o eliminación de efectos producidos por la discrecionalidad de los límites administrativos originales y para ello reparte la cantidad de un atributo localizado en un punto hacia los puntos cercanos a menos de un radio σ y lo hace en forma decreciente con la distancia. A su vez el punto que repartió su anterior cantidad recibirá de otras unidades situadas a menos de σ otros aportes. El resultado de las operaciones entre todos los puntos será una suavización del mapa como lo haría una media móvil espacial.

El parámetro γ de la función “entornos” define la sustitución del valor de los puntos por un promedio ponderado de los valores existentes en un entorno del punto de radio γ . Eso se desarrolla para todos los puntos produciendo como resultado otra suavización. (¹²)

¹¹Obsérvese que con valores de entornos de 4000, en cada entorno está incluida toda la ciudad y luego la diferencia de composición entre los entornos es casi nula y el valor de $\tilde{H}$ tiene a cero.

¹²No es posible desarrollar todas las formas de resolver este problema en este trabajo. La fórmula incorporada en el desarrollo los paquete “seg” y “socialseg” es la de sustituir el valor de las proporciones que integran a los grupos poblacionales asignados a cada punto, por el valor de las proporciones en los entornos incluyendo el punto.

6. Perfiles de segregación

El pasaje de unidades organizativas a superficies continuas, aunque dicha continuidad no es tal y consiste en términos prácticos en pasar a grillas regulares - donde el tamaño de la misma es elegido en base a criterios técnicos vinculados a la estructura de la información - junto al proceso de suavizado por entornos, habilita a tomar la escala como un parámetro variable y no como un dato exógeno.

Las decisiones sobre el tamaño de la escala a utilizar sería ideal tomarlas en arreglo a los fenómenos en estudio, dado que ello podría mejorar la interpretabilidad de los resultados, pero raras veces existen antecedentes suficientes para una propuesta a priori. En general será deseable observar el fenómeno en varias escalas, lo cual no es posible garantizarlo a través de la estructura administrativa de los datos originales, pero si bajo esta propuesta.

Kramer *et al.* (2010a), Lee *et al.* (2008) y Reardon *et al.* (2008) utilizan una serie de mediciones para construir un instrumento denominado perfil de segregación y a partir de él establecen relaciones entre los resultados según la escala. De dicha comparación extraen conclusiones sobre la incidencia de microsegregación y macrosegregación en los fenómenos de estudio.

“El perfil es una curva que muestra el nivel de segregación por escala geográfica en una localidad dada. Cada punto en el eje horizontal del perfil representa un entorno local de un radio distinto, o sea una escala. El perfil transmite dos propiedades clave: la magnitud de la segregación a una escala particular (representada por la altura de la curva en el eje vertical) y la medida en que la segregación cambia con la escala (representada por la pendiente del perfil).” (Lee *et al.*, 2008, 8).

Los autores plantean que en una metrópoli donde existen cambios importantes en la composición de la población en forma abrupta, o en distancia cortas, la microsegregación seguramente juegue un papel importante en el resultado final, mientras que en una ciudad donde los cambios en la composición de la población son bajos en distancia cortas seguramente la macrosegregación juegue un papel más importante.

O sea, si buena parte de la microsegregación que se aprecia en entornos pequeños es ya captada por la macrosegregación, el aporte al resultado de la primera será menor que si la macrosegregación toma valores menores. (Lee *et al.*, 2008).

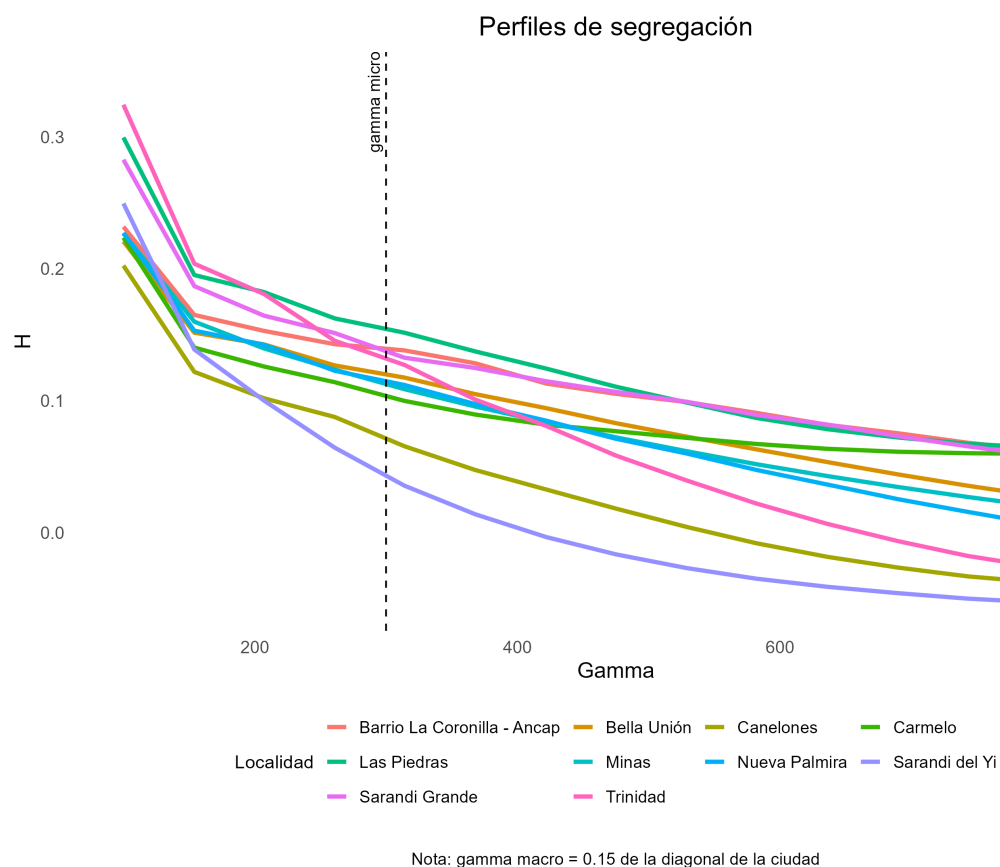


Figura 7: Perfiles de segregación en ciudades seleccionadas

6.1. Cociente de segregación macro - micro y Microsegregación neta

Existen dos medidas que los autores derivan del perfil de segregación.

1- La medida denominada Cociente de segregación macro -micro que se calcula como el cociente entre la macrosegregación y la microsegregación. Este cociente será tanto mayor cuanto más peso tenga la macrosegregación en el fenómeno social. (Lee *et al.*, 2008)

2- La medida denominada Microsegregación neta, que se calcula como la resta simple entre las medidas de microsegregación y macrosegregación. Esta medida indica la parte de la segregación total entre los entornos locales pequeños de los individuos, que no puede atribuirse a la segregación de entornos grandes. O sea, define una especie de descomposición de la segregación total de ambientes pequeños en componentes de macro y micro escala. (Lee *et al.*, 2008, 8).

Estas medidas problematizan las preguntas recurrentes sobre comparaciones entre ciudades en materia de segregación residencial y proponen no restringir dicha comparación a un resultado puntual de una escala. “Nuestro enfoque plantea la posibilidad de que un solo orden de rango no proporcione una respuesta satisfactoria” (Lee *et al.*, 2008, 11). ⁽¹³⁾

7. La aplicación de estas medidas de segregación residencial

La noción de microsegregación y macrosegregación está condicionada por el fenómeno social en estudio. En el caso utilizado por este trabajo, que aplica sobre ciudades pequeñas, es necesario definir en forma específica los radios adecuados al objeto que serán significativamente menores a los utilizados por (Lee *et al.*, 2008).

La importancia de estos conceptos no puede ser desarrollada en profundidad en este trabajo por razones de espacio, pero es un asunto central del área de estudio Sabatini

¹³Esta metodología si bien ofrece una alternativa de medición más que interesante no posibilita esquivar el problema de definir que es microsegregación y que es macrosegregación. (Lee *et al.*, 2008) por ejemplo: proponen cuatro medidas de entornos locales definidos, el primero por el dominio de las acciones de la vida cotidiana y doméstica para uno 500 metros de radio centrada alrededor del domicilio, y el último vinculado a otro tipo de actividades como las compras, la asistencia a la escuela secundaria, a la iglesia, entre otras, que superan el horizonte de lo habitualmente se identifica con un barrio, de unos 4000 metros de radio. En el medio definen dos radios de 1000 y 2000 metros que mezclan actividades de ambas escalas anteriores. (Lee *et al.*, 2008).

et al. (2001). La creciente cantidad de urbanizaciones cerradas en espacios pequeños en América Latina han interpelado la visión preexistente sobre una tendencia creciente de la segregación a gran escala y con ello ha reabierto la discusión sobre sus consecuencias. La literatura social que incorpora análisis espacial ha dado cuenta en forma concluyente sobre los graves problemas que acarrea la segregación a gran escala Kaztman (2001), Kaztman (1999), pero ello no ha sido recogido en forma analítica por la mayoría de los trabajos sobre segregación residencial. Nuevamente la discusión sobre la escala de medición interviene en la discusión sobre los resultados.

El paquete “socialseg” ofrece la posibilidad de instrumentar medidas multiescala a través de los perfiles de segregación y con ello calcular el Cociente de segregación macro – micro y la Microsegregación neta, para lo cual es posible definir ambas dimensiones adaptadas a los diferentes tamaños de las ciudades. ⁽¹⁴⁾

Dadas las peculiaridades de las unidades administrativas de menor nivel utilizadas en Uruguay, llamadas zonas censales, que en su forma modal se corresponden con una manzana (un cuadrado de aproximadamente 100 metros de lado), se construyeron perfiles de segregación exploratorios con algunas dimensiones sociales, informadas por categorías, para visualizar el comportamiento del instrumento, aplicado en primera instancia a 10 ciudades de entre 10000 y 20000 habitantes.

Con una grilla de 40 metros de lado ($lx = 40$ metros) se distribuyó el mapa original de las localidades, luego se procedió a la suavización utilizando una medida de sigma σ de 200 metros, y posteriormente a la transformación en superficies constituidas por entornos locales de diferentes magnitudes.

Se calculó la versión espacial propuesta por Reardon y O’Sullivan (2004) del índice de Theil $\tilde{H}$, para cada situación, lo que implica una sucesión de estimaciones para radios que iban de $\gamma = 40$ metros a 1200 metros. ⁽¹⁵⁾ Este ejercicio exploratorio se realizó para estimar la segregación entre nivel educativo alto y bajo de la población ⁽¹⁶⁾

Como muestran claramente los gráficos, la segregación tendencialmente cae con el aumento del área definida como entorno local y a tal punto que para entornos lo suficientemente grandes como el caso de $\gamma = 1200$ metros la heterogeneidad en la composición

¹⁴EL paquete ofrece por defecto una forma flexible de definir el perfil de segregación en arreglo al tamaño de la ciudad pero se recomienda enfáticamente explorar distintas opciones

¹⁵En algunos centros poblados pequeños este último valor es cercano a la cuarta parte del largo efectivo de la ciudad

¹⁶El nivel educativo alto se definió como el haber ingresado alguna vez a la enseñanza terciaria y el nivel educativo bajo como no haber ingresado nunca a la educación media

H micro neta y Cociente macro/micro						
Localidad	Hmicro	Hmacro	Hmicro neta	Cociente macro/micro	Hmicro neta ajustada	Cociente macro/micro ajustado
Bella Unión	0.151	0.063	0.088	0.416	0.088	0.416
Canelones	0.091	-0.040	0.131	-0.445	0.131	0.000
Carmelo	0.114	-0.002	0.116	-0.016	0.116	0.000
Minas	0.133	0.014	0.120	0.102	0.120	0.102
Nueva Palmira	0.101	-0.055	0.155	-0.542	0.155	0.000
Progreso	0.111	0.060	0.052	0.535	0.052	0.535
San Carlos	0.120	0.020	0.100	0.169	0.100	0.169
Sarandi Grande	0.096	0.056	0.039	0.587	0.039	0.587
Sarandi del Yi	0.132	-0.033	0.165	-0.248	0.165	0.000
Trinidad	0.125	0.051	0.074	0.410	0.074	0.410
gamma macro = 0.15 diagonal de la ciudad						

Figura 8: Enter Caption

en cada unidad de ese radio es casi la misma que la de la ciudad como un todo y el índice $\tilde{H}$ cae casi a cero. ⁽¹⁷⁾

8. Bandas de significación

¿Cuándo se puede decir que en un ciudad hay segregación? Esta pregunta no tiene una respuesta obvia y el procedimiento de estimación multiescala obliga a tomar alguna decisión en ese sentido.

Si tenemos en cuenta que al variar γ la macrosegregación puede tomar la escala que se desee, a partir de un cierto valor de γ toda la ciudad va a quedar integrada en cualquier entorno de cada punto. En ese momento en todo punto habrá un entorno asociado que tiene dentro de sí a toda la población y por tanto todos los entornos tendrán dentro, las mismas proporciones, apenas afectadas por las ponderaciones, decrecientes con la distancia, de los aportes de los demás puntos. ¹⁸ Es más, dada la fórmula para el índice de Theil espacial propuesta por Reardon y O'Sullivan (2004) el valor de la $\tilde{H}$ puede ser negativo, definiendo de esta forma la hiperintegración, aunque si el parámetro gamma

¹⁷El cociente macro - micro ajustado es la medida original del cociente truncada en 0, evitando valores negativos)

¹⁸Si no fueran decrecientes con la distancia las proporciones serían exactamente las mismas e iguales a la proporción global

sigue creciendo más allá de ese umbral que habilita $\tilde{H}$ negativo, igual tenderá a cero su valor, por arriba o por debajo de la horizontal. Una distribución homogénea corresponde por definición a $\tilde{H} = 0$

¿Pero tiene sentido decir que en una ciudad hay una segregación medida por el índice $\tilde{H} = 0.0000001$? Al parecer no.

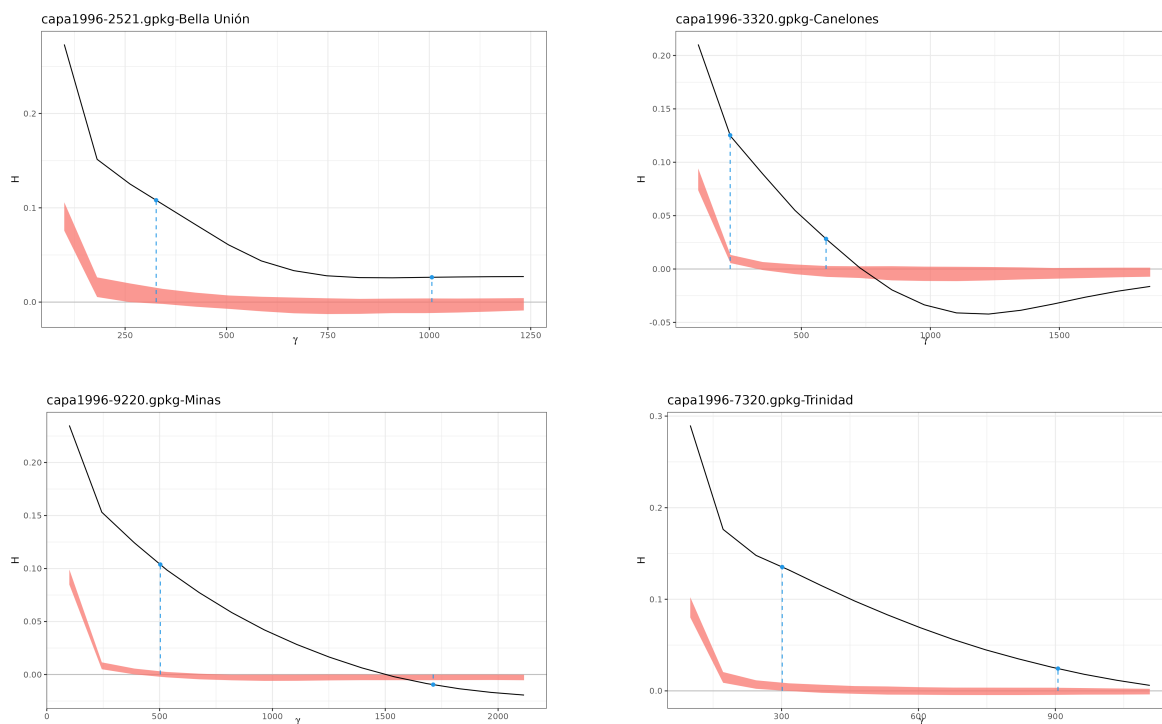


Figura 9: Comparación de perfiles de segregación de localidades: Bella Unión, Canelones, Minas y Trinidad. Fuente: elaboración propia en base a Censo 1996 INE

La solución a este problema propuesta en este trabajo es la construcción de una banda de significación que construye distribuciones aleatorias a partir de los valores originales y grafica sus perfiles de segregación definiendo para un N grande una banda de significación que nos señala que cuando el perfil real de la ciudad se intersecta con dicha banda no podemos decir que la distribución espacial de los atributos es diferente a la de una distribución aleatoria con cierto grado aceptable de confianza.

Esto se realiza a través de una función del paquete `socialseg` llamada `seg_profile` donde se introduce un parámetro de iteración para generar tantas simulaciones como se desee y se grafique el perfil de la ciudad junto a la banda de significación a los efectos de apreciar el corte de ambas, si existe, y reevaluar la definición de máximo rango efectivo de γ más allá del cual no tendría sentido hablar de segregación.

Esta condición agrega la posibilidad de hacer estimaciones truncadas en ese valor en el caso de comparación de ciudades en las que $\tilde{H}$ es considerado 0 de ese valor en adelante

9. Validación de las estimaciones

Por último, para dejar disponible y validado el paquete `socialseg` se deja un ejercicio de validación sobre estimaciones para el caso clásico, dado que no es posible realizarlo para otros casos, donde se comparan resultados de estimación realizados por este paquete y por otros desarrollados con los mismos propósitos como `OasisR`, Tivadar (2019) y `segregation`, Elbers (2023) ambos en R

Estimación del índice de Theil clásica según paquete				
Localidad	<code>socialseg</code>	<code>spseg</code>	<code>Oasis</code>	<code>Segregation</code>
San Carlos	0.22513	0.22513	0.22510	0.22513
Bella Unión	0.30638	0.30638	0.30640	0.30638
Canelones	0.20565	0.20565	0.20570	0.20565
Progreso	0.23964	0.23964	0.23960	0.23964
Carmelo	0.23162	0.23162	0.23160	0.23162
Nueva Palmira	0.26260	0.26260	0.26260	0.26260
Sarandi del Yi	0.33269	0.33269	0.33270	0.33269
Trinidad	0.29313	0.29313	0.29310	0.29313
Sarandi Grande	0.24803	0.24803	0.24800	0.24803
Minas	0.23796	0.23796	0.23800	0.23796

Figura 10: Estimación no espacial comparada del índice de Theil por distintos instrumentos.

10. Ejemplo de uso

Desarrolladas las herramientas contenidas en el paquete `socialseg` se presenta a continuación un ejemplo que pone en juego las capacidades diferenciales de esta propuesta.

Para ello se aborda en un ejemplo la comparación de la segregación residencial medida a través de la versión espacial del índice de Theil propuesta por Reardon y O'Sullivan (2004) para una misma localidad y con una diferencia de 25 años.

En el ejemplo se ilustran los movimientos de las categorías altas y bajas de nivel educativo de la población, delimitando las zonas de alta concentración del atributo a través de una línea de percentil 80 en cada caso.

En la tercera línea de mapas se expone el aporte puntual al índice de Theil

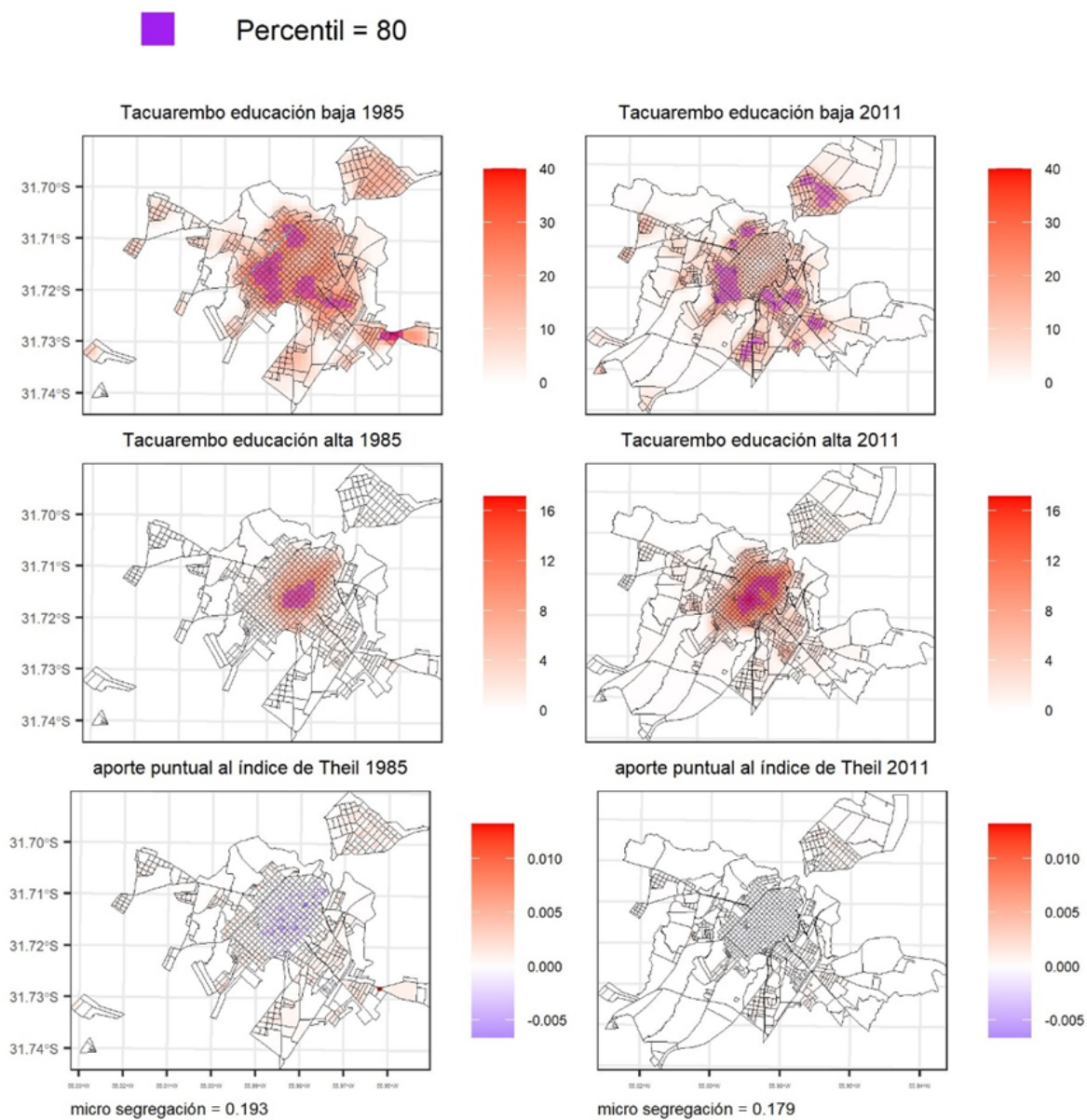


Figura 11: Enter Caption

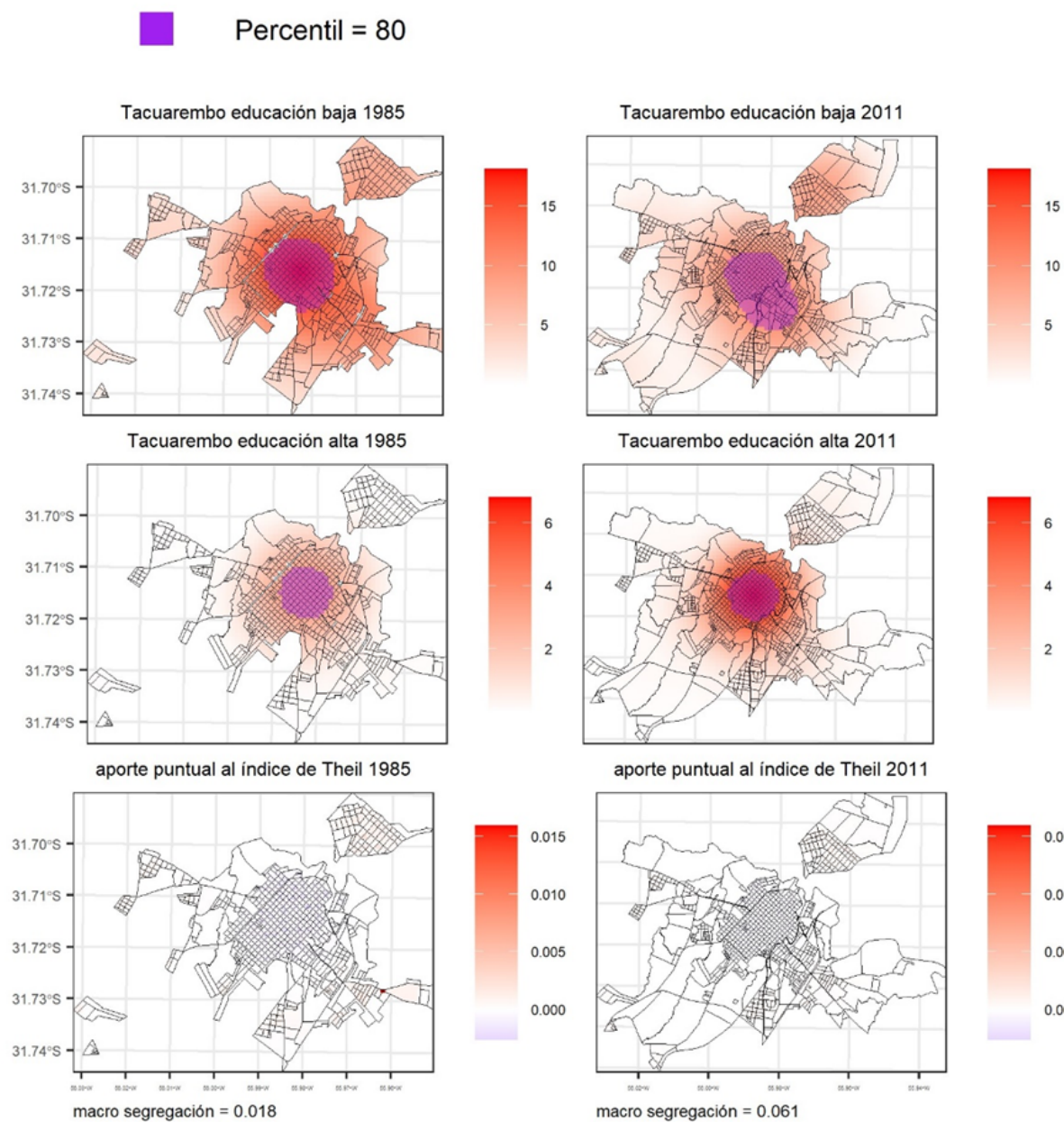


Figura 12: Enter Caption

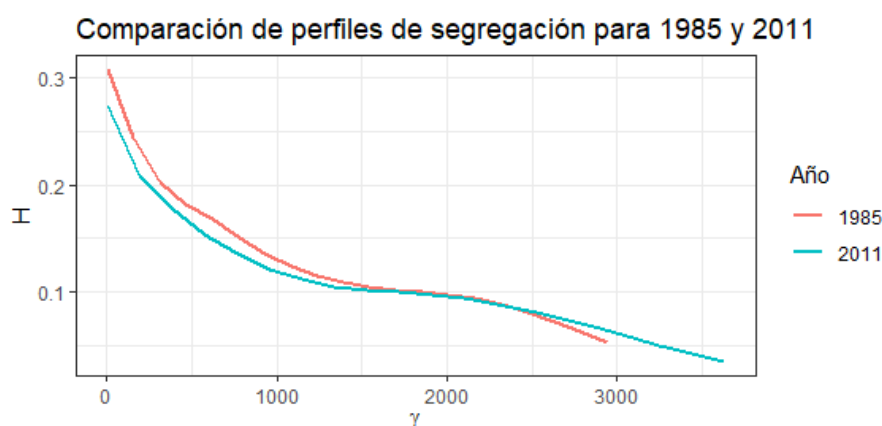


Figura 13: Enter Caption

Dentro de los elementos a observar en la representación gráfica se puede destacar para los mapas de microsegregación:

- 1- un proceso de profundización del corrimiento de la categoría baja hacia la periferia
- 2- un proceso de relativa expansión de la categoría alta en la zona central
- 3- un proceso de pérdida de diversidad (color azul) en la zona central, que se explica por el abandono de la categoría baja y el crecimiento de la homogeneidad de la alta en dicha zona

En el caso de los mapas para macrosegregación la apreciación es mucho más difícil por el nivel de suavizado que implica una escala grande pero de todas formas es apreciable un cambio en la intersección de las zonas altas y bajas que pasan de un total solapamiento para 1985 a espacios de no solapamiento para 2011.

Obsérvese además que en línea con los desarrollos conceptuales propuestas para el análisis de la macro y la micro segregación, en este caso puntual mientras la micro segregación educativa decrece en el período la macro segregación crece.

Esto se puede observar si comparamos los perfiles para ambos años como muestra la figura 13

En suma: la propuesta de medición permite además de estimar los índices globales, visualizar los resultados mostrando la dinámica de cada categoría, coloreada en sus respectivos mapas y con sus líneas de percentil.

También permite observar a partir del perfil de segregación la dinámica para cada escala a lo largo del tiempo, y el aporte de cada zona del mapa al crecimiento o al descenso de la segregación.

Un simple cruce de información entre los mapas observados también brindaría la po-

sibilidad de apreciar en qué medida las categorías utilizadas para medir la segregación aportan al cambio en cada zona del mapa.

El paquete `socialseg` se puede descargar con su respectiva guía y ejemplos de uso de: <https://github.com/emehache/socialseg>

11. Apéndice matemático: El índice de Theil espacial

En esta sección presentamos brevemente la versión espacial del índice de Theil propuesta por Reardon y O'Sullivan (2004). Previamente, introducimos la notación utilizada por los autores. Luego, comentamos algunas propiedades del índice.

Consideremos R una región geográfica, para la que queremos cuantificar su segregación asociada a alguna variable discreta X que toma valores en un conjunto $\mathcal{M} = \{1, \dots, M\}$, donde M es un número natural mayor que 1.

En esta región R vive una cantidad T de población, y dado un punto $p \in R$, definimos τ_p densidad poblacional en p .

Sea $m \in \mathcal{M}$, una categoría o tipo de población de X , y sea π_m la proporción de individuos con la etiqueta m en X . Definimos π_{pm} la proporción condicional al punto p y τ_{pm} como la densidad de población con etiqueta m en el punto p .

De esta forma tenemos que:

$$\int_{p \in R} \tau_p dp = T, \quad \sum_{m \in \mathcal{M}} \tau_{pm} = \tau_p \text{ y } \int_{p \in R} \tau_{pm} dp = T \pi_m.$$

Definimos $\phi : R \times R \rightarrow R$ una función núcleo, no negativa, que pondera según las distancias. Para simplificar, tomamos ϕ simétrica¹⁹. Por simplicidad computacional, tomaremos un núcleo cuyo soporte sea una bola cerrada de radio γ , siendo este el parámetro que define la escala en el problema. Cuando sea conveniente notaremos ϕ_γ para recordar que $\phi_\gamma(p, q) > 0$ si y solo si $\|p - q\| < \gamma$.

De esta forma, definimos

$$\tilde{\tau}_p = \int_{q \in R} \tau_q \phi_\gamma(p, q) dq, \quad \tilde{\tau}_{pm} = \int_{q \in R} \tau_{qm} \phi_\gamma(p, q) dq \quad \text{y} \quad \tilde{\pi}_{pm} = \int_{q \in R} \frac{\tau_{qm}}{\tilde{\tau}_p} \phi_\gamma(p, q) dq = \frac{\tilde{\tau}_{pm}}{\tilde{\tau}_p}, \quad (1)$$

¹⁹Para los puntos cercanos al borde de R hay que renormalizar el núcleo para no perder densidad de población. Ver Jones (1993)

que representan versiones suavizadas de τ_p , τ_{pm} y π_{pm} respectivamente.

Dado un punto p y un valor de γ , $\tilde{\tau}_p$ se interpreta como un promedio ponderado por ϕ , de la densidad de población que hay en un entorno de radio γ de p .

Esencialmente seguimos teniendo, condicional al punto p , una distribución en el conjunto $\mathcal{M}$, por tanto se puede definir la **entropía en el entorno local del punto p** , como la entropía de esa distribución condicional, dada por la fórmula:

$$\tilde{E}_p = - \sum_{m \in \mathcal{M}} \tilde{\pi}_{pm} \log_M(\tilde{\pi}_{pm}) \quad \text{siendola entropía en el punto } p \quad E_p = - \sum_{m \in \mathcal{M}} \pi_{pm} \log_M(\pi_{pm}) \quad (2)$$

y siendo la **entropía global** de la distribución dada por $(\pi_1, \dots, \pi_M)$ como

$$E = - \sum_{m \in \mathcal{M}} \pi_m \log_M(\pi_m).$$

Finalmente, el **índice espacial de Theil** está dado por la siguiente expresión: $\tilde{H} =$

$$1 - \frac{1}{TE} \int_{p \in R} \tau_p \tilde{E}_p dp \\ = \frac{1}{TE} \int_{p \in R} \tau_p (E - \tilde{E}_p) dp.$$

Hay que recordar que $\tilde{H} = \tilde{H}(\gamma)$, aunque está escondido en la ecuación, el índice depende fuertemente del parámetro γ , dado que el parámetro de escala define el tamaño de los entornos, recordar las ecuaciones eq:tau_tildes y eq:entropia.

Es interesante analizar el integrando en la ecuación eq:indice2. Para un punto p , $\tau_p(E - \tilde{E}_p)$ será positivo si la entropía global es mayor a la local. Para ilustrar con un ejemplo, pensemos en un caso en que la población, en toda la región, se distribuya uniforme en dos categorías, de forma que $\pi_1 = \pi_2 = \frac{1}{2}$. La entropía (vista como funcional de la distribución) se hace máxima cuando la distribución es uniforme. Por tanto, un apartamiento de esta distribución, es decir, el favorecimiento de una categoría en unas regiones, y el de la complementaria en otras, contribuirá positivamente al índice $\tilde{H}$.

Naturalmente, de la ecuación eq:indice se desprende que $\tilde{H} \leq 1$. La igualdad ocurre en el caso extremo en que $\tilde{E}_p = 0$ para todo p , es decir, que en todo entorno de p haya predominancia absoluta de una de las categorías.

Por otro lado $\tilde{H}$ puede tomar valores negativos, y en ese caso se habla de que la región tiene **hiper integración**. Parece contra intuitivo, pero es factible que en los entornos locales haya *más diversidad* que a nivel global. [Reardon y O'Sullivan \(2004\)](#) como se verá más adelante en los perfiles de segregación.

11.1. El efecto del parámetro γ

Para evidenciar la dependencia con el parámetro γ , escribamos $\tilde{E}_p = \tilde{E}_p(\gamma)$ y $\tilde{H}(\gamma)$, como funciones de γ .

Es fácil ver que si $\gamma \rightarrow \infty$, entonces $\tilde{E}_p(\gamma) \rightarrow E$. Esto es porque estamos considerando entornos tan grandes que contienen a toda la región en cuestión, por tanto la sub-población contenida en el entorno es toda la población, la distribución de las categorías en el entorno tenderá a la de la población y como la entropía es un funcional continuo, se tiene el límite en cuestión.

De lo anterior y la ecuación eq:indice2 se desprende que $\tilde{H}(\gamma) \rightarrow 0$ si $\gamma \rightarrow \infty$.

Ahora, tomemos γ_1, γ_2 con $\gamma_1 < \gamma_2$ y consideremos

$$\tilde{H}(\gamma_1) - \tilde{H}(\gamma_2) = \frac{1}{TE} \int_{p \in R} \tau_p \left(\tilde{E}_p(\gamma_2) - \tilde{E}_p(\gamma_1) \right) dp. \quad (3)$$

Se puede ver que la resta de esos dos índices, se puede ver como un índice en sí mismo: adentro de la integral está la diferencia entre la entropía calculada sobre un entorno grande y la calculada sobre un entorno más pequeño.

En la literatura de segregación, esa diferencia se le denomina “segregación neta” y es de interés dado que propone una descomposición de la segregación, indicando cuánto de la segregación total en un punto proviene de la segregación a gran escala y cuánto de la pequeña escala.

$$\tilde{H}(\gamma_1) = \underbrace{\tilde{H}(\gamma_1) - \tilde{H}(\gamma_2)}_{\text{Segregación neta}} + \underbrace{\tilde{H}(\gamma_2)}_{\text{Segregación a gran escala}}.$$

Referencias

- Hernández-Banadik, M. y Labat, J. P. (2025). socialseg: Herramientas para el análisis de segregación socioeconómica. <https://github.com/emehache/socialseg>.
- Hong, S.-Y., O’Sullivan, D., y Sadahiro, Y. (2014). Implementing spatial segregation measures in **R**. *PloS one*, 9(11):e113767. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113767>.
- Hong, S.-Y. y Sadahiro, Y. (2014). Measuring geographic segregation: a graph-based

- approach. *Journal of Geographical Systems*, 16:211–231. doi:<https://doi.org/10.1007/s10109-013-0190-7>.
- James, D. R. y Taeuber, K. E. (1985). Measures of segregation. *Sociological Methodology*, 15:1–32. doi:<https://doi.org/10.2307/270845>.
- Jones, M. C. (1993). Simple boundary correction for kernel density estimation. *Statistics and computing*, 3:135–146. doi:<https://doi.org/10.1007/BF00147776>.
- Kaztman, R. (1999). *Activos y Estructuras de Oportunidades: Estudios sobre las raíces de la vulnerabilidad social en Uruguay*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Montevideo, Uruguay. Coordinado por R. Kaztman; incluye el capítulo “El vecindario importa”, abordando procesos de localización espacial, composición social de barrios y efectos contextuales, que dan cuenta de aspectos de segregación residencial.
- Kaztman, R. (2001). Seducidos y abandonados: el aislamiento social de los pobres urbanos. *Revista de la CEPAL*, (75):171–189. Discute transformaciones sociales recientes que profundizan la segregación residencial y el aislamiento social de la población pobre en las ciudades latinoamericanas, con ejemplos y reflexiones relevantes para Montevideo y otras urbes. url:<https://repositorio.cepal.org/handle/11362/10782>.
- Kramer, M. R., Cooper, H. L., Drews-Botsch, C. D., Waller, L. A., y Hogue, C. R. (2010a). Do measures matter? comparing surface-density-derived and census-tract-derived measures of racial residential segregation. *International journal of health geographics*, 9:1–15. doi:<https://doi.org/10.1186/1476-072X-9-29>.
- Kramer, M. R., Cooper, H. L., Drews-Botsch, C. D., Waller, L. A., y Hogue, C. R. (2010b). Metropolitan isolation segregation and black–white disparities in very preterm birth: A test of mediating pathways and variance explained. *Social science & medicine*, 71(12):2108–2116. doi:<https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2010.09.011>.
- Lee, B. A., Reardon, S. F., Firebaugh, G., Farrell, C. R., Matthews, S. A., y O’Sullivan, D. (2008). Beyond the census tract: Patterns and determinants of racial segregation at multiple geographic scales. *American sociological review*, 73(5):766–791. doi:<https://doi.org/10.1177/000312240807300504>.

- Linares, S. (2013). Medidas de segregación socioespacial: discusión metodológica y aplicación empírica sobre ciudades medias argentinas. *Perspectivas Sociales*, 27(2):11–39. doi:<https://doi.org/10.53689/pys.v27i2.39>.
- Martori, J. C., Hoberg, K., y Surinach, J. (2006). Población inmigrante y espacio urbano: Indicadores de segregación y pautas de localización. *EURE (Santiago)*, 32(97). doi:<https://doi.org/10.4067/S0250-71612006000300004>.
- Massey, D. S. y Denton, N. A. (1988). The dimensions of residential segregation. *Social Forces*, 67(2):281–315. doi:<https://doi.org/10.2307/2579183>.
- Molinatti, M. (2014). Segregación residencial socioeconómica en la ciudad de Córdoba: Evaluación de las políticas públicas de vivienda ejecutadas por el gobierno de la provincia de Córdoba a principios del siglo xxi. Tesis de maestría, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. Repositorio Digital Universitario (RDU-UNC).
- Morrill, R. (1995). Racial segregation and class in a liberal metropolis. *Geographical Analysis*, 27(1):22–41. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00334.x>.
- Morrill, R. L. (1991). On the measure of geographic segregation. *Geography Research Forum*, 11.
- Reardon, S. F. y Firebaugh, G. (2002). Measures of multigroup segregation. *Sociological methodology*, 32(1):33–67. doi:<https://doi.org/10.1111/1467-9531.00110>.
- Reardon, S. F., Matthews, S. A., O'sullivan, D., Lee, B. A., Firebaugh, G., Farrell, C. R., y Bischoff, K. (2008). The geographic scale of metropolitan racial segregation. *Demography*, 45(3):489–514. doi:<https://doi.org/10.1353/dem.0.0019>.
- Reardon, S. F. y O'Sullivan, D. (2004). Measures of spatial segregation. *Sociological methodology*, 34(1):121–162. doi:<https://doi.org/10.1111/j.0081-1750.2004.00150.x>.
- Sabatini, F., Cáceres, G., y Cerda, J. (2001). Segregación residencial en las principales ciudades chilenas: Tendencias de las tres últimas décadas y posibles cursos de acción. *EURE (Santiago)*, 27(82). doi:<https://doi.org/10.4067/S0250-71612001008200002>.

- White, M. J. (1983). The measurement of spatial segregation. *American journal of sociology*, 88(5):1008–1018. doi:<https://doi.org/10.1086/227768>.
- Wong, D. W. (2003). Implementing spatial segregation measures in gis. *Computers, Environment and Urban Systems*, 27(1):53–70. doi:[https://doi.org/10.1016/S0198-9715\(01\)00018-7](https://doi.org/10.1016/S0198-9715(01)00018-7).

Instituto de Estadística

Serie Documentos de Trabajo



FACULTAD DE
CIENCIAS ECONÓMICAS
Y DE ADMINISTRACIÓN

IESTA 80

INSTITUTO
DE ESTADÍSTICA



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

Gonzalo Ramírez 1926, Piso 1, Oficina 23 - C.P. 11200 -

Montevideo, Uruguay

Teléfono: (598) 2410 2564

<https://iesta.fcea.udelar.edu.uy/>

Área Publicaciones

2025

Nº03/25