

UNIVERSIDAD EMPRESARIAL SIGLO 21

Lic. en Sociología



TRABAJO FINAL DE GRADO

Manuscrito Científico

**Modelo basado en agentes para el estudio del impacto del sorteo sobre los niveles de segregación educativa en escuelas secundarias**

The impact of the lottery on the school segregation in secondary schools: a Theoretical Agent Based Model

Autor: SÁNCHEZ TEJEDA, José

Legajo: SOC 0398

Tutor: SESMA, María Inés

Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Junio 2022

# Índice

<b>ÍNDICE</b>	<b>2</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>MÉTODOS</b>	<b>15</b>
<b>Diseño</b>	<b>15</b>
<b>Participantes</b>	<b>16</b>
<b>Análisis de datos</b>	<b>18</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>19</b>
<b>Evolución de los niveles de segregación educativa</b>	<b>19</b>
<b>Niveles de segregación educativa con y sin presencia de sorteo</b>	<b>22</b>
<b>DISCUSIÓN</b>	<b>23</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>29</b>

## Resumen

La segregación educativa se refiere a la concentración de alumnos pertenecientes a un mismo nivel socioeconómico o etnia en las escuelas, que contribuye a la reproducción de las desigualdades existentes. El presente trabajo estudia el impacto sobre los niveles de segregación educativa que genera la introducción del sorteo en el momento de la inscripción en las escuelas secundarias. Estudios empíricos anteriores concluyen que el sorteo aplicado de manera aislada, sin acompañamiento de políticas activas de inclusión social, no logra reducir los niveles de segregación educativa. En la literatura internacional, surgieron investigaciones que hacen uso de modelos de simulación computacional para el estudio de la segregación educativa, dichos trabajos se basan en el célebre modelo de segregación residencial de Schelling y demuestran como el mismo mecanismo de dinámica de preferencias puede ser aplicado para el estudio de la segregación educativa. Partiendo de dichos antecedentes, se hace uso de un modelo basados en agentes con las mismas características, pero introduciendo la posibilidad de aplicar el sorteo en las escuelas. A través de un experimento unifactorial se obtienen dos distribuciones resultantes de ejecutar el modelo reiteradas veces con y sin sorteo, las cuales demostraron una diferencia estadísticamente significativa. Dicho resultado sugiere, a diferencia de los antecedentes empíricos mencionados, que la introducción del sorteo si logra reducir los niveles de segregación educativa. Se concluye que esto es posible ya que el modelo desarrollado ignora la heterogeneidad en las posibilidades de elegir escuelas entre las familias, en la práctica algunas familias no logran acceder a ciertos establecimientos educativos.

**Palabras Claves:** Educación, Integración escolar, Modelo basado en agentes

## Introducción

La desigualdad en el sistema educativo es una problemática compleja y puede ser abordada desde diversas perspectivas, siendo uno de sus fenómenos más significativos el de segregación educativa (Bottinelli, 2017), definida como la concentración de alumnos de un mismo nivel socioeconómico (o etnia) en ciertas escuelas y/o zonas geográficas que disminuye la interacción entre individuos de distintos grupos sociales (Bellei C, 2013; Bottinelli, 2017; Veleda, 2014) y genera circuitos educativos socialmente diferenciados que contribuyen a la reproducción de las desigualdades (Krüger, 2019).

Existen diversos mecanismos que los gobiernos y las entidades educativas utilizan para buscar disminuir los niveles de segregación educativa, siendo el ingreso por sorteo uno de ellos. Este último tiene como finalidad obtener listados ordenados aleatoriamente de aspirantes a inscribirse en las escuelas que son empleados para asignar las vacantes disponibles de las mismas (Rigal et al., 2019).

El ingreso por sorteo es utilizado ampliamente a nivel internacional, y particularmente en Argentina a partir de la década del 80 junto a la vuelta de la democracia, reemplazando al examen de ingreso como mecanismos de admisión en la gran mayoría de las escuelas secundarias (Di Piero, 2020). Pero en la práctica, debido a su aplicación aislada sin el acompañamiento de políticas activas de inclusión, este mecanismo de asignación de vacantes en las escuelas pareciera no ser suficiente para lograr su objetivo declarado, la democratización del acceso a la educación (Anderete Schwal, 2019, 2021; Di Piero, 2014, 2020).

En el presente trabajo se propone un modelo de simulación computacional, específicamente un Modelo Basado en Agentes (Wilensky & Rand, 2015), para abordar, desde una perspectiva teórica, la introducción del sorteo en el momento de la inscripción en

las escuelas, y el efecto que produce sobre los niveles de segregación educativa entre las escuelas de nivel secundario.

El mecanismo del sorteo al momento del ingreso escolar se enmarca en el fenómeno conocido como “elección de escuela”, en el cual, por un lado, contempla las estrategias y decisiones que las familias implementan a la hora de seleccionar establecimientos educativos para sus hijos, y por el otro, analiza las estructuras sociales e institucionales que disponen las restricciones y posibilidades de dicha dinámica (Orellana et al., 2018).

Las escuelas eligen utilizar el sorteo con la finalidad de reducir los niveles de segregación educativa, pero la evidencia sobre su efectividad aun no es concluyente (Alegre, 2017). Son escasos los estudios que analizan de manera sistemática los efectos de la introducción del sorteo en las escuelas, y en especial los que se enfocan en el impacto sobre los niveles de segregación educativa. Gonzalez Parrao (2020) realizó un extenso metanálisis a nivel internacional, enfocándose en trabajos publicados a partir de 1970 que examinan cuantitativamente como la aplicación del sorteo en el ingreso a la escuela afecta diversos indicadores educativos, encontrando que dicho mecanismo produce un efecto levemente positivo en los resultados de exámenes de matemática y lectura. En ese mismo metanálisis, solo uno (Allen et al., 2013) de los 31 estudios en cuestión indaga sobre los efectos en la segregación educativa, y sugiere en sus resultados que la implementación del sorteo junto con “áreas de captación” logró que algunos estudiantes pudieran acceder a escuelas de mejor calidad, pero observó un leve, pero estadísticamente significativo, incremento en la segregación educativa.

En Argentina, Di Piero (2014, 2020) estudió la composición de la matrícula escolar en escuelas de la ciudad de La Plata que utilizan el sorteo en el proceso de inscripción desde 1986, y concluyó que este mecanismo en la práctica no es suficiente para alcanzar la igualdad

de oportunidades, ya que, al momento previo de la elección actúa un proceso de preselección protagonizado por los llamados “techos de cristal” (Dubet, 2012), que impulsa a un sector de las familias a autoexcluirse de ciertas entidades educativas, mientras que otros sectores las seleccionan activamente, ya que forman parte de sus tradiciones educativas.

En la misma sintonía, Anderete Schwal (2019, 2021) analizó una escuela secundaria de la ciudad de Bahía Blanca, dependiente de la Universidad Nacional del Sur, que en el año 2014 incorporó parcialmente el sorteo y en el año 2021 logró su aplicación total, con la finalidad de alcanzar una mayor heterogeneidad social. El autor observó que con el paso de los años (2013 a 2021) la convocatoria se tornó aún más excluyente con respecto a los sectores de clase baja. Dicho resultado fue explicado por la falta de políticas inclusivas en dicha institución, ya que, en la práctica, el sorteo se realiza entre los grupos sociales que deciden anotarse para el mismo. El estudio concluyó que el sorteo en el momento de la inscripción, implementado de manera aislada, reproduce la desigualdad en el contexto educativo local.

Por otro lado, existen estudios que analizan a nivel regional la evolución de la segregación educativa en el tiempo (Arcidiácono et al., 2014; Krüger, 2019; Murillo et al., 2018; Murillo & Martínez-Garrido, 2017; Vazquez, 2016) y desde la literatura internacional han surgido investigaciones que buscan definir un marco teórico para explicar la calidad emergente del mismo, así como las dinámicas de retroalimentación que lo convierten en un fenómeno que tiende a perpetuarse con facilidad (Dignum et al., 2022; Larsen, 2015; Sage & Flache, 2021; Stoica & Flache, 2014).

Estos trabajos hacen uso de modelos basados en agentes y se cimientan en el modelo de segregación residencial de (Schelling, 1969, 1971, 2006), el cual sostiene que la segregación residencial puede ser descripta como un efecto emergente no esperado de las

elecciones residenciales de las personas que tienen una preferencia étnica "moderada" de no ser superados en número por otros grupos étnicos en su barrio de residencia. En otras palabras, en el modelo de Schelling la segregación residencial se manifiesta aun cuando las personas poseen una alta tolerancia a la diversidad étnica de los barrios a los cuales deciden residir.

Esto último, es descripto como un fenómeno de autoorganización entre múltiples agentes interdependientes que produce un resultado emergente no esperado (segregación residencial), y es explicado como un proceso de retroalimentación, donde agentes que deciden cambiar su lugar de residencia debido a sus preferencias étnicas modifican ligeramente las características etnográficas de sus barrios de origen y destino, generando un efecto cascada que influye una y otra vez en el comportamiento de futuros agentes en una "dinámica de preferencias" (Clark & Fossett, 2008), donde una ligera inclinación por vecinos de una misma etnia puede producir fuertes tendencias de segregación residencial que se retroalimentan en el tiempo.

Stoica y Flache (2014) son los primeros en utilizar en un modelo basado en agentes el modelo de segregación residencial de Schelling, pero para el estudio de la segregación en el ámbito educativo. Los autores aplican la misma dinámica de preferencias, pero esta vez en la elección de establecimientos educativos por parte de las familias. De esta manera analizan como el nivel de segregación educativa varia para diversos escenarios donde existen familias de dos etnias diferentes y en función a las variables: composición étnica de la población (cantidad de familias por cada etnia), preferencia de las familias por la composición étnica de las escuelas y preferencia de las familias por la distancia a las mismas (menor es mejor).

Al igual que en el modelo de segregación residencial de Schelling, se observó la aparición de segregación educativa en escenarios en los que la composición poblacional

difiere con respecto a las preferencias étnicas de las familias. Pero cuando la variable preferencia por la distancia a las escuelas fue introducida en el proceso de elección de escuela, se observó una reducción en los niveles de segregación educativa para diversos escenarios de composición étnica poblacional.

En Larsen (2015) el autor desarrolla un nuevo MBA partiendo del modelo de Stoica y Flache (2014), pero con dos grandes diferencias: la preferencia por la distancia a la escuela no es modelada a través de una función lineal, sino que las familias consideran solo a las escuelas dentro de su radio de preferencia; y por otro lado, en el modelo original solo un grupo de familias forman parte de la simulación, mientras que en Larsen (2015) se introduce un nuevo grupo de familias por cada paso del modelo. El estudio concluye que, al igual que en Stoica y Flache (2014): la segregación educativa emerge y se sostiene en escenarios de baja segregación residencial y preferencias étnicas moderadas de las familias; y por otro lado, también se observó como la variable preferencia por la distancia a la escuela ayuda a atenuar los niveles de segregación educativa, pero con una influencia mucho más moderada, esto debido a que en el modelo original, a mayor preferencia por la distancia, menor preferencia por la composición étnica y viceversa, pero en Larsen (2015), las preferencias son independientes, no se excluyen mutuamente.

El MBA de (Sage & Flache, 2021), también basado en Stoica y Flache (2014), se diferencia en tres aspectos: además de su etnia, las familias pueden diferenciarse en "tolerantes" y "no tolerantes", donde las primeras poseen mayor tolerancia con respecto a familias de otras etnias; las preferencias de las familias, que contempla la composición étnica de las escuelas así como la distancia hacia las mismas, se calcula utilizando una función probabilística en vez de una determinística, esto último agrega más heterogeneidad entre los agentes y posibilita desviaciones aleatorias, con el fin de simular diferencias de percepción

entre las familias; y por último, el modelo permite variar la segregación residencial, y de esta forma explorar como dicha variable influye en la segregación educativa.

Los resultados fueron similares a los dos modelos anteriores, la segregación educativa emerge para familias con tolerancia étnica moderada y la preferencia por la distancia hacia las escuelas atenúa los niveles de segregación. El diferencial se observa en que, como los autores esperaban, a mayor cantidad de familias “tolerables”, se observan menores niveles de segregación educativa, y en dicho modelo fue posible explorar dichos escenarios para diversos niveles de segregación residencial.

El presente trabajo se subscribe el marco teórico de la sociología analítica (Hedström et al., 2009), el cual partiendo de la teoría del rango medio de Merton (Hedström & Swedberg, 1998) y del individualismo estructural, permite explicar las propiedades emergentes de los sistemas sociales, tales como la segregación educativa (Larsen, 2015), identificando los mecanismos sociales generativos y las interacciones macro-micro-macro correspondientes. Esta teoría toma de Coleman el diagrama conocido como el "barco de Coleman" (Coleman, 1994) para introducir tres mecanismos principales que permiten situar los diferentes actores, sus interacciones y las estructuras que los condicionan: las estructuras a nivel macro influyen sobre el nivel micro imponiendo restricciones y oportunidades a los actores (mecanismos situacional), los cuales a partir de esto, en el nivel micro, desarrollan diversos comportamientos (mecanismos de acción) que a su vez inciden en las estructuras de nivel macro, produciendo cambios que pueden ser intencionados o inintencionados (mecanismos transformacional).

En los antecedentes relevados que hacen uso de modelos basados en agentes, se concluye que, al igual que lo observado en los modelos de segregación residencial, la segregación educativa es un fenómeno “robusto”, emerge y se sostiene con facilidad para

diversos escenarios de segregación residencial y preferencias de las familias, pero existen condiciones que permiten atenuarlo de manera sustancial, por lo que sugieren la implementación de políticas que generen dichos escenarios, como por ejemplo: el aumento de la capacidad en escuelas de barrios integrados étnicamente; promocionar otras características de las escuelas (ej. calidad educativa), para disminuir la importancia en la composición étnica del alumnado en el proceso de elección de escuela; restringir geográficamente las escuelas disponibles para elegir; etc.

Estas políticas pueden ser enmarcadas en lo que Veleda (2012) define como las “regulaciones estatales” que influyen en la segregación educativa: criterios establecidos para la distribución de alumnos, docentes, recursos materiales y ofertas pedagógicas entre las escuelas. Con respecto a dichas regulaciones, en el presente trabajo se explora con mayor detalle un grupo particular de las mismas: la legislación del flujo de alumnos entre las escuelas (Veleda, 2012), que introduce dos conceptos de alta importancia que en la literatura se identifican como: “sistemas de distribución de vacantes” y “libre elección de escuela por parte de las familias”.

La manera en la que las escuelas distribuyen sus vacantes entre los aspirantes a las mismas fue cambiando con el paso del tiempo, hasta mediados del siglo XX, en la mayoría de los países de la OCDE, dicha distribución al inicio de la educación secundaria se realizaba en función al lugar de residencia de las familias. Luego, esa metodología empezó a ser cuestionada, por un lado, desde una perspectiva liberal se puso en tela de juicio la eficiencia del Estado para llevar a cabo dicha distribución, y por el otro, se denunciaba que la distribución basada en el domicilio reproducía las segregaciones residenciales ya existentes. Todo esto llevo a que las familias fueran ganando poder a la hora de elegir a que escuela enviar a sus hijos (Rigal et al., 2019).

Existen diversos sistemas de distribución de vacantes, y cada uno de ellos produce distintos efectos en la segregación educativa (Alegre, 2017). Rigal et al. (2019) presenta una exhaustiva clasificación de los sistemas utilizados en las diferentes provincias y ciudades de Argentina, e identifica 13 jurisdicciones que hacen uso del sorteo en el proceso de inscripción en escuelas secundarias, estas son: Ciudad de Buenos Aires, Tierra del Fuego Dpto. Norte, Río Negro, Buenos Aires, Córdoba, Entre Ríos, Neuquén, Santa Fe, San Luis, La Rioja, La Pampa, Tierra del Fuego Dpto. Sur, Tucumán.

En general, el sorteo se realiza por escuela, dentro de las instituciones donde la cantidad de inscriptos es mayor a las vacantes disponibles. En otros casos, como en la Ciudad de Buenos Aires, Tierra del Fuego (Dpto. Norte) y Río Negro, el sorteo es general, cada familia define un listado ordenado de las escuelas a las cuales están interesadas, que luego son utilizados en conjunto con las posiciones obtenidas a través del sorteo para realizar la asignación de inscriptos entre las escuelas. Este procedimiento puede llevarse a cabo utilizando el mecanismo de “primera preferencia primero” (mecanismo de Boston) o el de “igual preferencia” (aceptación diferida), los cuales dan mayor peso a las preferencias de las familias o al resultado del sorteo, respectivamente. En Argentina se utiliza el mecanismo de “primera preferencia primero”, a diferencia de lo que sucede a nivel internacional, en donde cada vez mas países van reemplazando dicho mecanismo por el de “igual preferencia”.

Cabe mencionar que además del sorteo, existen otros procedimientos para realizar el ordenamiento de los aspirantes, como lo son el meritorio (por examen, promedio del nivel primario, etc.) y el de “orden de llegada”. Por otro lado, también existen los mecanismos de “prioridades”, los cuales aseguran vacantes de manera directa, o mejoran las posibilidades de obtenerlas, para los aspirantes que cumplen determinadas condiciones, por ejemplo: ser hermano de un alumno de la institución, presentar alguna discapacidad, etc.

Con respecto a la libre elección de escuela por parte de las familias, el impacto que esta genera en los niveles de segregación educativa ha sido investigado en numerosas ocasiones. Como se mencionó con anterioridad, las perspectivas liberales y de libre mercado ven en dicha libertad un mecanismo para generar igualdad de oportunidades entre la población de diferentes sectores, pero la evidencia sugiere lo contrario, la elección es ejercida por familias de nivel socioeconómico medio/alto y con mayor nivel educativo, las cuales, a la vez, tienen acceso a mayor cantidad de centros educativos. En conclusión, la introducción de la libre elección de escuela por parte de las familias podría aumentar los niveles de segregación educativa (Musset, 2012).

En Argentina, las familias son libres de elegir a que escuela enviar a sus hijos, tanto para el sector privado como para el sector público. En este último, dicha elección fue dándose de hecho a partir de la década de los 80, y en particular en la Provincia de Buenos Aires se terminó de formalizar con la introducción del artículo 22 en la Ley Provincial de Educación de 1994 (Veleda, 2012).

Veleda (2012) presenta algunos procesos que ayudan a entender el surgimiento de este comportamiento en Argentina: el empobrecimiento de la población escolar ha ocasionado que las clases medias modifiquen sus estrategias a la hora de elegir escuela; las crecientes exigencias del mercado laboral conduce a las familias a acumular más y mejor educación; las transformaciones en el mundo del trabajo (flexibilización, precarización laboral e innovación tecnológica entre otros aspectos) exigen conocimientos específicos y más indefinidos (autonomía, trabajo en equipo, negociación, etc.) que no todas las escuelas son capaces de transmitir.

Por otro lado, el concepto de segregación, originario de la tradición de la sociología urbana, introduce una nueva connotación en su aplicación al estudio de la desigualdad

educativa: la segregación residencial, y a su vez, a diferencia del concepto de (des)igualdad que aplica a los individuos o grupos sociales, el de segregación se sitúa a nivel de las escuelas (Veleda, 2012, 2014).

Sobre la segregación residencial, si bien existen estudios que indagan sobre su influencia en los niveles de segregación educativa (Dignum et al., 2022; Sage & Flache, 2021), dicho concepto no será abordado en la presente investigación.

Una de las mayores preocupaciones con respecto a la segregación educativa es que esta atenta contra la vocación integradora de la escuela, Veleda (2012, 2014) realiza una recopilación de algunas de sus consecuencias. La autora parte de la observación de que los resultados de las evaluaciones PISA de los años 2000, 2006 y 2009 de alumnos del nivel secundario varían ampliamente entre las escuelas, y que la variable composición social promedio de las mismas es la más significativa en dicho fenómeno (Cervini, 2002a, 2002b; Rivas et al., 2004). Luego, resalta como los alumnos más desfavorecidos socioeconómicamente acceden a escuelas de menor calidad, en términos académicos y materiales (Falus & Goldberg, 2010; Llach, 2006; Rivas et al., 2004).

Otras consecuencias listadas por Veleda (2012, 2014) son: el reforzamiento de las tendencias al cierre social, la estigmatización y la violencia (Lopez, 2005); la intensificación de representaciones que legitiman la dominación social (Kessler, 2002) y el impacto negativo en el rendimiento general del sistema educativo (OECD/UNESCO, 2003, 2007, 2010), por nombrar algunas. En esta misma línea, Krüger (2013) sostiene que la persistente existencia de segregación en el alumnado atenta contra la equidad educativa y contribuye a reproducir las desigualdades sociales preexistentes.

Partiendo de los antecedentes explorados, se derivan las siguientes preguntas para guiar la investigación: ¿es el sorteo capaz de generar influencia en los niveles de segregación

educativa? ¿en qué medida? ¿puede la regulación estatal utilizarlos para disminuir los niveles de segregación educativa? ¿en qué condiciones podrían ser más eficaces en la búsqueda de dicho objetivo?

Para responder a dichas preguntas, se hace uso de un modelo basado en agentes con las mismas características y lineamientos que el modelo de Larsen (2015), agregando la posibilidad del sorteo en el proceso de inscripción de las escuelas. El modelo simula cómo los mecanismos situacionales dados por la libre elección de las familias y la inscripción por sorteo influyen en el comportamiento de los diferentes actores, en este caso de dos tipos: familias y escuelas. Por otro lado, representa los mecanismos de acción, dados por las interacciones entre dichos actores, y estudia el efecto que estos producen en la segregación educativa a nivel macro, a través de los mecanismos transformacional.

El modelo en cuestión tiene como objetivo realizar una exploración teórica de los fenómenos descritos, por lo cual no se encuentra enmarcado en ninguna zona geográfica ni período de tiempo en particular. Los detalles del mismo son explicados en el Apéndice A, siguiendo el protocolo ODD (Grimm et al., 2020).

La relevancia de esta investigación consiste en estudiar las condiciones en las cuales el sorteo en las escuelas es capaz de reducir la segregación educativa.

### **Objetivo general**

Determinar si la introducción del sorteo, utilizando el mecanismo de Boston, influye en los niveles de segregación educativa, en un modelo basado en agentes con libre elección de escuela por parte de las familias y en condiciones bajas de segregación residencial.

### **Objetivos específicos**

- Generar dos distribuciones de niveles de segregación educativa, la primera

distribución  $X \sim \mathcal{N}(\mu_1, \sigma_1^2)$  ejecutando el modelo 100 veces con sorteo y la segunda distribución  $Y \sim \mathcal{N}(\mu_2, \sigma_2^2)$  ejecutando el modelo 100 veces sin sorteo.

- Describir las propiedades estadísticas de dichas distribuciones.
- Calcular un intervalo del 99% de confianza de datos apareados utilizando una tercera distribución  $D$ , resultante de la diferencia entre las dos distribuciones  $X$  e  $Y$ , donde  $D = X - Y$  y  $D \sim \mathcal{N}(\mu_1 - \mu_2, \sigma_1^2 + \sigma_2^2)$ .
- Determinar si el intervalo de confianza incluye al 0.

## Métodos

### Diseño

El modelado basado en agentes es una herramienta que se adapta con facilidad a las proposiciones de la sociología analítica, fuerza a los investigadores a formalizar sus supuestos teóricos subyacentes, posibilita estudiar interacciones complejas y dinámicas entre individuos sin reducir el problema a una suma de las partes y permite evaluar la importancia relativa de los diferentes mecanismos identificados (Larsen, 2015).

Dicho lo anterior, se definió que el alcance de esta investigación sea de tipo explicativo con enfoque cuantitativo, ya que se busca explicitar los mecanismos situacionales, de acción y transformacionales que dan origen a la segregación educativa y probar estadísticamente la hipótesis de si la introducción del sorteo influye sobre los niveles esta última.

Por último, se utilizó un diseño experimental unifactorial de 2 tratamientos y 100 repeticiones cada uno (Domínguez & Tostado, 2020; Law, 2015), esto último al igual que en Larsen (2015). El único factor de este experimento es la presencia de sorteo en el proceso de

inscripción y sus dos tratamientos son “con sorteo” y “sin sorteo”. En el resto de esta investigación nos referiremos a esta variable como “presencia de sorteo”. La variable de respuesta del experimento es el nivel de segregación educativa entre todas las escuelas del modelo.

Los 2 tratamientos y sus 100 repeticiones requirieron 200 muestras de participantes que se tradujeron en 200 ejecuciones del modelo (cada ejecución genera su propia muestra aleatoria). El orden de los tratamientos no requirió de aleatorización, al tratarse de una experimentación de simulación (Law, 2015).

## Participantes

Al utilizar un modelo basado en agentes, nuestra población es simulada y comprende las siguientes unidades de análisis: escuelas secundarias situadas en zonas residenciales, en donde las familias tienen posibilidad de elegir la escuela a la cual enviar a sus hijos y donde la inscripción puede ser con o sin sorteo. Al igual que en Larsen (2015) cada muestra estará compuesta por 25 escuelas secundarias.

## Instrumentos

El desarrollo del modelo basado en agentes se realizó con el lenguaje de programación Java 14.0.1 (Arnold et al., 2005) y la librería de código abierto MASON (Luke et al., 2005). El análisis de los datos generados a través del modelo se realizó utilizando Python 3.9, con las librerías Pandas (McKinney, 2010) para el procesamiento de los datos y Matplotlib (Hunter, 2007) para la generación de gráficos.

El modelo, además de las variables presencia de sorteo y nivel de segregación educativa, posee numerosas variables de control que son necesarias para controlar diversos aspectos de este (Apéndice B).

A continuación, se describe en líneas generales el funcionamiento del modelo y algunas de las variables de control que lo gobiernan. El modelo posee dos tipos de agentes ubicados en un plano de dos dimensiones, 25 escuelas (`numSchools`) y 6000 familias (`numHouseholders`), estas últimas pueden ser de dos clases, rojas y azules, esta distribución está definida por la variable de control `percRed`. Las familias están dispersas de manera aleatoria y las escuelas poseen lugares fijos en todas las ejecuciones del modelo. En cada ejecución del modelo transcurren uno o más pasos y cada uno de estos simula un año escolar, el cual inicia con las familias seleccionando la escuela a la cual inscribirán a sus hijos. Este proceso de selección se da contemplando dos características de las escuelas, la cantidad de alumnos de la misma clase que la familia en cuestión y la distancia de la escuela al hogar. Las familias prefieren escuelas donde asisten alumnos de ambas clases, para el experimento de esta investigación la proporción más atractiva es 70% de alumnos de la misma clase y 30% de la otra, dicho porcentaje se define con la variable de control `f`, este aspecto del modelo representa las preferencias en la composición étnica de las escuelas por parte de las familias. Del total de 25 escuelas en el modelo las familias están limitadas para seleccionar solo una de un porcentaje de escuelas a disposición, que a su vez son las más cercanas a su hogar, dicha proporción está definida por la variable de control `searchRadiusPerc`. Esta limitación hace alusión a la preferencia de las familias con respecto a la cercanía de las escuelas.

El experimento de este trabajo se llevó a cabo con características similares que los experimentos de simulación en Larsen (2015). Cada ejecución del modelo se realiza con 25 pasos, simulando 25 años de familias seleccionando escuela e inscribiendo a sus hijos. Las familias rojas son minoría, representan el 30% del total de la población (`percRed`). El porcentaje de escuelas a disposición para que las familias seleccionen es del 50% (`searchRadiusPerc`). En el Apéndice C se detallan todos los valores para cada variable de

control utilizados en el experimento.

El nivel de segregación educativa se calcula para cada ejecución del modelo (200 valores en total, 100 para cada tratamiento) utilizando el índice de disimilitud (Krüger, 2020), el cual posee un rango de valores del 0 al 1 que representan el menor y el mayor nivel posible de segregación educativa, respectivamente. Dicho índice se obtiene a partir de las proporciones de alumnos de las diferentes clases en cada escuela:

$$D = 0.5 \sum \left| \frac{N_{ir}}{N_r} - \frac{N_{ia}}{N_a} \right|$$

Donde  $N_{ir}$  es la cantidad de alumnos de clase roja en la  $i$ -ésima escuela,  $N_{ia}$  la cantidad de alumnos de clase azul en la  $i$ -ésima escuela,  $N_r$  la cantidad de alumnos rojos entre todas las escuelas y  $N_a$  la cantidad de alumnos azules entre todas las escuelas. Todas las cantidades son extraídas en el último paso (25) de cada ejecución del modelo.

## Análisis de datos

En primera instancia se realizaron gráficos de línea para obtener un primer entendimiento de la evolución de los niveles de segregación educativa a lo largo del tiempo y para diferentes cantidades de familias rojas (percRed en 0.4, 0.3 y 0.2), diferentes porcentajes de escuelas a disposición para estas (searchRadiusPerc en 0.2, 0.5 y 1.0), con y sin presencia de sorteo. El eje de las abscisas representa los pasos o años que han transcurrido en el modelo y el eje de las ordenadas el índice de disimilitud. Para cada combinación de las tres variables: cantidad de familias rojas, porcentajes de escuelas a disposición y presencia de sorteo, se realizaron 100 ejecuciones del modelo y se graficó la media del índice de disimilitud en cada paso o año. Dichos gráficos además permitieron validar si el modelo de esta investigación se comporta de manera similar al modelo a partir del cual se construyó

(Larsen, 2015).

Como segunda instancia, el modelo se ejecutó para generar los datos correspondientes al experimento unifactorial. Teniendo en cuenta el único factor del mismo, presencia de sorteo, se realizaron 100 ejecuciones para cada uno de sus tratamientos, con y sin sorteo, obteniendo así dos distribuciones de índice de disimilitud  $X$  e  $Y$ , donde  $X \sim \mathcal{N}(\mu_1, \sigma_1^2)$  e  $Y \sim \mathcal{N}(\mu_2, \sigma_2^2)$ . Dichas distribuciones se graficaron con un histograma para poder explorarlas de manera visual.

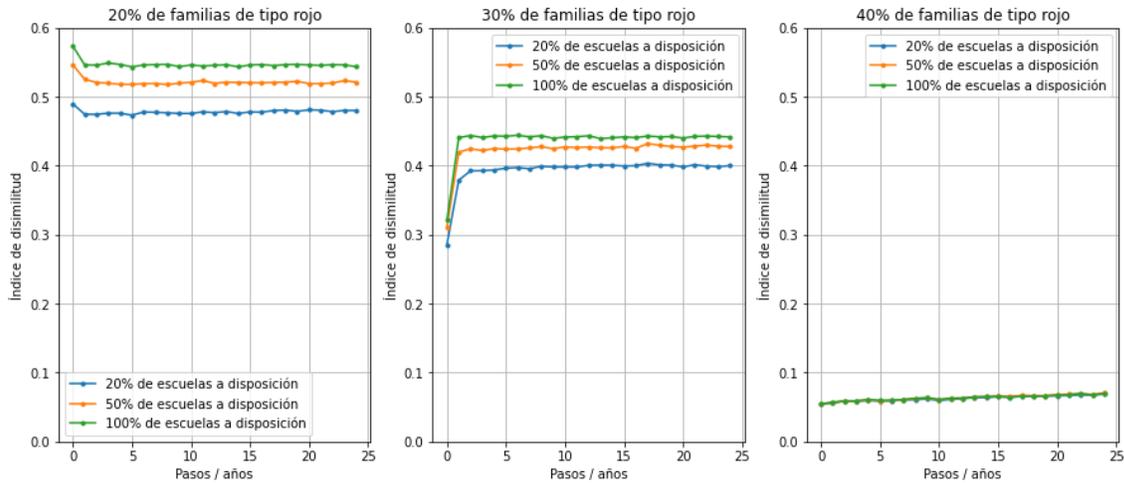
Por último, siguiendo a Law (2015) se creó una tercera distribución  $D$  a partir de las diferencias entre las dos distribuciones anteriores  $X$  e  $Y$ , donde  $D = X - Y$  y  $D \sim \mathcal{N}(\mu_1 - \mu_2, \sigma_1^2 + \sigma_2^2)$ . Con dicha distribución  $D$  se calculó un intervalo del 99% de confianza de datos apareados, y se determinó si dicho intervalo contiene al 0, lo cual impediría rechazar la hipótesis nula que indica que la presencia de sorteo en el modelo influye en los niveles de segregación educativa.

## Resultados

### Evolución de los niveles de segregación educativa

Para explorar la evolución en el tiempo de los niveles de segregación educativa sin presencia de sorteo, en la Figura 1 se graficó el índice de disimilitud a lo largo de 25 pasos o años del modelo. Esto se realizó para diversos valores de las variables cantidad de familias de tipo rojo (percRed) y porcentaje de escuelas a disposición (searchRadiusPerc).

#### **Evolución del índice de disimilitud sin presencia de sorteo**



*Figura 1.* Evolución del índice de disimilitud entre escuelas sin presencia de sorteo a la hora de inscribir a sus alumnos. Dichos valores representan la media del índice de disimilitud de un total de 100 ejecuciones de 25 pasos/años en cada escenario. Fuente: elaboración propia.

Estos resultados reflejan un comportamiento similar a los resultados del modelo de Larsen (2015), los cuales se presentan en la Figura 2. La cantidad de familias de tipo rojo tiene un impacto relevante en el índice de disimilitud, con niveles muy bajos para el valor 40%. Para escenarios con un 20% y 30% de las familias de tipo rojo, a mayor porcentaje de escuelas a disposición mayor es el índice de disimilitud. Para el escenario con 40% de familias de tipo rojo el porcentaje de escuelas a disposición pareciera no tener influencia sobre el índice de disimilitud.

### **Evolución del índice de disimilitud**

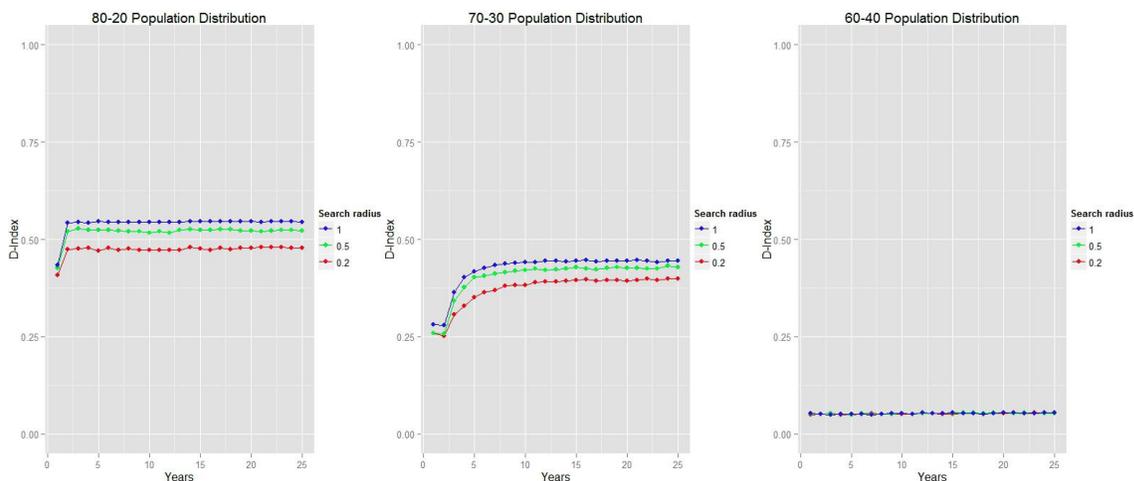


Figura 2. Índice de disimilitud durante 25 años para diferentes valores de radio de búsqueda y distribución de la población, correspondientes a las variables porcentaje de escuelas a disposición y cantidad de familias rojas del modelo de esta investigación. Fuente: Larsen (2015).

En la Figura 3 se presenta la evolución del índice de disimilitud para los mismos escenarios que en la Figura 1 pero esta vez con presencia de sorteo en las escuelas.

### Evolución del índice de disimilitud con presencia de sorteo

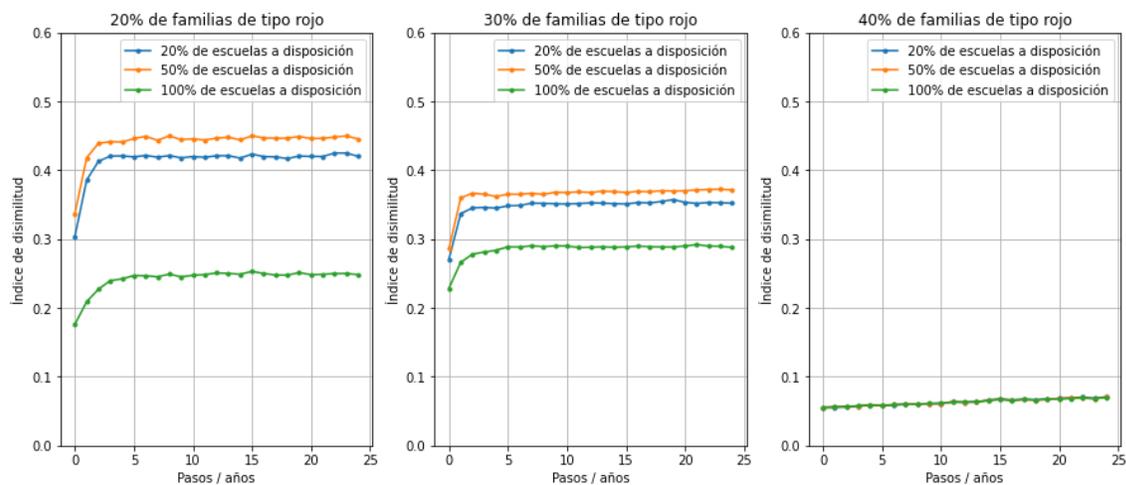


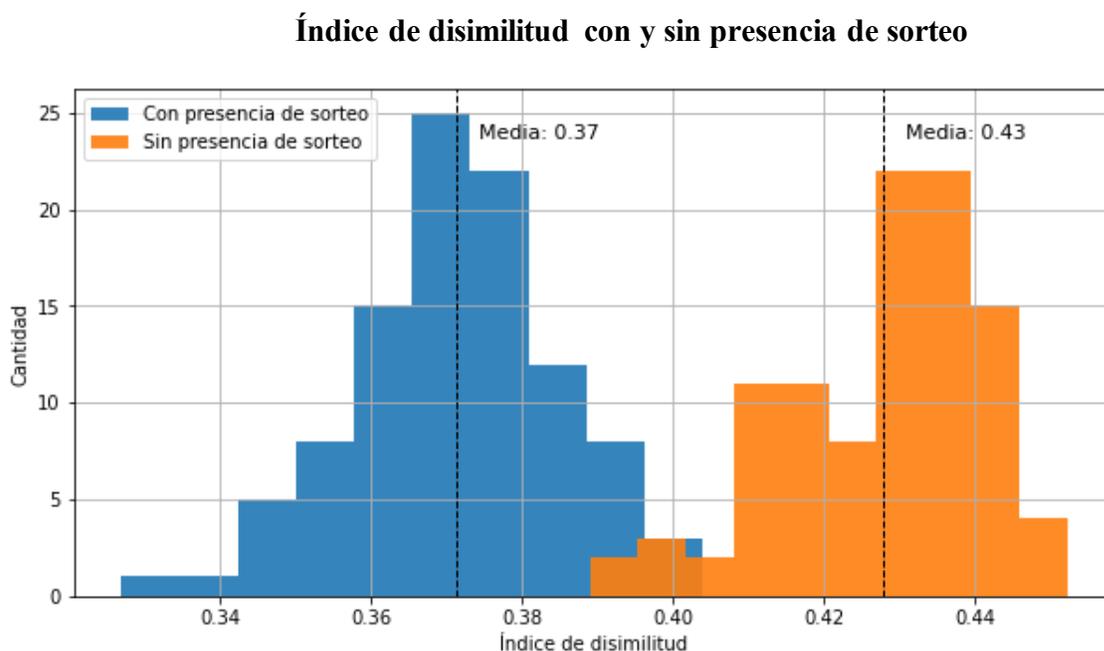
Figura 3. Evolución del índice de disimilitud entre escuelas con presencia de sorteo a la hora de inscribir a sus alumnos. Dichos valores representan la media del índice de disimilitud de un total de 100 ejecuciones de 25 pasos/años en cada escenario. Fuente: elaboración propia.

A simple vista se observan niveles mas bajos en el índice de disimilitud. Al igual que en la Figura 1, la cantidad de familias de tipo rojo tiene un impacto relevante en el índice de

disimilitud y presenta niveles muy bajos para una cantidad del 40%. El porcentaje de escuelas a disposición también pareciera ejercer influencia, pero en esta ocasión para valores del 100% el índice de disimilitud es el mas bajo en los escenarios de 20% y 30% de familias de tipo rojo. Ni el porcentaje de escuelas a disposición ni la presencia de sorteo pareciera ejercer influencia en el índice de disimilitud con 40% de familias de tipo rojo

### Niveles de segregación educativa con y sin presencia de sorteo

Para explorar la influencia de la presencia del sorteo en las escuelas, y de acuerdo con el primero y el segundo de los objetivos específicos de la presente investigación, en la Figura 4 se graficaron las dos distribuciones del índice de disimilitud,  $X \sim \mathcal{N}(\mu_1, \sigma_1^2)$  e  $Y \sim \mathcal{N}(\mu_2, \sigma_2^2)$ , correspondientes a los dos tratamientos del experimento unifactorial con y sin presencia de sorteo, respectivamente.

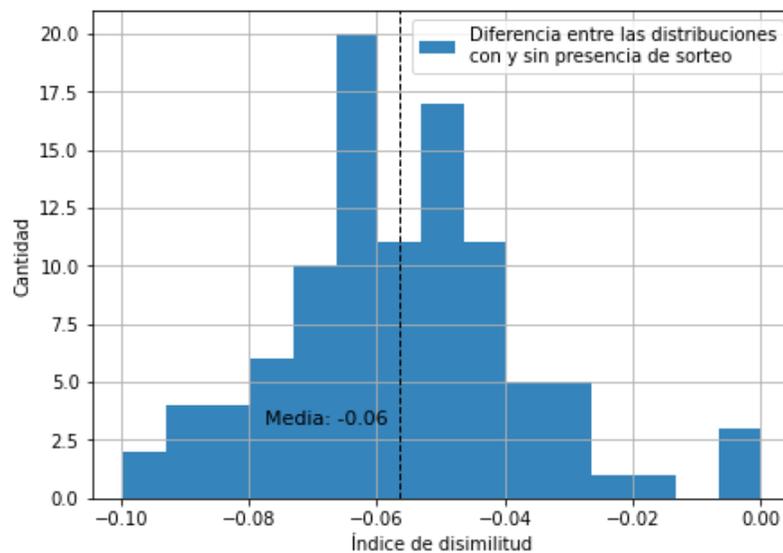


*Figura 4.* Distribuciones del índice de disimilitud con y sin presencia de sorteo, para 30% de las familias de tipo rojo y 50% de escuelas a disposición. Cada distribución posee 100 observaciones. Fuente: elaboración propia.

Ambas distribuciones presentan baja superposición y medias distantes, con valores del 0,37 (0.01 SD) y 0.43 (0.1 SD) con y sin presencia de sorteo. Esto último indicaría que la presencia del sorteo ejerce cierta influencia en el índice de disimilitud, y por ende en los niveles de segregación educativa, para el escenario propuesto.

Por último, y continuando con los objetivos específicos tres y cuatro, a partir de las distribuciones anteriores  $X$  e  $Y$ , se calculó una tercera distribución  $D = X - Y$  ( $M = 0,057$ ,  $SD = 0,019$ ), graficada en la Figura 5, que se utilizó para calcular el intervalo del 99% de confianza de  $-0,061$  a  $-0,052$ , que como puede observarse, no contiene al 0.

### Distribución de la diferencia entre los índices de disimilitud



*Figura 5.* Distribución de la diferencia entre los índices de disimilitud con y sin presencia de sorteo, para 30% de las familias de tipo rojo y 50% de escuelas a disposición. Esta distribución posee 100 observaciones. Fuente: elaboración propia.

## Discusión

En la presenta investigación se planteó determinar si la introducción del sorteo en el proceso de inscripción en escuelas secundarias genera impacto en los niveles de segregación

educativa. Para alcanzar dicho objetivo se desarrolló un modelo basado en agentes para simular los mecanismos de acción a nivel micro entre las escuelas y las familias, así como los mecanismos situacionales y transformacionales entre dichos actores y las estructuras macro.

Como todo modelo, el del presente trabajo no es más que un reflejo simplificado de la compleja realidad. A nivel macro se hizo foco en solo tres mecanismos situacionales, las preferencias de las familias con respecto a la composición étnica y distancia de las escuelas; la cantidad de familias pertenecientes a cada etnia/tipo, en este caso rojas y azules; y la presencia o no del sorteo al momento de la inscripción. Con respecto a los mecanismos transformacionales, se monitoreó los niveles de segregación educativa entre las escuelas, a través del índice de disimilitud.

Los antecedentes de esta investigación pueden ser divididos en dos grupos, los que analizan el fenómeno de segregación educativa a través de un modelo basado en agentes (Larsen, 2015; Stoica & Flache, 2014), y los que observan de manera empírica el efecto de la introducción del sorteo en casos específicos de escuelas secundarias en Argentina (Anderete Schwal, 2019, 2021; Di Piero, 2014, 2020).

Al igual que en los antecedentes del primer grupo, en el presente trabajo se logró constatar que la segregación educativa sucede de manera emergente a través de procesos de autoorganización y retroalimentación entre los agentes involucrados. Sin presencia de segregación residencial, con familias dispersas aleatoriamente en el espacio, sin sorteo al momento de la inscripción, para cantidades de familias rojas menores al 40% y diversos niveles de preferencia con respecto a la distancia de las escuelas, se observaron valores del índice de disimilitud entre 0,45 y 0,60, los cuales son considerados niveles moderados de segregación educativa (Krüger, 2013).

A diferencia de modelos de simulación anteriores, el desarrollado en esta investigación permite la introducción del sorteo durante el proceso de inscripción. Esta posibilidad fue explorada durante el experimento unifactorial realizado y permitió observar una reducción sustancial del índice de disimilitud, entre 0,40 y 0,45 para niveles del 20% y 50% de escuelas disponibles para las familias (preferencia con respecto a la distancia de la escuela) y un valor no esperado de aproximadamente 0,20 cuando las familias no poseen preferencias con respecto a la distancia (100% de escuelas disponibles para seleccionar), siendo que sin presencia de sorteo el índice de disimilitud presentó el valor más alto, cerca de 0,60, para esta última condición.

Este resultado inesperado sugiere que la preferencia de las familias con respecto a la distancia de la escuela presenta una relación no lineal con respecto al índice de similitud en escenarios con presencia de sorteo, siendo que, sin este último, se observó una relación lineal y directamente proporcional de estas dos variables.

Las dos distribuciones del índice de disimilitud, obtenidas a través del experimento unifactorial y correspondientes a ejecuciones con y sin presencia de sorteo, presentaron diferencias estadísticamente significantes en sus medias, con valores menores con presencia de sorteo. Esto último permite rechazar la hipótesis nula que sostiene que la presencia del sorteo no produce cambios significativos en los niveles de segregación educativa.

Lo anterior, sugiere que el sorteo en el proceso de inscripción en las escuelas secundarias si reduce los niveles de segregación educativa entre las mismas. Dicho resultado se contradice con las observaciones empíricas de Anderete Schwal (2019, 2021) y Di Piero (2014, 2020), los cuales concluyen que el sorteo no es condición suficiente para lograr reducir la segregación educativa, sino más bien es necesario además de actividades inclusivas por parte de las escuelas, las cuales estén enfocadas en expandir la oferta de las mismas a sectores

de la sociedad que por condiciones económicas, de tradición, o por los llamados “techos de cristal” (Dubet, 2012), se excluyen de inscribir a sus hijos a ciertos establecimientos, por lo cual nunca llegan a participar en dichos sorteos.

Las conclusiones de los autores mencionados se mantienen y van de la mano con el aporte teórico de Bourdieu (2001), quien sostiene que la ruleta representa la igualdad perfecta de oportunidades, permite elevar o descender el propio estatus de manera repentina, pero únicamente en un mundo sin acumulación ni transmisión hereditaria de posesiones o de “capital social”. El sorteo en las escuelas no podría cumplir con su objetivo de democratizar el acceso a las escuelas, debido a las diferencias en las condiciones iniciales de las familias, a los diversos niveles de capital social entre las mismas.

Es justamente este factor de igualdad de condiciones iniciales el que difiere entre los trabajos empíricos descriptas con anterioridad y los resultados del modelo de esta investigación. En dicho modelo las familias están distribuidas de manera aleatoria en el espacio, no existe segregación residencial de ningún tipo, tampoco preferencias en escuelas particulares, ya que estas presentan exactamente las mismas características para todas las familias, no hay escuelas de prestigio o con ofertas educativas particulares. Si bien existen dos tipos de familias, o dos tipos de etnias, no hay diferencias en el comportamiento de las mismas, y esto es lo que justamente se observa en los estudios empíricos analizados, particularmente en la provincia de Buenos Aires:

La amplitud del abanico de escuelas consideradas, las expectativas dirigidas a la escuela, la modalidad de acercamiento a la institución, la actitud frente a los directores o, incluso, la temporalidad del proceso de elección difieren significativamente entre los diferentes grupos considerados según la disponibilidad de recursos culturales, económicos y sociales (Veleda 2012, p. 242)

Esta última diferenciación de comportamiento entre los diversos sectores

socioeconómicos no es difícil de imaginar para el resto del país.

Además de la imposibilidad de simular condiciones dispares entre las familias, en esta investigación se omitieron los llamados mecanismos de prioridad, los cuales habilitan o facilitan la inscripción de determinados alumnos, según características determinadas de los mismos, por ejemplo, alumnos repitentes, con hermanos ya inscriptos en la escuela, hijos de personal de la escuela, etc. Dichas prioridades tienen como finalidad asegurar vacantes antes de los mecanismos de sorteo, por lo cual podrían reducir el impacto de este sobre los niveles de segregación.

Otra limitación relevante es la ausencia de segregación residencial. Dicho fenómeno afecta de manera directa los niveles de segregación educativa, ya que genera zonas de concentración donde habitan familias con niveles socioeconómicos y/o etnias similares, incidiendo en la distribución de alumnos de las escuelas cercanas. Esta variable si es explorada en otros trabajos que también hacen uso de modelos basados en agentes (Dignum et al., 2022; Sage & Flache, 2021).

Como se describió en los antecedentes de este trabajo, no son muchas las investigaciones que indagan sobre el efecto del sorteo en los niveles de segregación educativa, y en particular, en el presente estudio se hace uso de modelos de simulación computacional, los cuales presentan importantes ventajas: fuerzan definir de manera explícita los mecanismos, las partes y las interacciones que se desean analizar (Smaldino, 2017), permiten ejecutar experimentos para fenómenos los cuales, debido a su naturaleza, son difíciles de manipular en escenarios reales.

A modo de conclusión, es posible afirmar que a pesar de las limitaciones descriptas hasta el momento, los resultados de esta investigación sugieren que el sorteo en el proceso de inscripción en escuelas secundarias, permite reducir los niveles de segregación educativa,

para condiciones iniciales de igualdad en términos socioeconómicos y de “capital social” entre las familias, aunque esto último difícilmente sea observado en la realidad. Por otro lado, fue posible observar, al igual que en otras investigaciones (Larsen, 2015; Sage & Flache, 2021; Stoica & Flache, 2014) como la preferencia por menores distancia a las escuelas reduce los niveles de segregación educativa, al disminuir el radio de búsqueda de las familias con respecto a su hogar, disminuyen los niveles de segregación. Aunque para el caso de presencia de sorteo, para radios de búsqueda amplios (mayores al 50% de escuelas disponibles) los niveles de segregación también disminuyen, resultado que resultó inesperado.

Futuras interrogantes para estudios sobre el impacto de la introducción del sorteo en el proceso de inscripción en escuelas de nivel secundario por sobre los niveles de segregación educativa, se encuentran en el estudio de las condiciones iniciales entre las familias, como diversas estrategias de selección de las mismas potencian o condicionan el efecto del sorteo.

## Referencias

- Alegre, M. À. (2017). *Políticas de elección y asignación de colegio: ¿qué efectos tienen sobre la segregación escolar?*
- Allen, R., Burgess, S., & McKenna, L. (2013). The short-run impact of using lotteries for school admissions: early results from Brighton and Hove's reforms. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 38(1), 149–166.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1475-5661.2012.00511.x>
- Anderete Schwal, M. (2019). Efectos del sorteo en una escuela secundaria pre universitaria. *ESPACIOS EN BLANCO. Revista de Educación*, 1(30), 159–177.  
<https://doi.org/10.37177/unicen/eb30-270>
- Anderete Schwal, M. (2021). Mecanismos de exclusión social en una escuela preuniversitaria meritocrática. *Praxis Educativa*, 25(3), 1–20.  
<https://doi.org/10.19137/praxiseducativa-2021-250310>
- Arcidiácono, M., Cruces, G., Gasparini, L., Jaume, D., Serio, M., & Vázquez, E. (2014). La segregación escolar público-privada en América Latina. *Serie Políticas Sociales* (195).
- Arnold, K., Gosling, J., & Holmes, D. (2005). *The Java programming language*. Addison Wesley Professional.
- Bellei C, C. (2013). El estudio de la segregación socioeconómica y académica de la educación chilena. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 39, 325–345.
- Bottinelli, L. (2017). *Educación y desigualdad Un repaso por algunos aportes de la*

*sociología de la educación en la Argentina.*

- Bourdieu, P. (2001). Las formas del capital. Capital económico, capital cultural y capital social. In *Poder, derecho y clases sociales* (Vol. 2). Desclée de Brouwer Bilbao.
- Cervini, R. (2002a). Desigualdades en el logro académico y reproducción cultural en Argentina. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 7(16).
- Cervini, R. (2002b). La distribución social de los rendimientos escolares. *El Rendimiento Escolar En Argentina-Análisis de Resultados y Factores. E. Tenti (Org.). Buenos Aires: Editorial Losada.*
- Clark, W. A. V., & Fossett, M. (2008). Understanding the social context of the Schelling segregation model. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(11), 4109–4114. <https://doi.org/10.1073/pnas.0708155105>
- Coleman, J. S. (1994). *Foundations of social theory*. Harvard university press.
- Di Piero, M. E. (2014). ¿Mérito y azar? Nociones de justicia distributiva y selección soft- el caso de una escuela secundaria tradicional frente al mandato inclusor. *Propuesta Educativa*, 43, 152–154.
- Di Piero, M. E. (2020). La escolarización en secundarias universitarias en Argentina: la elección escolar entre los techos de cristal y el cierre social. *Pro-Posições*, 31. <https://doi.org/10.1590/1980-6248-2017-0111>
- Dignum, E., Athieniti, E., Boterman, W., Flache, A., & Lees, M. (2022). Mechanisms for increased school segregation relative to residential segregation: a model-based analysis. *Computers, Environment and Urban Systems*, 93.

<https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2022.101772>

Domínguez, J. D., & Tostado, E. C. (2020). *Diseño de experimentos: estrategias y análisis en ciencias e ingenierías*. Alpha Editorial.

Dubet, F. (2012). *Repensar la justicia social: contra el mito de la igualdad de oportunidades*. Siglo Veintiuno Editores Argentina.

Falus, L., & Goldberg, M. (2010). Recursos, instalaciones y servicios básicos en las escuelas primarias de América Latina: otra forma que asume la desigualdad educativa. *Cuadernos SITEAL, Buenos Aires, 7*, 1–50.

Gonzalez Parrao, M. C. (2020). *Do school admission policies provide equal opportunities? Three empirical studies on educational inequality*.

Grimm, V., Railsback, S. F., Vincenot, C. E., Berger, U., Gallagher, C., Deangelis, D. L., Edmonds, B., Ge, J., Giske, J., Groeneveld, J., Johnston, A. S. A., Milles, A., Nabe-Nielsen, J., Polhill, J. G., Radchuk, V., Rohwäder, M. S., Stillman, R. A., Thiele, J. C., & Ayllón, D. (2020). The ODD protocol for describing agent-based and other simulation models: A second update to improve clarity, replication, and structural realism. *JASSS, 23*(2). <https://doi.org/10.18564/jasss.4259>

Hedström, P., Bearman, P., & Bearman, P. S. (2009). *The Oxford handbook of analytical sociology*. Oxford University Press.

Hedström, P., & Swedberg, R. (1998). *Social mechanisms: An introductory essay*.

Hunter, J. D. (2007). Matplotlib: A 2D Graphics Environment. *Computing in Science & Engineering, 9*(3), 90–95. <https://doi.org/10.1109/MCSE.2007.55>

- Krüger, N. (2013). La segregación social en la escuela argentina: mecanismo de reproducción de las desigualdades de origen. In *Tópicos de Trampas de Pobreza* (pp. 13–30). EdiUNS.  
[https://www.conicet.gov.ar/new\\_scp/detalle.php?keywords=&id=35535&capitulos=yes&detalles=yes&capit\\_id=1921819](https://www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle.php?keywords=&id=35535&capitulos=yes&detalles=yes&capit_id=1921819)
- Krüger, N. (2019). Socioeconomic school segregation as a dimension of educational exclusion: Fifteen years of evolution in Latin America. *Education Policy Analysis Archives*, 27. <https://doi.org/10.14507/epaa.27.3577>
- Krüger, N. (2020). Peer effects in highly segregated school contexts. *REICE. Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia y Cambio En Educacion*, 18(4), 171–196.  
<https://doi.org/10.15366/REICE2020.18.4.007>
- Larsen, E. N. (2015). *The Microfoundations of School Segregation An Agent-based Computational Approach* [Master thesis, University of Oslo].  
<http://hdl.handle.net/10852/46198>
- Law, A. M. (2015). *Simulation Modeling and Analysis, FIFTH EDITION*. [www.averill-law.com](http://www.averill-law.com)
- Llach, J. J. (2006). *El desafío de la equidad educativa*. Ediciones Granica SA.
- Luke, S., Cioffi, C., Panait, L., Sullivan, K., & Balan, G. (2005). MASON: A Multiagent Simulation Environment. *Simulation*, 81, 517–527.
- McKinney, W. (2010). Data Structures for Statistical Computing in Python. *Proceedings of the 9th Python in Science Conference*, 56–61. <https://doi.org/10.25080/Majora->

92bf1922-00a

- Murillo, F. J., Duk, C., & Martínez-Garrido, C. (2018). Evolución de la segregación socioeconómica de las escuelas de América Latina. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 44, 157–179.
- Murillo, F. J., & Martínez-Garrido, C. (2017). Estimación de la magnitud de la segregación escolar en América Latina. *Magis, Revista Internacional de Investigación En Educación*, 9(19), 11–30. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.m9-19.emse>
- Musset, P. (2012). *School Choice and Equity: Current Policies in OECD Countries and a Literature Review*. <https://doi.org/10.1787/5k9fq23507vc-en>
- Orellana, V., Caviades, S., Bellei, C., & Contreras, M. (2018). School choice as a sociological issue. A literature review. *Revista Brasileira de Educacao*, 23. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782018230007>
- Rigal, J., Schoo, S., & Ambao, C. (2019). *El ingreso a la escuela secundaria. Un análisis de los sistemas de distribución de vacantes en Argentina*. <https://www.argentina.gob.ar/educacion/planeamiento/info-estadistica>
- Rivas, A., Veleda, C., & Mezzadra, F. (2004). Los estados provinciales frente a las brechas socio-educativas. Una sociología política de las desigualdades educativas en las provincias argentinas. *Fondo de Investigaciones Educativas, PREAL*.
- Sage, L., & Flache, A. (2021). *Can Ethnic Tolerance Curb Self-Reinforcing School Segregation? A Theoretical Agent Based Model*.
- Schelling, T. C. (1969). Models of segregation. *The American Economic Review*, 59(2),

488–493.

- Schelling, T. C. (1971). Dynamic models of segregation. *Journal of Mathematical Sociology*, *1*(2), 143–186.
- Schelling, T. C. (2006). *Micromotives and macrobehavior*. WW Norton & Company.
- Smaldino, P. (2017). Models Are Stupid, and We Need More of Them. In R. R. Vallacher, S. J. Read, & A. Nowak (Eds.), *Computational Social Psychology* (pp. 311–331). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315173726>
- Stoica, V. I., & Flache, A. (2014). From Schelling to Schools: A Comparison of a Model of Residential Segregation with a Model of School Segregation. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, *17*(1).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.18564/jasss.2342>
- Vazquez, E. (2016). Segregación Escolar por Nivel Socioeconómico. Midiendo el Fenómeno y Explorando sus Determinantes. *Económica*, *62*, 121–184.  
[www.cedlas.econo.unlp.edu.arCC|E](http://www.cedlas.econo.unlp.edu.arCC|E)
- Veleda, C. (2012). *La segregación educativa: entre la fragmentación de las clases medias y la regulación atomizada*. La Crujía.
- Veleda, C. (2014). Regulación estatal y segregación educativa en la Provincia de Buenos Aires. *Education Policy Analysis Archives*, *22*.  
<https://doi.org/10.14507/epaa.v22n42.2014>
- Wilensky, U., & Rand, W. (2015). *An introduction to agent-based modeling: modeling natural, social, and engineered complex systems with NetLogo*. Mit Press.

