

Informe para la Dirección Sectorial de Integración Educativa
Área Gestión de Sistemas de Información
Septiembre 2022

Ignacio Cabrera
Maximiliano Machado
Juan S. Pereyra

En el marco del proyecto ANII - Fondo María Viñas (FMV_1_2021_1_166576, período mayo 2022- mayo 2025)¹ se analizó la asignación de estudiantes a centros educativos de educación media en el **año 2021**. En líneas generales, el sistema funciona de la siguiente forma. Los estudiantes que deseen cursar por primera vez en un centro de educación media (liceo y educación técnica) deben rankear tres centros educativos en un sistema llamado Sistema de preinscripciones (SDP). Con la información de las opciones rankeadas por cada estudiante, los cupos de cada opción, y las prioridades de los centros, se corre un algoritmo para calcular la asignación.

Es importante aclarar que el 82% de los estudiantes tienen asociado lo que se denomina un *liceo predeterminado*, esto es un liceo asociado que depende de la escuela a la que asistieron. Cabe destacar que en general no conocen cuál es. Esto es importante, no sólo porque este liceo recibe un trato especial en el algoritmo de asignación, sino porque si un estudiante rankea liceos en los dos primeros lugares, entonces el sistema automáticamente le incluye como su tercera opción al liceo predeterminado. Por lo tanto, en el caso de este estudiante puede rankear sólo dos centros.

A continuación enumeramos los principales resultados del proyecto en estos primeros meses y los desafíos para los próximos años (sección 1). Luego se profundiza en cada uno de los puntos.² En la sección 2 se caracteriza la oferta de los centros, mientras que en la sección 3 se presentan datos básicos de los estudiantes y su demanda. La sección 4 incluye la descripción y análisis del algoritmo utilizado por la ANEP, y en la sección 5 se estudia la asignación final. En la sección 6 proponemos un mecanismo alternativo.³

¹ Además de los autores de este informe, el equipo del proyecto está integrado por Federico Echenique, Sebastián Fleitas y Luana Méndez.

² Queremos resaltar la invaluable ayuda de todo el equipo del Área Gestión de Sistemas de Información, sin la cual este primer informe no hubiera sido posible.

³ Los resultados se refieren al año 2021, y luego los compararemos con la información de años anteriores para analizar su robustez.

1. Principales hallazgos

- En el año 2021 participaron 41.503 estudiantes. Se contó con un total de 41.939 lugares disponibles, distribuidos en 550 centros.
- No parece existir un desfase importante entre la demanda de centros como primera opción y la capacidad de los mismos. La sobredemanda, medida como la cantidad de solicitudes en primera opción que no tienen lugar, es de 4.624 (11% del total de estudiantes). Esto significa que aumentando la capacidad (o redistribuyendo) en ese número, se podrían asignar todos los estudiantes a su primera opción. No obstante, esto probablemente no sea posible en algunos centros en los que la capacidad se debería duplicar.
- Una consecuencia de lo anterior es que cualquier algoritmo “razonable” (por ejemplo, que asigne estudiantes a sus primeras opciones siempre que haya lugar) no generará grandes diferencias con respecto a lo que ahora se hace. Como detallamos más adelante, posibles mejoras del sistema podrían darse (es un hipótesis) mejorando el nivel y la calidad de la información con la cuentan los estudiante, y no tanto por un cambio en el algoritmo.
- Si consideramos el número de estudiantes asignados a su primera, segunda, y tercera opción, el desempeño del algoritmo actual es muy bueno: 88%, 7% y 5%, respectivamente. Todos los estudiantes son asignados por construcción del algoritmo. Esto es posible ya que el sistema acepta que haya centros con un número de estudiantes asignados mayor que su capacidad (con sobrecupo o sobreasignación). Este sobrecupo es en algunos casos muy importante (por ejemplo, la opción 4071 con una capacidad “ampliada” de 41 cupos, recibe 101 estudiantes).
- Existen grupos de estudiantes que son priorizados ya que su asignación se calcula antes que el resto. Para los otros estudiantes, que representan el 78% del total, las prioridades de los centros (esto es, a quién se admite cuando los cupos no son suficientes) es la misma en todos centros y está dada únicamente por el índice de vulnerabilidad, dónde los estudiantes con mayor índice (más vulnerables) tienen prioridad sobre los de menor índice. Cuando es necesario decidir sobre dos estudiantes con igual índice, se hace aleatoriamente.
- El algoritmo actual asigna a todos los estudiantes y luego trata de reasignar a aquellos estudiantes que se encuentran en centros con sobreasignación. En estos pasos de ajuste se crea lo que se denomina en la literatura “envidia justificada”⁴, esto es, estudiantes que prefieren ir a un centro distinto al que fueron asignados, y en el centro preferido hay estudiantes asignados con un índice de vulnerabilidad

⁴ En la literatura, la envidia justificada es considerada una característica poco deseable en este tipo de mecanismos, generando una situación de “injusticia” para los estudiantes.

menor⁵. En la asignación del año 2021 se detectaron 3.375 estudiantes con envidia justificada.

- A su vez, estos pasos de ajuste hacen al algoritmo más vulnerable a “manipulaciones” por parte de los estudiantes. En particular, un estudiante con índice de vulnerabilidad muy bajo, cuya primera opción sea muy demandada, tiene incentivos a declarar como segunda y tercera opción centros también muy demandados de forma de aumentar la probabilidad de ser asignado a su primera opción (ver más detalles en la sección del documento que contiene la descripción de algoritmo).
- Proponemos un algoritmo alternativo al utilizado actualmente que nos parece más transparente (no son necesarios los ajustes mencionados antes ya que no hay centros con sobreasignación) y no genera envidia justificada. La desventaja del algoritmo propuesto es que deja 1.330 estudiantes sin asignar. De estos estudiantes, 1.246 tienen un centro predeterminado (el cual **no** tiene en su mayoría cupo disponible). Se los podría asignar a su predeterminado (generando sobrecupo), y sólo quedarían 84 estudiantes sin asignar.⁶ La ventaja principal radica en la mayor transparencia, la ausencia de envidia justificada, y en que las manipulaciones anteriores ya no serían efectivas.
- De todas formas, como se mencionó antes, es de esperar que el número de estudiantes que reciben una asignación distinta en el algoritmo alternativo con respecto a la asignación que recibe actualmente, sea bajo. Efectivamente, sólo 5.603 estudiantes (13,5%) son asignados a un centro distinto en el algoritmo alternativo. De estos estudiantes, 2.878 reciben una asignación peor en el mecanismo alternativo con respecto a la asignación de ANEP, y 2.725 reciben una asignación mejor (de acuerdo a sus preferencias declaradas).
- El algoritmo propuesto parte de las capacidades aumentadas de los centros (número original - previsión repetidores + número de grupos previstos). Primero asigna de la misma forma que se hace ahora a los estudiantes cuya primera opción es el CEA que tienen asociado, segundo los estudiantes “especiales”, tercero los estudiantes de programas priorizados, y cuarto los estudiantes de escuelas rurales. Luego, considera todos los estudiantes no asignados hasta este punto y los asigna usando el mecanismo de “dictador serial”: toma el estudiante con mayor índice y lo asigna a su opción más preferida entre las que tienen lugar, luego al segundo estudiante, y así sucesivamente para todos los estudiantes. De esta forma, no se genera envidia justificada. Los detalles se describen más adelante.
- Hay un hecho que debemos mencionar con respecto a las preferencias de los estudiantes. El 53% de los estudiantes que tienen un liceo predeterminado lo declaran como su primera opción, y este porcentaje aumenta al 70% cuando

⁵ Y además los estudiantes en el centro preferido no están en las categorías “priorizadas” (esto es, tiene su CEA como primera opción, estudiantes especiales, de programas prioritarios, y de escuelas rurales).

⁶ En 5 centros el sobrecupo con esta solución sería mayor a 30%; algo similar ocurre en la actual asignación calculada por ANEP.

consideramos primera o segunda opción (si consideramos toda la población de estudiantes esto es 44% y 58%, respectivamente). Bajo el supuesto de que el liceo predeterminado refleja el liceo al cual en el sistema sin elección los estudiantes de cada escuela eran asignados, entonces habría (por lo menos) dos posibles explicaciones al hecho de que el porcentaje de estudiantes que declaran su predeterminado como primera o segunda opción sea tan alto. Una posibilidad es que los liceos predeterminados reflejen las preferencias de los estudiantes, esto es, las características de estos liceos los hacen los más preferidos por los estudiantes. Otra posibilidad es que las preferencias de los estudiantes tengan un efecto “inercia”: como los estudiantes de una escuela dada eran asignados en el sistema anterior a determinado liceo, entonces la preferencias reflejan esta tendencia “histórica”. La diferenciación entre estas u otras potenciales explicaciones es una pregunta empírica en la cual nos enfocaremos en los próximos meses.

- Consideramos que el punto anterior es el más importante para continuar con el proyecto. Esto implica analizar los criterios con los cuales los estudiantes deciden qué centros rankear y en qué lugar hacerlo (ver el proyecto para mayor detalle). En este sentido es fundamental saber la información con la que cuentan los padres sobre el sistema (centros disponibles, prioridades, el algoritmo), y poder investigar las reacciones a la información que se le puede brindar.
- Una recomendación adicional es aumentar el número de centros que cada estudiante puede rankear. Hasta ahora pueden rankear 3 centros (o dos centros si rankean dos liceos primero y tienen predeterminado). Solicitarles y darles la posibilidad de rankear por ejemplo hasta 5 centros disminuiría la cantidad de centros con sobredemanda que se generan en el algoritmo actual, o quedarían menos estudiantes sin asignar en el algoritmo alternativo.

A continuación se desarrollan algunos de los puntos anteriores y detallamos el algoritmo que se usa actualmente y nuestra propuesta.

2. Características de la oferta

En el Cuadro 1 se muestra la oferta de lugares disponibles. El cupo máximo de cada centro se calcula sumando un lugar al cupo ajustado (cupos original menos previsión repetidores) por cada grupo que se proyecta formar.

Cuadro 1: Número de centros y cupos por sistema			
	Liceo	UTU	Total
No. centros	354	196	550
Cupo	39.038	10.872	49.910
Previsión Repetidores	6.460	1.511	7.971
Cupo ajustado	32.578	9.361	41.939
Grupos previstos	1.428	375	1.803
Cupo Max (cupo ajustado + grupos)	34.006	9.736	43.742
Nota: se considera sólo capacidad < 1000 y >0			

3. Estudiantes y demanda.

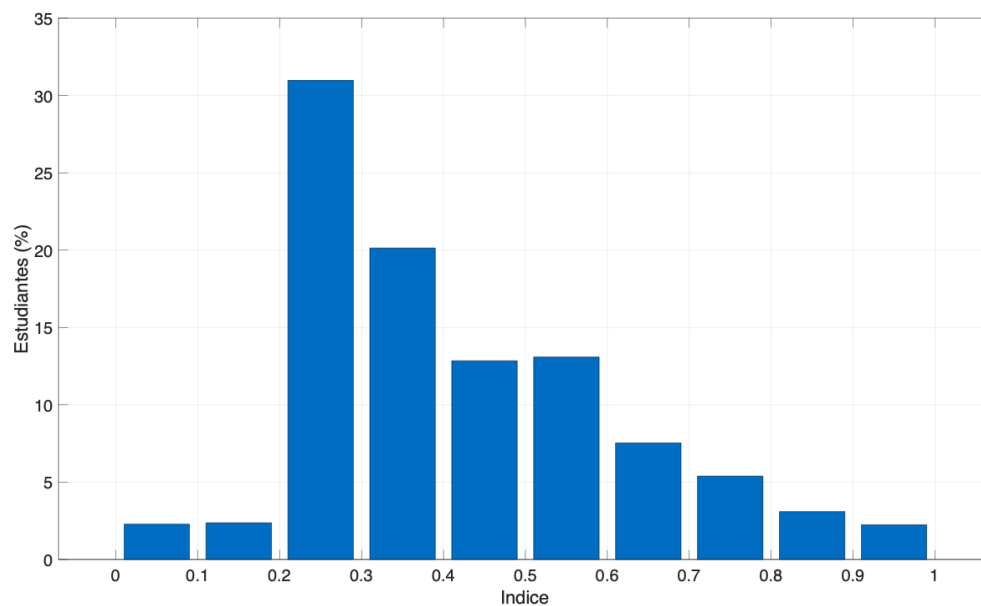
El Cuadro 2 presenta el número de estudiantes en cada grupo de prioridad. Estos grupos de estudiantes se procesan antes que el resto de los estudiantes, y en el orden en que aparecen en el cuadro.

Cuadro 2: Estudiantes por categoría		
Especiales	1.636	4%
De programas priorizados	556	1%
Grupo prioritario ($IV \geq 0.7$)*	4.333	10%
Escuelas rurales**	1.965	5%
Otros	33.013	80%
Total	41.503	

* Consideramos los que son de grupo prioritario y no pertenecen a categorías anteriores.

** Consideramos los que son de escuelas rurales y no pertenecen a categorías anteriores.

El índice de vulnerabilidad define las prioridades de los estudiantes en los centros. Se calcula a partir de cuatro componentes: extraedad, prestaciones sociales recibidas por el hogar, faltas computadas en los últimos años escolares y las calificaciones obtenidas en el periodo julio/agosto del año de referencia . A continuación presentamos el histograma del índice de vulnerabilidad:



Como puede observarse en el gráfico, hay valores del índice que acumulan muchos estudiantes. En el Cuadro 3 se muestran las frecuencias mayores del índice de vulnerabilidad, hay 10 valores del índice que acumulan el 60% de los estudiantes. Cuando se necesita desempatar entre estudiantes con el mismo valor del índice se hace aleatoriamente, esto implica que la aleatoriedad podría jugar un rol importante.

Cuadro 3: Índice de vulnerabilidad, valores más frecuentes		
Valor índice	Frecuencia	Acumulado
0,3	22%	22%
0,375	13%	35%
0,6	7%	42%
0,45	6%	48%
0,65	2,0%	49,5%
0,7	2,4%	51,9%
0,425	2,1%	54,0%
0,75	2,1%	56,1%
0,85	2,1%	58,2%
0,35	2,0%	60,2%

3.1 Demanda.

Hay 508 centros que son incluidos como primera opción por algún estudiante. Esto indicaría que casi todas las opciones son demandadas por al menos un estudiante. Si lo vemos por liceo/UTU esto es: 313 y 195. El Cuadro 4 muestra el número de centros sobre-demandados (con mayor demanda como primera opción que su capacidad). Si consideramos las capacidades iniciales, estos son 190 centros, de los cuales el 101 son liceos (28% de los liceos) y 89 son escuelas técnicas (45% de las escuelas técnicas). Considerando los cupos aumentados el número de centros con sobredemanda se reduce a 163, pasando los liceos a 85 y las escuelas técnicas a 78. La cantidad de estudiantes que quedan fuera de su primera opción bajo el esquema original de capacidades es de 4624 estudiantes, mientras que con los cupos aumentados desciende a 4540.

Cuadro 4: Número de centros sobre-demandados como primera opción y número de estudiantes						
	No. Centros*	%	No. estudiantes	No. Centros**	%	No. estudiantes**
Liceo	101	28,53%	2.973	85	24,01%	2.913
UTU	89	45,41%	1.651	78	39,80%	1.627
Total	190	34,55%	4.624	163	29,64%	4.540
* Considerando los cupos originales						
** Considerando los cupos aumentados (1 lugar adicional por grupo estimado)						

Esto indicaría que creando 4,624 (4,540) nuevos lugares se podría asignar a todos los estudiantes a su primera opción. También debemos señalar que en algunos casos, la capacidad de algunos centros se debería duplicar.

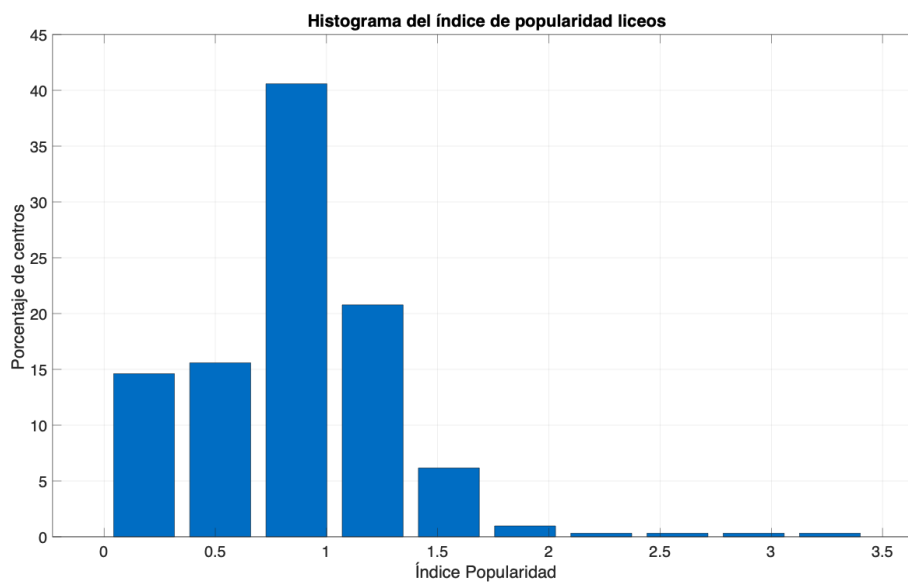
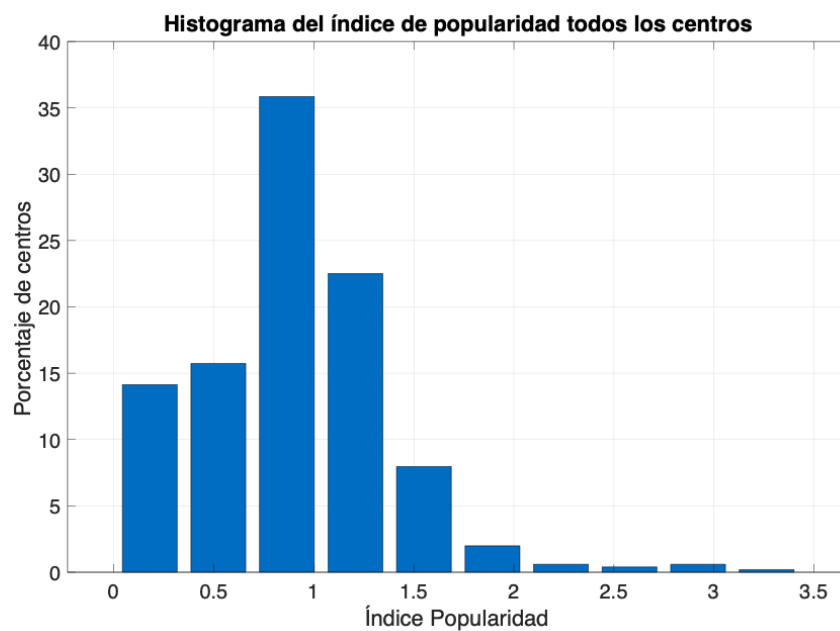
Popularidad de los centros.

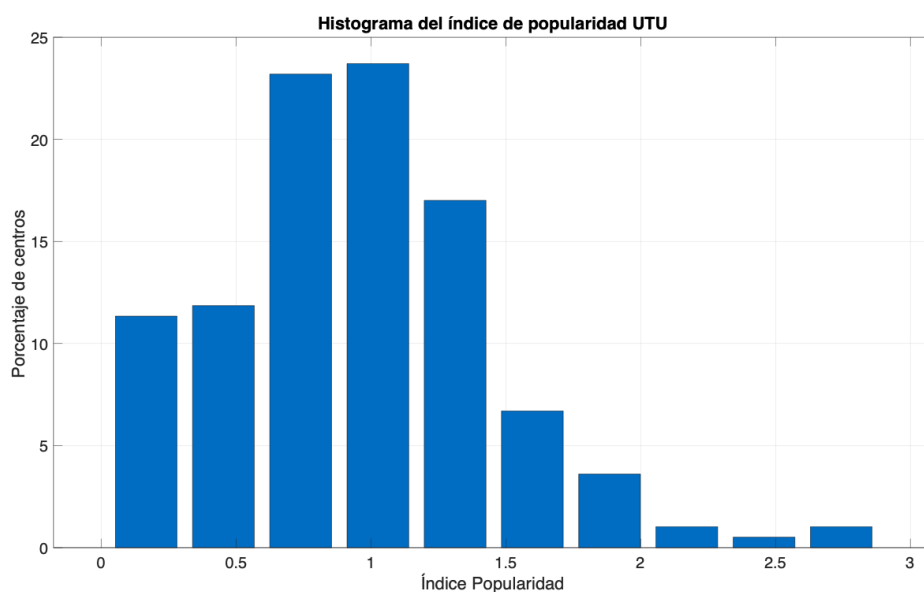
Una medida para analizar la compatibilidad entre oferta y demanda es la popularidad de cada centro, esto es, el número de estudiantes que rankean el centro como primera opción dividido la capacidad de la escuela.⁷ Un centro se dice popular, si su popularidad es mayor o igual a 1. El Cuadro 5 presenta distintas medidas de resumen de la popularidad.

⁷ Ver Escobar y Huertas (2022), Segregation and affirmative action in school choice, documento de trabajo.

Cuadro 5: Popularidad de los centros			
	Liceo	UTU	Total
Media	0,8474	0,9462	0,8856
Primer Cuartil	0,6352	0,6205	0,6254
Mediana	0,8974	0,9165	0,9048
Tercer Cuartil	1,0863	1,2186	1,1205
Mínimo	0,0083	0,0227	0,0083
Máximo	3,4348	2,8868	3,4348

El histograma de la popularidad de los centros (ver siguientes figuras) muestra que existe una coincidencia importante entre oferta y demanda: muchos centros se encuentran alrededor de 1, y muy pocos a la derecha, tanto para el total como por sistema.





En el apéndice presentamos la lista de centros con mayor popularidad.

3.2 Liceos predeterminados

Otro aspecto clave en este caso es entender cómo los estudiantes/familias forman sus preferencias. En esta línea, observamos que el 44% de los estudiantes listan a su centro predeterminado como primera opción (sin conocer realmente cuál es su centro predeterminado). Esto se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 6: Estudiantes que declaran al predeterminado entre sus opciones.			
		% sobre el total de estudiantes con predet.	% sobre el total de estudiantes
Número de estudiantes con Predet. como primera opción	18.193	53%	44%
Número de estudiantes con Predet. como segunda opción	5.936	17%	14%
Número de estudiantes con Predet. como tercera opción	7.001	21%	17%
Número de estudiantes con Predet. como cuarta opción	398	1%	1%
Número de estudiantes no rankean al Predet.	2.505	7%	6%
Total	34.033		82%

Una pregunta central del proyecto es entender los factores que son tenidos en cuenta por las familias para decir qué centros rankear y en qué orden hacerlo. En particular, necesitamos entender qué lleva a tantos estudiantes a rankear en primer lugar su centro predeterminado. Como una primera aproximación, en el Cuadro 7 regresamos una variable binaria que indica si el estudiante incluyó a su predeterminado como primera opción, contra el índice de vulnerabilidad (columna 1). Por otro lado, también regresamos una variable que indica si el estudiante incluyó a su predeterminado en alguna de sus tres opciones, contra el índice de vulnerabilidad (columna 2).

Cuadro 7: Probabilidad de incluir predeterminado contra índice de vulnerabilidad.

	(1)	(2)
Índice de vulnerabilidad	-0.209**	-0.072**
	(0.007)	(0.004)
Constante	2.271	1.517
	(0.055)	(0.031)
R ²	0.0281	0.0108
Observaciones	33,863	33,863

Notas: Las regresiones se estiman por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). El índice de vulnerabilidad se incluye en su forma logarítmica. Errores estándar entre paréntesis. ** $p < 0.01$

Vemos que el índice de vulnerabilidad se correlaciona negativamente con la probabilidad de incluir el predeterminado en la lista de preferencias. En ese sentido, un incremento de 1% en el índice reduce la probabilidad de incluir el predeterminado como primera opción en 0.002%, mientras que reduce la probabilidad de incluirlo en cualquiera de las opciones en 0.0007%. Es necesario mencionar que esto no permite inferir causalidad ya que no estamos considerando una serie de factores que están afectando las preferencias de las familias. Una especificación más completa permitiría identificar cual es el factor que hace que aquellas familias más vulnerables sean menos propensas a elegir el predeterminado. Para esto también sería interesante entender cómo se elige el predeterminado. Por ejemplo, si este se define por cercanía geográfica, podríamos hipotetizar de que aquellas familias más vulnerables aspiran a que los estudiantes asistan a escuelas en otros barrios. Para entender las preferencias de mejor manera necesitamos contar con información más detallada acerca de los centros educativos (primarios y secundarios) y las familias.

4. Algoritmo utilizado por ANEP

El algoritmo asigna estudiantes por grupos, los primeros grupos son los que tienen mayor prioridad. Además, el orden de prioridad que se usa para todas escuelas es el mismo (el índice de vulnerabilidad), y en caso que se necesite desempatar entre estudiantes con el mismo índice, se hace aleatoriamente.

Paso 1. Se considera a los estudiantes que tienen un CEA (Centro Educativo Asociado de UTU) asociado a la escuela a la que concurrieron. Si el estudiante tiene como primera opción el CEA correspondiente a su escuela, se lo asigna ahí sin considerar el cupo o capacidad del CEA (podemos asignar más estudiantes que el cupo, de hecho 3 centros tienen un sobre cupo de 28 estudiantes).

Cuadro 8: Estudiantes con CEA asociado	
Tiene CEA	1243
Primera Opción CEA	745

Paso 2. Se consideran estudiantes especiales y se los asigna usando como orden de prioridad el índice de vulnerabilidad. El algoritmo que se utiliza es el que se denomina en la literatura “**dictador serial**”. Funciona de la siguiente forma: se considera el primer estudiante en el orden y se recorren todas sus opciones (desde la primera a la última) hasta asignarlo a una opción que tenga capacidad disponible. Luego, se considera el segundo estudiante, y así sucesivamente. Hay un cupo de 3 estudiantes especiales por cada grupo que se forme en cada centro, pero no se aplicó en el 2021. En el año considerado se inscribieron 1636 estudiantes especiales, de los cuales 1634 fueron asignados a su primera opción, 1 a su segunda opción y 1 a su tercera opción.

Paso 3. Se consideran los estudiantes de Programas Priorizados (en un principio sólo los menores de 18 años, pero en el 2021 se consideraron todos), y se los ordena aleatoriamente ya que estos estudiantes no tienen índice de vulnerabilidad asociado. Se utiliza como antes el dictador serial. Fueron 555 estudiantes en el 2021, 541 son asignados a su primera opción, y 14 a su segunda opción.⁸

Paso 4. Se consideran los estudiantes con índice de vulnerabilidad mayor o igual a 0,7 (se les denomina grupo prioritario), se los asigna usando el índice de vulnerabilidad como prioridad y aplicando nuevamente el dictador serial.

⁸ Hay un estudiante que no tiene ID, no se consideró.

Cuadro 9: Asignación estudiantes grupo prioritario	
Primera opción	4278
Segunda opción	51
Tercera opción	4
Cuarta opción	0
Total	4333

Paso 5. Se consideran los estudiantes de escuelas rurales no asignados hasta este momento, y se los asigna usando el índice de vulnerabilidad como prioridad y el dictador serial.

Cuadro 10: Asignación estudiantes escuelas rurales	
Primera opción	1954
Segunda opción	11
Tercera opción	0
Cuarta opción	0
Total	1965

Paso 6. Se consideran los estudiantes de Programas Priorizados mayores de 18 años (en el 2021 estos ya fueron asignados en el paso 3).

Paso 7. Es el paso más importante en cuanto al número de estudiantes asignados: 32.268, o sea, 78% del total de estudiantes. Se procesa primero la opción 1 de cada estudiante, luego la opción 2, y por último la opción 3. En cada opción las asignaciones son definitivas por lo se aplica el algoritmo denominado **de aceptación inmediata o “Boston”**. Esto es, primero se considera el estudiante con el valor del índice más alto, y su primera opción. Si la opción tiene lugar disponible, se lo asigna, de lo contrario se lo deja sin asignar por este subpaso, y se considera al segundo estudiante y su primera opción. Luego que se termina con todos los estudiantes y sus primeras opciones, se comienza nuevamente con el primer estudiante y se considera su segunda opción, y así sucesivamente. El hecho de procesar opción por opción, genera que haya estudiantes con “envidia justificada”.⁹ De hecho encontramos que al finalizar este paso hay **725 estudiantes con envidia justificada**. Por ejemplo, consideremos el estudiante ID 129277, con índice 6000 y asignado en el punto 7.2 a su tercera opción: 4095. En su segunda opción, el centro 4119, está asignado el

⁹ Como se veremos más adelante, dada una asignación, decimos que un estudiante tiene *envidia justificada* de la asignación de otro estudiante cuando el primer estudiante prefiere ir a un centro distinto al que fue asignado, y en el centro preferido está asignado el segundo estudiante quien tiene un índice de vulnerabilidad menor (y no pertenece a un grupo priorizado).

estudiante ID 412144 el cual es asignado también el paso 7.2 del algoritmo y con índice de 4110. El hecho de que este último estudiante tenga la opción 4095 como primera opción hizo que se procese primero y que fuera asignado antes que el primer estudiante.

Hay una particularidad en este paso, para cada opción se considera primero a los estudiantes que tienen dicha opción como predeterminada, y se los asigna **sin importar el cupo disponible de la opción**. A continuación describimos cada paso.

Paso 7.1.1: Se consideran los estudiantes que tienen como primera opción a su predeterminado, y los asignamos a esa opción sin tener en cuenta el cupo disponible (aunque actualizamos el cupo).

Paso 7.1.2: Se consideran los estudiantes no asignados hasta ahora y su primera opción, y los asignamos a su primera opción siguiendo el índice de vulnerabilidad y considerando cupos disponibles. Si no hay lugar en su primera opción, se lo deja sin asignar.

Paso 7.2.1: Se consideran los estudiantes no asignados hasta ahora que tienen como segunda opción a su predeterminado, y los asignamos a esa opción **sin tener en cuenta el cupo disponible** (aunque actualizamos el cupo).

Paso 7.2.2: Se consideran los estudiantes no asignados hasta ahora y su segunda opción, y los asignamos siguiendo el índice de vulnerabilidad, considerando cupos disponibles. Si no hay lugar en su primera opción, se lo deja sin asignar.

Paso 7.3.1: Se consideran los estudiantes no asignados hasta ahora que tienen como tercera opción a su predeterminado, y los asignamos a esa opción **sin tener en cuenta el cupo disponible** (aunque actualizamos el cupo).

Paso 7.3.2: Se consideran los estudiantes no asignados hasta ahora y su tercera opción, y los asignamos siguiendo el índice de vulnerabilidad, considerando cupos disponibles. Si no hay lugar en su primera opción, se lo deja sin asignar.

En número de estudiantes asignados en cada uno de estos pasos son:

Cuadro 11: Número de estudiantes asignados en cada paso		
	Estudiantes	Acumulado
Paso 7.1.1	16.221	16.221
Paso 7.1.2	11.714	27.935
Paso 7.2.1	1.196	29.131
Paso 7.2.2	938	30.069
Paso 7.3.1	1.381	31.450
Paso 7.3.2	158	31.608
Total	31.608	

En el siguiente paso se asigna a los estudiantes no asignados hasta ahora y luego, en los siguientes, se ajusta la asignación para tratar de corregir las asignaciones que superan los cupos de cada centro. En este punto del algoritmo ya fueron asignados la amplia mayoría de los estudiantes (lo cual es coherente con el hecho de que existe muy poca competencia por las primeras opciones, y el 75% de los estudiantes rankean su liceo predeterminado).

Paso 8.

Paso 8.1. Asignar a los estudiantes que no fueron asignados hasta ahora a su centro predeterminado (no se considera capacidad disponible). Observar que estos estudiantes son asignados a su cuarta opción. Se asignan en este paso 405 estudiantes.

Paso 8.2. Asignar a los estudiantes que no fueron asignados hasta ahora a su primera opción (no se considera capacidad disponible). Se asignan en este paso 255 estudiantes.

En este paso se generan asignaciones con sobrecupos “no aceptables” en el sentido de que hay centros con un número de estudiantes asignados mayor a la capacidad más el número de grupos previstos.

Notar que tener liceo predeterminado va en contra de los intereses del estudiante en este paso ya que si es asignado en este paso a su liceo predeterminado, es su “cuarta” opción (aunque no lo haya declarado como cuarta opción, sabemos que hay por lo menos tres centros que son preferidos por el estudiante al predeterminado). Por otro lado, si no tiene liceo predeterminado es asignado a su primera opción y de ser reasignado en el paso 10 del algoritmo, lo más abajo en sus preferencias que puede llegar es a su tercera opción, lo cual es siempre mejor que su cuarta opción.

Paso 9. En este paso se trata de ajustar la asignación de los centros con sobrecupo no aceptable, esto es, centros en los cuales se asignó un número de estudiantes mayor o igual al cupo más 2 estudiantes por cada grupo previsto (de lo contrario decimos que el cupo es aceptable). La cantidad de centros con sobrecupo no aceptable es 112, y la cantidad del sobrecupo es 1702 lugares (4% del total de cupos).

Tomamos todos los estudiantes asignados en el **paso 7.2** ordenados en forma **ascendente** según el índice de vulnerabilidad.

Consideramos al primer estudiante. Si el estudiante está asignado a un centro con sobrecupo aceptable, consideramos al siguiente estudiante. Si el sobrecupo es no aceptable, entonces consideramos su siguiente opción que cumpla la siguiente condición: que tenga capacidad disponible igual o mayor al sobrecupo aceptable menos 1 (entonces lo podemos asignar a este centro y de generarse sobrecupo sería aceptable). Si alguna de sus siguientes opciones cumple esta condición, asignamos al estudiante a ese centro, y actualizamos los cupos de cada centro. Si ninguna de las opciones siguientes del estudiante cumple con la condición anterior, entonces lo dejamos en la opción donde está asignado, y consideramos el siguiente estudiante.

Asignamos en este punto a 1044 estudiantes.

Paso 10. Se vuelve a ajustar la asignación para disminuir los sobrecupos no aceptables. Tenemos 57 centros con sobrecupo no aceptable y el tamaño del sobrecupo no aceptable es 816 (2% del total de estudiantes). Para intentar ajustar este sobrecupo, se consideran los estudiantes asignados en el **paso 8.2** y se repite el procedimiento anterior.

Tomamos todos los estudiantes asignados en el **paso 8.2** ordenados en forma **ascendente** del índice de vulnerabilidad.

Consideramos al primer estudiante. Si el estudiante está asignado a un centro con sobrecupo aceptable, consideramos al siguiente estudiante. Si el sobrecupo es no aceptable, entonces consideramos su siguiente opción que cumple la siguiente condición: que tenga capacidad disponible igual o mayor al sobrecupo aceptable menos 1 (entonces lo podemos asignar a este centro y de generarse sobrecupo sería aceptable). Si alguna de sus siguientes opciones cumple esta condición, asignamos al estudiante a ese centro, y actualizamos los cupos de cada centro. Si ninguna de las opciones siguientes del estudiante cumple con la condición anterior, entonces lo dejamos en la opción donde está asignado, y consideramos que el siguiente estudiante.

Asignamos en este punto a 60 estudiantes.

A continuación se presenta el número de estudiantes asignados en cada paso.

Cuadro 12: Número de estudiantes asignados en cada paso		
Paso	No. estudiantes	
1	745	1,8%
2	1.636	3,9%
3	555	1,3%
4	4.333	10,4%
5	1.965	4,7%
6	0	0,0%
7.1	18.798	45,3%
7.2	11.766	28,4%
8.1	405	1,0%
8.2	195	0,5%
9	1.044	2,5%
10	60	0,1%
Total	41.502	

5. Asignación final.

Cuadro 13: Estudiantes asignados por número de opción				
	ANEP	%	Nuestra versión*	
Primera	36.467	87,9%	36.292	87,4%
Segunda	2.796	6,7%	2.641	6,4%
Tercera	2.029	4,9%	2.164	5,2%
Cuarta	210	0,5%	405	1,0%
	41.502		41.502	

* Refiere a la asignación calculada con el programa que se realizó. En total se tiene una diferencia de 2.038 estudiantes con una asignación distinta entre un algoritmo y el otro, lo que se produce en los pasos en los cuales se aleatoriza.

Para poder comparar el desempeño del algoritmo, en el siguiente cuadro incluimos el porcentaje de estudiantes asignados a su primera opción en distintos países.

Cuadro 14: Porcentaje de estudiantes asignados a su primera opción			
Lugar	Nivel Educación	Nro. Estudiantes	%
Amsterdam ¹	Liceo	6304	81%
Boston ²	Secundaria	5927	65%
Chile ³	Inicial hasta Secundaria	274.990	59%
México ⁴	Bachillerato	189.912	32%
Nueva Orleans ⁵	Inicia	7789	72%
Paris (distrito Sur) ⁶	Secundaria	1590	50%

Fuentes:

1) Oosterbeek, H., Sóvágó, S., y van der Klaauw, B. (2021). Preference heterogeneity and school segregation. *Journal of Public Economics*, 197, 104400.

2) y 5) Pathak, P. A. (2017). What really matters in designing school choice mechanisms. *Advances in Economics and Econometrics*, 1, 176-214.

3) CORREA, Jose, EPSTEIN, Rafael, ESCOBAR, Juan, et al. School choice in Chile. In : *Proceedings of the 2019 ACM Conference on Economics and Computation*. 2019. p. 325-343.

4) Chen, L., y Pereyra, J. S. (2019). Self-selection in school choice. *Games and Economic Behavior*, 117, 59-81.

6) Fack, G., Grenet, J., & He, Y. (2019). Beyond truth-telling: Preference estimation with centralized school choice and college admissions. *American Economic Review*, 109(4), 1486-1529.

Con los cupos originales, la asignación de ANEP genera que 221 centros tengan sobrecapacidad, de los cuales el 68.3% (151) son liceos y el 31.7% (70) escuelas técnicas. Con cupos aumentados, la asignación de ANEP implica que 156 centros tengan sobrecapacidad, de los cuales 73.7% (115) son liceos, mientras que el restante 26.3% (41) son escuelas técnicas.

Cuadro 15: Número de centros con sobredemanda		
	Asignación ANEP	Asignación ANEP
Liceos	151	115
Escuelas Técnicas	70	41
Total	221	156

5.1 Existencia de “envidia justificada”.

Siguiendo la literatura, dada una asignación, decimos que un estudiante tiene *envidia justificada* de la asignación de otro estudiante cuando el primer estudiante prefiere ser asignado a un centro distinto al que fue asignado, y en el centro preferido está asignado el segundo estudiante quien tiene un índice de vulnerabilidad menor¹⁰. Se suele decir que el primer estudiante y el centro preferido bloquean la asignación.

En la asignación de ANEP encontramos que 3.375 estudiantes tienen envidia justificada por la asignación de al menos un estudiante. Por ejemplo, podemos considerar el caso del siguiente estudiante ID 98845, asignado a su segunda opción 4342 en el paso 4, y con índice de vulnerabilidad 1. Este estudiante preferiría estar asignado a su primera opción 4343, y en esta opción tenemos a un estudiante (ID 102248) con un índice de 0 asignado en el paso 10. Esto sucedió porque a este segundo estudiante se lo movió en el paso 10 en el cual los cupos son mayores. Otro ejemplo, el estudiante ID 103576 asignado a su segunda opción en el paso 9, 4204, con un índice 0.65, mientras que en su primera opción, 4419, tenemos 8 estudiantes con un índice menor y asignados en los pasos 7.2, 8.2 y 9. El siguiente cuadro presenta un desglose de los estudiantes con envidia justificada.

¹⁰ Y además no está en las categorías “priorizadas” (esto es, tiene su CEA como primera opción, estudiantes especiales, programas prioritarios, y escuelas rurales).

Cuadro 16: Estudiantes con envidia justificada. Asignación ANEP			
	C/r a primera op.	C/r a segunda op.	C/r a tercera op.
Asignados segunda opción	1.519	-	-
Asignados tercera opción	1.211	1.372	
Asignados cuarta opción	134	149	177

6. Descripción del algoritmo alternativo.

El algoritmo alternativo que se propone en sus primeros pasos coincide con el que actualmente se está aplicando. A continuación se detallan sus pasos.

Se toman los cupos de cada centro aumentados desde el inicio, esto es, cupo original - previsión de repetidores + número de grupos. A su vez, luego de cada paso se ajustan las capacidades disponibles de cada centro.

Paso 1. Se consideran los estudiantes que tienen un CEA asociado a la escuela a la que concurrieron. Si el estudiante tiene como primera opción el CEA correspondiente a su escuela, se lo asigna ahí sin considerar el cupo o capacidad del CEA.

Paso 2. Se consideran estudiantes especiales y se los asigna usando como orden de prioridad el índice de vulnerabilidad, y usando el algoritmo de “dictador serial”.

Paso 3. Se consideran estudiantes de Programas Priorizados y se los ordena aleatoriamente. Se utiliza como antes el dictador serial.

En el siguiente paso el algoritmo alternativo asigna a los estudiantes de escuelas rurales en lugar de los estudiantes con índice de vulnerabilidad mayor o igual, a 0.7 que se dejan para el siguiente paso.

Paso 4. Se consideran los estudiantes de escuelas rurales no asignados hasta este momento, y se los asigna usando el índice de vulnerabilidad como prioridad y el dictador serial.

Los estudiantes no asignados, quedan sin asignar.

Paso 5. Se consideran todos los estudiantes no asignados hasta este momento, y sus cuatro opciones (la cuarta opción refiere a liceo predeterminado).¹¹ Se los ordena según el índice de vulnerabilidad y se los asigna usando el dictador serial.

¹¹ Aunque hay estudiantes con liceo predeterminado con la cuarta opción en blanco (y las tres primeras opciones no contienen al predeterminado).

Apéndice

Cuadro 17: Lista de 20 centros con mayor popularidad				
Nombre	Aplicaciones*	Liceo/ UTU**	Capacidad.	Índice
CHUY N° 1	79	1	23	3,43
MONTEVIDEO N° 77	172	1	59	2,92
C.E.A. ESCUELA N° 161 SAYAGO - CICLO BASICO TECNOLÓGICO	153	2	53	2,89
ESCUELA TECNICA SOLYMAR - CICLO BASICO TECNOLÓGICO	63	2	22	2,86
ESCUELA TECNICA BELLA UNION 2 - CICLO BASICO TECNOLÓGICO Centro "María Espínola"	134	2	52	2,58
MONTEVIDEO N° 22	354	1	139	2,55
MONTEVIDEO N° 73	189	1	84	2,25
ESCUELA TECNICA ATLANTIDA - CICLO BASICO TECNOLÓGICO	47	2	21	2,24
ESCUELA TECNICA FLOR DE MAROÑAS 2 - CICLO BASICO TECNOLÓGICO Centro "María Espínola"	110	2	53	2,08
ESCUELA TECNICA COLONIA NICOLICH - CICLO BASICO TECNOLÓGICO	51	2	26	1,96
ESCUELA TECNICA CARDONA - CICLO BASICO TECNOLÓGICO	54	2	28	1,93
ESCUELA TECNICA SAN RAMON - CICLO BASICO TECNOLÓGICO	40	2	21	1,90
C.E.A. ESCUELA N° 262 SALINAS - CICLO BASICO TECNOLÓGICO	99	2	52	1,90
C.E.A. ESCUELA N° 330 FLOR DE MAROÑAS - CICLO BASICO TECNOLÓGICO	106	2	56	1,89
MONTEVIDEO N° 64	303	1	162	1,87
ESC. TEC. SAN JOSE - CICLO BASICO TECNOLÓGICO CENTRO "MARÍA ESPÍNOLA"	50	2	27	1,85
MONTEVIDEO N° 56	169	1	95	1,78
CERRO LARGO DEPTAL.	177	1	100	1,77
ESCUELA TECNICA SUPERIOR RIVERA - CICLO BASICO TECNOLÓGICO	169	2	97	1,74
ESCUELA AGRARIA ROCHA - CICLO BASICO TECNOLÓGICO RURAL EXTENDIDO	43	2	25	1,72
*Número de estudiantes que lo incluyen como primera opción.				
** 1=Liceo, 2=UTU				